

Міністерство освіти і науки України

**Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя**

*Кафедра технічної механіки та
сільськогосподарських машин*

ВСТУП ДО ФАХУ

навчальний посібник

**для студентів спеціальності
208 «Агроінженерія»**

**Тернопіль
2022**

УДК 621.01 X76

Укладачі:

Надія Хомик, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин

Ганна Цьонь, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин

Тарас Довбуш, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин

Ігор Блозва, в.о. директора Борщівського фахового коледжу,
кандидат педагогічних наук

Анатолій Довбуш, старший викладач кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин

Рецензенти:

Руслан Кірчук, к.т.н., професор кафедри аграрної інженерії ім.проф. Г.А. Хайліса, декан факультету аграрних технологій та екології
Луцького національного технічного університету

Ігор Ткаченко, к.т.н., доцент, доцент кафедри інжинірингу машинобудівних технологій Тернопільського національного
технічного університету імені Івана Пулюя

Розглянуто на засіданні кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин, протокол № 1 від 25.08.2021 р.

Схвалено й рекомендовано до друку та впровадження у навчальний процес на засіданні вченої ради ТНТУ імені Івана Пулюя,
протокол № 14 від 21.12.2021 р.

Хомик Н.І.

X76 Вступ до фаху: навчальний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія» / Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш, І. Й. Блозва, А. Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 348 с.

Дисципліна «Вступ до фаху» - одна з вибірових дисциплін фахової підготовки студентів, яка допомагає їм адаптуватися до здобуття майбутньої професії. Вона є основою для більшості дисциплін професійної та практичної підготовки.

Посібник розроблено відповідно до навчальної програми і призначено для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія», може бути рекомендований і для фахівців інших спеціальностей. У посібнику викладено: коротку історію розвитку сільськогосподарського машинобудування у нашій країні, його сучасний рівень; основи конструювання та проектування сільськогосподарських машин та знарядь, основні методи та етапи їх розробки; дотримання загальних вимог до створення сільськогосподарських машин та знарядь; основні галузі машинобудування, їх технологічне оснащення; методи і способи виготовлення деталей машин; безпеку праці у сільськогосподарському виробництві та під час експлуатації сільськогосподарських машин; інформаційні технології та застосування комп'ютерної техніки у сільськогосподарському виробництві; організацію та навчально-методичне забезпечення підготовки фахівців спеціальності 208 «Агроінженерія», особливості їх професії та можливості працевлаштування.

Посібник рекомендовано також для самостійної роботи студентів.

УДК 621.01

© Хомик Н. І., Цьонь Г. Б., Довбуш Т. А.,
Блозва І.Й., Довбуш А. Д., 2022

ЗМІСТ

стр.

ВСТУП	7
Тема 1. РОЗВИТОК СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА	9
1.1. Завдання та основні напрямки розвитку сільськогосподарського виробництва.....	10
1.2. Коротка історія розвитку сільськогосподарських машин та науки про них.....	10
1.3. Система машин для комплексної механізації процесів у рослинництві.....	12
1.4. Загальні класифікаційні ознаки сільськогосподарських машин та напрямки їх розвитку.....	13
Тема 2. ПРОЕКТУВАННЯ І КОНСТРУЮВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН	64
2.1. Загальні відомості про проектування та конструювання виробів.....	65
2.2. Сільськогосподарські машини як об'єкти проектування і конструювання.....	67
2.3. Поняття проектування сільськогосподарських машин.....	71
2.3.1. Вирішення особливих завдань під час проектування сільськогосподарських машин.....	71
2.3.2. Тенденції в проектуванні сільськогосподарських машин і знарядь.....	72
2.3.3. Особливості проектування сільськогосподарських машин.....	73
2.4.4. Структура сільськогосподарських машин та агрегатів.....	74
2.4. Стадії та етапи проектування сільськогосподарських машин.....	87
2.4.1. Стадії проектування.....	87
2.4.2. Вимоги технічного завдання.....	91
2.4.3. Критерії проектування.....	91
2.5. Основні вимоги до розв'язання завдань проектування сільськогосподарських машин.....	93
2.6. Забезпечення вимог агрегатування проєктованих сільськогосподарських машин.....	93
2.7. Обґрунтування ширини захвату мобільних сільськогосподарських машин.....	95
2.8. Продуктивність сільськогосподарських машин та агрегатів.....	98

Тема 3. ОСНОВНІ МЕТОДИ ТА ЕТАПИ РОЗРОБКИ НОВИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН.....	99
3.1. Творча діяльність конструктора під час створення нових сільськогосподарських машин.....	100
3.2. Моделі робочих процесів, виконуваних робочими органами сільськогосподарських машин.....	100
3.3. Функціональна схема.....	106
3.4. Кінематична схема.....	128
3.5. Розрахункова схема.....	135
3.6. Геометрична модель.....	145
3.7. Математична модель.....	150
3.8. Принципова схема виробу.....	155
3.9. Виконання робочих креслень.....	158
3.10. Конструктивна спадкоємність.....	177
Тема 4. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАГАЛЬНИХ ВИМОГ ДО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН.....	178
4.1. Новизна машин.....	179
4.2. Забезпечення надійності машин.....	179
4.3. Якість конструкцій сільськогосподарських машин	181
4.4. Принцип агрегатного проектування сільськогосподарських машин.....	182
4.5. Особливості форми та естетичності сільськогосподарських машин.....	185
4.6. Маса машини.....	187
Тема 5. МАШИНОБУДУВАННЯ І ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН.....	190
5.1. Відомості про технологію виготовлення деталей.....	191
5.2. Загальна характеристика машинобудівної галузі промисловості.....	192
5.3. Важке машинобудування.....	195
5.4. Загальне машинобудування.....	196
5.5. Середнє машинобудування.....	196
5.6. Механізація й автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні.....	198
5.7. Використання роботів на промислових підприємствах.....	200
5.8. Заводи та цехи машинобудівної промисловості.....	202
5.9. Інтенсифікація машинобудівного комплексу промисловості.....	204
Тема 6. ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ І ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ТА ВУЗЛІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН.....	207
6.1. Загальні відомості про металорізальні верстати й інструменти.....	208

6.2.	Обробка матеріалів різанням.....	209
6.2.1.	Токарна обробка.....	210
6.2.2.	Фрезерна обробка.....	213
6.2.3.	Обробка на свердлильних верстатах.....	216
6.2.4.	Обробка на розточувальних верстатах.....	218
6.2.5.	Обробка на протяжних верстатах.....	219
6.2.6.	Обробка на стругальних верстатах.....	221
6.2.7.	Шліфування і полірування.....	222
6.2.8.	Обробка на верстатах з цифровим програмним керуванням.....	224
6.3.	Поверхнева обробка металів.....	227
6.4.	Слюсарні роботи	230
6.5.	Кування і штампування.....	231
6.6.	Ливарне виробництво.....	232
6.7.	Зварювання металів.....	235

Тема 7. БЕЗПЕКА ПРАЦІ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ ТА ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН.....	240
7.1. Перевезення сільськогосподарських машин на залізничних платформах та у піввагонах.....	241
7.2. Перевезення сільськогосподарських машин автомобільним транспортом.....	242
7.3. Пересування сільськогосподарських машин та агрегатів по автомобільних, польових і сільських дорогах.....	243
7.4. Безпека праці та забезпечення безпеки життєдіяльності ...	244
7.4.1. Завдання в галузі безпеки життєдіяльності.....	244
7.4.2. Вимоги безпеки до виробничого обладнання....	245
7.4.3. Пожежна безпека.....	246
7.4.4. Електробезпека.....	247
7.4.5. Актуальні проблеми охорони навколишнього середовища.....	247
7.5. Загальні вимоги безпеки до самохідних та причіпних сільськогосподарських машин.....	247
7.6. Вимоги техніки безпеки під час експлуатації самохідних сільськогосподарських машин.....	252
7.7. Вимоги техніки безпеки під час експлуатації причіпних сільськогосподарських машин та знарядь.....	254

Тема 8. ОРГАНІЗАЦІЯ ТА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ

СПЕЦІАЛЬНОСТІ 208 «АГРОІНЖЕНЕРІЯ».....	257
8.1. Організація освітнього процесу на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин.....	258

8.1.1.	Навчально-методичне забезпечення.....	258
8.1.2.	Форми організації освітнього процесу.....	261
8.2.	Кадрове забезпечення навчально-виховного процесу спеціальності 208 «Агроінженерія».....	269
8.3.	Зміст підготовки фахівців спеціальності 208 «Агроінженерія».....	270
8.4.	Освітньо-професійна програма підготовки бакалаврів спеціальності 208 «Агроінженерія».....	272
8.5.	Освітні вимоги до випускників спеціальності 208 «Агроінженерія».....	274
8.6.	Обов'язкова та вибіркова частина змісту освітньої програми підготовки бакалаврів спеціальності 208 «Агроінженерія».....	279
8.7.	Атестація бакалаврів спеціальності 208 «Агроінженерія».....	284

Тема 9. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЗАСТОСУВАННЯ КОМП’ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ АНАЛІЗУ І ПЛАНУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА.....		286
9.1.	Інформаційні технології у конструюванні машин.....	287
9.2.	Комп’ютер у діяльності технолога сільськогосподарського виробництва	290
9.3.	Практичне використання персональних комп’ютерів у виробничих умовах аграрного підприємства.....	291
9.3.1.	Складання паспорта поля.....	291
9.3.2.	Складання «Книги історії полів сівозміни».....	292
9.4.	Застосування ПК для планування врожайності сільськогосподарських культур і розрахунку доз добрив під запланований урожай.....	293
9.5.	Ведення обліку у фермерських господарствах. Журнал реєстрації господарських операцій.....	297
ВИКОРИСТАНІ ТА РЕКОМЕНДОВАНІ ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА.....		302
ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК.....		305

ВСТУП

Природно-кліматичні зони та ґрунтові умови України є сприятливими для вирощування зернових, зернобобових, круп'яних, олійних, технічних культур, насінників трав і сої, кукурудзи і соняшнику на зерно. Кожна з цих культур має свої біологічні та технологічні особливості, які диктують специфічні вимоги до сільськогосподарської техніки та технологій, що застосовується на їх збиранні.

Україна має понад 32 млн. га орних земель, значний відсоток яких становлять чорноземи. Вітчизняними селекціонерами виведено і впроваджено у виробництво багато високоврожайних сортів сільськогосподарських культур, завдяки яким можна отримувати високі врожаї зернових (70...100 ц/га), цукрових буряків (400....500 ц/га), кукурудзи на зерно (понад 100 ц/га) та ін.

Щоб реалізувати ці можливості виробники сільськогосподарської продукції повинні мати достатню кількість сучасної техніки з метою застосування у сільськогосподарському виробництві інтенсивних технологій.

Інтенсивна технологія вирощування сільськогосподарських культур – це система науковообґрунтованих, економічно ефективних, взаємопов'язаних способів, технологічних операцій та прийомів, спрямованих на отримання високих урожаїв культур при виконанні їх передовою технікою. Застосовуються вони у тісному поєднанні й відповідності з фізіологічними потребами рослин за біологічними фазами їх розвитку. Ці технології спрямовані, насамперед, на підвищення ефективності використання біокліматичного потенціалу, можливостей високопродуктивних районованих сортів сільськогосподарських культур, дозованого внесення мінеральних і органічних добрив та інших засобів хімізації.

Свого часу в Україні було створено потужний промисловий потенціал. Перелік лише великих спеціалізованих підприємств, які виготовляли в достатній кількості різноманітні сільськогосподарські машини є цьому підтвердженням. Це заводи з виготовлення комбайнів (Херсонський, Дніпропетровський, Тернопільський), жаток (Бердянський), сівалок (Кіровоградський), ґрунтообробної техніки (Одеський), кормозбиральної техніки (Білоцерківський), тракторів (Харківський), навантажувачів (Коломиясільмаш), обприскувачів (Львівсільмаш) та ін.

Проте в недостатній кількості виготовлялися сільськогосподарські машини для енергонасичених тракторів. Багато з машин не відповідали сучасним вимогам, мали низьку продуктивність і надійність, потребували багато часу для їх технічного обслуговування. Тому на даний час у сільськогосподарському виробництві машини і знаряддя закордонного

виробництва фірм John Deere, New Holland, Franz Kleine, Class, Massey Ferguson, Lemken, Horsch, Pottinger та ін.

Поки що не знайшли повсюдного впровадження інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур.

Машинобудування завжди було і залишається провідною серед інших галузей промисловості. Це пояснюється тим, що всі процеси в матеріальному виробництві, будівництві, сільськогосподарському виробництві, на транспорті пов'язані з використанням машин. Конструкції машин безперервно вдосконалюються згідно з вимогами експлуатації та виробництва, а також на основі можливостей, що виявляються з розвитком науково-технічних досліджень, появою нових матеріалів і способів надання їм потрібних форм та властивостей.

Важливою умовою підвищення продуктивності машинно-тракторних агрегатів та високоякісного виконання робіт є досконале оволодіння сільськогосподарською технікою, високоефективне використання і технічно правильне її обслуговування, систематичне вивчення і впровадження у виробництво досягнень науки й передового досвіду.

Сільськогосподарська техніка безперервно покращується. Щоб ефективно використовувати її та удосконалювати, майбутні інженери повинні добре знати будову машин і знарядь, принцип їхньої роботи, вміти правильно налаштовувати робочі органи і механізми машин на оптимальні режими роботи залежно від умов, що змінюються, а також властивостей оброблюваного матеріалу.

Тому зараз постала проблема забезпечення промисловості і сільськогосподарського виробництва висококваліфікованими фахівцями з розробки та виготовлення сільськогосподарської техніки.

Створення й експлуатація продукції машинобудівної промисловості, які б відповідали сучасним вимогам, пов'язані з потребою підготовки висококваліфікованих інженерних кадрів, здатних розв'язувати завдання розрахунків, конструювання, виробництва та експлуатації машин. Така підготовка проводиться на базі викладання студентам фундаментальних, загальноосвітніх, загальноінженерних та спеціальних дисциплін.

Дисципліна «Вступ до спеціальності» є першою, яка безпосередньо пов'язана з майбутньою професією. **Основні завдання курсу:**

- ознайомлення студентів із загальними характеристиками машинобудівної галузі промисловості та сільськогосподарського виробництва;
- ознайомлення з основними напрямками інженерної діяльності;
- ознайомлення з особливостями навчального процесу у вищому навчальному закладі.

Цей посібник розроблено відповідно до діючих типових програм і навчальних планів.

Тема 1

РОЗВИТОК СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

- 1.1. Завдання та основні напрямки розвитку сільськогосподарського виробництва**
- 1.2. Коротка історія розвитку сільськогосподарських машин та науки про них**
- 1.3. Система машин для комплексної механізації процесів у рослинництві**
- 1.4. Загальні класифікаційні ознаки сільськогосподарських машин та напрямки їх розвитку**



1.1. Завдання та основні напрямки розвитку сільськогосподарського виробництва

Основні завдання сільськогосподарського виробництва:

- забезпечення населення продуктами харчування;
- забезпечення сировиною народного господарства країни.

Основні напрямки розвитку сільськогосподарського виробництва:

1. Збереження та підвищення родючості ґрунтів як фактора забезпечення стійкого нарощування виробництва сільськогосподарської продукції.
2. Зниження енергозатрат в сільськогосподарському виробництві.
3. Збереження навколишнього середовища (екологічна проблема).
4. Зниження собівартості продукції.

В майбутньому успіх сільськогосподарського виробництва буде залежати в першу чергу від розробки та впровадження нових енергозберігаючих технологій і в меншій мірі від створення нової техніки.

1.2. Коротка історія розвитку сільськогосподарських машин та науки про них

Сільське господарство як галузь діяльності людини зародилось дуже давно і до 17 століття розвиток сільськогосподарських знарядь проходив емпіричним (дослідним) шляхом. Створення нових і вдосконалення наявних знарядь проводилося на основі багаторічних дослідів і спостережень. Починаючи з 17 століття, розпочався науковий підхід до створення і вдосконалення сільськогосподарських знарядь і машин. Цьому сприяли фундаментальні відкриття у фізиці, хімії та інших науках.

До середини 19 століття на території сучасної України з'явилося більше 10 підприємств, які виготовляли різноманітні сільськогосподарські знаряддя та машини, а також обладнання для цукрових заводів. У 1839 році з'явилася перша косарка з кінним приводом, а в 1868 році агроном А.Р. Власенко створив перший у Росії зернозбиральний комбайн з кінним приводом, який було запатентовано під назвою: «конная зерноуборочная машина на корню».

Зародження і створення науки про сільськогосподарські машини безпосередньо пов'язане з іменем академіка Василя Прохоровича Горячкіна (1868–1935 р.), який першим використав закони механіки при дослідженні технологічних процесів у сільськогосподарському виробництві. В 1919 році була видана його перша фундаментальна праця

«Земледельческая механика», в якій була викладена теорія технологічних процесів і робочих органів, їх класифікація, а також методика вдосконалення та раціоналізації робочих органів.

Надалі в розвиток теорії сільськогосподарських машин та технологічних процесів великий внесок зробили такі вчені як Артоболевський І.І., Желіговський В.А., Василенко І.Ф., Летошнев М.Н., Сабліков М.В. та багато інших.

Радянський період сільськогосподарського машинобудування характеризується створенням науково-дослідних закладів (ВИМ, ВИСХОМ, ВАСХНИЛ та ін.), спеціалізованих конструкторських бюро, мережі машинно-випробувальних станцій, на яких проводилося випробування створених сільськогосподарських машин. Були побудовані та реконструйовані заводи сільськогосподарського машинобудування, такі як – «Почвомаш» (м. Одеса), «Красная звезда» (м. Кіровоград), «Серп і молот» (м. Харків), Тернопільський комбайновий завод, Львівсільмаш, Коломиясільмаш та ін.

В період перших шести п'ятирічок були механізовані, в основному, процеси в рослинництві і до середини 80 років ХХ століття було досягнуто досить високого рівня механізації в сільськогосподарському виробництві. Значна роль у цьому належить науково-обґрунтованій системі машин для комплексної механізації виробничих процесів у рослинництві.

В 1992 році в Україні була вперше розроблена і схвалена «Національна програма виробництва машин та технологічного устаткування для сільського господарства, харчової і переробної промисловості на 1992–1997 роки». Навіть при обмеженому її фінансуванні було розроблено і поставлено на серійне виробництво біля 1100 найменувань машин.

У 1998 році Урядом України схвалена «Програма виробництва технологічних комплексів машин і обладнання для агропромислового виробництва на 1998-2005 роки», яка була спрямована на створення 508 базових моделей машин, адаптованих до сучасної елементної бази та технологій, які використовуються в сільському виробництві.

Виконання цих Програм дозволило галузі протягом 1992-2002 років модернізувати і освоїти близько 2,5 тисяч найменувань техніки, в тому числі і тієї, яка раніше в Україні не вироблялася (чотирнадцять класів тракторів, два класи зернозбиральних комбайнів, ґрунтообробної техніки, самохідної кормо- та бурякозбиральної техніки, доїльного обладнання, нового покоління машин і обладнання для механізації тваринницьких ферм та ін.). Це дало змогу підняти рівень забезпеченості технологічних процесів в агропромисловому комплексі вітчизняною технікою до 80 % (проти 27 % у 1992 році).

1.3. Система машин для комплексної механізації процесів у рослинництві

Система машин – це науково обґрунтована сукупність закономірно пов'язаних між собою енергетичних засобів (тракторів, комбайнів автомобілів), машин та технологічного обладнання, що виконують протягом року всі сільськогосподарські роботи в оптимальні агротехнічні терміни при найменших затратах праці.

Розглянемо коротко історію створення системи машин. Вперше система машин як науково обґрунтований документ була розроблена на 1957–1965 роки і включала 816 найменувань технічних засобів механізації в рослинництві, тваринництві, меліорації та лісництві. Друга система машин була розроблена на 1966–1970 роки і включала 139 найменувань машин та обладнання.

Остання, шоста система машин, була розроблена на 1986–1995 роки і на період до 2000 року і включала близько 4000 найменувань машин та обладнання, із них близько 2000 – це машини для комплексної механізації процесів у рослинництві.

Система машин у рослинництві повинна задовольняти такі вимоги:

1. Послідовно механізувати всі операції технологічного процесу виробництва культури, починаючи з обробітку ґрунту і закінчуючи закладанням на зберігання кінцевого продукту. Якщо в технології виробництва якась операція немеханізована, то це призводить до зростання собівартості продукції, зниження її якості і збільшення втрат.

2. Кожна машина в системі повинна виконувати свою операцію таким чином, щоб забезпечити якісну роботу машини, яка виконує наступні операції технологічного процесу вирощування даної культури.

Приклад. Глибина передпосівної культивуації і сівби повинні бути взаємоузгоджені, так як від цього залежить якість сівби.

3. Система машин повинна забезпечувати комплексну механізацію виробництва сільськогосподарських культур з урахуванням різноманітних природних, господарчих, кліматичних та інших умов.

Приклад. Залежно від природних умов існує дві технології вирощування картоплі: вирощування на гребнях; вирощування на рівній поверхні.

4. Машини, що входять у систему, повинні забезпечувати високу якість виконання кожної операції і постійно вдосконалюватися відповідно з розвитком агротехнічної науки і техніки.

5. Машини, що входять у систему, повинні бути взаємоузгодженими за технологічними параметрами (рядності, ширини захвату, продуктивності і т. ін.) а також з енергетичним засобом (тяговим зусиллям, параметрами валу відбору потужності (ВВП) та ін.).

1.4. Загальні класифікаційні ознаки сільськогосподарських машин та напрямки їх розвитку

Машини для рослинництва поділяють на енергетичні, транспортні, технологічні, контрольно-керуючі та кібернетичні. Сільськогосподарські машини є технологічними. Робочі органи сільськогосподарських машин і знарядь, взаємодіючи з оброблювальним матеріалом, виконують технологічні процеси, під час яких змінюються розміри, форма і фізичні властивості цього матеріалу. Тому застосування таких машин сприяє не тільки підвищенню продуктивності праці, а й свідомій дії на ґрунт, рослини і тваринні організми з метою створення необхідних умов для виконання наступних виробничих процесів.

Основні класифікаційні ознаки сільськогосподарських машин:

1. За призначенням – ґрунтообробні, посівні, садильні, для захисту рослин, для догляду за посівами, збиральні машини і т.д.
2. За принципом дії – машини безперервної і циклічної дії.
3. За способом з'єднання з джерелом енергії: начіпні (напівначіпні), причіпні, самохідні, стаціонарні.
4. За способом використання енергії: машини з пасивними, активними та комбінованими робочими органами.

Класифікація деяких видів сільськогосподарських машин та окремих їх вузлів наведена на рисунках 1.1, 1.3, 1.5 1.7, 1.17, 1.19, 1.21, 1.24, 1.26, 1.28, 1.30, 1.33, зображення машин на рисунках 1.2, 1.4, 1.6. 1.8-1.16, 1.18, 1.20, 1.22, 1.23, 1.25, 1.27, 1.29, 1.31, 1.32, 1.34.

Машини та знаряддя, застосовувані у сільськогосподарському виробництві, надзвичайно різноманітні, оскільки забезпечують весь комплекс технологічних операцій з підготовки ґрунту до сівби, сівбу, догляд за посівами, збирання врожаю сільськогосподарських культур, первинну обробку та переробку сільськогосподарської продукції, забезпечення кормами тваринницької галузі, а також здійснення меліоративних робіт і т.ін. Класифікація машин для збирання сільськогосподарських культур не наведена через складність їх конструкцій.

Загальні напрямки вдосконалення і розвитку сільськогосподарських машин

1. Розробка і впровадження машин, що забезпечують енергозберігаючі, ґрунтозахисні і екологічно безпечні технології.
2. Створення комбінованих машин та агрегатів, що виконують декілька операцій за один робочий прохід.
3. Розробка та впровадження агрегатно-уніфікованих груп машин, а також універсальних мобільно-енергетичних засобів з комплектом змінних робочих органів.
4. Створення малогабаритних засобів механізації для задоволення потреб фермерських господарств.

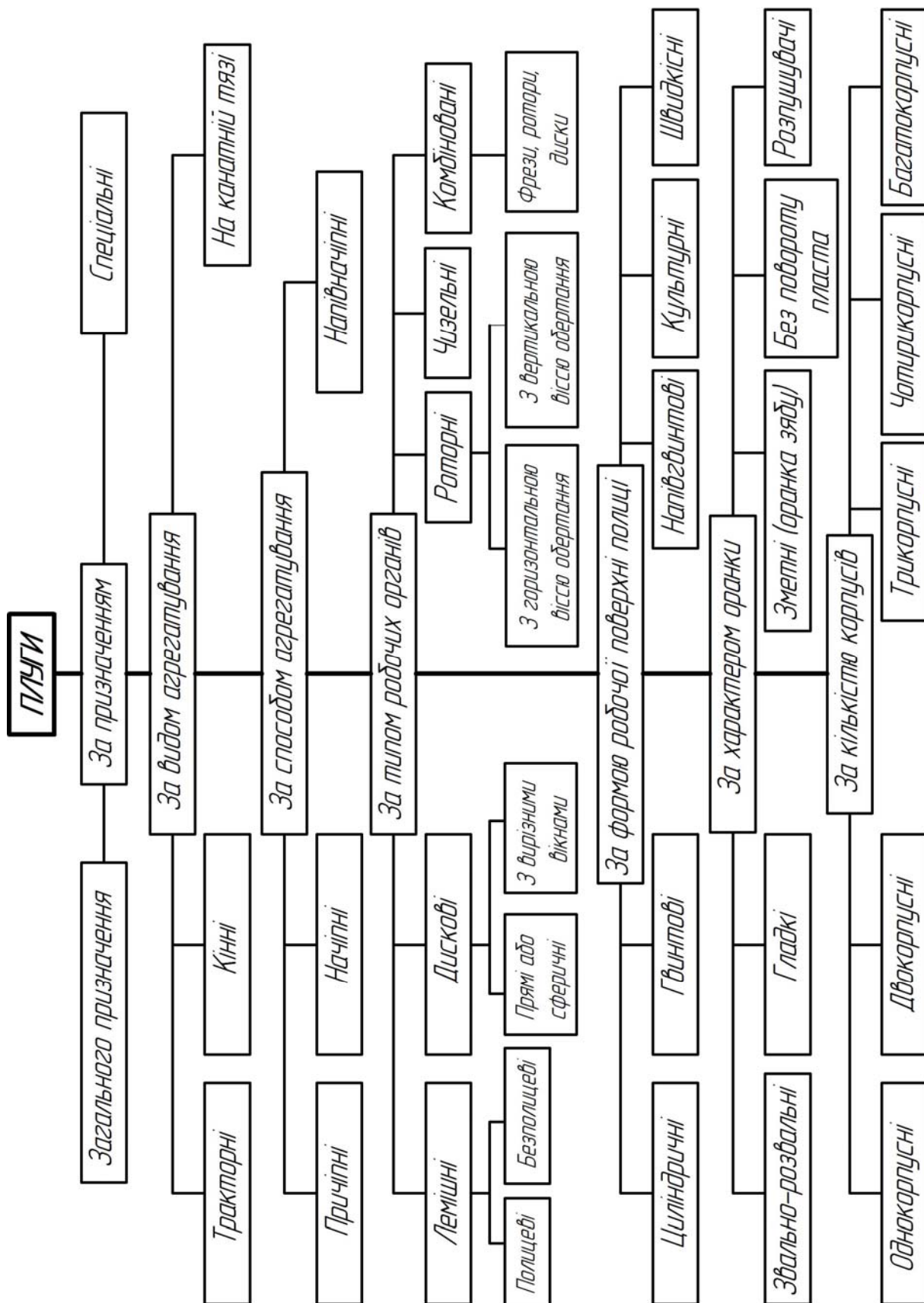


Рисунок 1.1 – Класифікація плугів



Оранка лемішним оборотним плугом



Плуги
оборотні



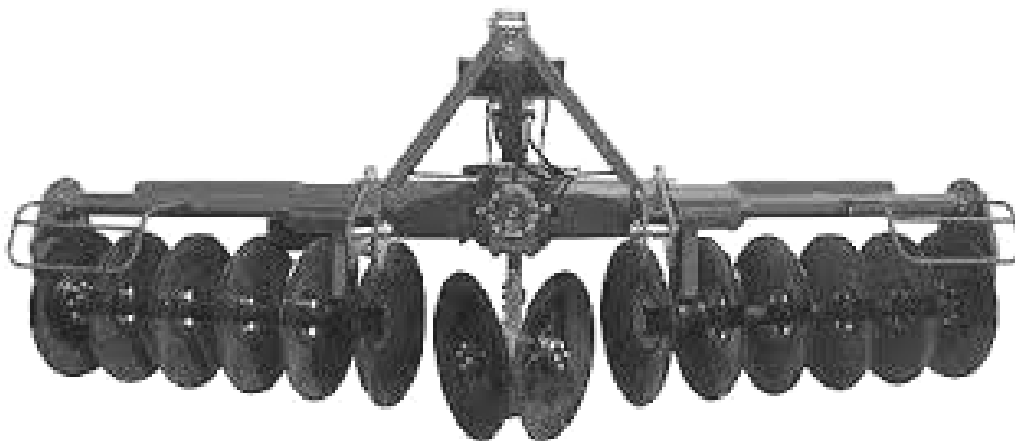
Рисунок 1.2 – Плуги



Оранка оборотним плугом з вирізними полицями



Плуг з вирізними полицями

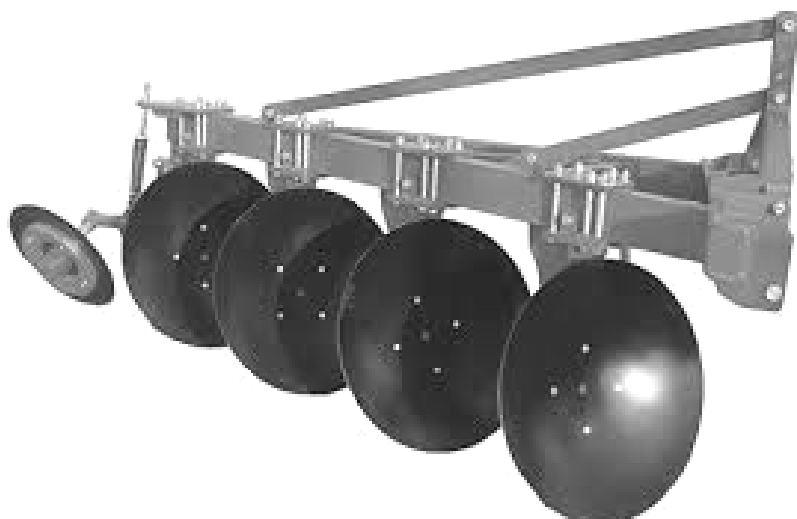


Дисковий плуг

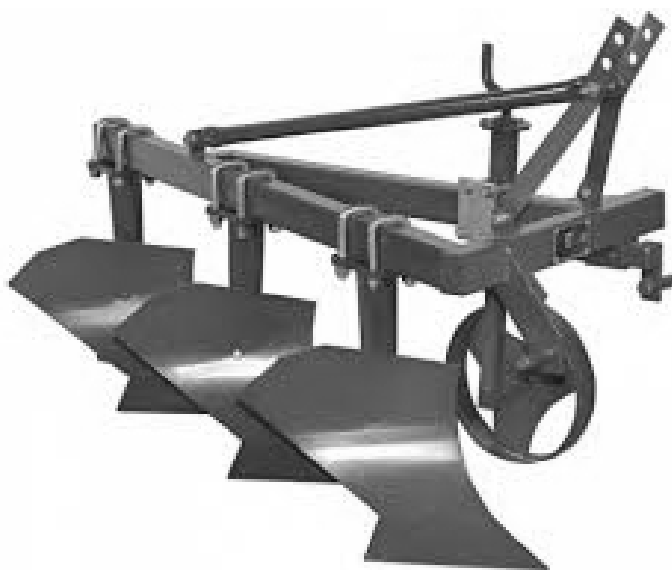
Рисунок 1.2 – Плуги (продовження)



Плуг з передплужниками для культурної оранки



Дисковий
плуг для
задернілих
ґрунтів



Три-
корпусний
плуг

Рисунок 1.2 – Плуги (закінчення)

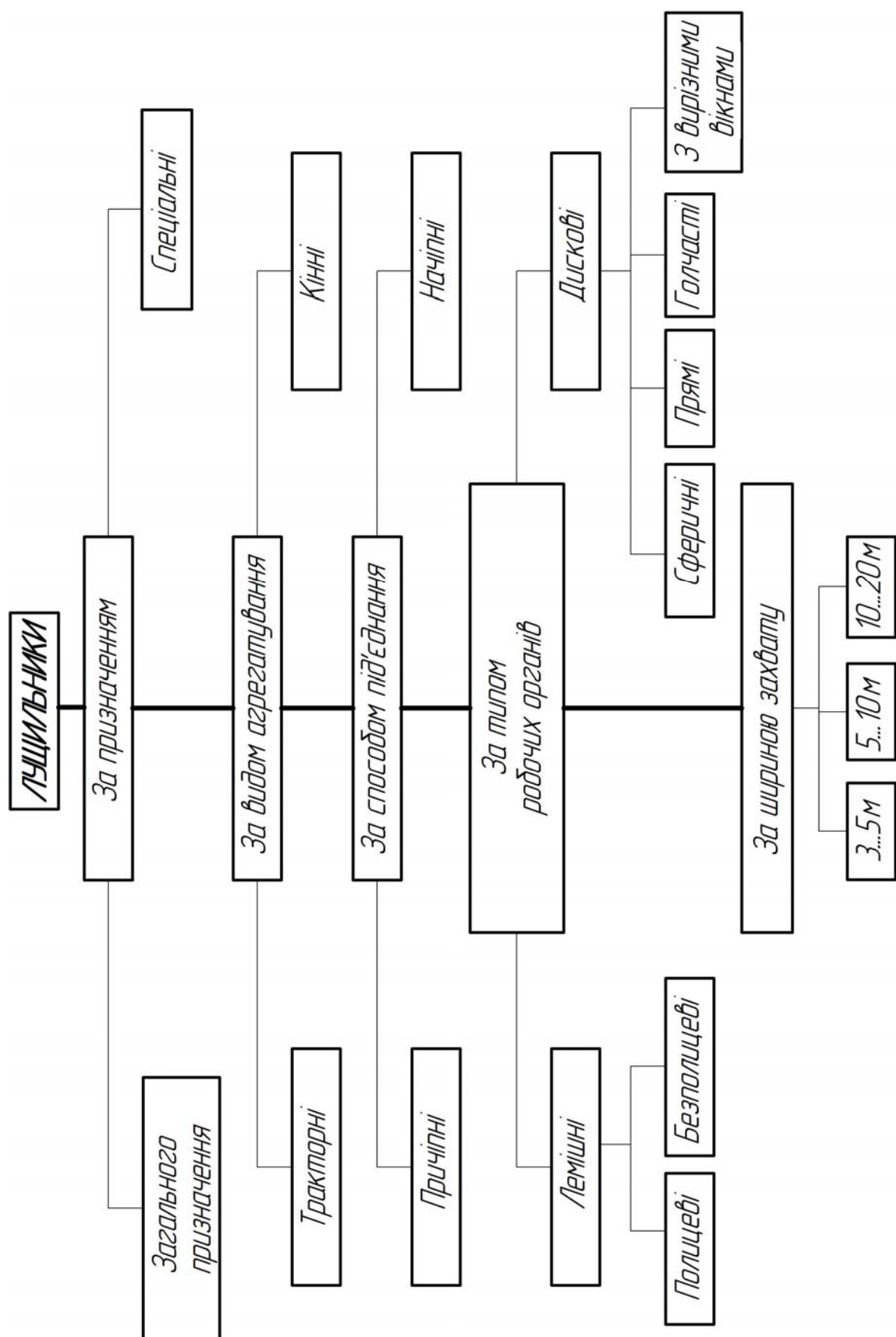
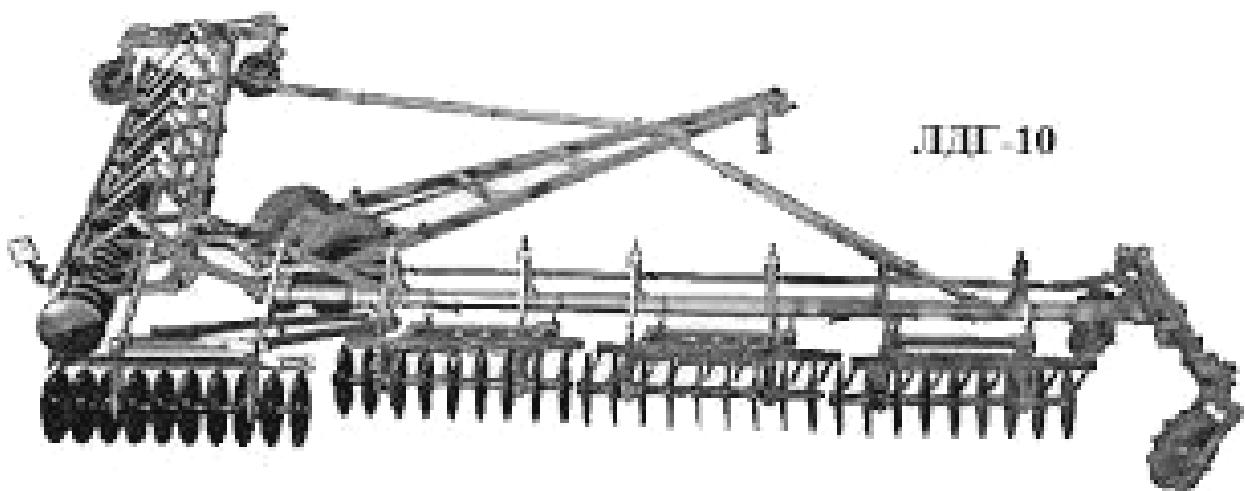


Рисунок 1.3 – Класифікація лущильників



Луцильник дисковий



Луцильник дисковий ЛДГ-10

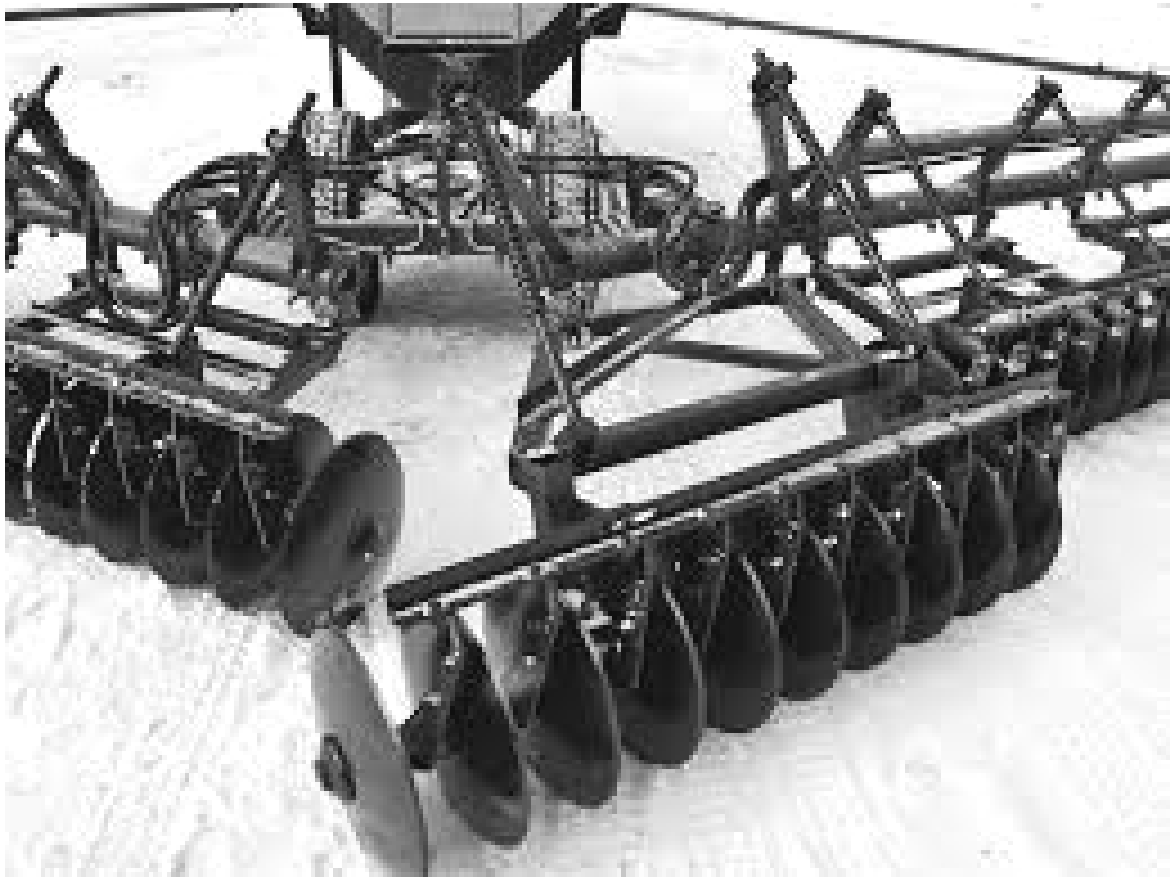


Секція дискового луцильника



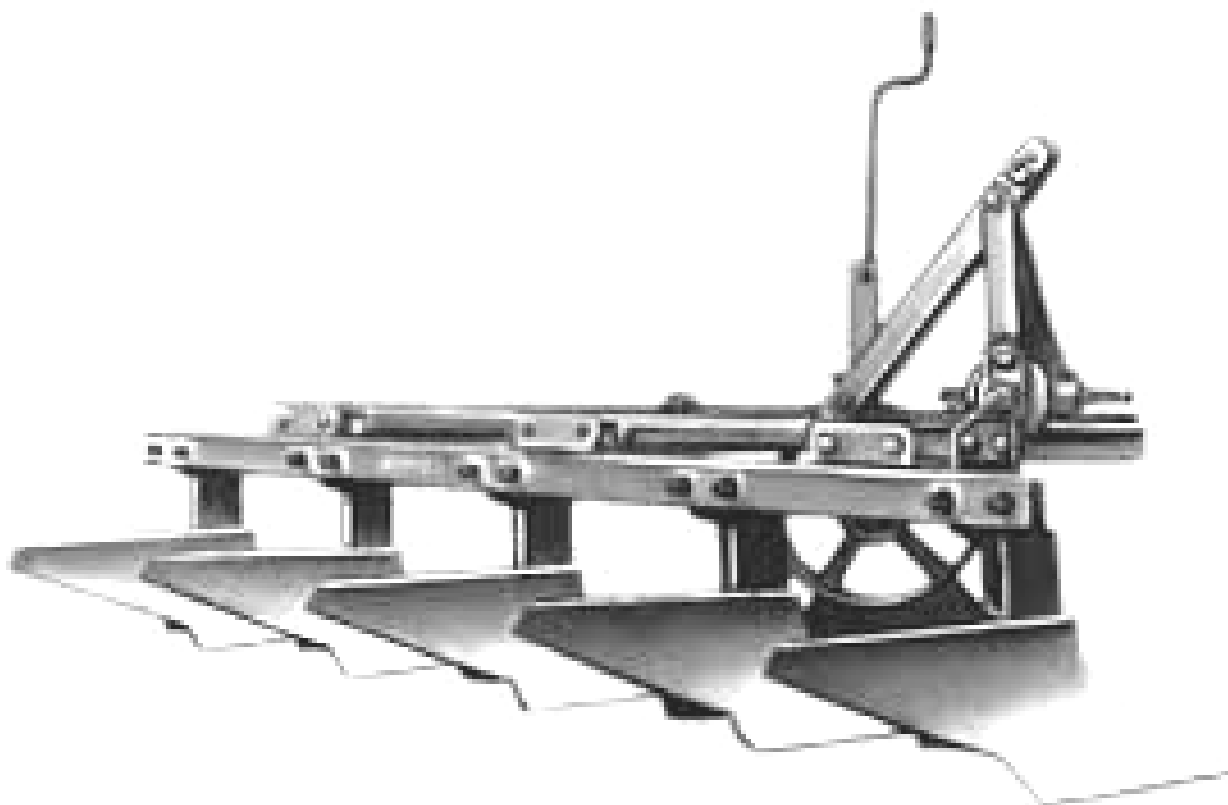
Диски луцильників

Рисунок 1.4 – Луцильники

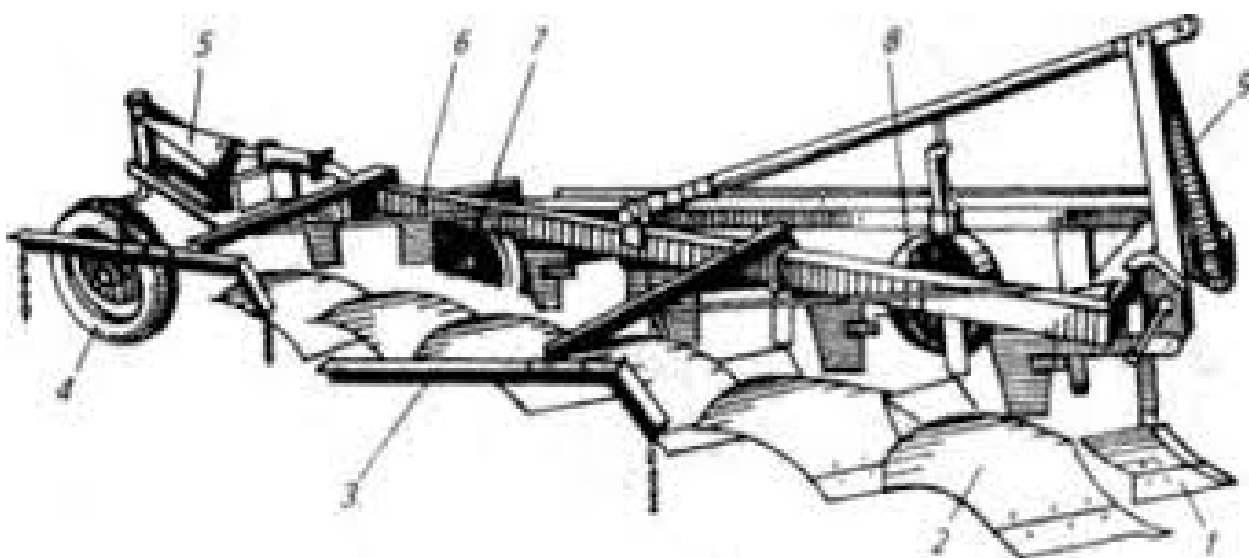


Луцильники дискові

Рисунок 1.4 – Луцильники (продовження)



Луцильник лемішний



Луцильник лемішний

Рисунок 1.4 – Луцильники (закінчення)

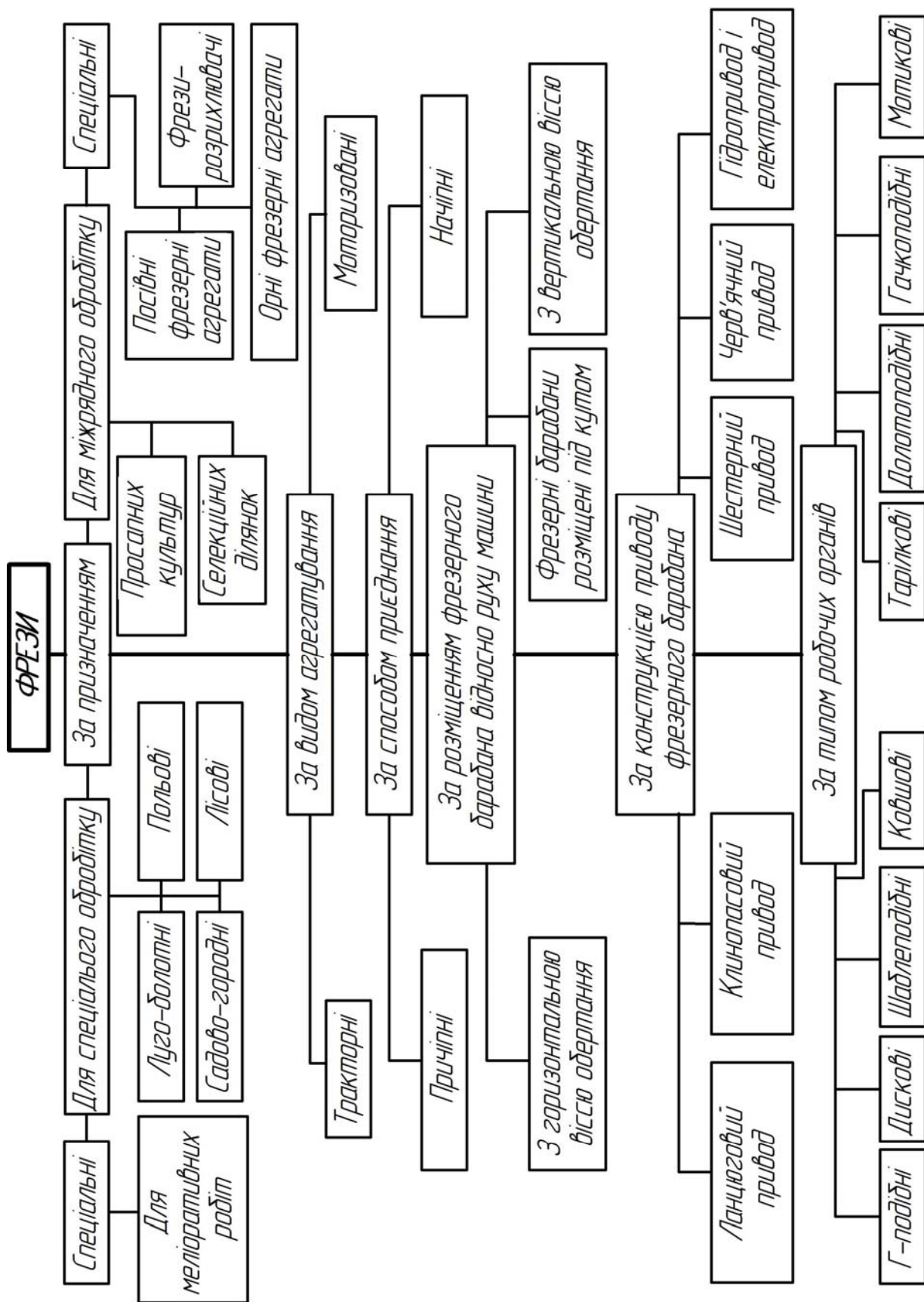


Рисунок 1.5 – Класифікація фрез

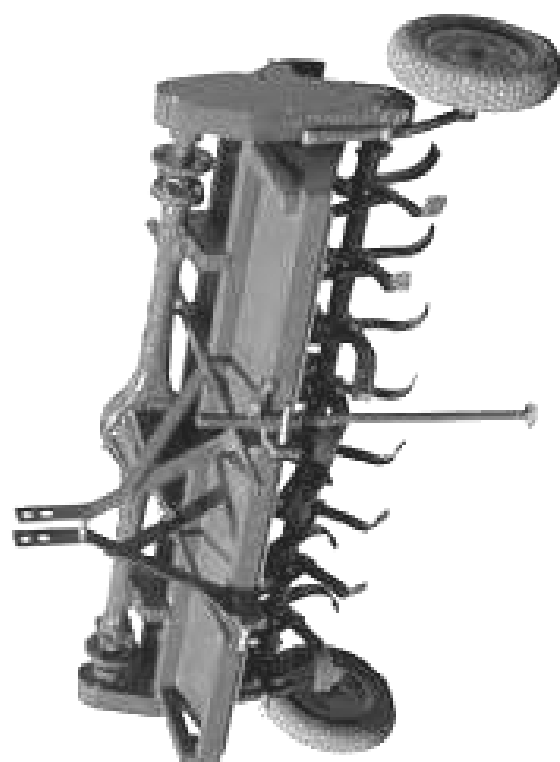


Рисунок 1.6 –Фрезы

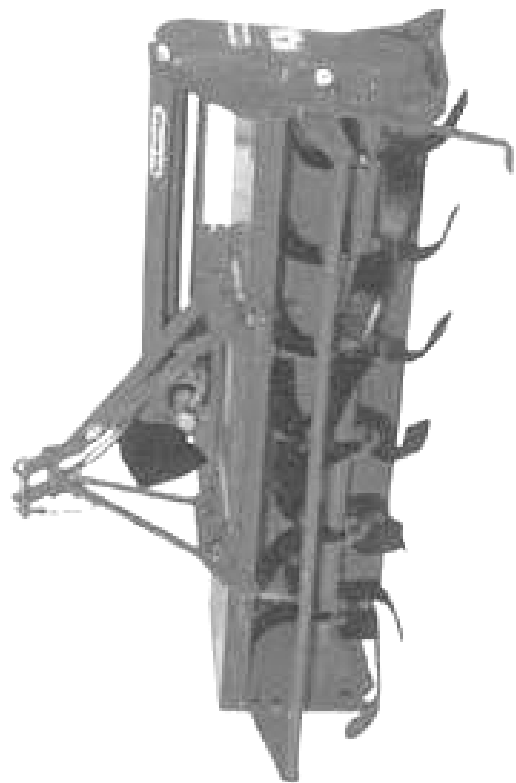
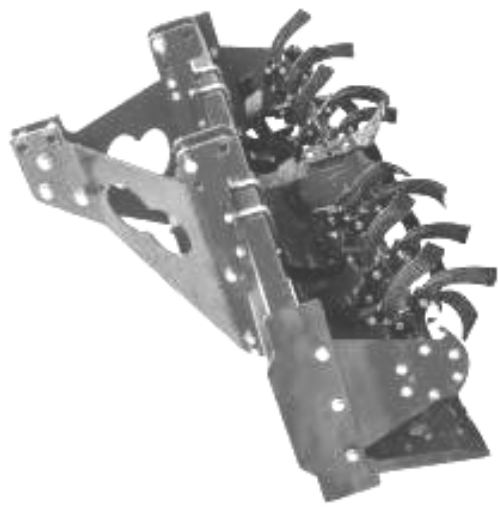


Рисунок 1.6 –Фрезы (продовження)



Рисунок 1.6 – Фрезы (закінчення)

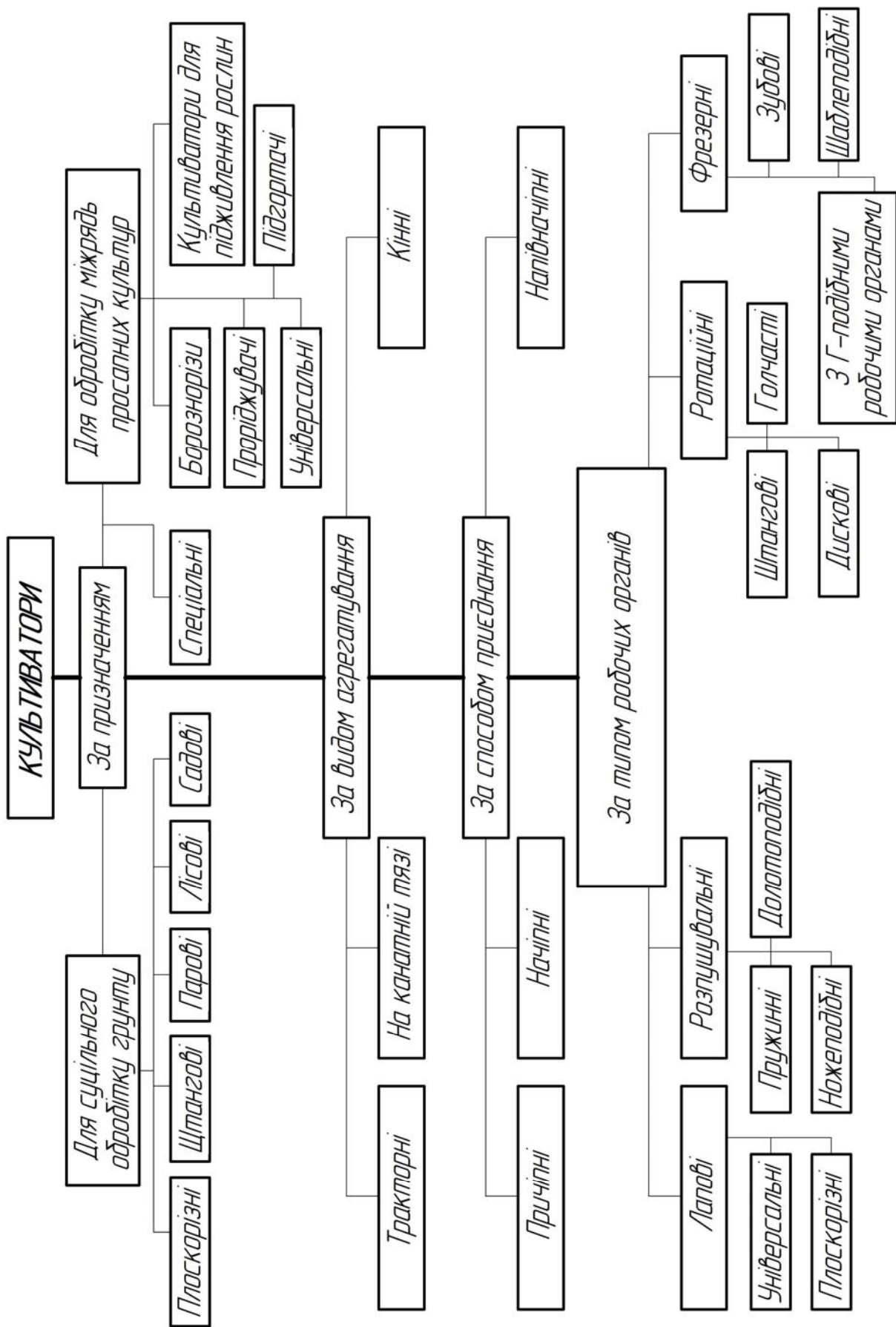


Рисунок 1.7 – Класифікація культиваторів

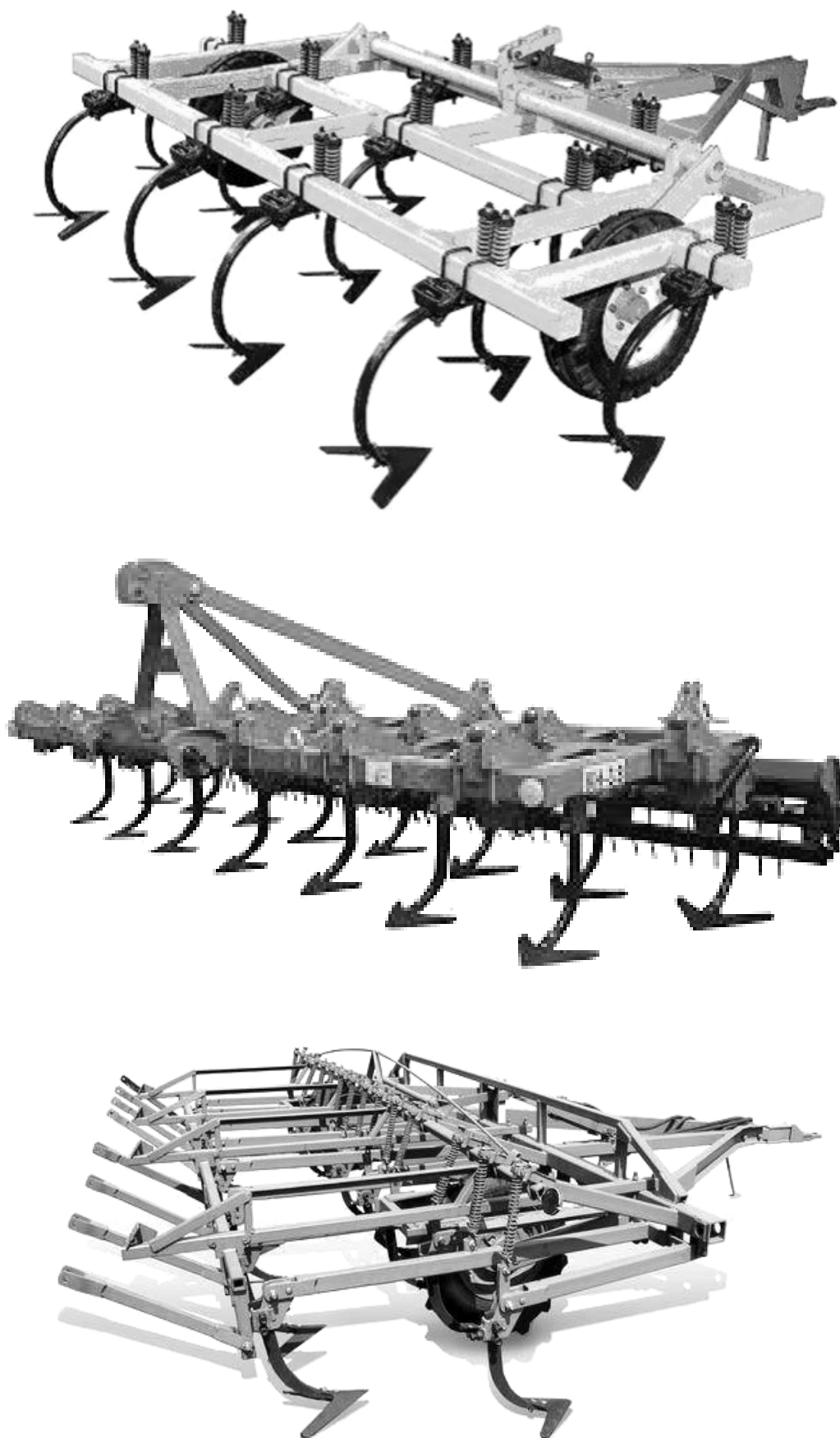


Рисунок 1.8 – Культиватори стрілочасті на жорстких стояках для суцільного (передпосівного) обробітку ґрунту

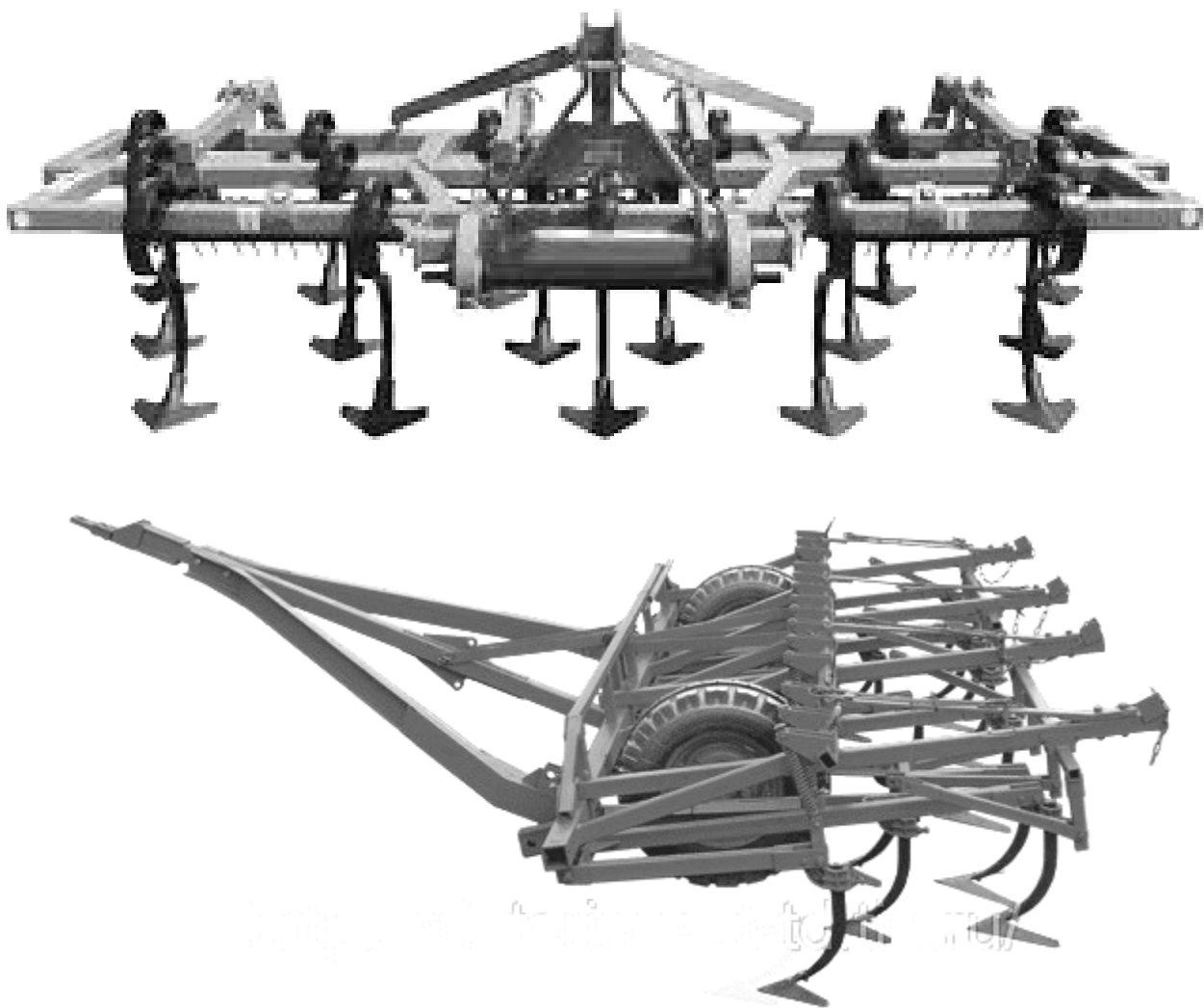


Рисунок 1.9 – Культиватори стрілчасті на жорстких стояках для суцільного (передпосівного) обробітку ґрунту (закінчення)

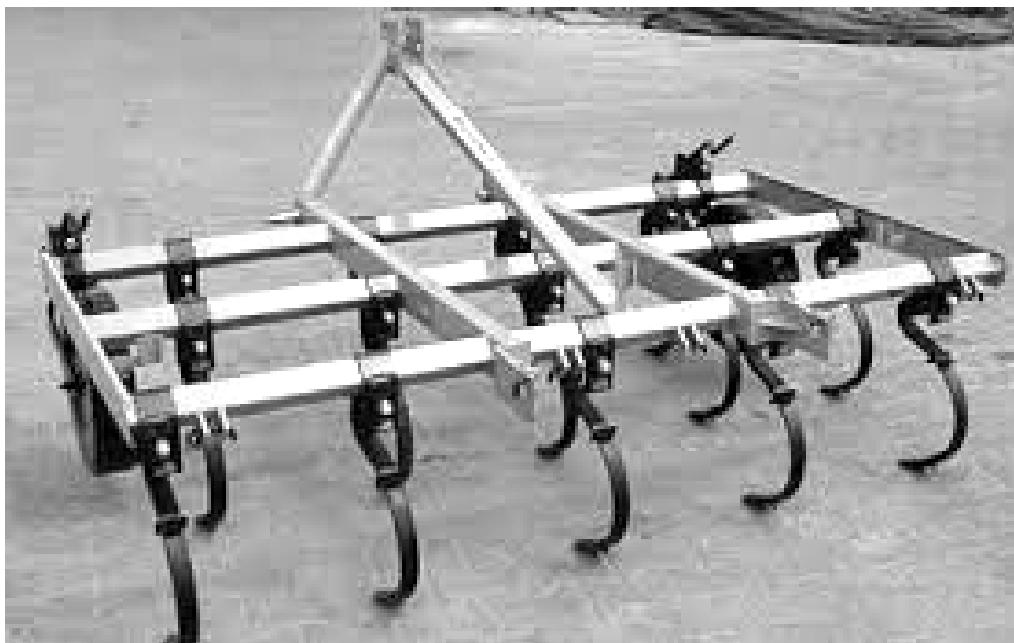


Рисунок 1.10 – Культиватор з оборотними лапами на пружних стояках

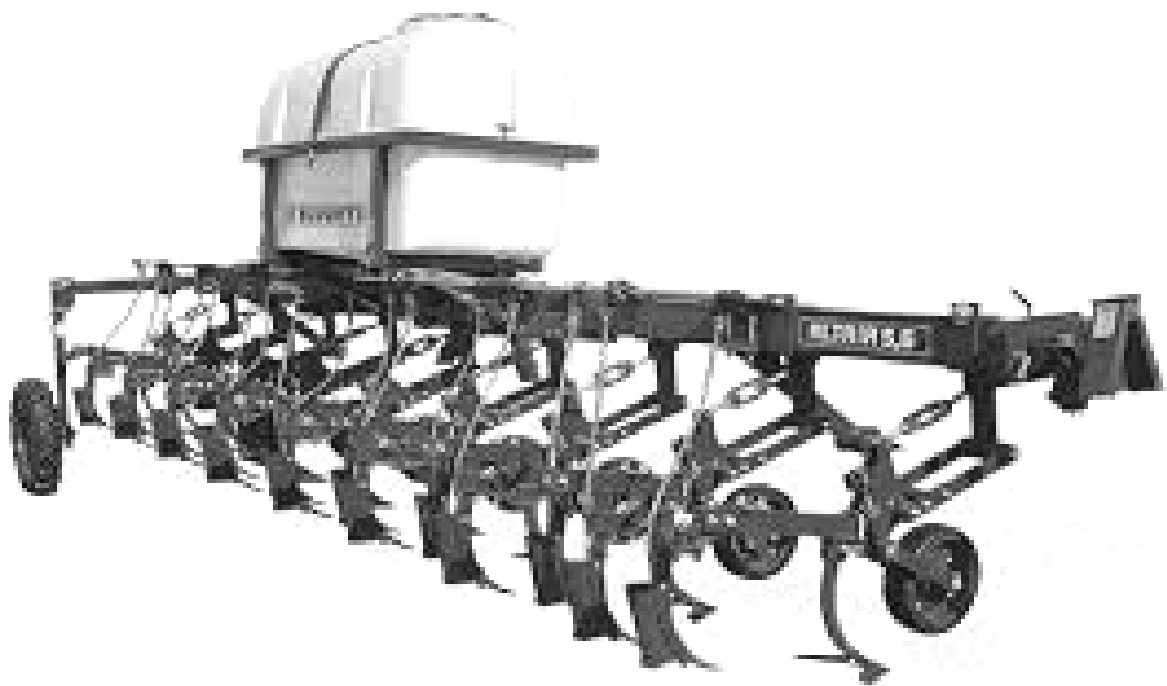


Рисунок 1.11 – Культиватор-рослиннопідживлювач

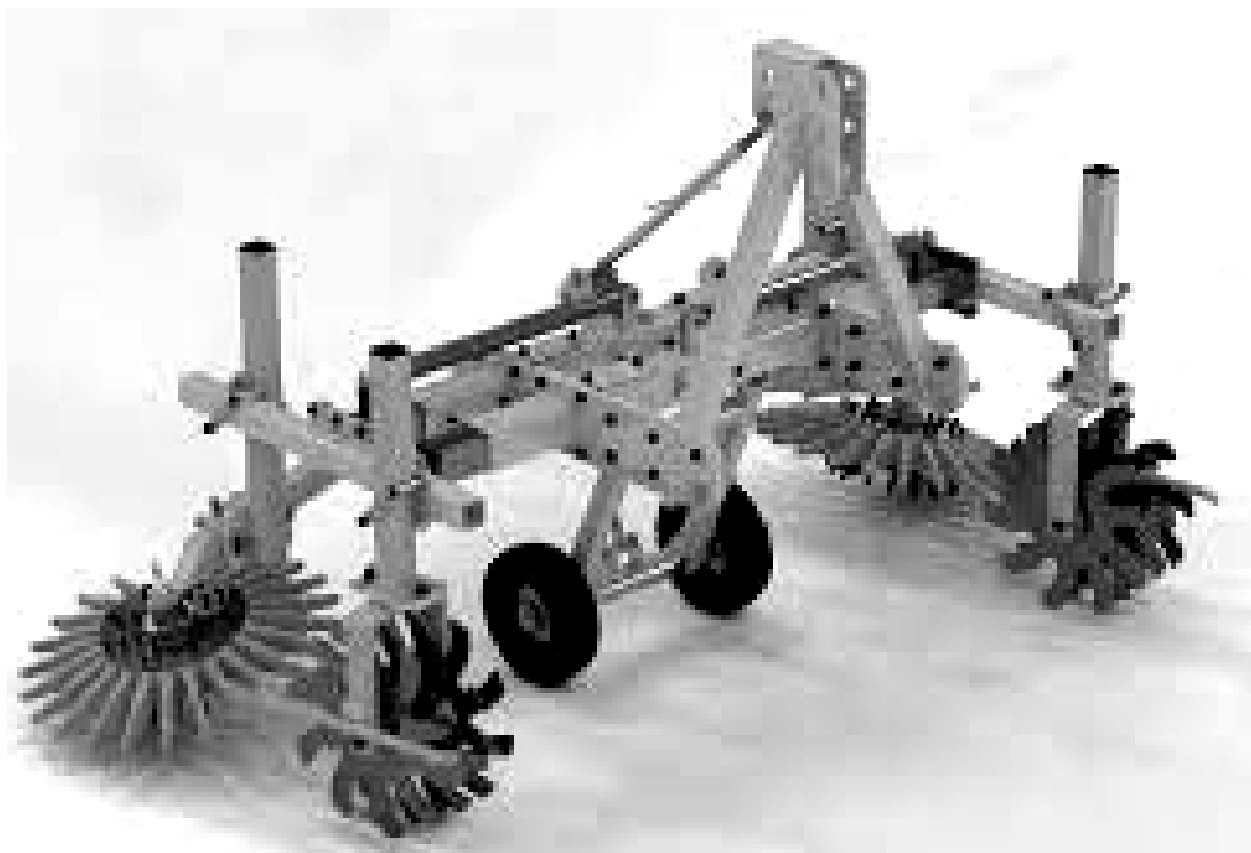


Рисунок 1.12 – Культиватор для садів і виноградників



Рисунок 1.13 – Культиватор для міжрядного обробітку ґрунту зі стрільчастими лапами та лапами-бритвами



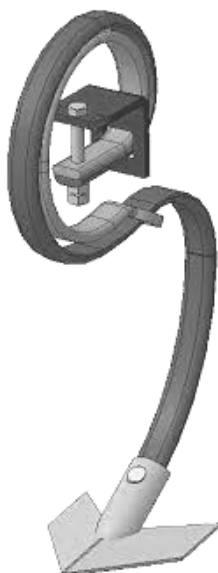
Рисунок 1.14 – Культиватор для міжрядного обробітку



Рисунок 1.15 – Лапи культиваторів



Ротор культиватора
для міжрядного
обробітку ґрунту



Лапа оборотна



Лапа-бритва



Лапи стрілчасті



Лапи-підгортачі

Рисунок 1.16 – Ротор і лапи культиваторів

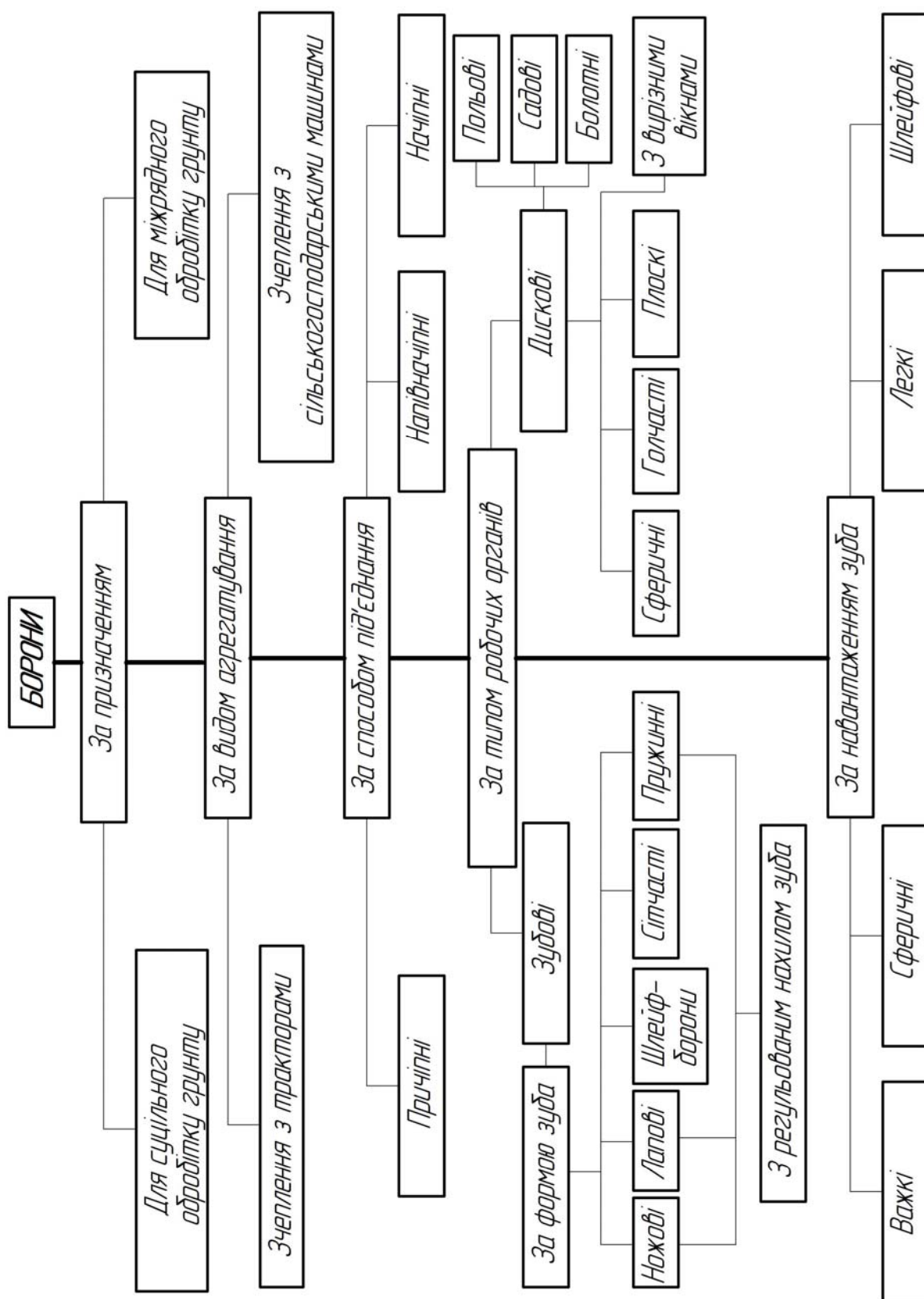
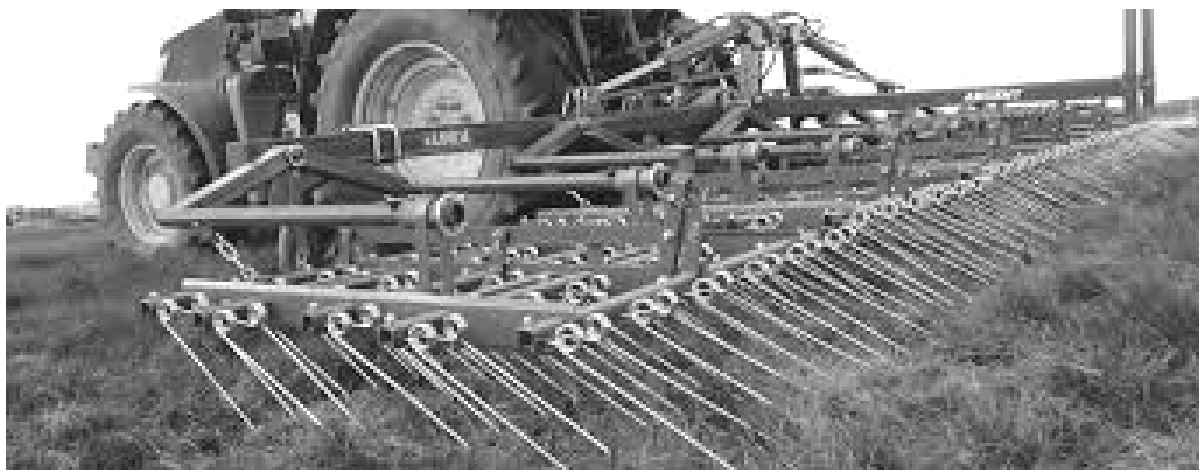
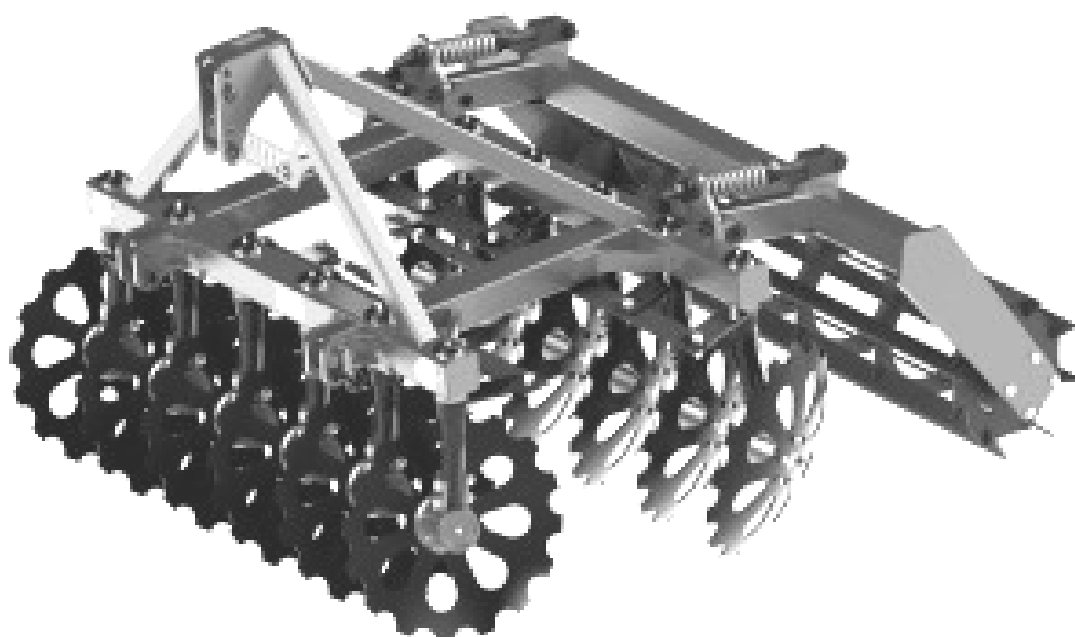


Рисунок 1.17 – Класифікація борін



Борона пружинна

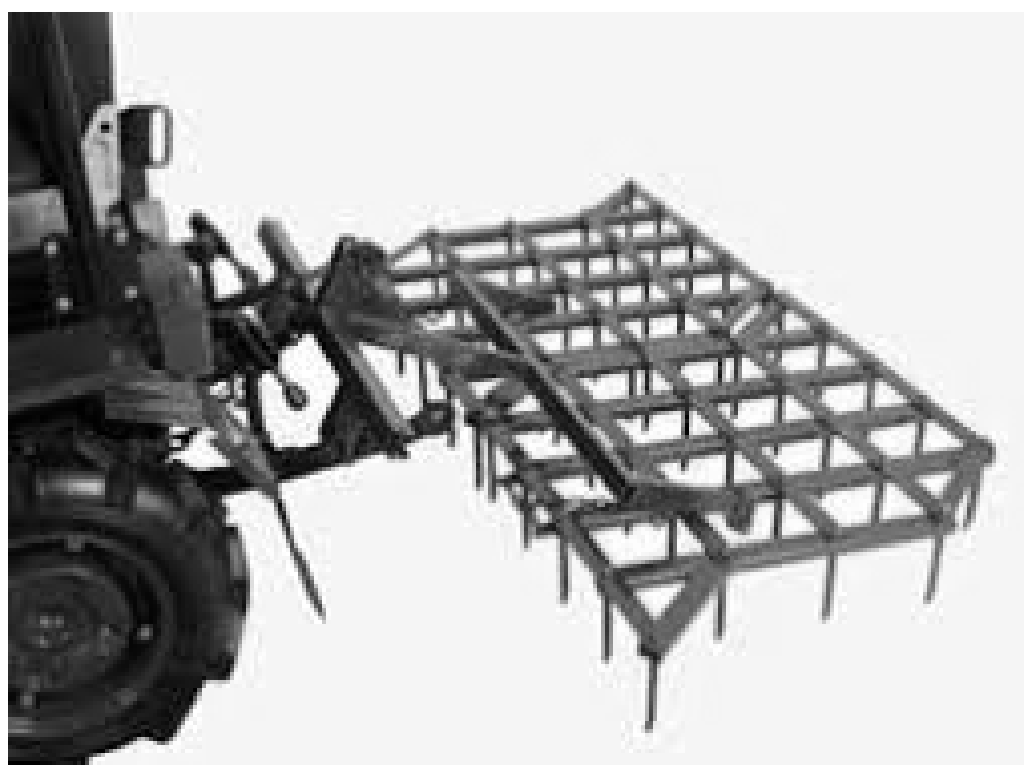
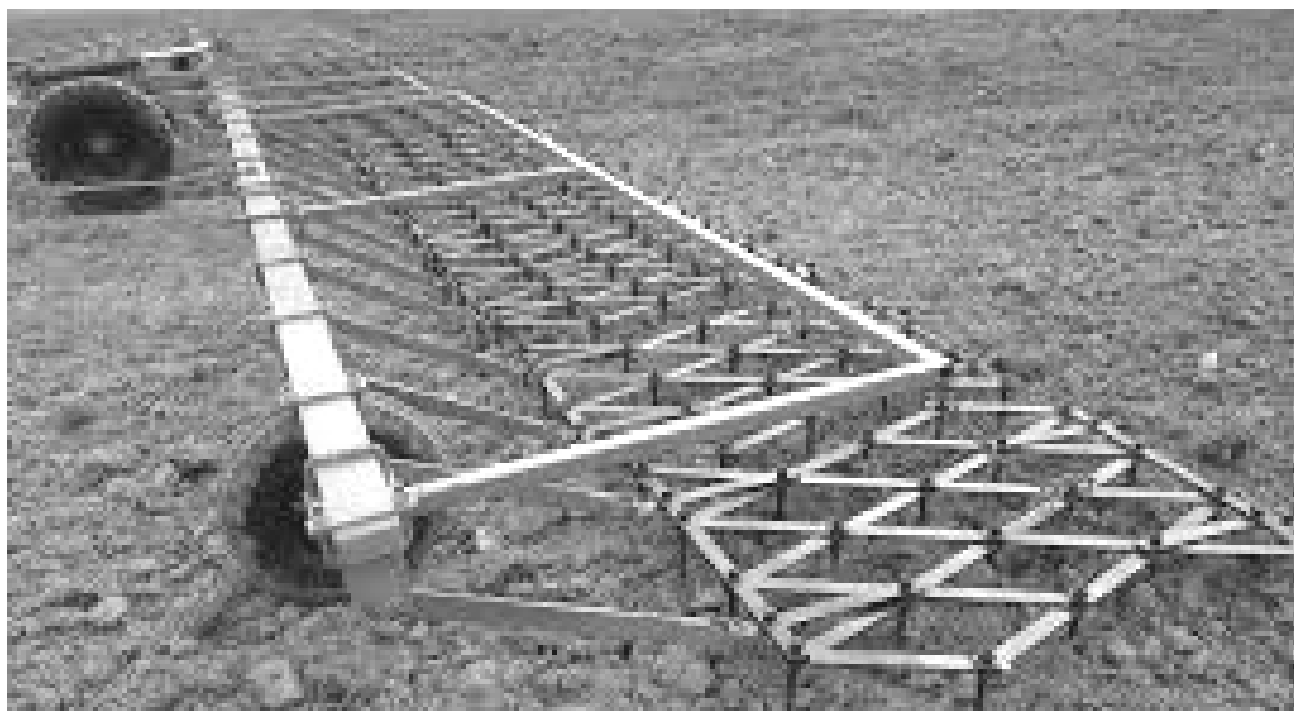


Борона дискова



Борона ротаційна

Рисунок 1.18 – Борони



Борони зубові
Рисунок 5.18 – Борони (продовження)

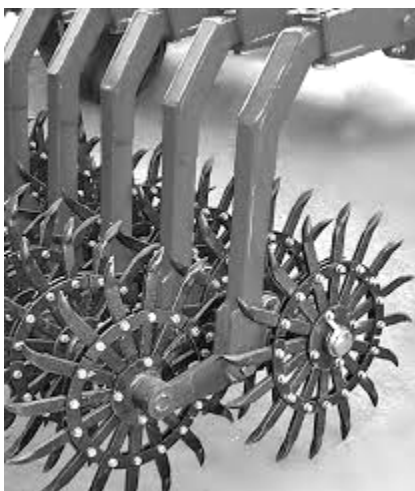
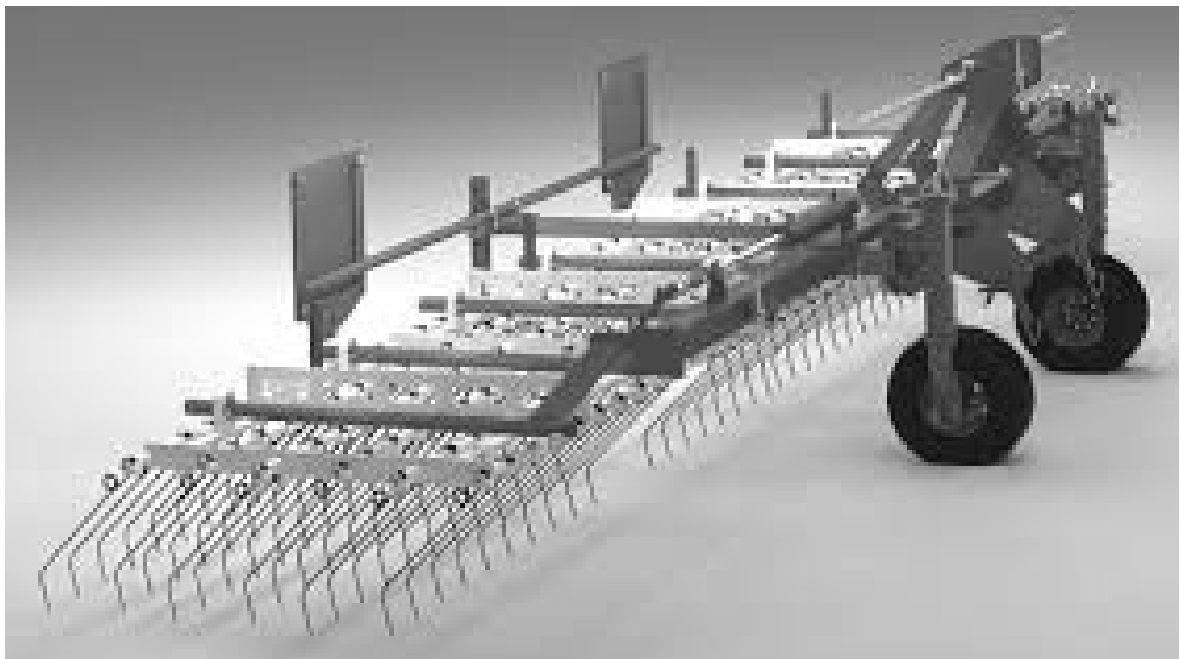


Рисунок 1.18 – Борони (закінчення)

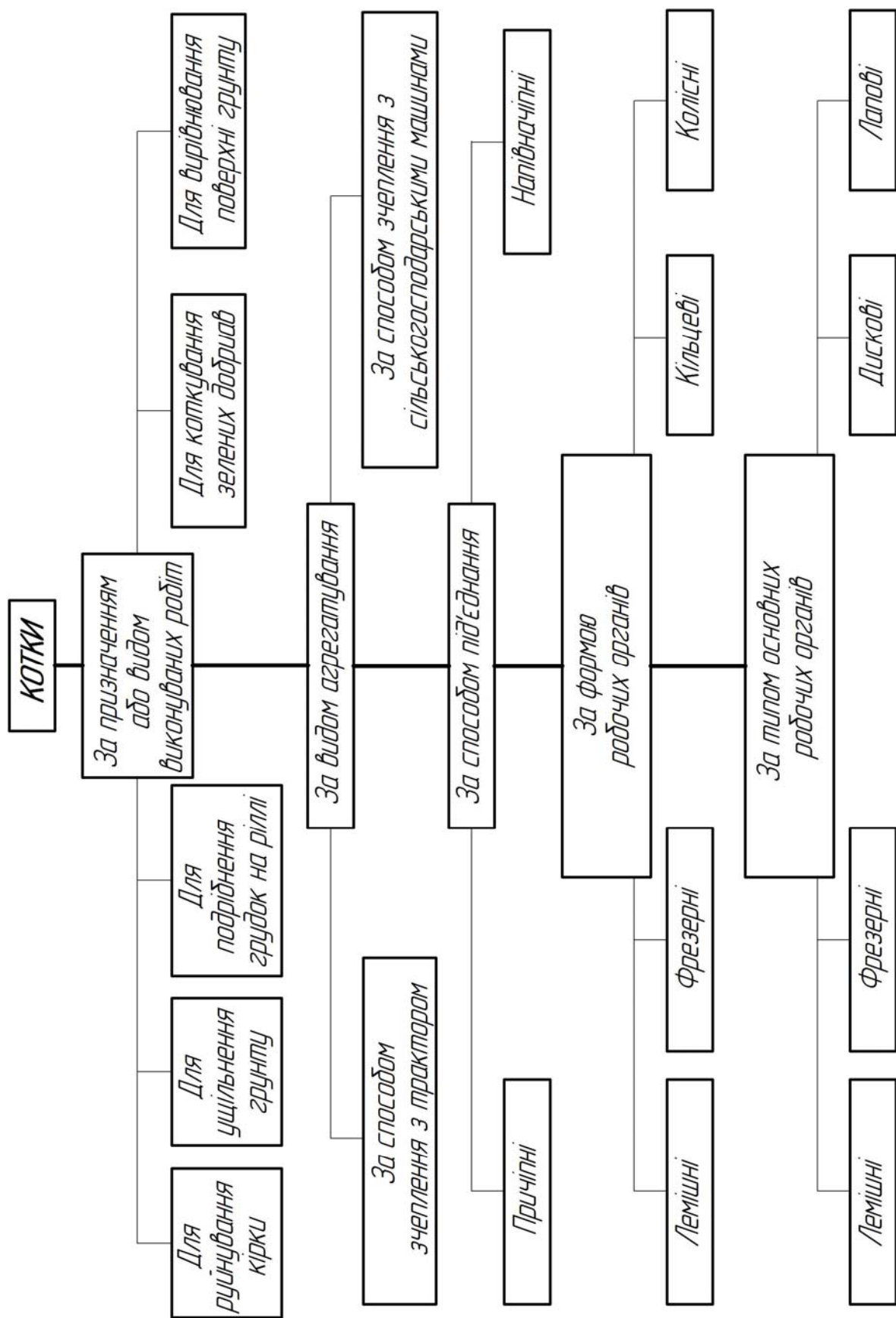


Рисунок 1.19 – Класифікація котків



Коток гладкий



Коток-подрібнювач рослинних решток

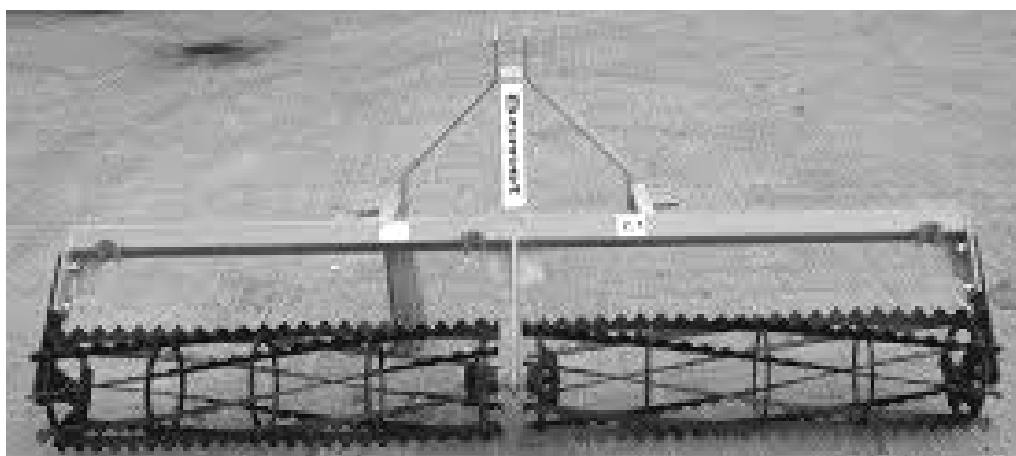
Рисунок 1.20 – Котки



Коток шпоровий



Коток кільчасто-шпоровий



Коток прутково-зубчастий

Рисунок 1.20 – Котки (продовження)



Коток кільчасто-шпоровий



Секції котків

Рисунок 1.20 – Котки (закінчення)

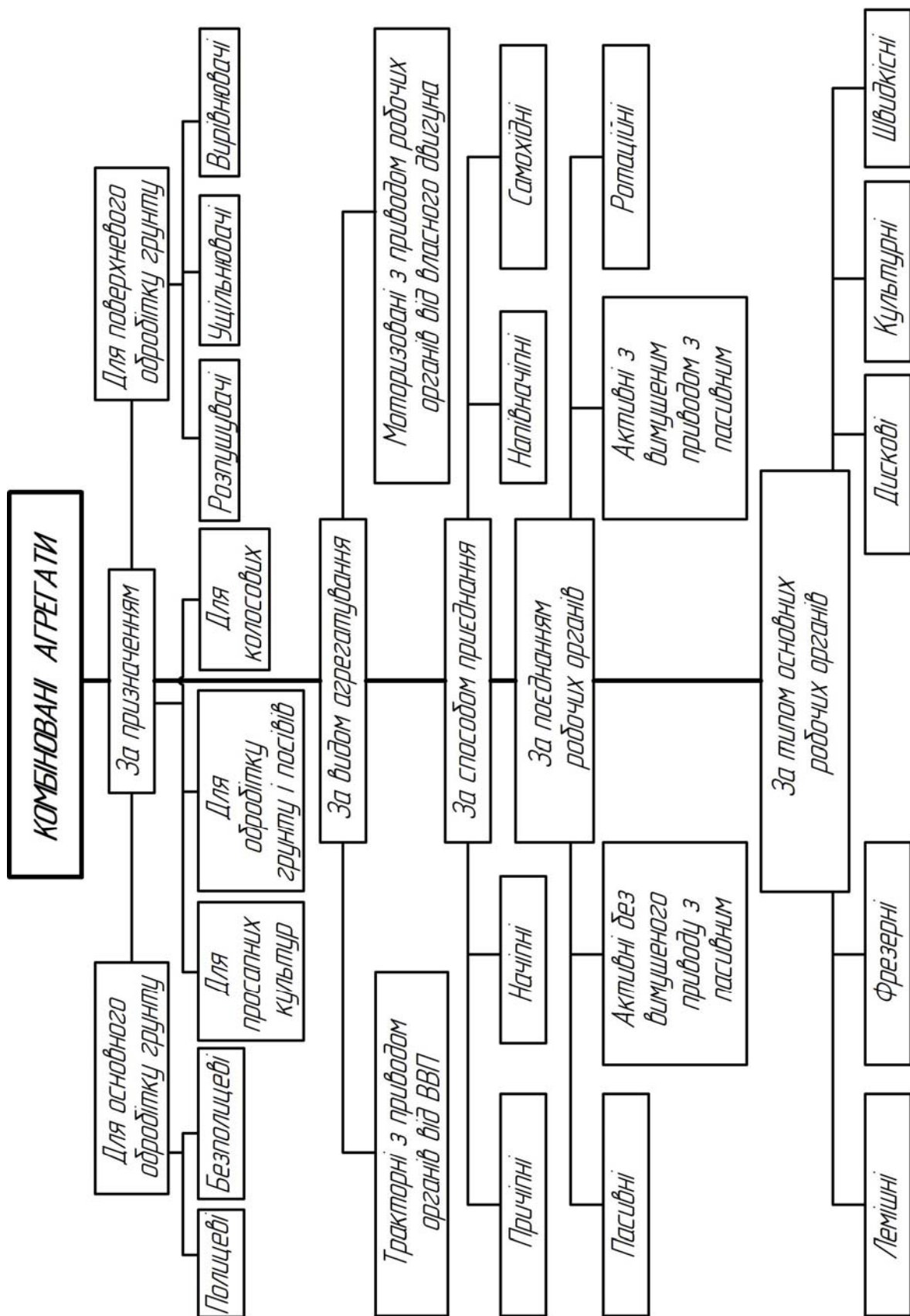
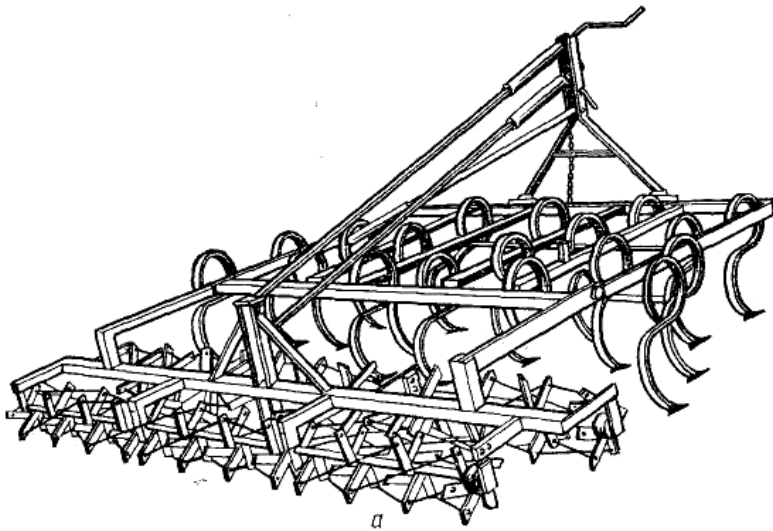
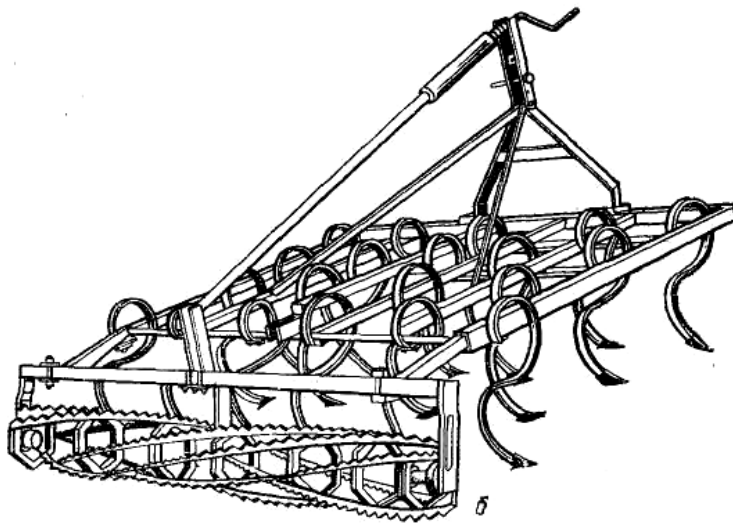


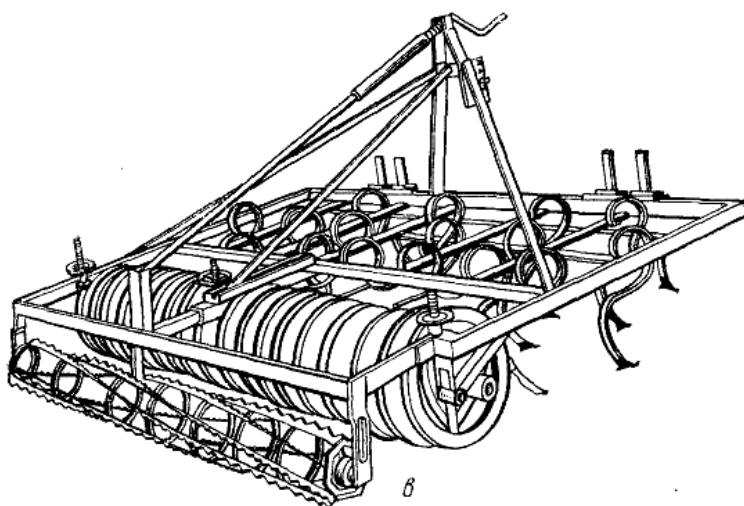
Рисунок 1.21 – Класифікація комбінованих агрегатів



Агрегат, що
забезпечує
інтенсивне
кришіння



Агрегат, що
кришить і
ущільнює
грунт



Агрегат, що
кришить та
інтенсивно
ущільнює
грунт

Рисунок 1.22 – Приклади конструктивних рішень комбінованих ґрунтообробних агрегатів різної дії



ГРН-2,9 И ГРН-3,9

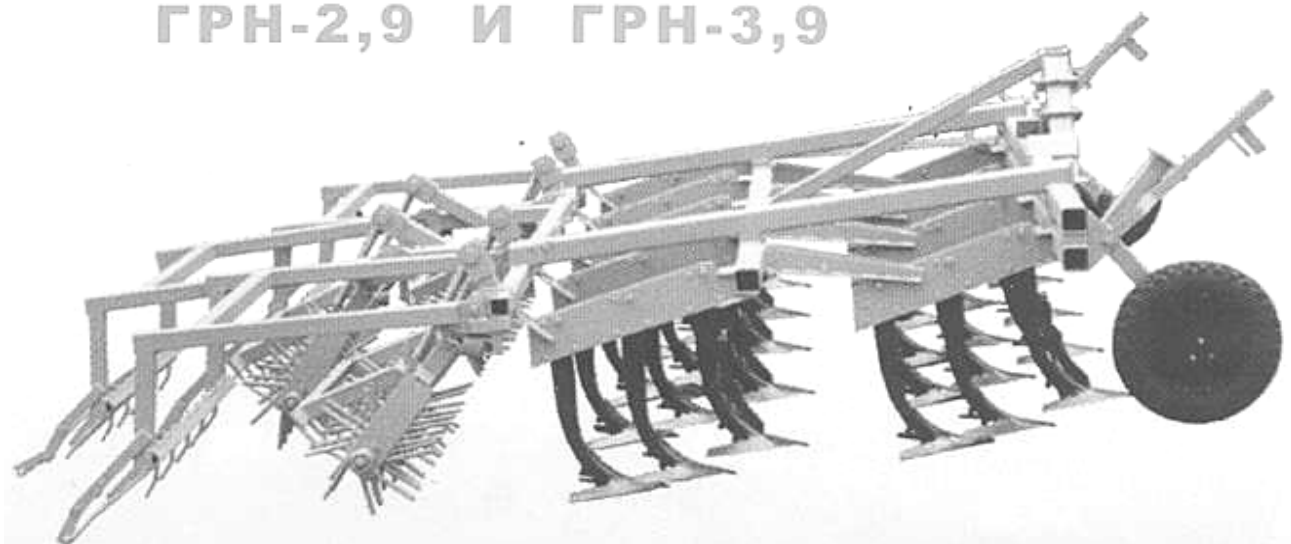


Рисунок 1.23 – Комбіновані агрегати

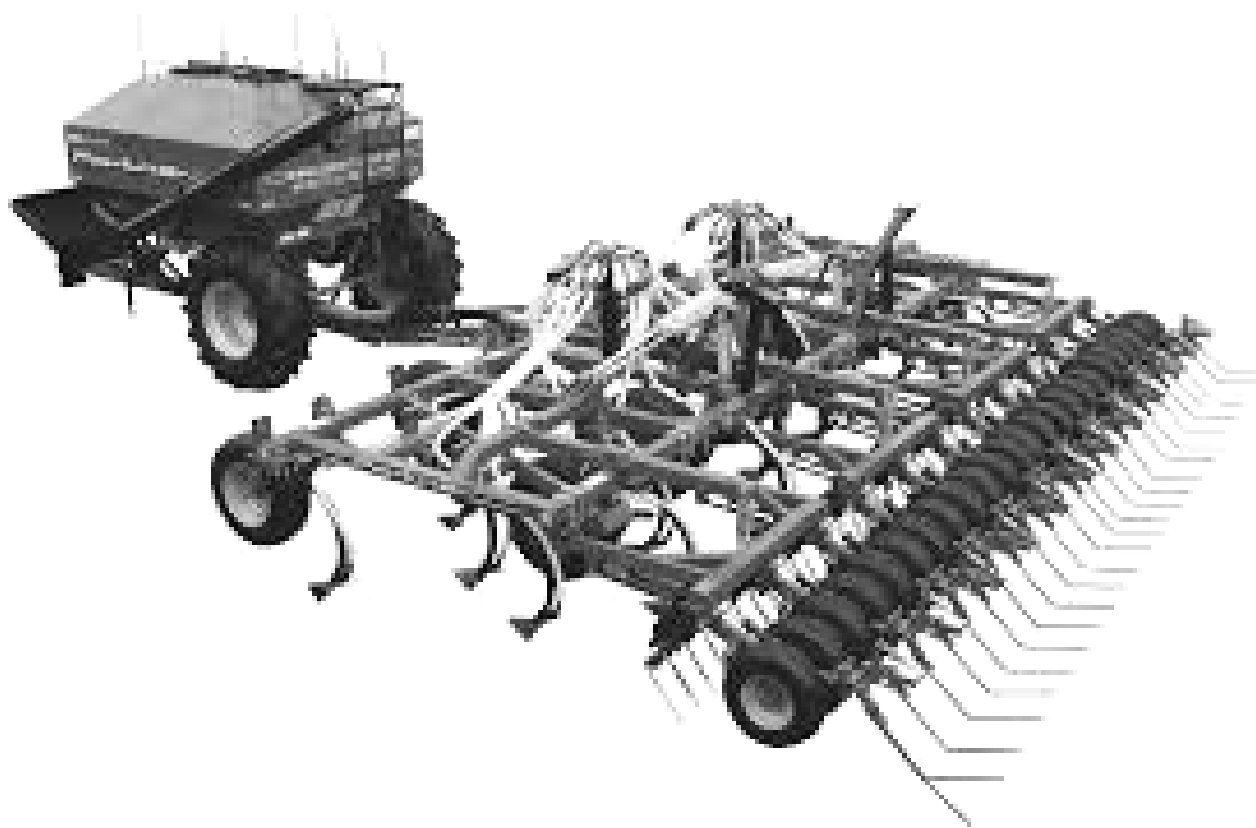
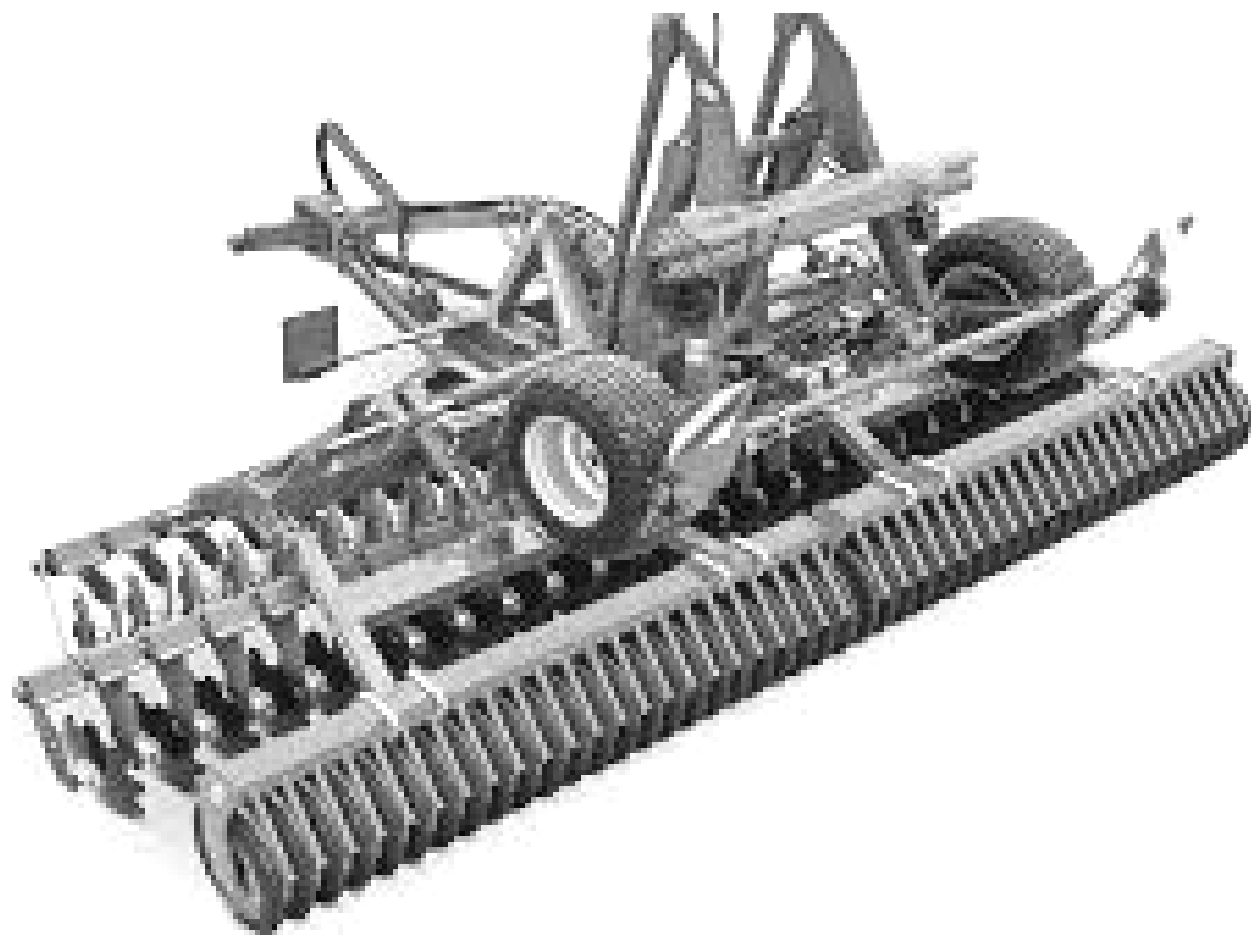


Рисунок 1.23 – Комбіновані агрегати (продовження)

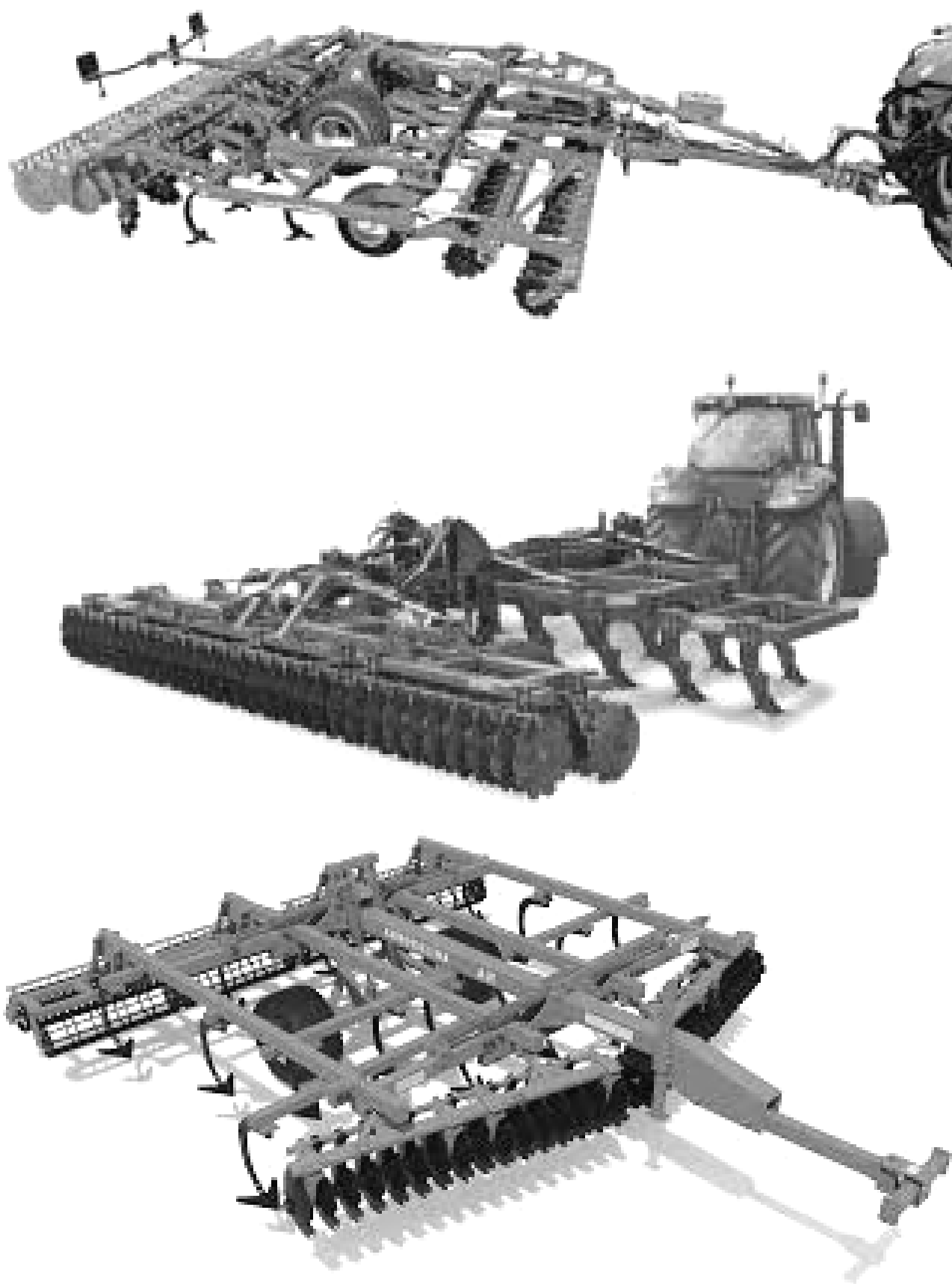


Рисунок 1.23 – Комбіновані агрегати (продовження)

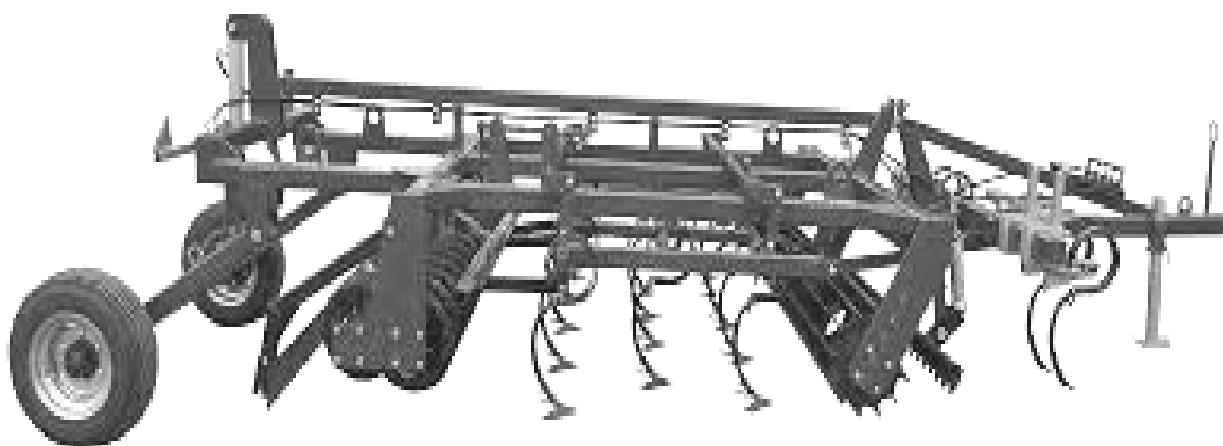


Рисунок 1.23 – Комбіновані агрегати (закінчення)

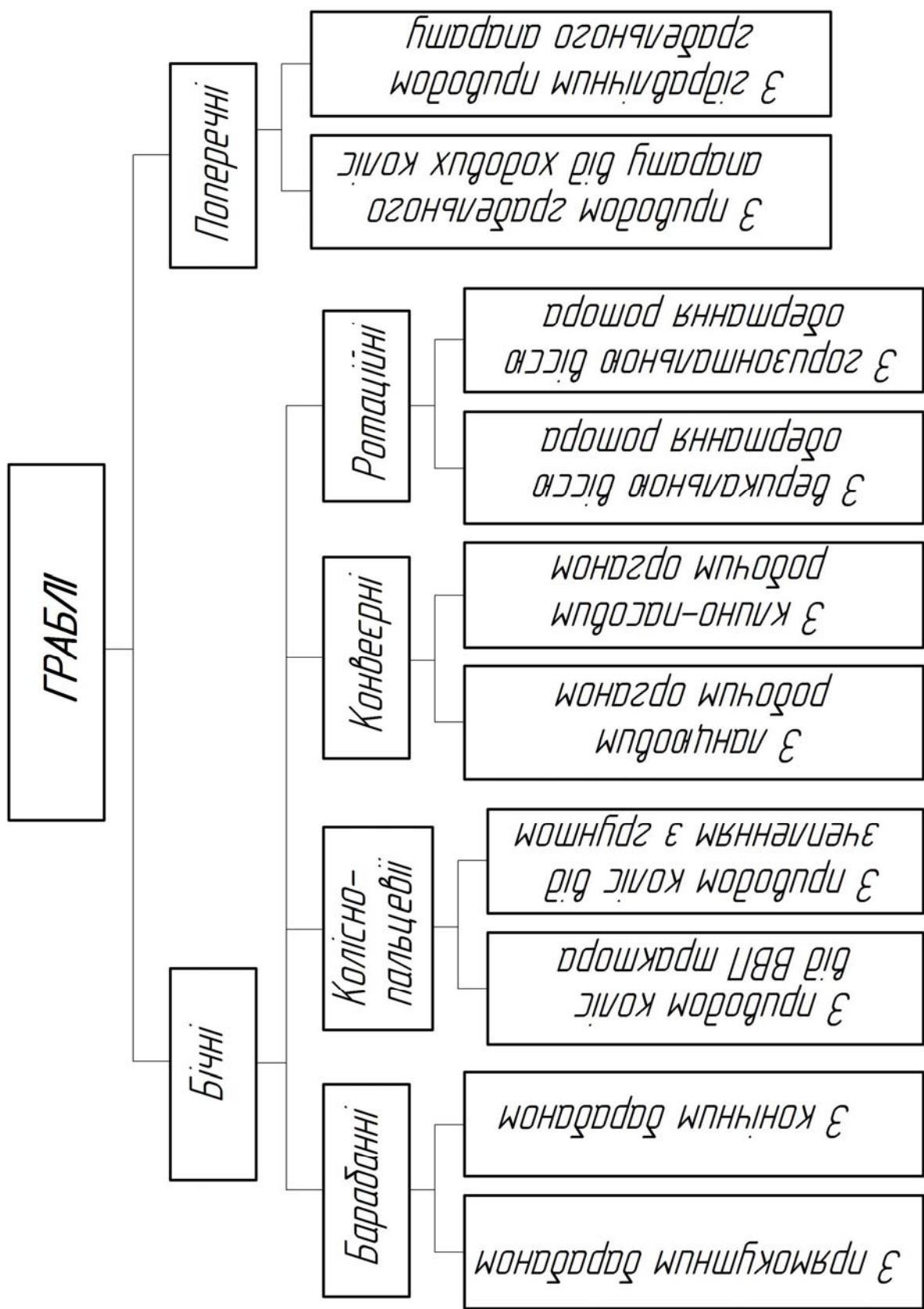
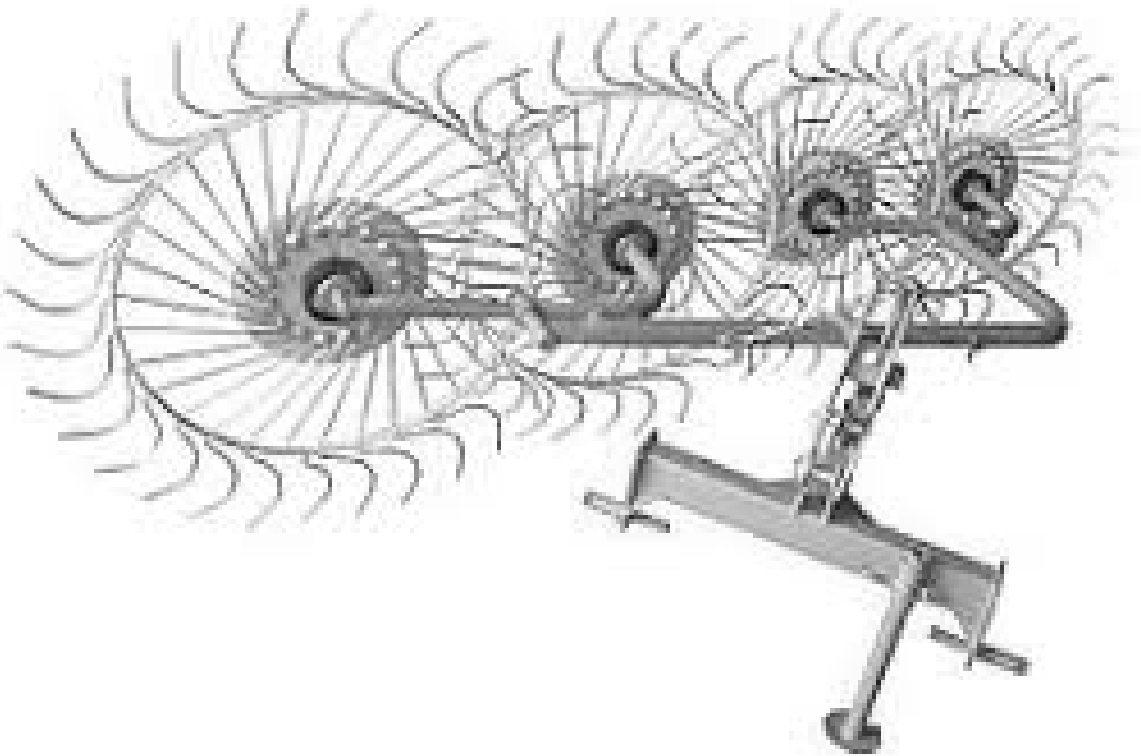
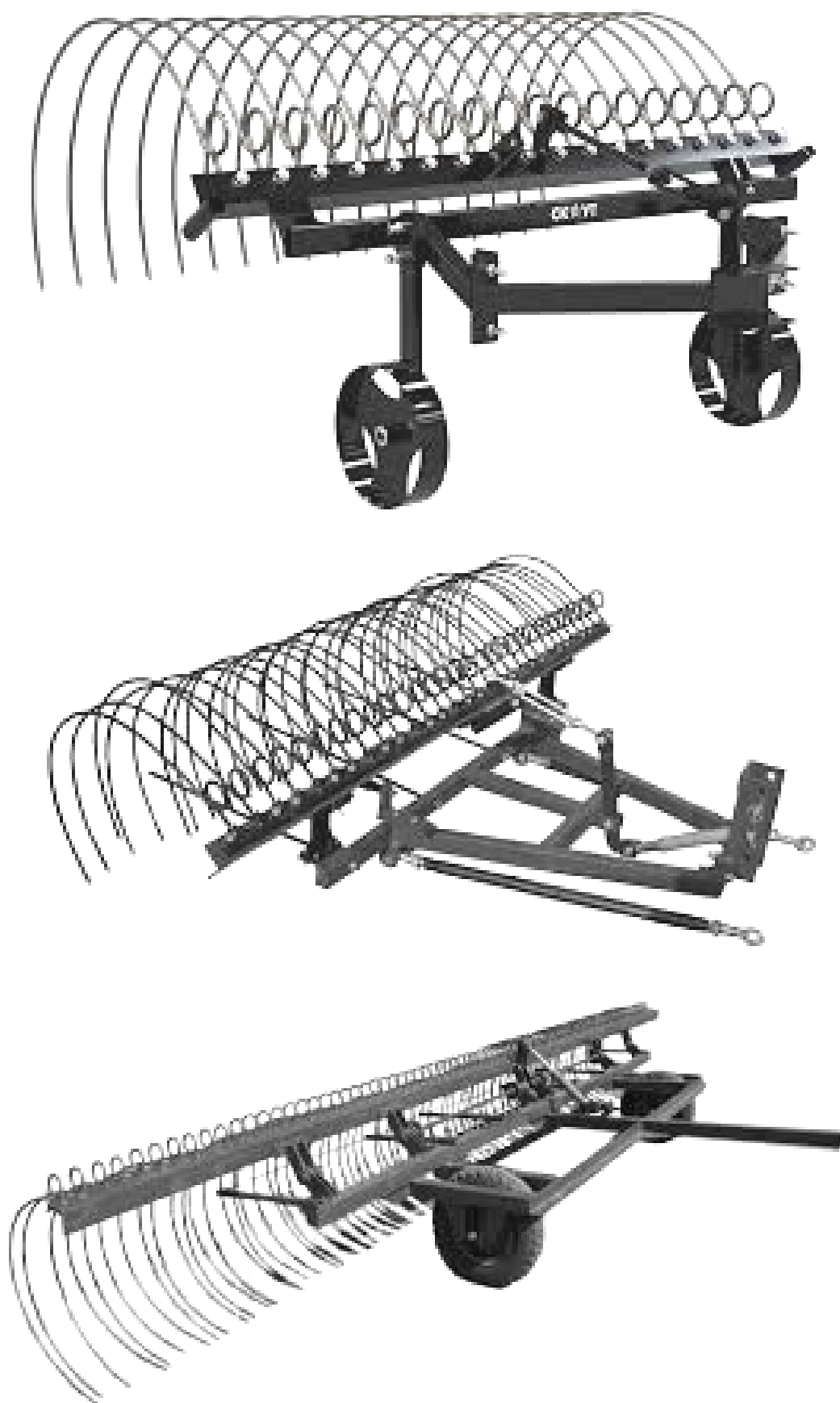


Рисунок 1.24 – Класифікація грабель



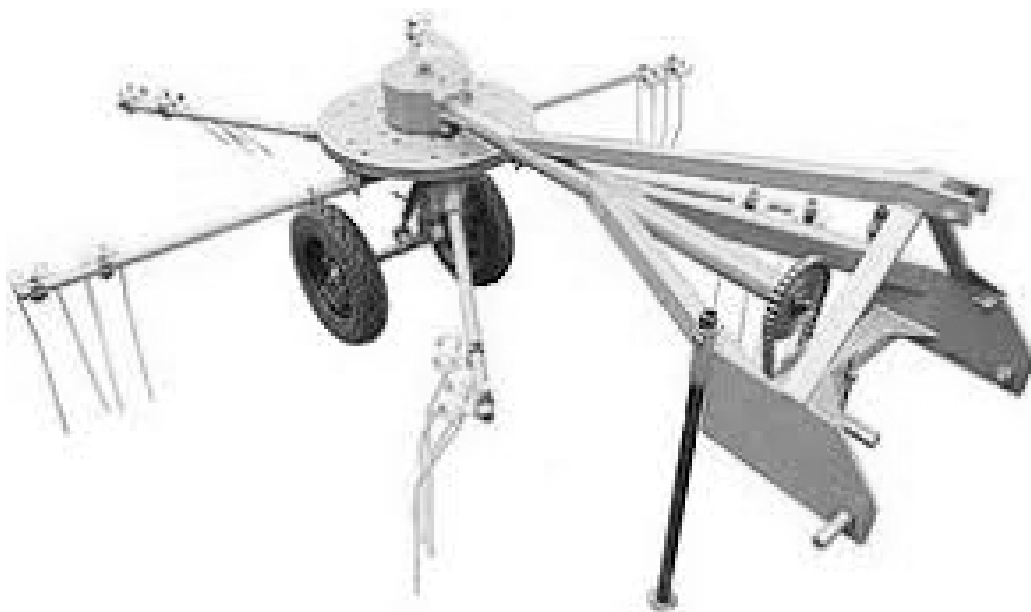
Колісно-пальцеві

Рисунок 1.25 – Граблі

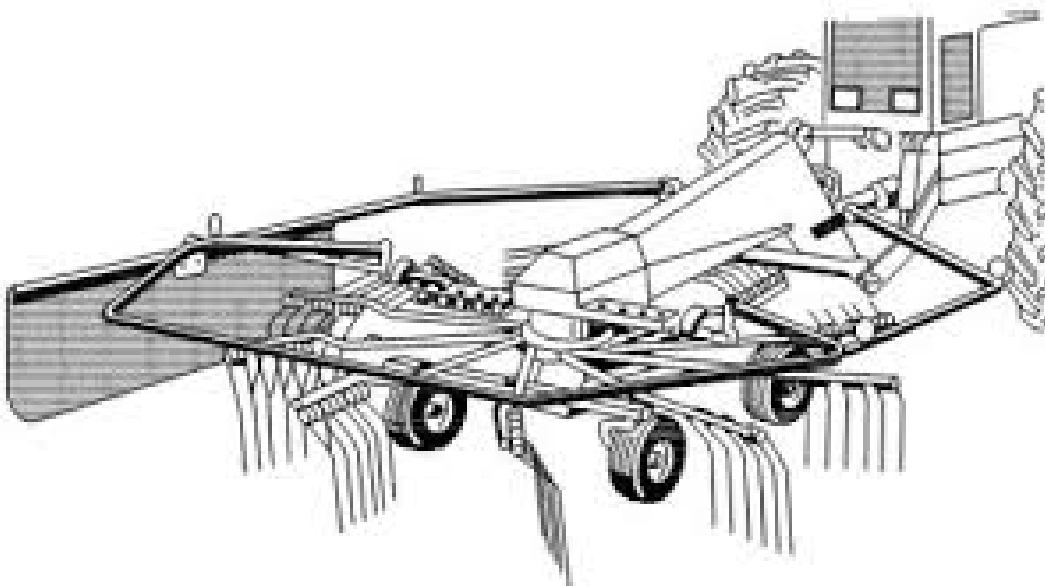


Поперечні

Рисунок 1.25 – Граблі (продовження)



Граблі
ротаційні



Граблі
ротаційні



Граблі
конвеєрні

Рисунок 1.25 – Граблі (закінчення)

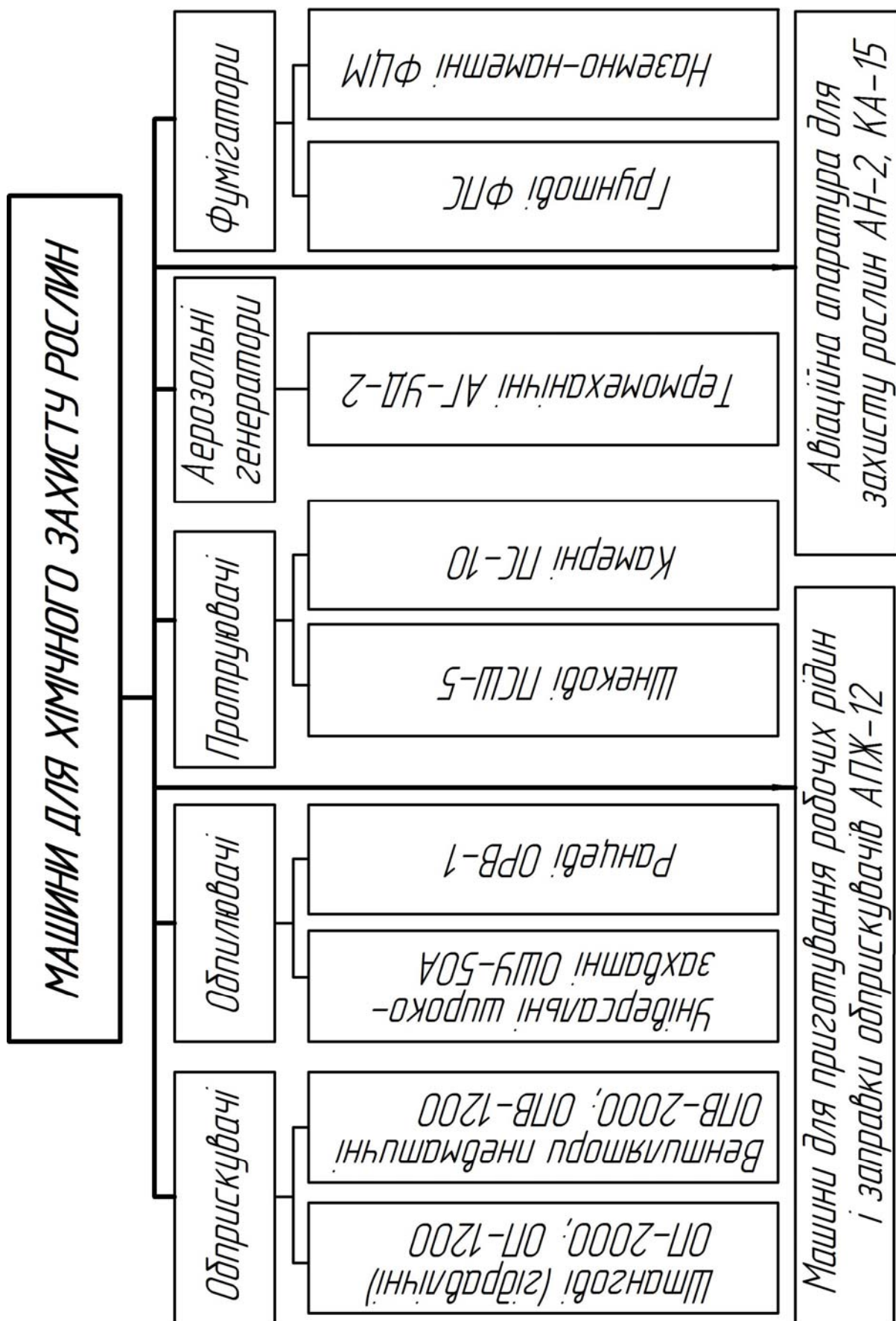


Рисунок 1.26 – Класифікація машин для хімічного захисту



Обприскувач штанговий



Обприскувач
вентиляторний

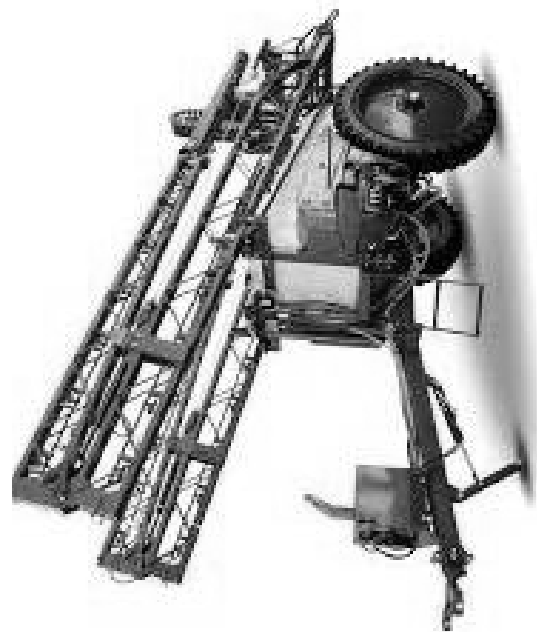
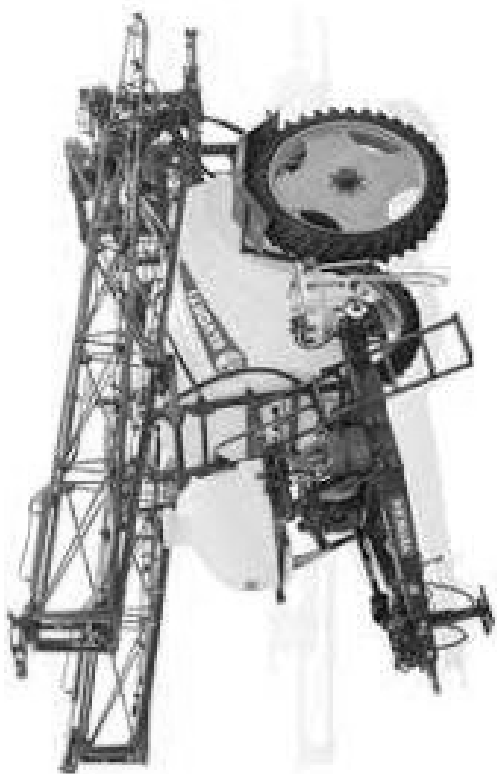
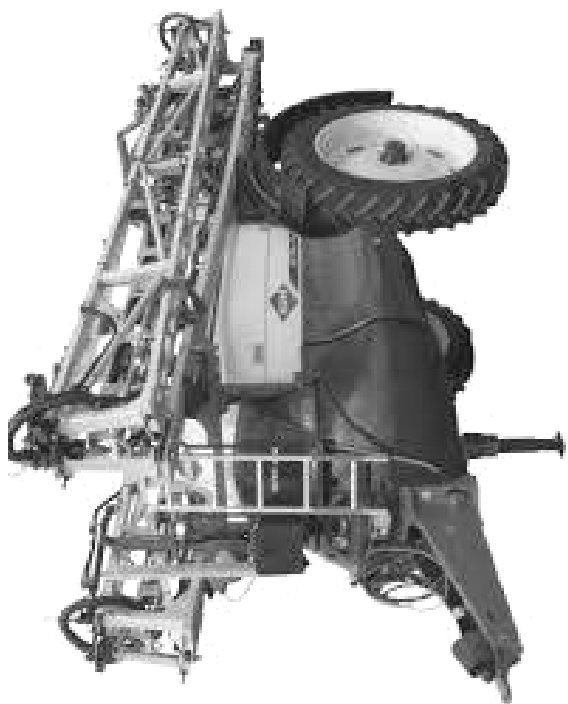


Обприскувач
ранцевий



Дрон-
обприскувач

Рисунок 1.27 – Машини і знаряддя для хімічного захисту



Обприскувачі штангові

Рисунок 1.27 – Машини для хімічного захисту (продовження)



Протруювачі

Рисунок 1.27 – Машини для хімічного захисту (закінчення)

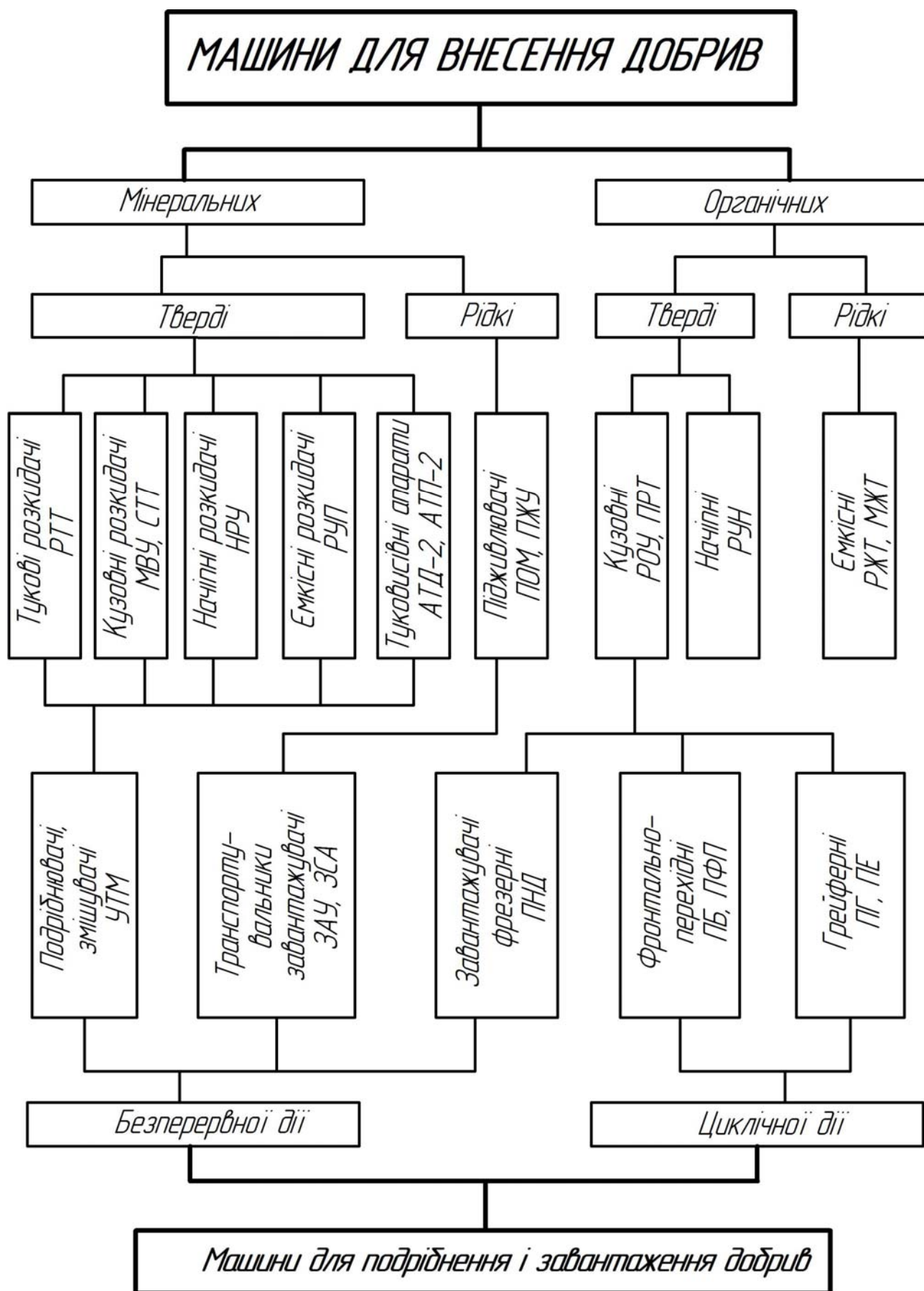


Рисунок 1.28 – Класифікація машин для внесення добрив



Розкидач
органічних
добрив



Розкидач
органічних
добрив



Машина
для
ін'єкційного
внесення
рідких
добрив
у ґрунт

Рисунок 1.29 – Машини для внесення добрив



Машина
для
внесення
мінеральних
добрив



Машина
для
внесення
мінеральних
добрив



Машина
для
внесення
мінеральних
добрив

Рисунок 1.29 – Машины для внесення добрив (продовження)



Машина
для
внесення
мінеральних
добрив



Машина
для
внесення
мінеральних
добрив



Машина для внесення
мінеральних добрив



Висівний диск машини для
внесення мінеральних добрив

Рисунок 1.29 – Машини для внесення добрив (закінчення)

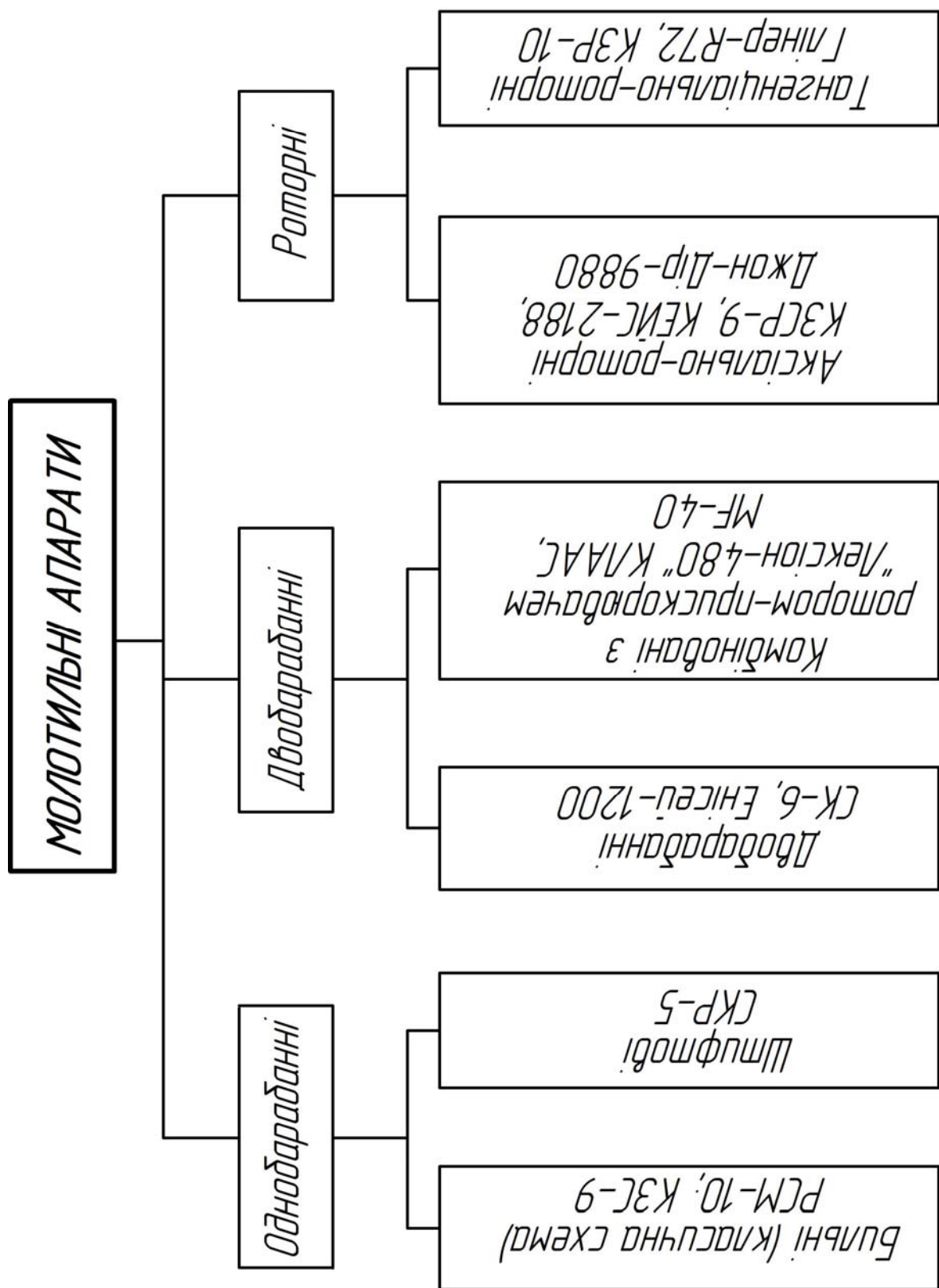
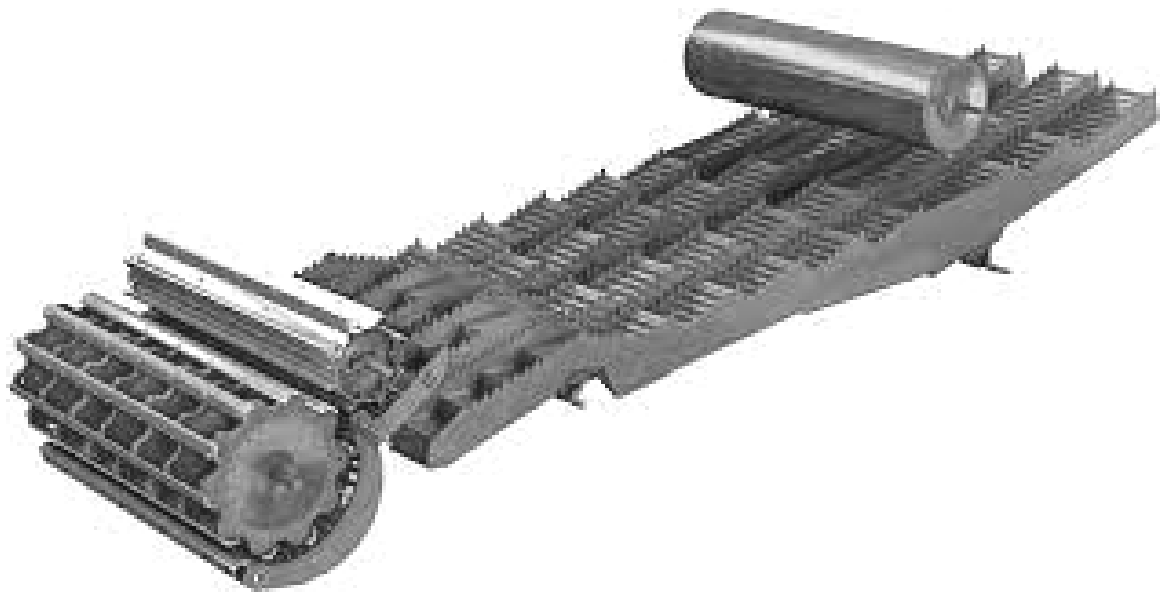


Рисунок 1.30 – Класифікація молотильних апаратів



Однобарабанний (класична схема)



Роторний



Роторний

Рисунок 1.31 – Молотильні апарати зернозбиральних комбайнів



КЗС-9-1 «Славутич» (класична схема)



John Deere (роторний)



Case IH Axial-Flow (аксіально-роторний)
Рисунок 1.32 – Зернозбиральні комбайни



John Deere



Class Jaguar



New Holland

Рисунок 1.32 – Зернозбиральні комбайни із жатками для високостеблових культур (закінчення)

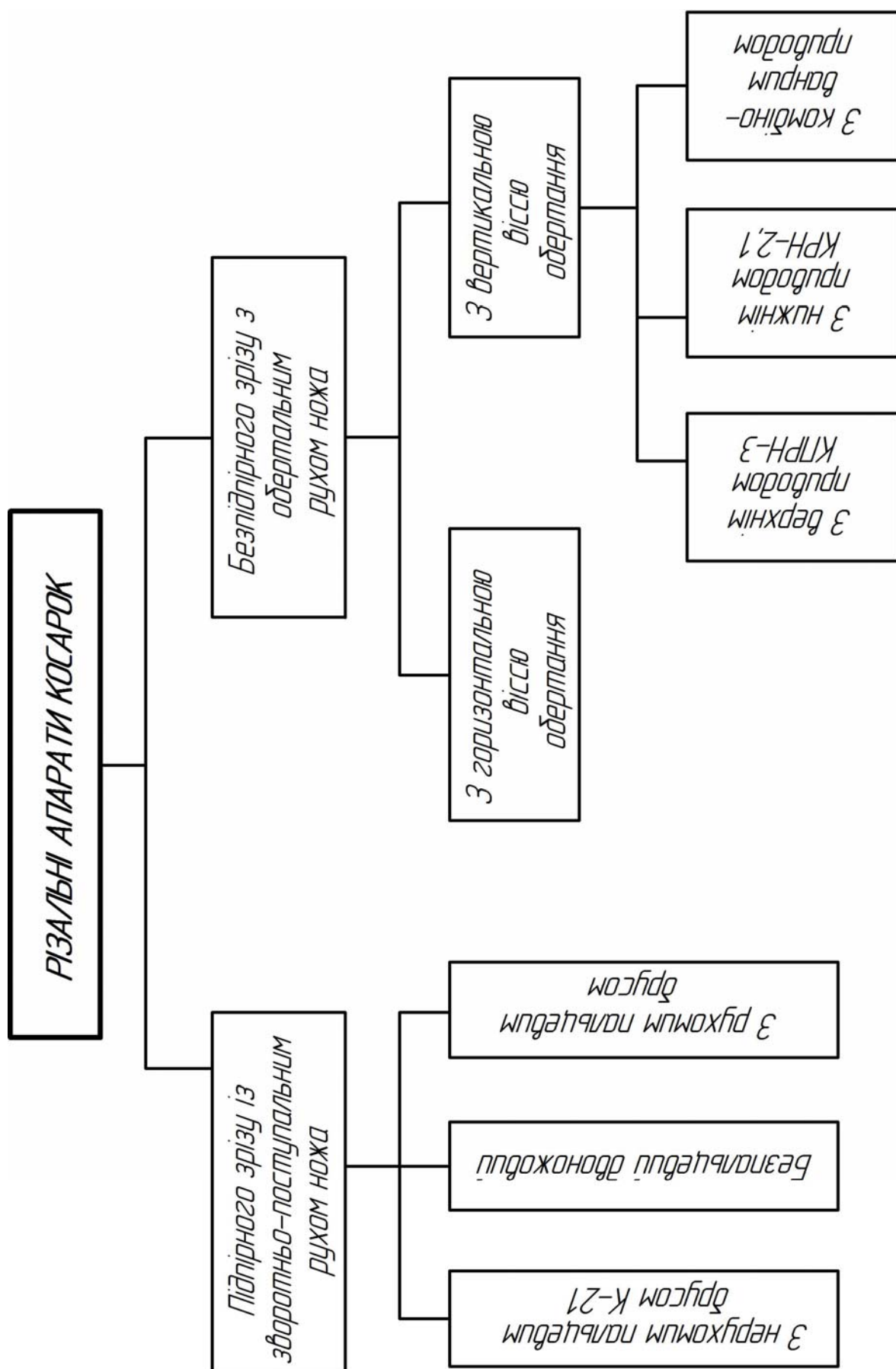


Рисунок 1.33 – Класифікація різальних апаратів косарок



Косарка
роторна



Косарка
роторна



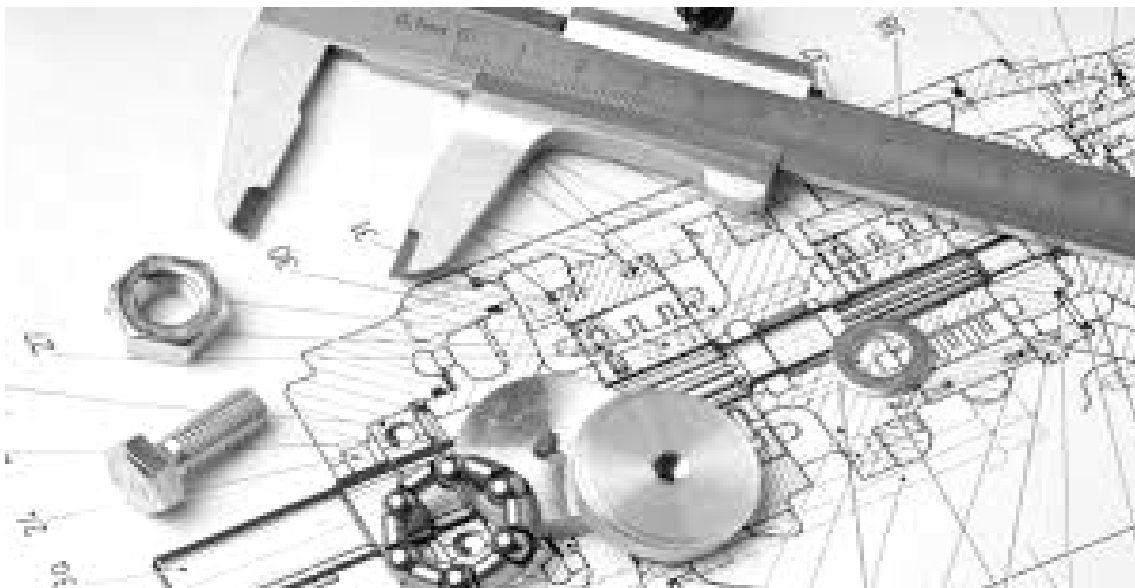
Косарка
пальцева

Рисунок 1.34 – Косарки тракторні

Тема 2

ПРОЕКТУВАННЯ І КОНСТРУЮВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

- 2.1. Загальні відомості про проектування та конструювання виробів
- 2.2. Сільськогосподарські машини як об'єкти проектування і конструювання
- 2.3. Поняття проектування сільськогосподарських машин
 - 2.3.1. Вирішення особливих завдань під час проектування сільськогосподарських машин
 - 2.3.2. Тенденції в проектуванні сільськогосподарських машин і знарядь
 - 2.3.3. Особливості проектування сільськогосподарських машин
 - 2.3.4. Структура сільськогосподарських машин та агрегатів
- 2.4. Стадії та етапи проектування сільськогосподарських машин
 - 2.4.1. Стадії проектування
 - 2.4.2. Вимоги технічного завдання
 - 2.4.3 Критерії проектування
- 2.5. Основні вимоги до розв'язання завдань проектування сільськогосподарських машин
- 2.6. Забезпечення вимог агрегатування проєктованих сільськогосподарських машин
- 2.7. Обґрунтування ширини захвату мобільних сільськогосподарських машин
- 2.8 Продуктивність сільськогосподарських машин та агрегатів



2.1. Загальні відомості про проектування та конструювання виробів

Нові вироби (машини, обладнання, знаряддя і т.ін.) розробляє інженерно-технічний персонал підприємств-виготовлювачів шляхом *проектування та конструювання*.

Проектування і конструювання є процесами взаємопов'язаними і такими, що взаємно доповнюють один одного.

Конструктивну форму об'єкта (будь-якого виробу) уточнюють за допомогою методів проектування – виконанням розрахунків експлуатаційних параметрів, розрахунків на міцність, оптимізацією проектних рішень і т. ін. Проектування можливе лише для попередньо прийнятих варіантів конструктивного виконання об'єкта. Часто ці два процеси не розділяють, бо їх виконують фахівці однієї професії – інженери-конструктори. Однак проектування і конструювання – процеси різні.

Інженерне проектування – це неперервний процес, в якому наукова та технічна інформація використовується для створення нового пристрою, машини або системи, що дають суспільству певну користь. Проектування передує конструюванню і є пошуком науково обґрунтованих, технічно здійсненних та екологічно доцільних рішень. **Результат проектування – проект об'єкта, який створюється.** Проект, тобто *технічна документація*, виконаний у результаті проектування, обговорюють, аналізують, коригують і приймають як основу для подальшого опрацювання.

Конструювання – створення конкретної однозначної конструкції об'єкта згідно з проектом.

Конструкція – це будова, взаємне розміщення частин будь-якої деталі, машини, приладу, які визначаються їх призначенням. Конструкція передбачає спосіб з'єднання, взаємодію частин, а також матеріал, з якого виготовляють окремі елементи. Конструювання базується на результатах проектування й уточнює всі інженерні рішення, прийняті під час проектування.

Проектування і конструювання мають одну мету – створення нового виробу, який ще не існує або існує в іншій формі й має інші розміри.

Проектування і конструювання – це види розумової діяльності людини, пов'язані зі створенням конкретного об'єкта. При цьому об'єкт зазнає певних перетворень (перестановка складових, заміна їх іншими елементами чи надання їм іншої форми). Одночасно виконують оцінювання ефекту внесених змін, визначають вплив змін на кінцевий результат. Об'єкт проектування створюють відповідно до загальних принципів логічного мислення і, він згодом, набуває кінцевої, технічно обґрунтованої форми та будови.

Створення конструкцій нових виробів не завжди під силу одній людині. Тому часто для вирішення таких завдань створюють спеціальні організації – **конструкторські бюро**.

Роботу зі створення нової машини (знаряддя, обладнання) починають із завдання: конструкторське бюро повинне отримати від замовника **технічні вимоги**. В них має бути вказано призначення машини, її продуктивність, умови, в яких вона буде працювати, розміри, масу та деякі інші дані. На основі цих вимог розробляють технічне завдання на розробку, яку узгоджують із замовником.

Технічне завдання є головним завданням для конструкторів, оскільки воно визначає мету і завдання їх роботи. Після видавання завдання необхідно ретельно вивчити вже існуючі подібні машини і технології їх виготовлення. Після цього можна приступати до детального розроблення деталей машини. Розробляти потрібно далеко не всі деталі – багато з них уже виготовляються різними заводами у великій кількості. На них вже є готові креслення, описи, технічні умови або стандарти, за якими конструктор може підібрати необхідні елементи. Деталі, які вже є виготовлені і їх використовують у новій машині, називають **комплектуючими**.

Проте нову машину неможливо створити тільки з уже освоєних виробництвом виробів і деталей. Багато з них необхідно конструювати заново. Але і в цьому випадку конструктор повинен дотримуватися певних вимог. Перш за все, – **вимоги взаємозамінності**. Це означає, що деталі від однієї машини повинні підходити до інших машин того ж сімейства. Не менш важливо використовувати однакові деталі й навіть цілі вузли в різних машинах, які розробляють в одному конструкторському бюро. Наприклад, для ряду близьких за конструкцією металорізальних верстатів застосувати однакові коробки перемикачів швидкостей, ходові гвинти, затискачі, штурвали і т.ін. Для сільськогосподарських машин, наприклад, для культиваторів – стояки лап, пружини, натискні штанги, для сіялок – загортачі, насіннепроводи, для обприскувачів – розпилюючі форсунки і т.ін. Такі вузли і деталі називають **уніфікованими**.

Далі потрібно обґрунтовано вибрати матеріал для різних деталей машини, виконати їх такої форми, щоби можна було зручно виготовляти, тобто зробити їх, як кажуть інженери, технологічними. Потрібно також забезпечити **міцність конструкції, надійність роботи її механізмів**. Обов'язково врахувати вимоги охорони праці й техніки безпеки. Важливим під час конструювання виробів є дотримання вимог технічної естетики.

Коли все розроблено, **ескізи перетворюють спочатку в технічний проект, а потім – у детальні креслення**. За ними виготовляють один або

кілька дослідних екземплярів машин, які піддають випробуванням. Після проведення випробувань усувають усі виявлені недоліки, в креслення вносять відповідні уточнення, потім їх готують для передавання заводам, які будуть виготовляти нові машини.

2.2. Сільськогосподарські машини як об'єкти проектування і конструювання

Під час створення нових машин головним виконавцем є **конструктор**. Вимоги до нього: добрі знання, вміння та особиста творча ініціатива у прийнятті конкретних технічних рішень. Тому студенти, готуючись у вищому навчальному закладі до майбутньої творчої діяльності у ролі конструктора, повинні досягнути основні методи проектування сільськогосподарських машин і засвоїти ряд положень, які дадуть можливість орієнтуватися в різноманітності технічних рішень, виконувати загальне оцінювання тенденції розвитку техніки, оволодіти необхідними прийомами у виконанні конструкторських робіт.

Слово «конструктор» має латинське походження. Конструювати (**construere**) – означає створювати конструкції механізмів, машин, споруд з виконанням їх проектів та розрахунків. **Конструктор** – особа, яка займається створенням конструкцій різноманітних обладнань або їхніх окремих частин. Він – спеціаліст, який повинен знати не тільки порядок, способи та методи цього створення, а й способи і методи виготовлення складових частин (вузлів), деталей та матеріали, з яких їх виготовляють. Для конструктора повинні бути зрозумілими принципи взаємодії сконструйованих частин, їх надійність та ін.

Процес створення машини – це не легкий та швидкий шлях до успіху, а **боротьба за впровадження у виробництво нової конструкції**.

Будь-яка нова технічна ідея, що втілюється у засоби виробництва, тобто доведена до випуску, як правило, **має три послідовних періоди**.

У перший період нова ідея повинна зміцнитися і під час свого розвитку стати конкурентоспроможною по відношенню до традиційних принципів та конструкцій. **Це найважчий період, тому що тут іде боротьба за виживання нового рішення**. І лише тоді, коли таке рішення визнають, настає другий період.

Другий період може відбуватися за двома «сценаріями». Перший – починається бурхливий розвиток нової ідеї і достатньо тривалий час на її основі можуть створюватися все досконаліші види техніки, а напрямки технічних рішень уявляються досить очевидними і придатними до

реалізації у досить короткі терміни, причому отримуваний ефект у часі близький до моменту закінчення розробок. Другий – з урахуванням тривалої боротьби на першому етапі і втрати, в зв'язку з цим, певної конкурентоспроможності відбувається швидке проходження цього етапу.

Але все одно швидко чи поступово нова ідея перетворюється на традиційну, вдосконалення техніки на її основі потребує все більше коштів, приріст корисного ефекту безперервно зменшується, знижується попит на вироби з використанням цієї ідеї і настає **третій період**, так званий період стагнації (застою). У результаті виникає настійна необхідність переходу до нових принципів, відмови від розробок технічних засобів, що ґрунтуються на традиційній ідеї. Такий стан можливий тільки при монопольному веденні промислового виробництва. **За наявності конкуренції зміна конструкцій виробів відбувається значно частіше. Як свідчить зарубіжний досвід, частота зміни виробів становить 3...5 років.**

Будь-яке нове завжди несе зародок свого майбутнього знищення, що виявляється у власних недоліках. Природа вад будь-якої конструкції залежить як від ерудиції спеціалістів, які розробляють конструкцію (винахідники, дослідники, конструктори), так і від методів виготовлення виробу (ерудиція технологів, рівень технології виготовлення, устаткування і матеріал). Краще за всіх повинен знати недоліки конструкції її автор, але повнота цих знань залежить, знову-таки, від його ерудиції з даної проблеми і повноти випробувань виробу. Так, якщо випробування проведені в зберігаючих режимах (автору часто шкода ламати перші зразки, крім того у нього переважає природне бажання бачити у своїй конструкції тільки добре), то багато недоліків може бути не виявлено, а це значно знизить конкурентоспроможність виробу. Також, автор будь-якої конструкції повинен бути готовим до того, що рано чи пізно нова ідея старіє, тобто її недоліки стають непереборними, перешкоджають технічному прогресу, а заново народжена ідея, в якій їх немає або менше, змінює стару.

Новий принцип або ідея перемагає, тому що краще відповідає потребам життя, росту матеріального добробуту. Вирішальна перемога нового над старим не відбувається автоматично. Вона – результат свідомої діяльності людей і, зокрема, творчої діяльності кожного спеціаліста.

Проектування сільськогосподарських машин – це розробка механізованих засобів з виконання відповідних видів технологічних процесів у сільськогосподарському виробництві. Причому на особливості конструкції істотно будуть впливати умови експлуатації машини.

Розробка нових сільгоспмашин здійснюється інженерно-технічним персоналом шляхом проектування і конструювання. Ці процеси взаємопов'язані й доповнюють один одного.

Конструктивна форма об'єкта уточнюється застосуванням методів проектування – виконанням розрахунків параметрів, розрахунків на міцність, оптимізації та ін. У свою чергу проектування можливе тільки при завчасно прийнятих варіантах конструктивного виконання. Часто ці процеси не розрізняють, тому що їх виконують, як правило, фахівці однієї професії – інженери-конструктори. Однак **проектування та конструювання – процеси різні.**

Проектування передусє конструюванню і є пошуком науково обґрунтованих, технічно здійснених та економічно доцільних інженерних рішень. Результатом проектування є проект об'єкта, який розробляється.

Проектування – це вибір певного способу дій, деколи – це створення системи як логічної основи дії, спроможної вирішувати при відповідних умовах та обмеженнях поставлене завдання. Проект аналізують, обмірковують, коректують і приймають як основу для подальшої розробки.

Конструюванням створюється конкретна, конкурентоздатна, однозначна конструкція сільгоспмашини або знаряддя.

Конструкція сільськогосподарських машин – це їх будова та взаємне розміщення складових елементів (вузлів і деталей), які визначають призначення машин. Конструкція машин передбачає спосіб з'єднання, взаємодію складових частин, а також матеріали, з яких мають бути виготовлені окремі деталі. Під час конструювання створюють зображення та види виробу, розраховують комплекс розмірів з допустимими відхиленнями, вибирають відповідний матеріал, встановлюють вимоги до шорсткості поверхонь деталей, технічні вимоги до виробу та його частин, складають технічну документацію.

Конструювання спирається на результат проектування і уточнює усі інженерні рішення, які були прийняті під час проектування.

Технічна документація, яку складають під час конструювання, повинна забезпечувати перенесення конструкторської інформації на сільгоспмашини, що виготовляють, та їх раціональну експлуатацію.

В цілому ж, проектування сільськогосподарських машин повинне бути спрямоване на вирішення різноманітних проблем у сільськогосподарському виробництві.

Під час створення нових машин і модернізації тих, що серійно випускаються, більше уваги треба приділяти підвищенню їхньої продуктивності, надійності й довговічності (забезпечення три-,

чотирисезонного виробітку машиною без ремонту із заміною швидкоспрацьовуваних деталей), *дотриманню єдиних правил техніки безпеки і гігієни праці.*

Найважливіше завдання сільськогосподарських машинобудівників – створення таких машин, які змогли б працювати без будь-яких технічних оглядів протягом сезону експлуатації.

Отже, при розробці «Технічного завдання» на проектування будь-якої сільськогосподарської машини вибирають компромісні оптимуми між умовами росту рослин і можливістю інженерного рішення в машинах, між міцністю плодів рослин і зусиллями, що прикладають до них машини та інші вимоги, які в більшості випадків не збігаються за своєю суттю і відповідністю одні одним.

Під час проектування сільськогосподарських машин треба враховувати і можливість негативних наслідків їх взаємодії з навколишнім середовищем.

Кожна машина по-своєму впливає на природу й людину, але є і загальні дії, які властиві майже всім мобільним машинам – деформація та ущільнення ґрунту колесами і гусеницями.

Головна рушійна сила розвитку будь-якої техніки – це потреба у ній. Звідси випливає, що тенденції у проектуванні сільськогосподарських машин також залежать від потреб у новій техніці для сільськогосподарського виробництва.

Потребу у нових сільськогосподарських машинах можна охарактеризувати так. Перше і найголовніше – те, що біля 50 % працюючих у сільському господарстві зайняті на ручних операціях. Тому *головним у машинобудівників залишається розробка машин і механізмів для забезпечення повної механізації усіх видів сільськогосподарських робіт.*

Крім того, якщо врахувати, що процеси, які виконуються вітчизняними машинами, за енергоємністю кінцевого продукту сільськогосподарського виробництва в 1,5...2 рази вищі, ніж в інших розвинених країнах, то одним із напрямів у розробці сільськогосподарських машин треба вважати *створення конструкцій з менш енергоємними технологічними процесами.*

Одним з прогресивних напрямів у розв'язанні подібних завдань є *створення багатофункціональних видів техніки на основі блочно-модульних та базових конструкцій.*

Проектування сільськогосподарської техніки залишається залежним і від потреби у різних нових технологіях у сільськогосподарському виробництві, в тому числі численних зональних технологіях вирощування сільськогосподарських культур.

2.3. Поняття проектування сільськогосподарських машин

Проектування сільськогосподарських машин та агрегатів – це розробка механізованих засобів з виконання відповідних технологічних процесів (обробіток ґрунту, сівба, догляд за посівами, збирання врожаю і т.ін.) у сільськогосподарському виробництві. На особливості конструкцій сільськогосподарських машин впливають умови їх експлуатації.

Процес проектування сільськогосподарської машини – це розробка конструкторської та іншої технічної документації, призначеної для створення нових видів і зразків сільськогосподарських машин і знарядь. Під час проектування виконують технічні та економічні розрахунки, схеми, графіки, макети, складають пояснювальні записки, специфікації й описи.

Проектування сільськогосподарських машин здійснюють спеціалісти конструкторських організацій, науково-дослідних інститутів, конструкторських бюро на відповідних заводах.

2.3.1. Вирішення особливих завдань під час проектування сільськогосподарських машин

Для забезпечення зростання виробництва продуктів харчування і сировини для промисловості *необхідною є розробка сільськогосподарських машин і знарядь із високими техніко-економічними показниками*. Ці показники повинні відповідати:

- ґрунтово-кліматичним умовам кожної сільськогосподарської зони країни;
- способом ведення господарства;
- застосовуваним технологіям вирощування сільськогосподарських культур та ін.

Основні вимоги до створюваних нових сільськогосподарських машин і модернізації існуючих машин і знарядь:

- підвищення продуктивності;
- підвищення якості виконання технологічного процесу;
- підвищення надійності та довговічності (забезпечення трьох-, чотирьохсезонного напруження машин без ремонту з заміною деталей, що швидко зношуються);
- дотримання єдиних правил техніки безпеки і гігієни праці.

Найважливіше завдання сільськогосподарських машинобудівників – створення таких конструкцій машин, які працюють безвідмовно протягом усього сезону експлуатації.

Під час створення нових сільськогосподарських машин і знарядь виникають інженерно-агрономічні проблеми використання їх у сільськогосподарському виробництві, особливо у рільництві.

Приклади:

1. Забезпечення висівання насіння сільськогосподарських культур у достатньо зволожений і рівномірно розпушений ґрунт на однакову глибину в оптимальні агротерміни, оскільки це суттєво впливає на врожайність вирощуваних культур.

2. Рівномірність глибини закладання насіння в ґрунт. Для зернових оптимум відхилень від заданої глибини сівби є $\pm 0,5$ см при глибині сівби до 4 см і $\pm 1,0$ см за глибини понад 4 см. Однак для високоврожайних карликових сортів пшениці необхідний оптимум глибини закладання насіння 1,5...2,0 см, який нереально витримати для існуючих зернових сівалок. Тому для таких сортів встановлений компромісний оптимум глибини сівби 4...5 см, що, безумовно, позначається на врожайності.

Отже, під час розробки технічного завдання на проектування будь-якої сільськогосподарської машини вибирають компромісний оптимум між умовами зростання та збирання рослин і можливостями інженерних рішень у машинах.

Під час проектування сільськогосподарських машин враховують також наслідки їх взаємодії з навколишнім середовищем. Кожна машина впливає по-різному, ***але є загальна дія, властива всім мобільним машинам – деформація і ущільнення ґрунту енергетичними засобами (тракторами).*** Регламентує норми дії рушіїв сільськогосподарської техніки на ґрунт ГОСТ 26955-86.

Сільгосптехніка та інші машини масою більше 10 т не повинні виїжджати на поля, оскільки вони ущільнюють ґрунт на глибину до 1 м, а оранку ґрунту виконують на глибину до 35...40 см; підорний шар стає переущільненим, в ньому відбувається поступове загасання життя мікроорганізмів через погіршення доступу в цей шар вологи і повітря, що згодом призводить до зниження родючості ґрунту.

2.3.2. Тенденції в проектуванні сільськогосподарських машин і знарядь

Розробка нових сільськогосподарських машин необхідна для забезпечення повної механізації усіх видів сільськогосподарських робіт (підготовка ґрунту і насіння, сівба, догляд за посівами, збирання врожаю, обробка і переробка сільськогосподарської продукції).

Конструкції нових сільськогосподарських машин, ***особливо вітчизняних, повинні забезпечувати зниження енергомісткості кінцевого продукту сільськогосподарського виробництва, тобто***

виконання ними технологічних процесів має вийти на рівень закордонних машин.

Вирішення цього завдання можна досягнути *створенням багатофункціональних видів сільськогосподарської техніки на основі блочно-модульних і базових конструкцій*. Приклад: інтегральний трактор з передньою і задньою навісками.

Важливим є також *створення і застосування зональних комплексів машин*, особливо ґрунтообробних, які включали б знаряддя із набором робочих органів для гладкої оранки, мінімального обробітку ґрунту, чизелювання ґрунтів, сумісного виконання операцій.

Чимало невирішених питань залишається в забезпеченні комплексної механізації якісного збирання врожаю сільськогосподарських культур, де потрібно розробляти визначені типажі збиральних машин. Такі машини мають бути різні за продуктивністю у самохідному, причіпному і начіпному виконаннях.

Під час проектування сільськогосподарської техніки важливо також враховувати різноманітні нові технології у сільськогосподарському виробництві, зокрема зональні та інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур.

2.3.3. Особливості проектування сільськогосподарських машин

Особливості проектування сільськогосподарських машин впливають з особливостей їх роботи.

Перша з них – їх взаємодія з матеріалами, які утворюють середовище, де відбуваються біологічні процеси, – з ґрунтом, стеблами, живими організмами (тваринами). Тому потрібні глибокі знання фізико-механічних та інших властивостей оброблюваного матеріалу для того, щоб не перевищити допустимих дій на нього робочими органами з метою виключення додаткових втрат. Тому у деяких конструкціях робочих органів для зменшення шкідливих впливів на оброблюваний матеріал окремі робочі поверхні виконавчих елементів вкривають еластичним матеріалом або повністю виготовляють їх із неметалевих матеріалів.

Другою особливістю є сезонність, коли робота машин обмежена невеликими агрономічними термінами їх використання протягом року. Тут перед винахідниками стоїть проблема максимального врахування в розроблюваних конструкціях можливості виконання простого і надійного консервування машин із збереженням їх працездатного стану до наступного сезону.

Третя особливість полягає у тому, що в сільськогосподарських машинах для рільництва суміщено технологічний процес їх роботи з

пересуванням агрегатів по полю. При цьому конструктору доводиться враховувати те, що під час роботи мобільних машин на полі на технологічний процес роботи негативно будуть впливати коливання самих машин при русі по нерівній поверхні поля, ухили поля, напрям і сила вітру.

Четверта особливість – робота машин під відкритим небом в умовах, які змінюються: при високих і низьких температурах, під час дощів та снігопадів, на в'зких, піщаних і кам'янистих ґрунтах, при різних станах вирощування сільськогосподарських культур та ін. Тому залежно від призначення машин конструктору необхідно при виборі робочих органів та їх компонуванні на машинах враховувати вид і стан ґрунту, вид, стан і розміри бульб, зерен, ширину міжрядь вирощуваних культур та ін. Доводиться також вирішувати питання стійкості деталей і вузлів машини проти корозії.

П'ятою особливістю є те, що більшість машин (ґрунтообробні, посівні, коренебульбозбиральні та інші) **працюють в абразивному середовищі.** У зв'язку з цим конструкторам необхідно вміти підібрати для робочих органів відповідні матеріали, що мають високу зносостійкість (спеціальні сталі, тверді сплави або наплави, кераміка тощо).

Всі ці характерні умови роботи сільськогосподарських машин створюють додаткові труднощі під час їх проектування.

2.3.4. Структура сільськогосподарських машин та агрегатів

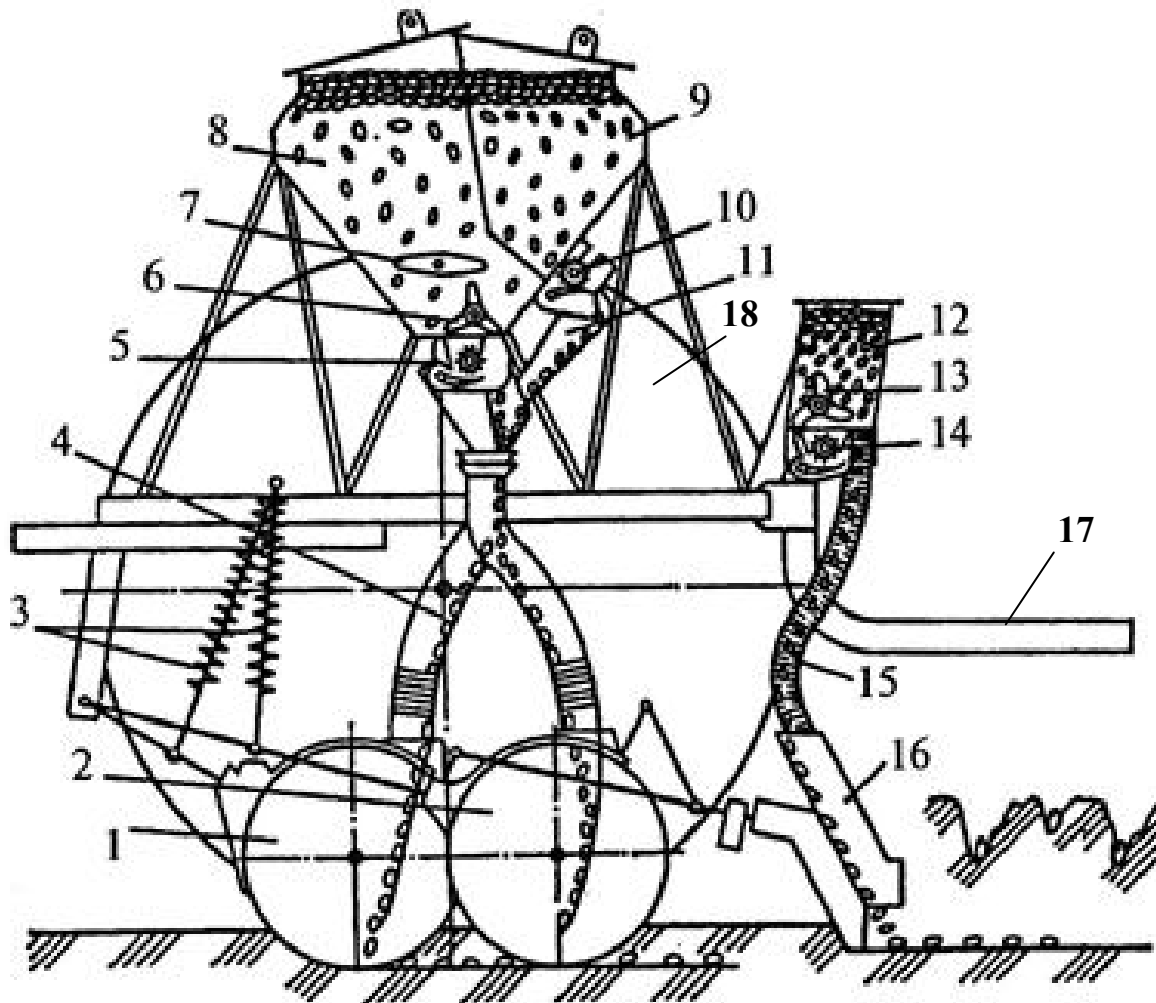
Сільськогосподарські машини – це пристрої, які відповідним чином об'єднують у єдиний комплекс установлені на них робочі органи, кожний з яких виконує окрему функціональну операцію або дію, а в сукупності – одну безперервну технологічну операцію в сільськогосподарському виробництві (наприклад, сівба, збирання цукрових буряків, скошування зернових культур у валки та ін.).

Структура сільськогосподарських машин – це сукупність стійких зв'язків між елементами машин, які забезпечують їх цілісність й тотожність самих собі.

Структура будь-якої мобільної сільськогосподарської машини складається з комплексу робочих органів (робочого органа), ходової системи, допоміжних елементів і механізмів, що об'єднують робочі органи з ходовою системою й забезпечують роботу машини (виконання заданого технологічного процесу).

Робочий орган машини – це вузол або елемент машини, який безпосередньо впливає на оброблюваний (перероблюваний) матеріал, щоб виконати або забезпечити виконання необхідного технологічного процесу роботи машини.

Як приклад розглянемо структуру зерно-туко-трав'яної сівалки (рисунок 2.1). До робочих відносять органи під номерами 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 13, 14, 15, 16.



1, 2 – дискові сошники; 3 – штанги з пружинами; 4, 15 – насіннєпроводи;
5, 14 – насіннєвисівні апарати; 6, 13 – нагнітачі; 7 – ворушилка; 8, 9 – відділення ящика зерно-трав'яне і для добрив; 10 – туковисівний апарат; 11 – лоток; 12 – ящик для насіння трав; 16 – сошник кілевидний; 17 – підніжна дошка; 18 – опороло-приводне колесо

Рисунок 2.1 – Схема зерно-туко-трав'яної сівалки

Принцип роботи сівалки полягає в тому, що під час руху полем з опущеними в робоче положення сошниками 1, 2, 16 котушки зернових 5, трав'яних 14 і тукових 10 висівних апаратів, обертаючись, захоплюють насіння і добрива та викидають їх у лійки насіннєпроводів 4 і 15. Під час висівання несипучого і середньосипучого насіння подача його у приймальні камери висівних апаратів 5 і 14 здійснюється нагнітачами 6 і 13. Для руйнування склепінь, що утворяться в насіннєвих ящиках 8 і 12, установлені ворушилки 7. Насіння і добрива по насіннєпроводах 4 і 15 надходять у сошники 1, 2, 16 і, скочуючись по направляючих, потрапляють на дно борозен, утворених у ґрунті дисками і наральниками сошників.

Отже структура такої сівалки обумовлена забезпеченням виконання необхідного технологічного процесу сівби і конкретними конструкціями робочих органів.

Загальний вигляд посівної секції зерно-тукової сівалки зображений на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2

Сільськогосподарські машини бувають простими і складними. Найпростішими є сільськогосподарські знаряддя (плуг, борона, граблі), найскладнішими – комбайни (зерно-, буряко-, кукурудзозбиральні та ін.).

Сільськогосподарські машини поділяють за призначенням так:

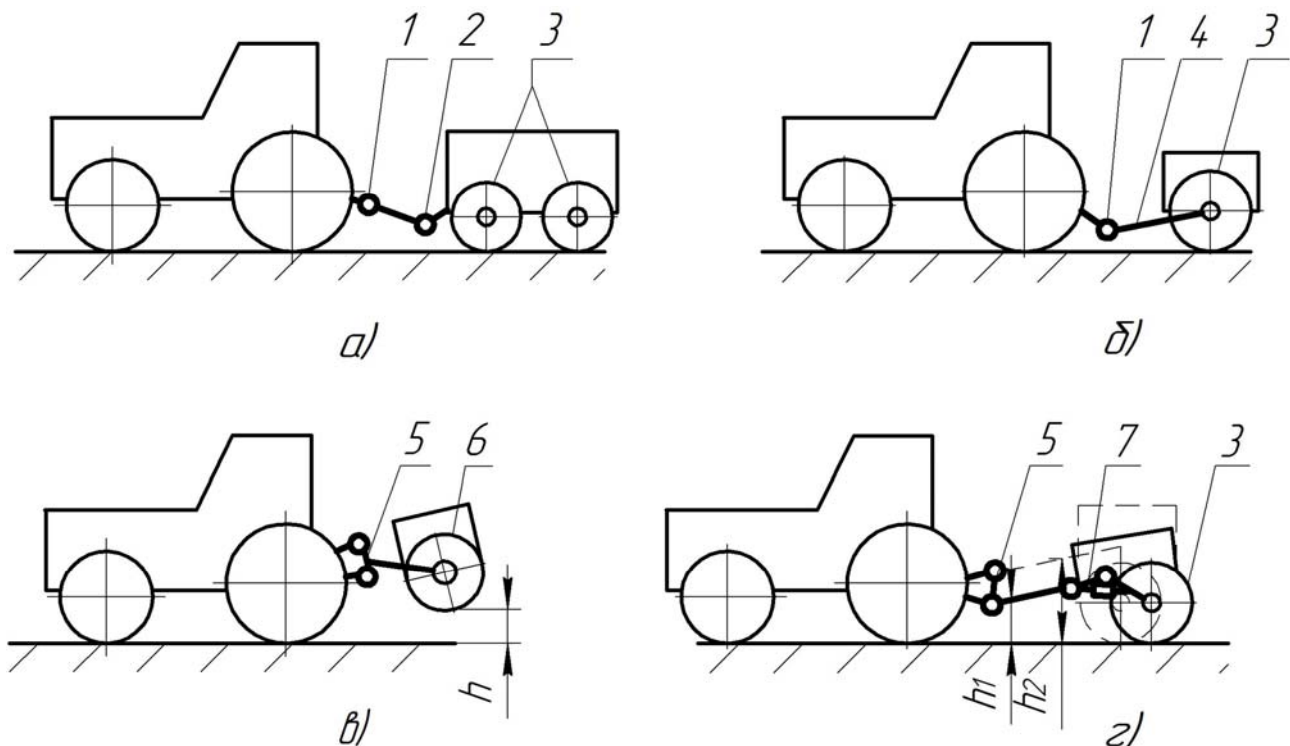
- ґрунтообробні, посівні, для догляду за рослинами, збиральні та ін.;
- за відношенням до об'єкта обробки – мобільні й стаціонарні;
- за відношенням до мобільних енергетичних засобів (тракторів, самохідних шасі тощо), тобто за способом агрегування – на самохідні, причіпні, напівпричіпні, начіпні, напівначіпні, монтовані (рисунок 2.3).

Самохідні сільськогосподарські машини. Мають власний рушій, який включає двигун та трансмісію до ведучих коліс ходової системи. Рушій органічно вписаний у власну конструкцію машини.

Наприклад, зернозбиральні комбайни (рисунок 2.4), бурякозбиральні комбайни (рисунок 2.5) та ін.

Причіпні сільськогосподарські машини (рисунок 2.3а). Сила ваги таких машин у транспортному положенні сприймається їх ходовою частиною. При переведенні машини з робочого положення в транспортне шарнірна точка приєднання до енергетичного засобу не змінює свого положення по висоті (ГОСТ 12.2.111-85).

Наприклад, плантажний плуг ППУ-50А (рисунок 2.6а), сівалка зерно-тукова СЗ-3,6 (рисунок 2.6б), жниварка валкова ЖВП-6 (рисунок 2.6в), підбирач-копнувач ПК-1,6 та ін.



а – причіпна; б – напівпричіпна; в – начіпна; г – напівначіпна;
 1 – причіпна серга трактора; 2 – причіп; 3 – колеса машини; 4 – сниця;
 5 – начіпна система; 6 – машина; 7 – рама машини

Рисунок 2.3 – Схеми сільськогосподарських машин

Напівпричіпні сільськогосподарські машини (рисунок 2.3б). Маса їх у робочому і транспортному положеннях частково сприймається енергетичним засобом і більшою частиною власними колесами. При переведенні машини з робочого положення в транспортне шарнірна точка приєднання до енергетичного засобу не змінює свого положення по висоті.

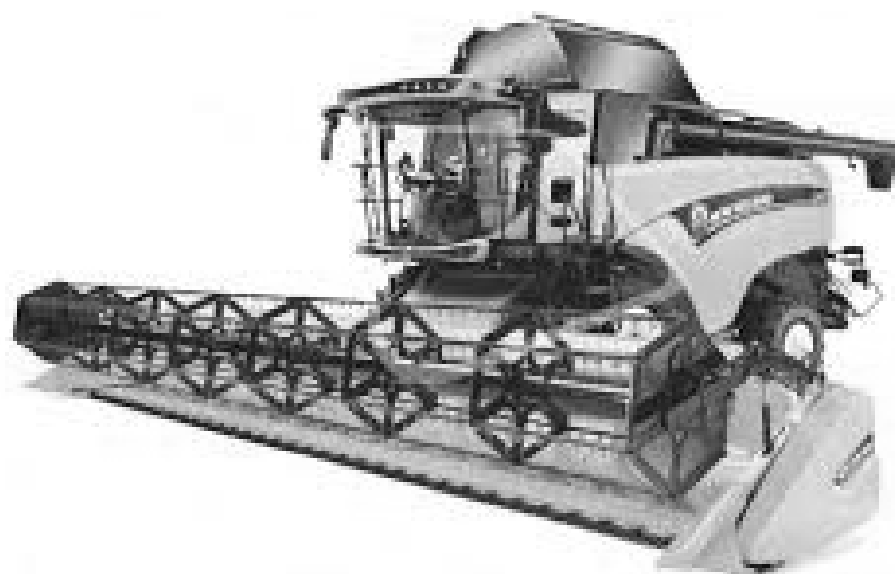
Наприклад, борона дискова АГП-3,3-20 (рисунок 2.7а), обприскувач напівпричіпний (рисунок 2.7б), універсальний напівпричіпний культиватор Арон-4 (рисунок 2.7в), плуг ППН-3-40 (рисунок 2.7г), розкидач мінеральних добрив І-РМГ-4 та ін.

Начіпні сільськогосподарські машини (рисунок 2.3в). Встановлюють їх на триточкову начіпну систему. Сила їх ваги у транспортному положенні повністю сприймається енергетичним засобом.

Наприклад, начіпний плуг ПНЯ-4-42, ґрунторозпушувач ГРН-3,9 (рисунок 2.8а), плуг лемішний начіпний ПЛН 3-30 (рисунок 2.8б), універсальна сівалка УПС-12 та ін.



a)



б)



в)

Рисунок 2.4 – Самохідні сільськогосподарські машини
(зернозбиральні комбайни)



а)

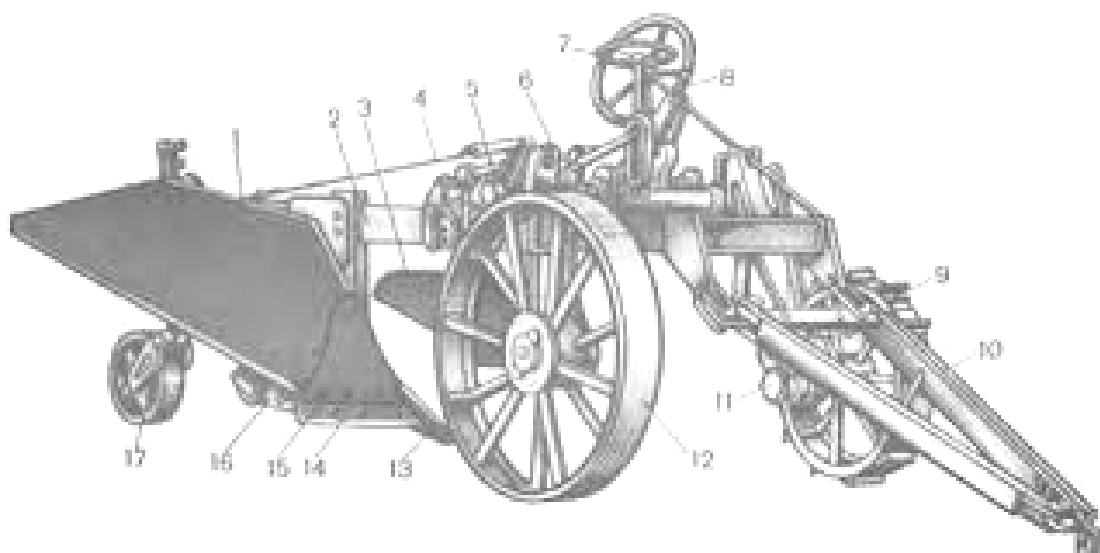


б)



в)

Рисунок 2.5 – Самохідні сільськогосподарські машини
(бурякозбиральні комбайни)



а)



б)



в)

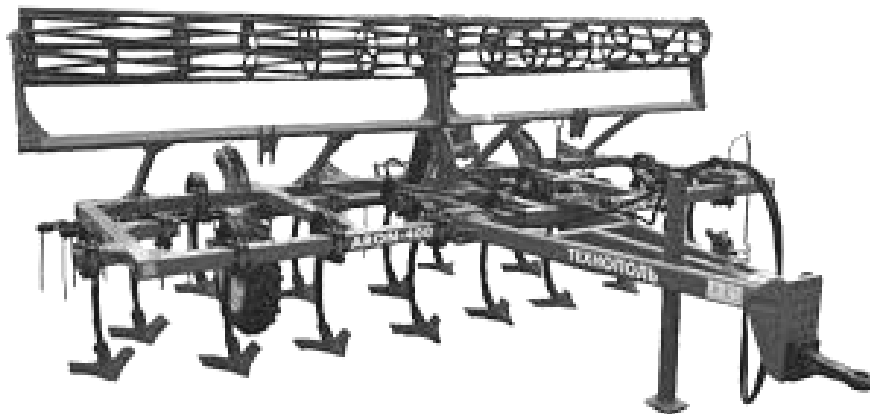
а – плуг плантажний; б – сівалка зерно-тукова; в – жниварка валкова
 Рисунок 2.6 – Причіпні сільськогосподарські машини



а)



б)



в)



г)

- а – борона дискова напівпричіпна;
- б – обприскувач напівпричіпний;
- в – універсальний напівпричіпний культиватор;
- г – плуг напівпричіпний

Рисунок 2.7 – Напівпричіпні сільськогосподарські машини



a)



б)

a – глибокорозпушувач універсальний; *б* – плуг начіпний
Рисунок 2.8 – Начіпні сільськогосподарські машини

Напівначіпні сільськогосподарські машини (рисунок 2.3г). Сила їх ваги частково сприймається енергетичним засобом, а більша частина – власними колесами. При переведенні машини з робочого в транспортне положення шарнірна точка приєднання до енергетичного засобу примусово переміщується в нове положення по висоті.

Наприклад, напівначіпний плуг ПП-8-35, напівначіпна шестирядна картоплесаджалка, чотирирядна картоплесаджалка (рисунок 2.9) та ін.

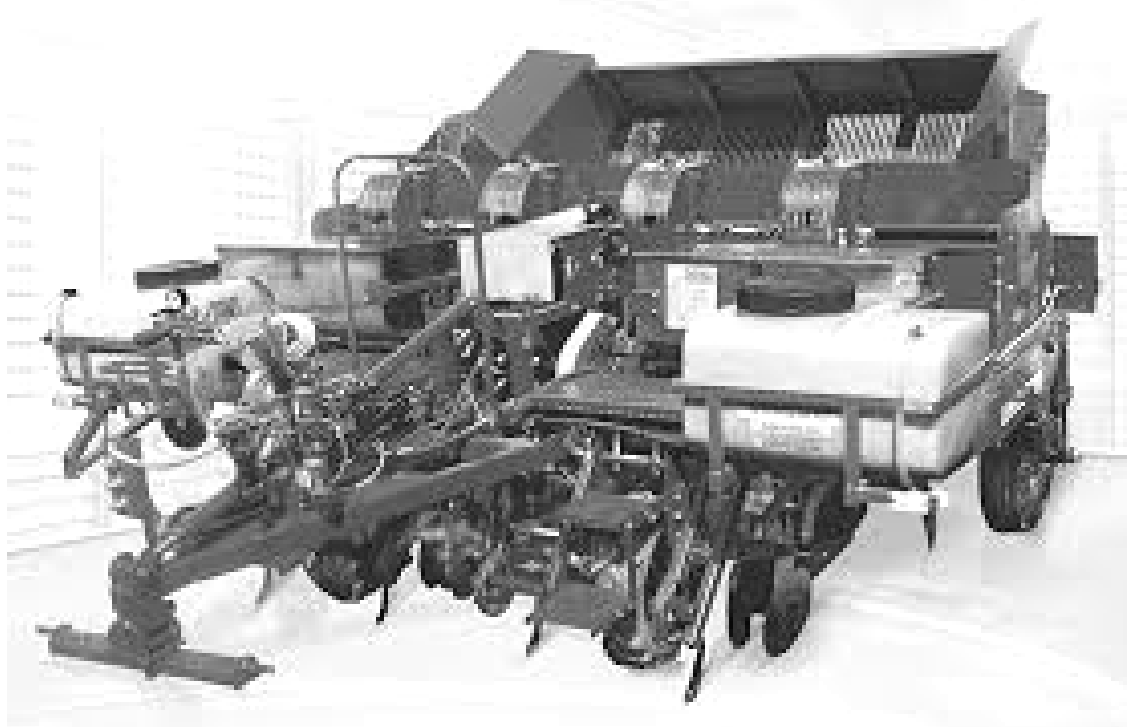


Рисунок 2.9 – Напівначіпні сільськогосподарські машини
(картоплесаджалка чотирирядна)

Монтовані сільськогосподарські машини. Закріплюють їх на триточкову начіпну систему або інші точки енергетичного засобу з додатковим монтажем складальних одиниць. Сила їх ваги повністю сприймається енергетичним засобом.

Наприклад, підживлювач-обприскувач ПОМ-630 (рисунок 2.10), універсальний копицевіз КУН та ін.



Рисунок 2.10 – Монтована сільськогосподарська машина
(обприскувач на передній начіпці)

Сільськогосподарський агрегат – це з'єднані разом за допомогою передавального механізму (зчіпка, сниця, причіп, начіпна система) сільськогосподарські машини та енергетичний засіб для виконання однієї або кількох сільськогосподарських операцій.

Сільськогосподарські агрегати за типом енергетичного засобу поділяють на машинно-тракторні й канатної тяги; за наявністю зчіпного пристрою (зчіпки) – на зчіпні та незчіпні; за положенням робочої машини відносно енергетичного засобу – на задні, передні, середні, симетричні; ліво- і правобічні та ін. (рисунок 2.11).

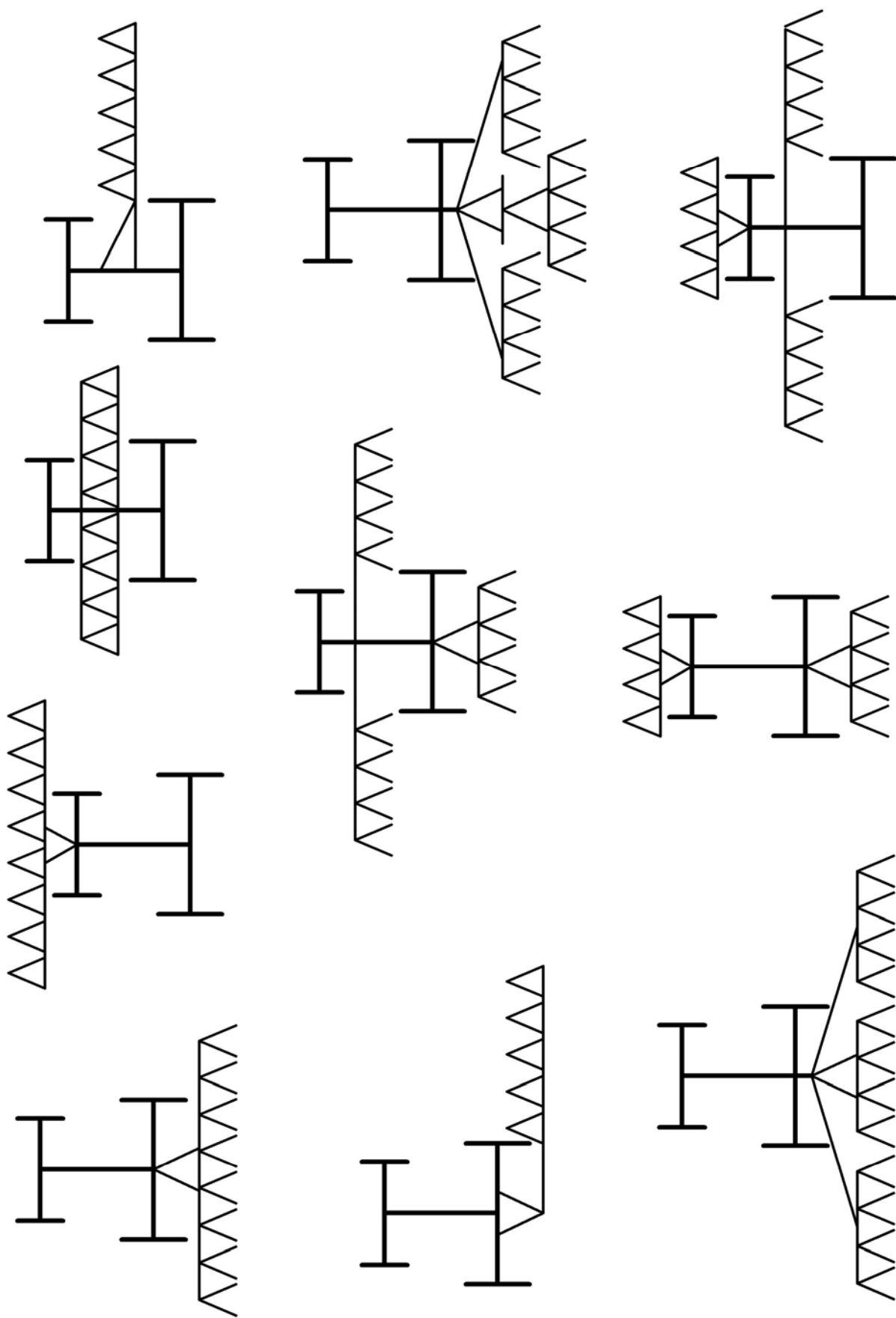


Рисунок 2.11 – Схеми розміщення сільськогосподарських машин відносно енергетичного засобу

Сільськогосподарські машини поділяють на спеціальні, універсальні та комбіновані.

Спеціальні сільськогосподарські машини призначені для виконання тільки однієї цільової технологічної операції. **Наприклад,** картоплесаджалка призначена для садіння бульб картоплі; бавовнозбиральний комбайн – для збирання волокон бавовни та ін.).

Універсальні сільськогосподарські машини призначені для виконання кількох різноманітних технологічних операцій, що не збігаються за календарними термінами. Здійснюється це відповідними переобладнаннями робочих органів або тільки виконанням необхідних регулювань. Головне економічне значення універсальної машини полягає у тому, що її використання дає змогу скоротити кількість машин, замінюючи кілька спеціальних або інших машин, які виконують обмежену кількість операцій.

Наприклад, зернозбиральний комбайн призначений для збирання зернових культур, а при встановленні певних пристосувань і зміні режиму роботи ним збирають, крім зернових, горох, насіння трав, соняшник, круп'яні культури, кукурудзу (див. рисунок 2.4).

Комбіновані сільськогосподарські машини призначені для одночасного виконання кількох різних технологічних операцій. Одночасне виконання таких операцій, якщо вони допустимі за агротехнікою вирощування, дає можливість зменшити кількість проходів агрегату по полю, тобто скоротити терміни роботи в полі, зекономити паливно-мастильні матеріали, зменшити шкідливий екологічний вплив на ґрунт та ін.

Наприклад, сівалка для сівби насіння цукрових буряків одночасно висіває насіння, добрива і пестициди; комбінований ґрунтообробний агрегат за один прохід полем здійснює розпушування ґрунту, подрібнення грудок ґрунту, вирівнювання поверхні ґрунту (див. рисунок 2.7в).

Комплекс машин для виконання сільськогосподарського процесу – це повний набір сільськогосподарських машин, необхідних для виконання машинним способом всіх видів робіт відповідного сільськогосподарського виробничого процесу.

Наприклад, набір сільськогосподарських машин для вирощування та збирання зернових культур, кукурудзи на зерно, цукрових буряків та ін.

Система машин – це номенклатура сільськогосподарських машин, тракторів та обладнання, які випускаються промисловістю, підлягають розробці та необхідні для повної механізації й автоматизації усіх видів робіт у сільськогосподарському виробництві для максимального зниження затрат праці і підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва.

2.4. Стадії та етапи проектування сільськогосподарських машин

2.4.1. Стадії проектування

Машини (пристрої, знаряддя, вироби), які розробляють, проходять шлях від ідеї через документацію до реальної конструкції. ***Без проектної документації виготовити машину чи знаряддя неможливо.***

Процес створення конструкторської документації розбитий на визначені стадії робіт. Це необхідно для забезпечення послідовного наближення розроблюваного виробу до вимог замовника і можливості здійснення контролю за ходом виконання робіт.

ГОСТ 2.103-68 (СТ СЭВ 208-75) передбачав такі стадії розробки конструкції нової машини:

1. Технічне завдання на розробку.
2. Технічна пропозиція (ГОСТ 2.118-73).
3. Ескізний проект (ГОСТ 2.119-73).
4. Технічний проект (ГОСТ 2.120-73).
5. Розробка робочої конструкторської документації для:
 - практикованого зразка (практикованої партії);
 - серійного виробництва.

Виконання всіх цих стадій завжди є необхідним. Тому обов'язкові стадії проектування обмовлюються замовником і розроблювачем у технічному завданні.

Технічне завдання

Технічне завдання – це вихідний документ для початку розробки нового виробу (машини).

Технічне завдання – це компромісний документ між спеціалістами сільськогосподарського виробництва (замовником) і спеціалістами-машинобудівниками (виконавцем).

У технічному завданні мають бути прописані агротехнічні вимоги, конкретні умови роботи замовленої техніки, її маса, ціна та ін.

Технічне завдання містить техніко-економічне обґрунтування розробки; основні технічні вимоги, рекомендовані до виробу; вихідні дані для розробки.

У технічному завданні вказують:

- призначення об'єкта;
- сферу застосування;
- стадії розробки конструкторської документації, її склад, терміни виконання;
- агротехнічні вимоги або інші особливі вимоги, обумовлені специфікою використання машин або умовами їх експлуатації.

Технічне завдання складають на основі аналізу результатів попередніх досліджень.

Агротехнічна вимога (надалі АТВ) – це документ, складений спеціалістами сільськогосподарського виробництва. АТВ обумовлює наближення стану оброблюваного середовища до оптимальних природних умов при механічних впливах на нього сільськогосподарськими машинами з мінімально допустимими матеріальними втратами.

Агротехнічні вимоги – це спеціальні вимоги до сільськогосподарських машин щодо виконання технологічних операцій з вирощування та збирання сільськогосподарських культур із метою забезпечення їхньої високої врожайності за мінімальних затрат праці і засобів на одиницю отримуваної продукції. АТВ розробляють на певний визначений (обмежений) термін дії.

Технічні пропозиції

Технічні пропозиції розробляють з метою встановлення додаткових або уточнених вимог до виробу, його технічних характеристик, показників якості та ін., які не були зазначені в технічному завданні. Це доцільно робити на основі попередньої конструкторської розробки й аналізу різних варіантів виробу.

Технічна пропозиція є сукупністю конструкторських документів. Технічна пропозиція містить технічні і техніко-економічні обґрунтування доцільності розробки документації виробу на основі аналізу технічного завдання замовника і різних варіантів можливих рішень виробу, порівняльного оцінювання рішень з урахуванням конструктивних та експлуатаційних особливостей розроблюваного й існуючих виробів, а також патентні дослідження.

Ескізний проект

Ескізний проект розробляють для встановлення принципових конструктивних та інших рішень виробу, що дають загальне уявлення про його принцип роботи. Виконують його до розробки технічного проекту або робочої документації.

Ескізний проект розробляють на самохідні і складні сільськогосподарські машини.

Ескізний проект – це сукупність конструкторських документів, що містить принципові конструктивні рішення, які дають загальне уявлення про будову і принцип роботи виробу, його призначення, основні параметри і габаритні розміри розроблюваного виробу.

Ескізний проект після узгодження і затвердження у встановленому порядку є основою для розробки технічного проекту або робочої конструкторської документації.

Технічний проект

Технічний проект розробляють з метою виявлення кінцевих технічних рішень. Він дає уявлення про конструкцію виробу, виконують його до розробки робочої документації.

Технічний проект – це сукупність конструкторських документів, що повинні містити кінцеві технічні рішення, що дають повне уявлення про будову розроблюваного виробу і вихідні дані для розроблення робочої конструкторської документації.

Технічний проект розробляють для складних машин. ***Після узгодження і затвердження у встановленому порядку він є основою для розроблення робочої конструкторської документації.***

Робоча конструкторська документація

До робочої конструкторської документації (надалі РКД) відносять:

- креслення;
- схеми;
- текстові описи до схем;
- специфікації;
- технічні умови до виробу;
- інструкція з експлуатації і ремонту виробу та ін.

Ці документи повинні містити дані про машини і їх складові частини. Вони необхідні для їх розробки, виготовлення, контролю, приймання, експлуатації і ремонту. Конструкторську документацію для всіх галузей промисловості регламентував ГОСТ 2.102-2013.

РКД розробляють для виготовлення і попередніх випробувань практикованого зразка виробу (машини). На наступних етапах випробувань здійснюють коригування робочої конструкторської документації аж до постановки виробу на виробництво.

Перелік робочої конструкторської документації під час постановки виробу (машини) на виробництво:

- робочі креслення деталей,
- складальні креслення вузлів та ін.;
- схеми функціональні, гідравлічні, кінематичні та ін.;
- специфікації складальних одиниць і комплектів;
- дані специфікацій куплених виробів, документів і ін.;
- протоколи узгодження технічної застосовності куплених виробів (підшипників, редукторів, карданних передач і т.ін.);
- патентний формуляр;
- експертний висновок про патентну чистоту виробу;
- розрахунки: міцнісні, кінематичні, техніко-економічні;
- норми витрат запчастин, протоколи узгодження агрегування, карта уніфікації;

- карта первинного мікрометражу основних деталей, усіх посадок;
- протоколи випробувань;
- карта технічного рівня і якості;
- технічні описи та інструкція з експлуатації;
- технічні умови;
- паспорт і формуляр;
- протокол узгодження креслень на технологічність;
- експертний висновок з оцінювання техніко-економічних показників якості;
- протокол об'єднаного засідання науково-технічної ради або іншої наради з прийняття рішення про доцільність виготовлення машини (виробу);
- рішення про постановку виробу (машини) на виробництво.

Технічні умови (надалі ТУ) – це документ, що входить у комплект технічної документації на промисловий виріб (зокрема сільськогосподарську машину).

У ТУ на сільськогосподарську машину вказують:

- комплекс технічних вимог до виробу відповідно до АТВ;
- правила приймання і постачання;
- методи контролю;
- умови експлуатації;
- умови транспортування і збереження.

Технічні умови встановлюють на певний термін, потім їх або перезатверджують або припиняють випуск даного виробу (машини).

За способом виконання і характером використання **робочу конструкторську документацію** поділяють на:

- **оригінали** (документи, виготовлені на будь-якому матеріалі: папір, тканина та ін., які використовують для виготовлення на їх основі документів-першотворів);
- **першотвори-документи** (виготовляють на будь-якому матеріалі, що дозволяє багатократне отримання з них копій, і підписані особами, що беруть участь у розробці цих документів);
- **дублікати** (копії першотворів, які дозволяють отримати ідентичне відтворення першотвору, що забезпечує зняття з них копій);
- **копії** (документи, виконані засобом, який забезпечує їхню ідентичність із першотвором або дублікатом. Копії призначені для безпосереднього використання під час розробки конструкторської документації, виробництва виробів, їхньої експлуатації і ремонту).

2.4.2. Вимоги технічного завдання

Під час проектування нових сільськогосподарських машин вимоги технічного завдання забезпечують у два етапи.

На першому етапі проектування реальний об'єкт відсутній. Він існує тільки в уяві конструктора і може з'явитися спершу у вигляді схемного зображення, а потім, на пізнішому етапі, наприклад, на стадії технічного проекту, як дослідний взірець, і тільки після випробування можна отримати фактичну інформацію про функціонування розроблюваного виробу.

На другому етапі, коли вже є реальний об'єкт проектування, оцінюють результати, отримані під час проектування, відкореговані відповідно до вимог технічного завдання. Це досягається підбиранням необхідних геометричних розмірів і кінематичних режимів роботи робочих органів і механізмів.

Отже, забезпечення вимог технічного завдання – це вирішення завдань, результатом яких є деякі кількісні значення параметрів проектного об'єкту (машини):

- ширина захвату машини;
- розміри робочих органів і їхніх елементів;
- розміри ланок механізмів і т.ін.

Ці параметри вносять у креслення. Вони є шуканими значеннями, які відповідають вимогам технічного завдання.

Під час проектування сільськогосподарських машин конструктор може управляти якістю їх функціонування за обраними конструкціями робочих органів тільки через їх геометричні параметри і режими роботи.

Наприклад, забезпечивши у конструкції сівалки можливість змінювати частоту обертання елемента, що висіває, можна змінювати норму висіву посівного матеріалу до певних визначених меж. Якщо передбачити встановлення у висівному апараті сівалки змінних дисків, що висівають, із різною кількістю отворів різних розмірів, то можна змінювати норму висіву і висівати різне за фракціями насіння і т.ін.

2.4.3. Критерії проектування

Під час проектування сільськогосподарських машин ***критеріями оцінювання є показники якості нової машини***, що закладені в технічному завданні.

Основні критерії проектування сільськогосподарських машин впливають безпосередньо з вимог до якості виконання ними технологічного процесу.

Приклад.

1. Деякі критерії оцінювання роботи культиваторів для суцільного обробітку ґрунту:

- забезпечити повне підрізання бур'янів без винесення на поверхню нижніх вологих прошарків ґрунту і без перемішування їх із верхніми;
- забезпечити рівномірну глибину обробітку ґрунту у межах 5...12 см (з відхиленням не більше 0,5 см);
- забезпечити рівне дно борозни (середня гребенястість не більше 4 см) і т.ін.

2. Деякі критерії для оцінювання валкових жаток:

- забезпечити зрізання рослин на висоті 15...25 см;
- просвіт між ґрунтом і нижньою частиною валків повинен бути не менше 10 см;
- валки повинні бути рівномірними і прямолінійними;
- стебла по всій ширині валкування не переплутані і повинні мати ухил від напрямку руху агрегату до 10° і т.ін.

Під час проектування сільськогосподарських машин основна вимога – це технічна ефективність машини. На сьогодні до всіх розроблюваних машин додають ще й такі вимоги – мінімального негативного впливу на навколишнє середовище і людину.

Отже, основні критерії оцінювання проектування нових конструкцій сільськогосподарських машин відповідно до технічного завдання:

- надійність виконання агротехнічних вимог;
- технічна надійність виробу;
- нешкідливість впливу на навколишнє середовище;
- надійність керування виробу оператором;
- енергетичні критерії;
- дизайн.

Критеріями проектування машин не можуть бути суб'єктивні переконання, наприклад такі безапеляційні судження, як: «важаю, що це погане рішення», або «це мені не подобається». Такі оцінки нерозумні і непереконливі. Випадковий підбір критеріїв може призвести до випадкових рішень, тобто, які критерії, така і конструкція. Часто помилки і невдачі в розробці нових машин є наслідком вибору неправильних критеріїв проектування конструкції.

2.5. Основні вимоги до розв'язання завдань проектування сільськогосподарських машин

Основне питання, яке вирішують у процесі проектування сільськогосподарських машин – це виконання агротехнічних вимог.

Головна вимога до сільськогосподарських машин – технологічний процес, який вони виконують, має відповідати завданню підвищення родючості ґрунту та сприяти розвитку рослинництва і тваринництва.

Інші загальні вимоги до сільськогосподарських машин.

Технічні. До них відносять: призначення машини, характеристика технологічного процесу і якість його виконання, сфера застосування, коефіцієнт готовності, маневреність, вид приводу і загальна технічна характеристика.

Експлуатаційні. До них відносять: умови експлуатації, зручність і легкість керування, коефіцієнт використання робочого часу, тягове зусилля, кількість обслуговуючого персоналу.

Економічні. Сюди входять: термін служби, надійність, продуктивність, витрата палива, допустимі втрати під час збирання.

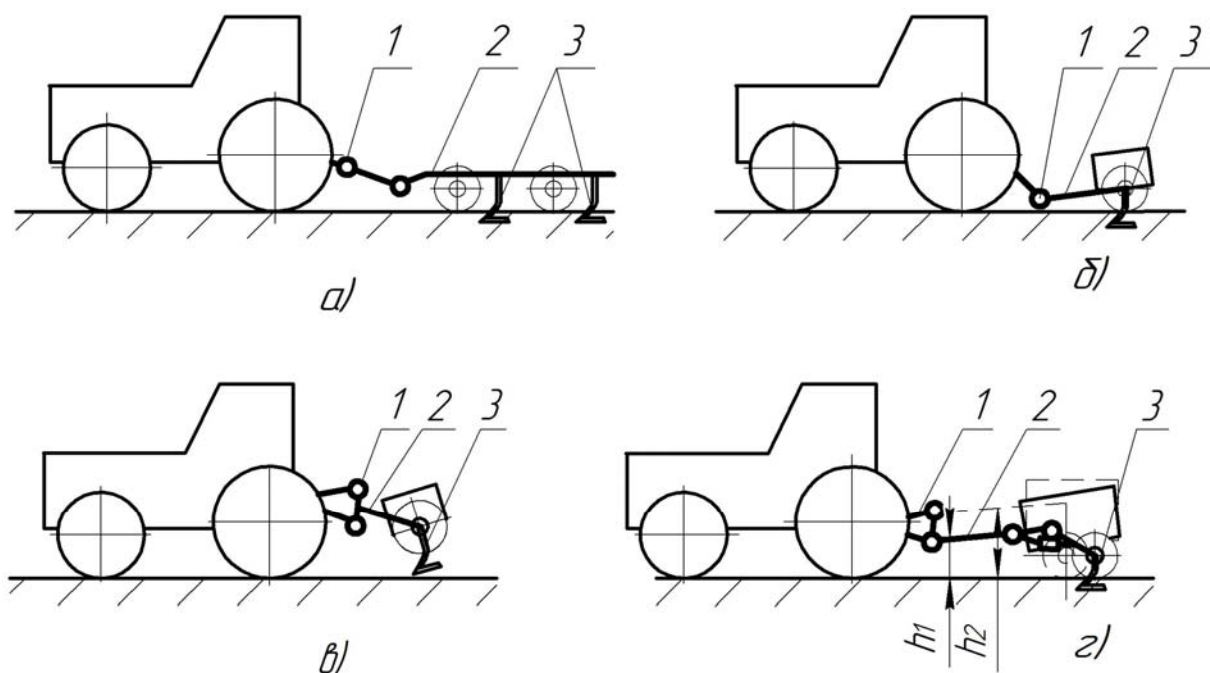
Виробничо-технологічні. До них відносять: масу машини, обсяг виробництва, трудомісткість і собівартість виготовлення.

2.6. Забезпечення вимог агрегування проектованих сільськогосподарських машин

Для кожної сільськогосподарської машини технічним завданням встановлюють спосіб агрегування і тяговий клас трактора. Конструктор у такому випадку має вписати нову машину в запропоновані умови агрегування. Такий шлях не завжди є раціональним. Тому конструктор зобов'язаний на стадії технічної пропозиції проаналізувати економічну доцільність запропонованої машини, а саме: основні характеристики нової машини; вид її агрегування (причіпна, начіпна і т.ін.); клас трактора або вибір самохідного варіанта. *Питання вибору агрегування машини і клас трактора є ключовими для визначення складу і параметрів агрегату, тому що це впливає, насамперед, на продуктивність як машини, так і всього агрегату, а також на вартість виконання ними відповідних робіт.*

Для наочності важливості вибору виду агрегування сільськогосподарської машини розглянемо різні види агрегатів і порівняємо їх.

Агрегати з причіпними і напівпричіпними машинами (рисунк 2.12а,б) універсальніші щодо встановлення оптимальної ширини захвату. Для різноманітних класів тракторів завдяки шарнірному причепу трактора і машини забезпечується стабільніший хід робочих органів по глибині і висоті на нерівних рельєфах поля, відсутність додаткових навантажень на трактор і машину під час їхньої роботи, на відміну від начіпних агрегатів. **Недолік:** через використання власної ходової системи і механізмів підйому робочих органів причіпні машини мають масу більшу, ніж начіпні машини з подібними характеристиками. Агрегати з причіпними машинами менш маневрені під час в'їзду в загони на полі.



а) агрегат із причіпною машиною; б) агрегат з напівпричіпною машиною; в) агрегат з начіпною машиною; г) агрегат з напівначіпною машиною; 1 – начіпна система трактора; 2 – рама машини; 3 – робочі органи

Рисунок 2.12 – Розташування робочих органів відносно опорних коліс машини

Начіпна машина з трактором (рисунк 2.12в) – компактний агрегат, який добре маневрує в транспортному положенні. Проте цій схемі агрегування властиві деякі **недоліки:** маса і габарити приєднуваної машини обмежені вантажопідйомальністю начіпної системи трактора, вантажопідйомальністю самого трактора і стійкістю агрегату. Агрегати з начіпними машинами є ефективними тоді, коли при порівняно малій ширині захвату машини необхідні підвищені витрати потужності (плуги, ґрунтові фрези та ін.). Під час роботи такого агрегату начіпна машина

жорстко копіює коливання трактора (вертикальні і горизонтальні) і його маневри, що призводить до виникнення додаткових навантажень на машину і трактор, а також на стійкість ходу робочих органів (наприклад, під час роботи їх у ґрунті).

Напівначіпний варіант (рисунок 2.12 $_{\text{з}}$) агрегування сільськогосподарських машин використовують на практиці рідко, тому що в ньому об'єднуються не тільки переваги начіпних і причіпних агрегатів, але і їхні основні недоліки.

Після вибору способу агрегування машини необхідно найбільш раціонально розташувати робочі органи, що контактують з ґрунтом під час роботи на полі або з рослинами, щоб забезпечувалася найбільш якісна робота.

У начіпному варіанті робочі органи варто розташовувати в зоні вертикальної осі опорних коліс машини або в зоні опорних башмаків за умови «плаваючого» положення начіпної системи трактора (див. рис. 2.12 $_{\text{в}}$).

У причіпному варіанті (див. рис. 2.12 $_{\text{а}}$) робочі органи варто розташовувати в зоні вертикальної осі опорних коліс (тільки не в зоні поворотних або керуючих коліс) або в проміжку між передніми і задніми колесами (ближче до опорних коліс).

У напівпричіпному (напівначіпному) варіанті робочі органи того ж призначення варто розташовувати, як і в начіпних, у зоні вертикальної осі опорних коліс.

При дотриманні відзначених вимог до встановлення робочих органів вплив коливань машини і трактора на стійкість ходу цих робочих органів на нерівностях поля буде найменшим.

2.7. Обґрунтування ширини захвату мобільних сільськогосподарських машин

Ширина захвату сільськогосподарських агрегатів безпосередньо залежить від потужності (тягового зусилля) трактора, а також від швидкості і технічних показників технологічного процесу.

Обґрунтування ширини захвату сільськогосподарських машин базується на вихідних даних, обумовлених у технічних завданнях. ТЗ вміщує такі дані:

- призначення проектованої сільськогосподарської машини (для механізації, якої або яких операцій технологічного процесу вирощування або збирання сільськогосподарських культур вона призначена);

- спосіб агрегування (з яким енергетичним засобом проєктована машини повинна агрегуватися);
- додаткова інформація у вигляді винаходу (патенту) або результатів наукових досліджень.

Ширину захвату сільськогосподарських машини для обробітку ґрунту визначають з умов їхніх тягових зусиль.

Трактори мають свої технічні характеристики, зокрема, тягове зусилля.

Сільськогосподарські машини чинять питомий опір під час різних технологічних операцій. Поєднуючи ці параметри, можна записати рівняння

$$q_A \cdot B_A = k_T \cdot F_T, \quad (2.1)$$

- де q_A – питомий тяговий опір агрегату (тяговий опір, що припадає на один метр ширини захвату агрегату), Н/м;
 B_A – ширина захвату агрегату, м (рисунок 2.13);
 k_T – коефіцієнт використання тягового зусилля трактора (для різних сільськогосподарських операцій він завжди менше одиниці, з літературних джерел оптимальне значення k_T під час оранки коливається від 0,88 до 0,94; на інших операціях $k_T = 0,9 \dots 0,97$);
 F_T – тягове зусилля на гаку трактора (його значення різні залежно від робочої швидкості, яке також різне), кН.

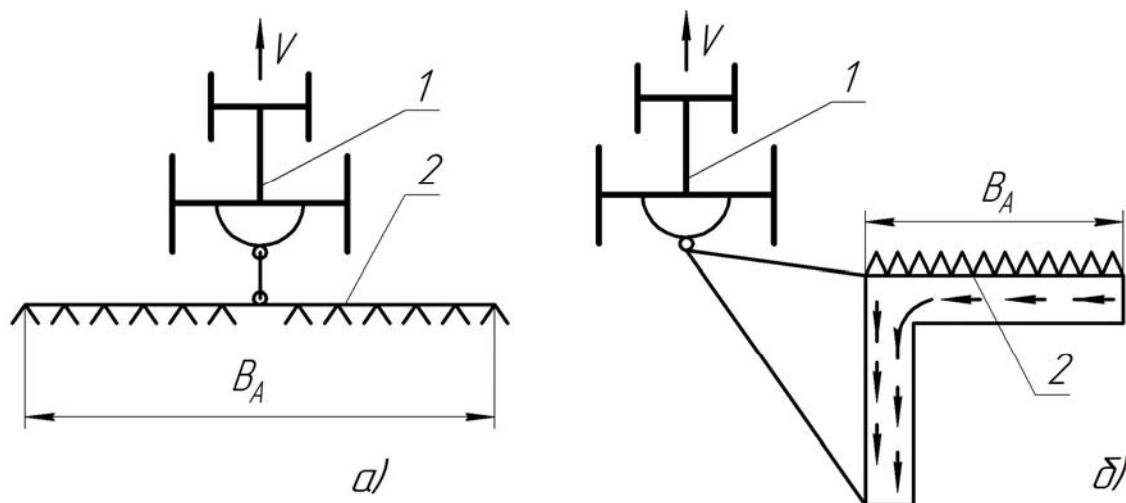
У рівнянні (2.1) ліва частина стосується машини, права – трактора, вони є абсолютно рівнозначними. Це забезпечує **можливість вибору трактора за тяговими властивостями відповідно до машини** за формулою

$$F_T = q_A \cdot B_A / k_T, \quad (2.2)$$

або вибір сільськогосподарської машини з характеристиками відповідно до трактора

$$B_A = k_T \cdot F_T / q_A. \quad (2.3)$$

Також є інший шлях визначення сили тяги F_T за умови передавання критичного моменту через вал відбору потужності трактора.



а) агрегат для обробітку ґрунту;

б) агрегат для скошування сільськогосподарських культур;

1 – трактор; 2 – машина

Рисунок 2.13 – Схема для вибору ширини захвату сільськогосподарського агрегату

На практиці застосовують широкий діапазон зміни ширини захвату сільськогосподарських машин, від 1,5 до 6,0 м, іноді більше, особливо для ґрунтообробних і посівних машин на рівних полях.

Збільшення ширини захвату сільськогосподарських машин більше 6,0 м призводить до значного непропорційного **зростання матеріалоємності конструкції** машини. Це виникає через необхідність введення в конструкцію основної рами машини додаткової металоконструкції для забезпечення її жорсткості. За таких умов значно погіршується стійкість ходу робочих органів сільськогосподарських машин (знарядь), які контактують під час роботи на полі з ґрунтом або рослинами.

Збільшення ширини захвату сільськогосподарських машин більше 6,0 м створює **проблеми з їх пересуванням** по дорогах, полях, а також через підвищення впливу нерівностей, її транспортуванням із заводу-виготовлювача. Якщо ширина захвату сільськогосподарського агрегату більше 6,0 м, то необхідно передбачити з'єднання декількох окремих машин меншої ширини захвату в одну широкозахватну. Для цього використовують зчіпні пристрої і зчіпки.

Під час виконання технологічного процесу сільськогосподарськими машинами **через нерівності поля виникають коливання рами, що суттєво впливає на рівномірність глибини ходу робочих органів машин під час обробітку ґрунту та догляду за посівами сільськогосподарських культур**, а також і на якість роботи збиральних машин. Ці коливання обумовлені **шириною захвату машини і розташуванням опорних коліс**

або башмаків на рамі (рисунок 2.14). Щоб зменшити коливання рами сільськогосподарської машини необхідно розташовувати опорне колесо і башмаки всередині захвату машини з колією коліс

$$B_K = (0,71 \dots 0,83) \cdot B_A. \quad (2.4)$$

Якщо ширина захвату машини $B_A \leq 3$ м, то застосування консольних рам недоцільне.

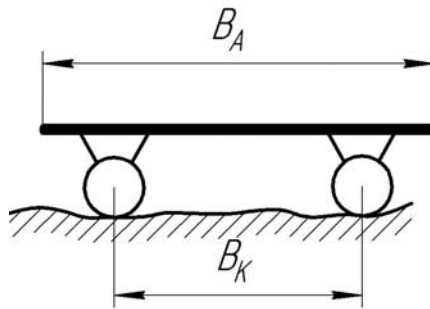


Рисунок 2.14 – Схема розташування опор на рамі машини

2.8. Продуктивність сільськогосподарських машин та агрегатів

Продуктивність сільськогосподарських машин та агрегатів є одним із найважливіших показників використання сільськогосподарської техніки.

Головний напрям у розвитку сільськогосподарської техніки як на даний час, так і на перспективу – це підвищення продуктивності машин. Продуктивність сільськогосподарських машин суттєво впливає на визначення типу як робочих органів, так і машин в цілому для забезпечення необхідної механізації сільськогосподарського виробництва.

Продуктивність машини або агрегату – це кількість обробленого ними матеріалу за одиницю часу.

Продуктивність сільськогосподарських машин та агрегатів визначають за:

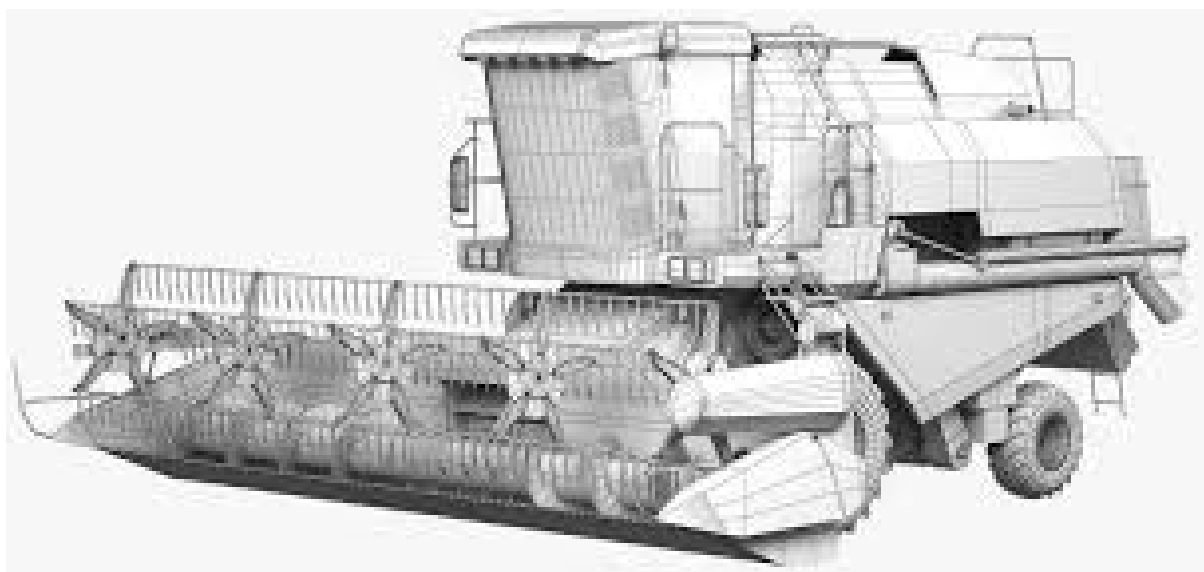
- обробленою площею (м^2 , га) за (год., хв., с);
- обсягом або масою обробленого матеріалу (м^3 , т) за (год., хв., с).

Рівень теоретичної та експлуатаційної продуктивності сільськогосподарських машин визначають за:

- швидкістю або часом переміщень робочих органів;
- обсягом матеріалу або шириною захвату машини;
- за типом загальної функціональної схеми агрегату.

Тема 3
ОСНОВНІ МЕТОДИ ТА ЕТАПИ РОЗРОБКИ НОВИХ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

- 3.1. Творча діяльність конструктора під час створення нових сільськогосподарських машин**
- 3.2. Моделі робочих процесів, виконуваних робочими органами сільськогосподарських машин**
- 3.3. Функціональна схема**
- 3.4. Кінематична схема**
- 3.5. Розрахункова схема**
- 3.6. Геометрична модель**
- 3.7. Математична модель**
- 3.8. Принципова схема виробу**
- 3.9. Виконання робочих креслень**
- 3.10. Конструктивна спадкоємність**



3.1. Творча діяльність конструктора під час створення нових сільськогосподарських машин

У створенні нових машин головним є конструктор. Успіх у створенні нових конструкцій приходить не одразу, необхідні наполегливі пошуки, уміння переборювати труднощі і невдачі. Найважливішим є виховання в собі творчих задатків, тобто уміти творчо підходити до всього у своїй діяльності, швидко опрацьовувати інформацію, висновки, іноді з іншої галузі, навчитися розглядати явища одразу з декількох точок зору, відмовлятися від сформованої точки зору, якщо кимось іншим запропоноване правильніше конструктивне, технологічне, економічне рішення, мати творчу інтуїцію і перспективне бачення.

Творча діяльність конструктора залежить від його особистого практичного досвіду і базується на вивченні й аналізі патентних, науково-дослідних матеріалів і матеріалів різноманітних конструкцій, які виготовляють на даний час, так і тих, що випускалися раніше. Тобто *конструктор повинен достатньо добре володіти відповідною інформацією, яка має бути для нього необхідним матеріалом для роздумів, розрахунків, схем шуканої конструкції.*

Творча діяльність спеціаліста в період розробки нової конструкції має ранні і пізні етапи роботи.

Ранній етап – це пошук прийняттого робочого процесу, що відповідає вимогам технічного завдання. Здійснюють його за допомогою побудови й аналізу моделей.

Пізні етапи – це розробка робочих креслень та іншої конструкторської документації, етапи випробувань виробу, узгодження і передача конструкторської документації на виробництво.

3.2. Моделі робочих процесів, виконуваних робочими органами сільськогосподарських машин

Під час створення нових зразків сільськогосподарських машин головне – *правильно вибрати конструкції основних робочих органів машини (знаряддя) або розробити інші для забезпечення виконання робочого процесу.*

Робочий процес машини (знаряддя) – це сукупність послідовних дій робочих органів машини для досягнення необхідних результатів. Тому конструкторську роботу над створенням нової машини (знаряддя) необхідно починати з побудови й аналізу умовного або уявного задуманого робочого процесу. Він може бути вираженим у вигляді якогось зображення з доведенням його до робочих креслень машини (знаряддя).

Конструювання необхідно починати з побудови так званих моделей задуманого робочого процесу з метою його логічного, графічного або аналітичного вивчення, що сприяє успішній розробці такої конструкції машини (знаряддя), яке може якісно виконати необхідний (задуманий) робочий процес.

Всі види зображень (схеми, креслення та ін.), аж до виготовлення виробу є різновидами різноманітних моделей. Ці моделі характеризують перебіг робочих процесів у машинах (знаряддях) і пристроях самих машин (знарядь) або їхніх складових частин. Вони є моделями конструкцій складових елементів робочих органів.

Конструктори найчастіше використовують схемні і натурні моделі машин (знарядь).

Схемні моделі – це різні схеми та моделі:

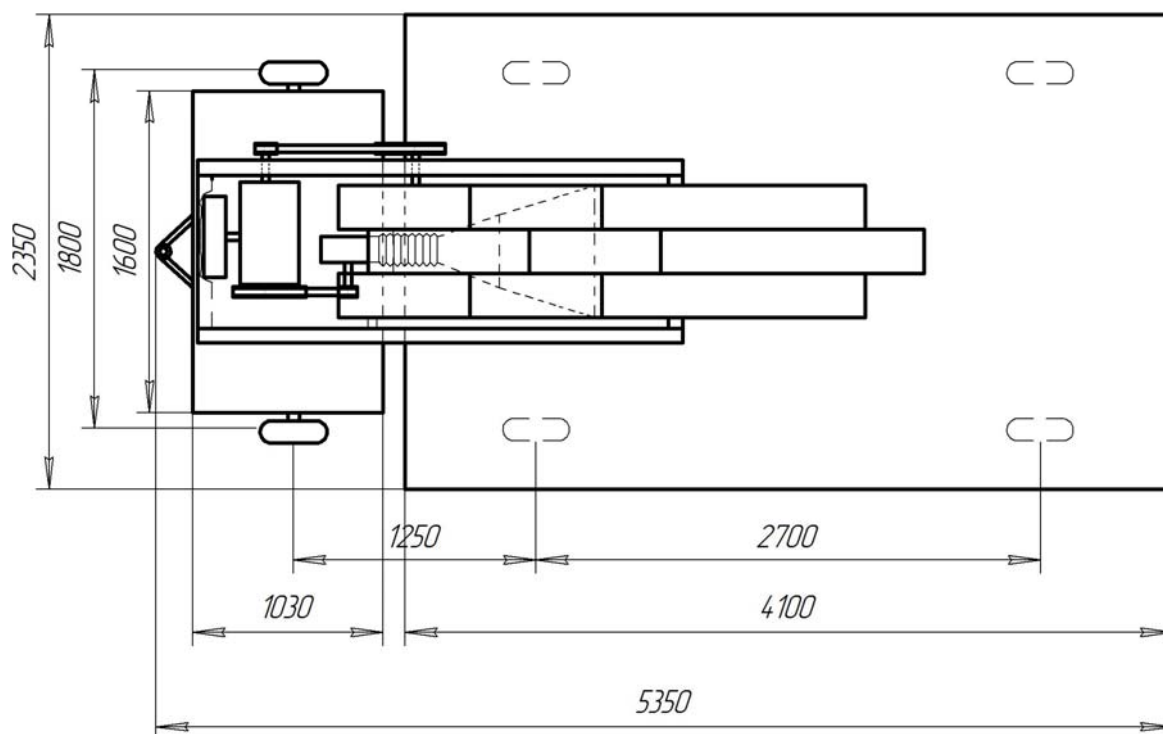
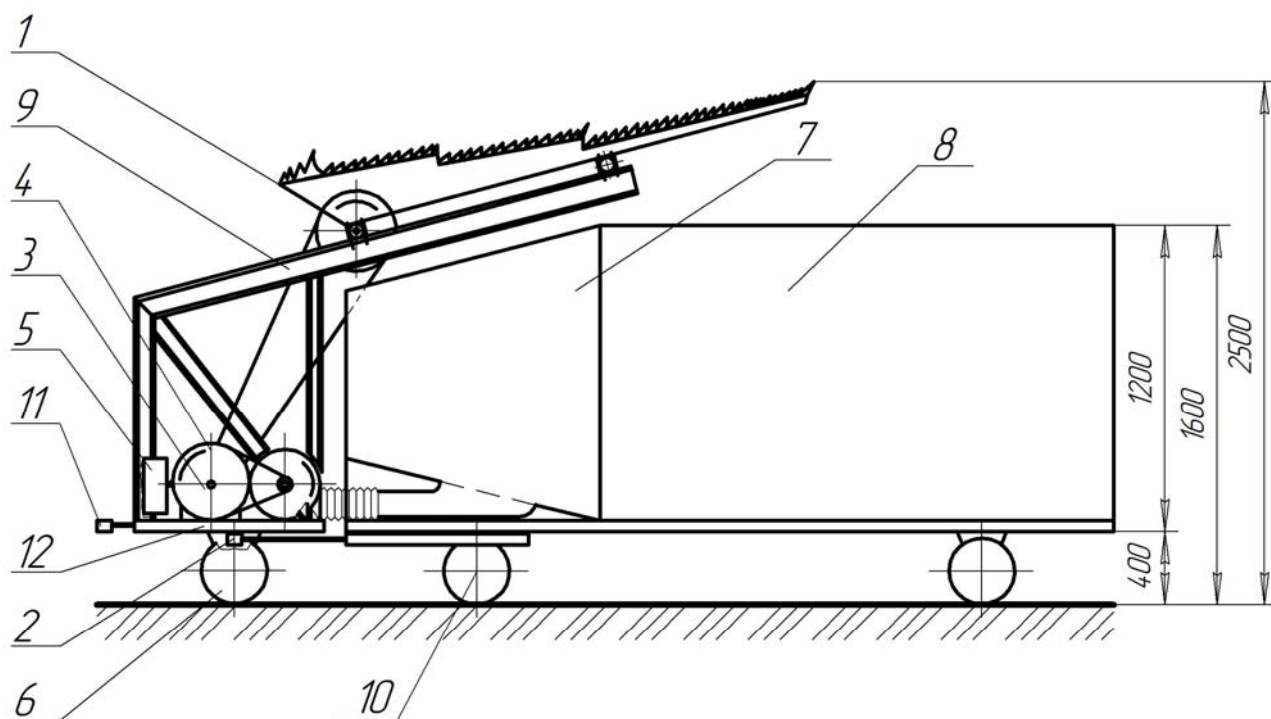
- графічні конструкторські документи (функціональні схеми, креслення на виріб, включно з робочими кресленнями);
- графічні конструкторські розробки у вигляді принципів (компонувальних) схем;
- розрахункові схеми, які використовують для визначення різних силових характеристик;
- кінематичні схеми, які використовують для визначення кінематики руху робочих органів, їхніх елементів або оброблюваного матеріалу;
- математичні і рідше геометричні моделі.

Ці всі документи використовують у технічних звітах, науково-технічних обґрунтуваннях і пояснювальних записках.

Приклади принципів схем деяких сільськогосподарських машин зображено на рисунках 3.1-3.4.

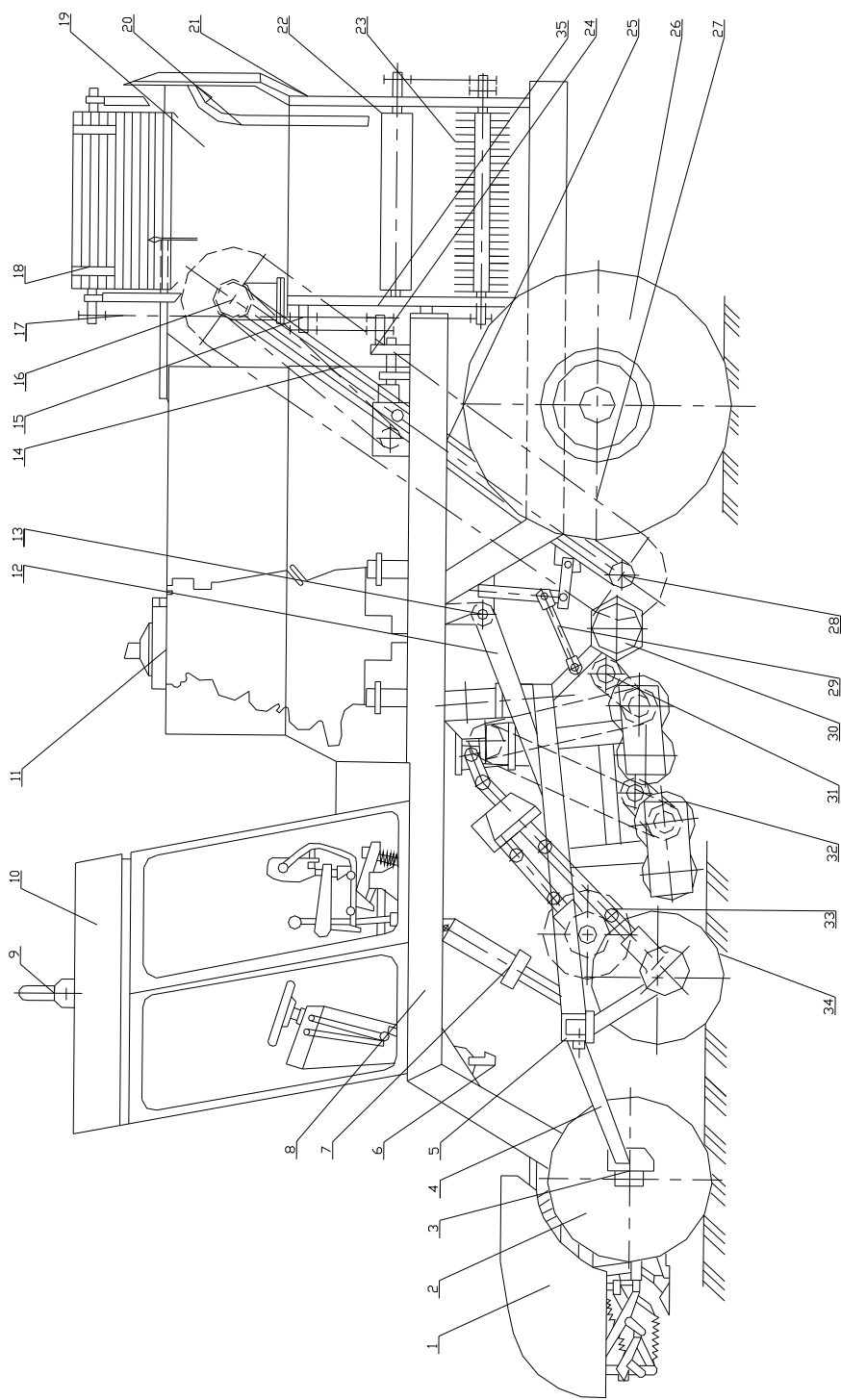
Натурні моделі або експериментальні зразки – це моделі, які розроблені із метою виконання досліджень (випробувань) окремих робочих органів або їхніх елементів, для перевірки та оцінювання їхньої працездатності, а також для уточнення окремих параметрів машини (виробу) та її конструктивного рішення.

Розглянемо види схемних моделей та їхні варіанти.



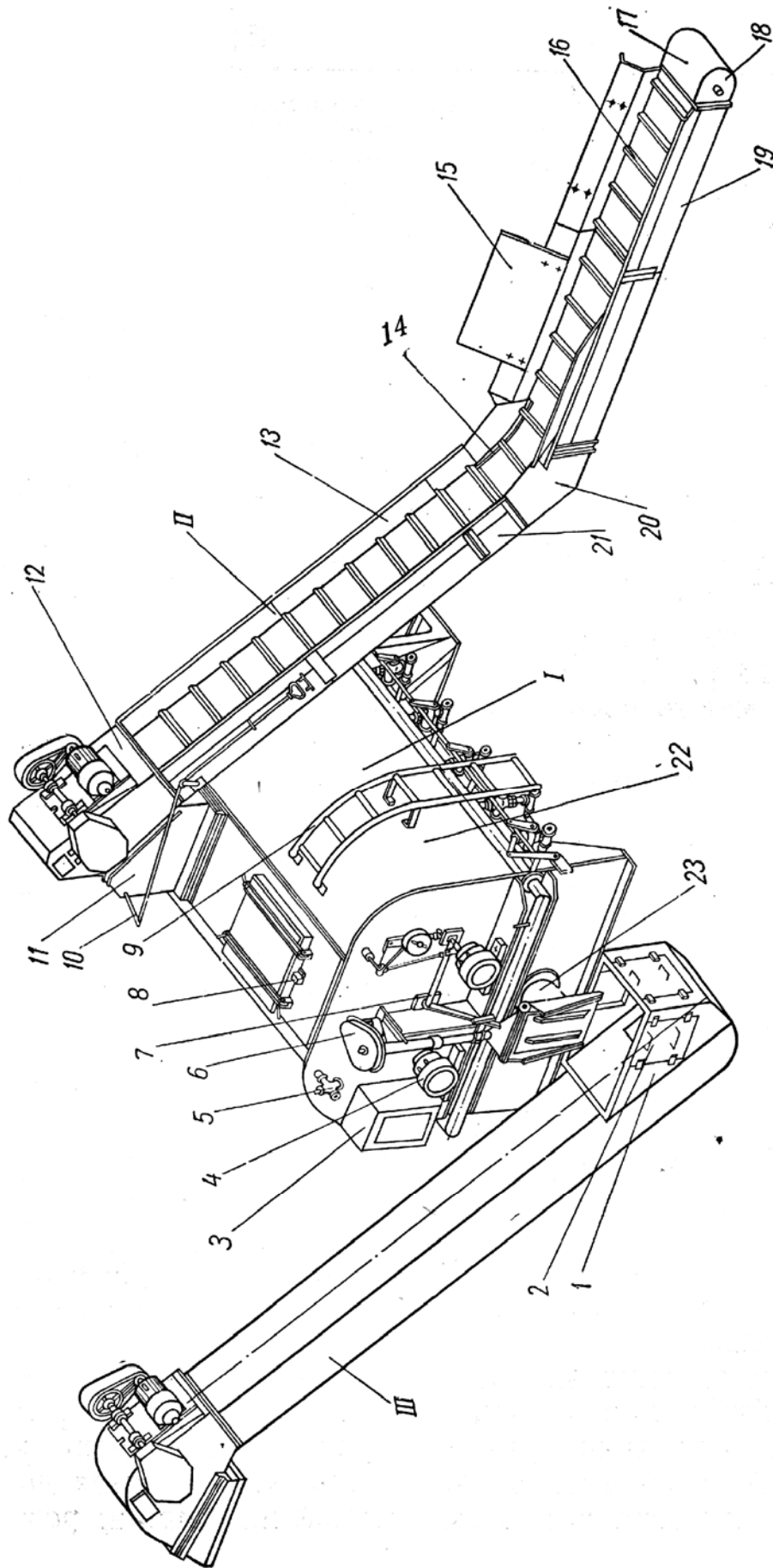
1 – привод транспортера вороху; 2 – привод керованих коліс; 3 – вал; 4 – пасова передача;
 6 – керовані колеса; 7 – приймальна камера; 8 – бункер-накопичувач; 9 – рама транспортера;
 10 – опорні колеса; 11 – причіп; 12 – рама приводу

Рисунок 3.1 – Принципова схема накопичувача льоновороху



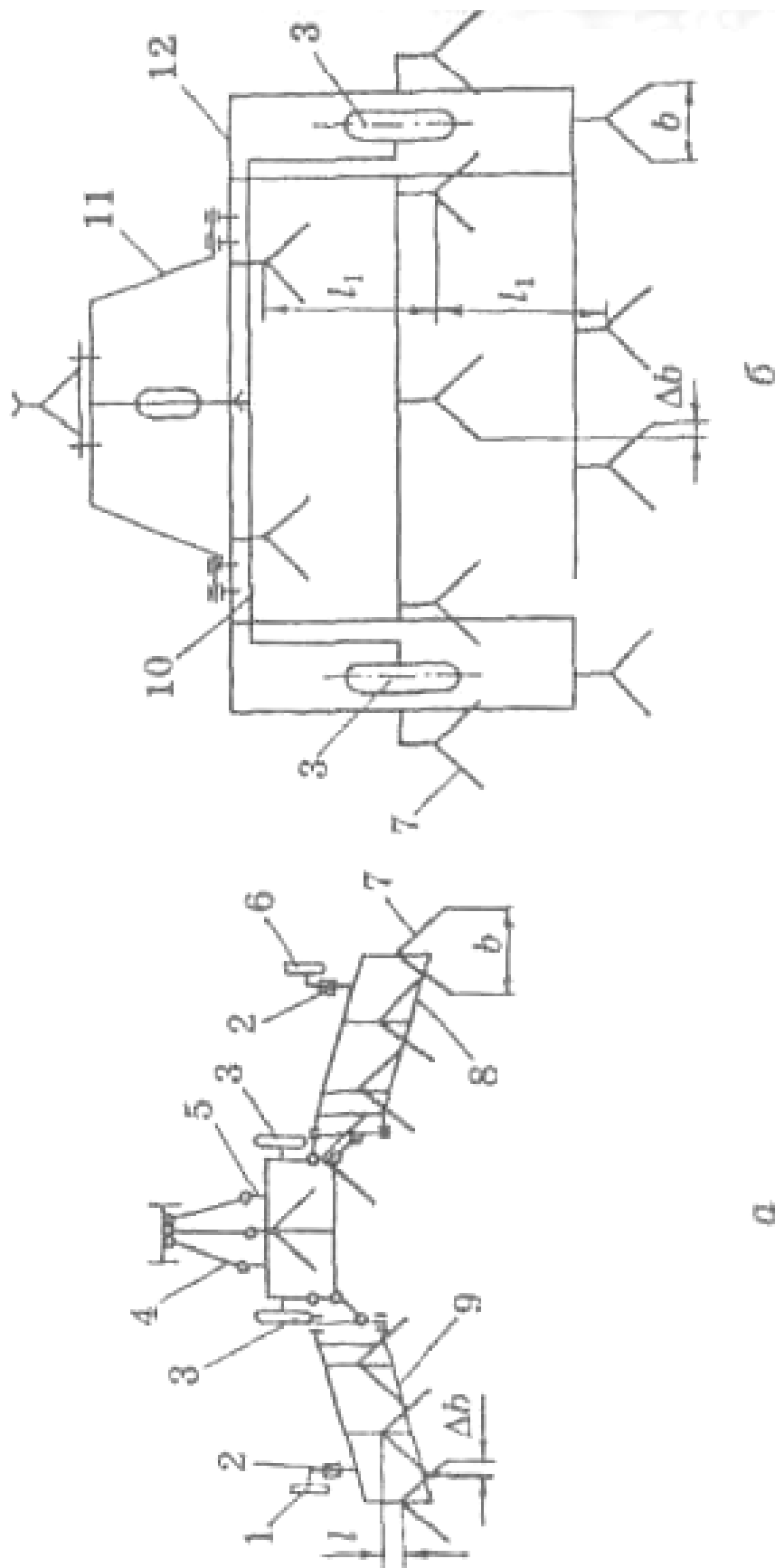
1 – автомат водіння; 2 – передній міст керування коліс; 3 – регулятор глибини ходу машини; 4 – кронштейн; 5 – хомут кріплення стійок копачів; 6 – фіксатор; 7 – гідроциліндр підйому копачів; 8 – повітроочисник-вентилятор; 9 – показник сигналізації; 10 – кабіна; 11 – силовий агрегат; 12 – рама викопуючого пристрою; 13 – сферичний шарнір; 14 – верхня частина позовжнього елеватора; 15 – з’єднання; 16 – ведучий вал; 17 – ланцюгова передача; 18 – вивантажувальний елеватор; 19 – бункер; 20 – прогумований фартух; 21 – корпус бункера; 22 – полотно переднього елеватора; 23 – полотно позовжнього елеватора; 24 – планетарний редуктор; 25 – нижня частина позовжнього елеватора; 26 – міст ведучих коліс; 28 – направляючий ролик; 29 – регулювальна тяга; 30 – передавальний бітер; 31 – задній валець шнекового очисника; 32 – шнековий очисник; 33 – бітер; 34 – копач; 35 – стійка

Рисунок 3.2 – Принципова конструктивна с



I – змішувач; II – завантажувальний транспортер; III – вивантажувальний транспортер; 1 – приймальний бункер; 2 – засувка; 3 – шафа керування агрегатом; 4 – опора мішалки; 5 – паровідвід; 6 – редуктор виконавчого механізму; 7 – система керування вивантажувальним шнеком і клинковою засувкою; 8 – блокувальний пристрій; 9 – драбина; 10 – система керування шибром завантажувального транспортера; 11 – перехідник з шибром; 12 – приводна секція завантажувального транспортера; 13 – секція похила; 14 – сектор напрямний; 15 – щиток; 16 – скребкове полотно; 17 – приставка; 18 – вал ведучий; 19 – секція горизонтальна; 20 – опора; 21 – секція змінна; 22 – корпус змішувача; 23 – вивантажувальна горловина із засувкою

Рисунок 3.3 – Принципова конструктивна схема агрегата АПС-6,0 для приготування кормових сумішей



а) культиватора-плоскоріза;

б) важкого протиерозійного культиватора;

1 і 6 – колеса, які самовстановлюються; 2 – гідроциліндри; 3 – неповоротні колеса; 4 – підвіска; 5, 8 і 9 – середня, права і ліва секції; 7 – робочі органи; 10 – колінчаста вісь; 11 – причеп; 12 – рама

Рисунок 3.4 – Принципові схеми

3.3. Функціональна схема

Приклади функціональних, конструкторсько-компонувальних схем, технологічних, техніко-конструкційних схем, загальний вигляд різних сільськогосподарських машин, наприклад, коренезбиральних, зернозбиральних та сівалок, зображені на рисунках 3.5-3.24. Такі схеми можна застосовувати як для конструювання машин, так і для порівняння конструктивних особливостей відповідних машин різних марок і моделей та можливостей їх подальшого удосконалення.

Функціональна схема машини (знаряддя) – це конструкторський документ, на якому умовними графічними позначеннями показують складові частини машини або знаряддя (структуру знаряддя) і розкривають процеси, що відбуваються у машині (знарядді) та її окремих частинах.

Функціональні схеми використовують конструктори для аналізу відомого або задуманого ними робочого процесу, для уточнення типів робочих органів, їхнього принципу роботи, їх кількості і черговості розташування під час виконання робочого процесу.

Функціональні схеми містять інформацію для розробки інших схем і моделей. Функціональні схеми використовують безпосередньо в робочій конструкторській документації (наприклад, як ілюстрація в інструкціях з експлуатації виробу), для повноти пояснення загальної або місцевої будови машини і принципу її роботи.

Функціональну схему виконують без дотримання масштабу, дійсне просторове розташування складових частин машини враховують наближено. Схема має бути компактна, але без шкоди для ясності зображення. **Умовні графічні позначення елементів варто розташовувати на схемі так, щоб забезпечити найкраще уявлення про структуру виробу і взаємодії його складових частин.**

Досить часто конструкторам доводиться аналізувати тільки якусь частину робочого процесу, виконуваного машиною. Тоді використовують функціональну схему не всієї машини, а тільки її окремої, досліджуваної частини, а це якийсь механізм або його окремі елементи, що виконують визначену функцію в робочому процесі машини.

На рисунках 3.25-3.35 наведені загальні вигляди та схеми окремих вузлів різних сільськогосподарських машин: посівна секція, висівний апарат, механізм передач та прилад контролю висіву і рівня насіння пневматичної сівалки СУПН-8; жатна частина та схема піднімального механізму жатної частини комбайна КЗС-9-2; жатки зернозбиральних комбайнів ДОН-1500Б, Massey Ferguson, New Holland; мотовило, похила камера, жатка валкова начіпна ЖВН-6Б.

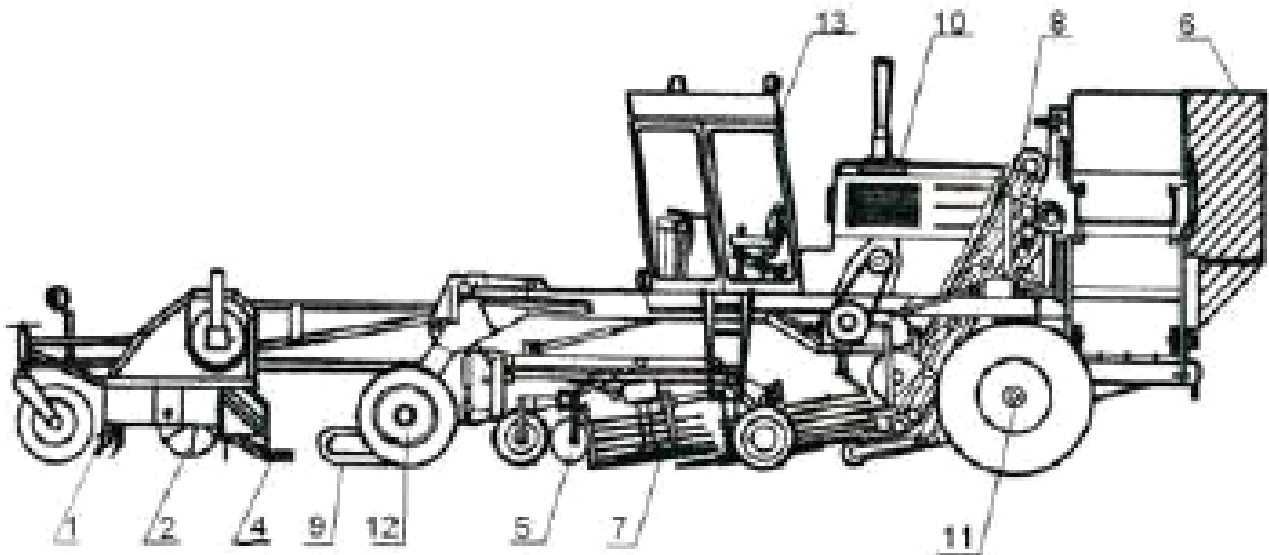
За такими схемами компонують машини, аналізують виконання ними технологічних процесів, удосконалюють їх конструкції та ін.



Рисунок 3.5 – Комбайни бурякозбиральні самохідні SF 40 і SF 20 (виробник Franz Kleine)

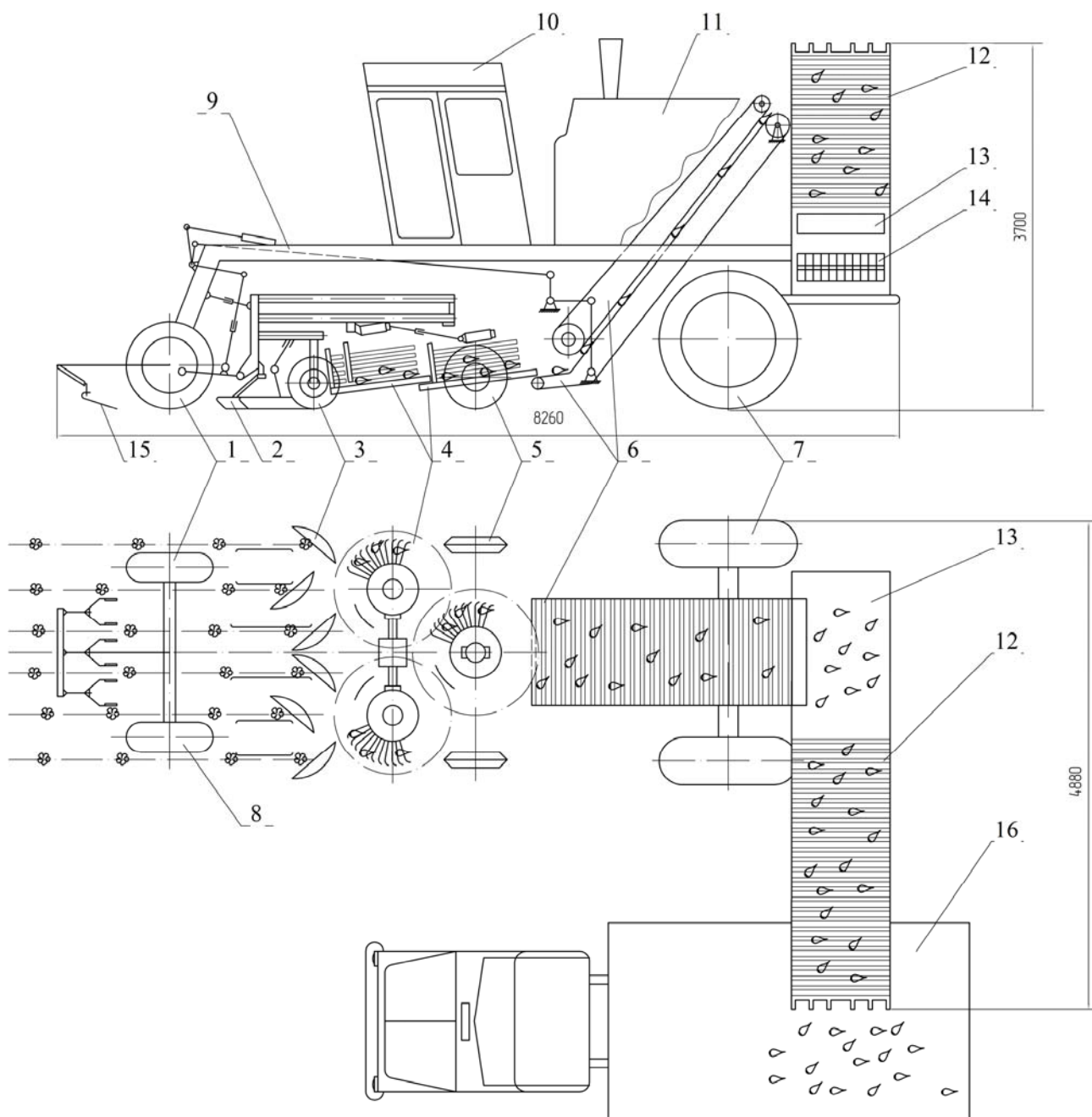


Рисунок 3.6 – Машина коренезбиральна самохідна КС-6Б-05



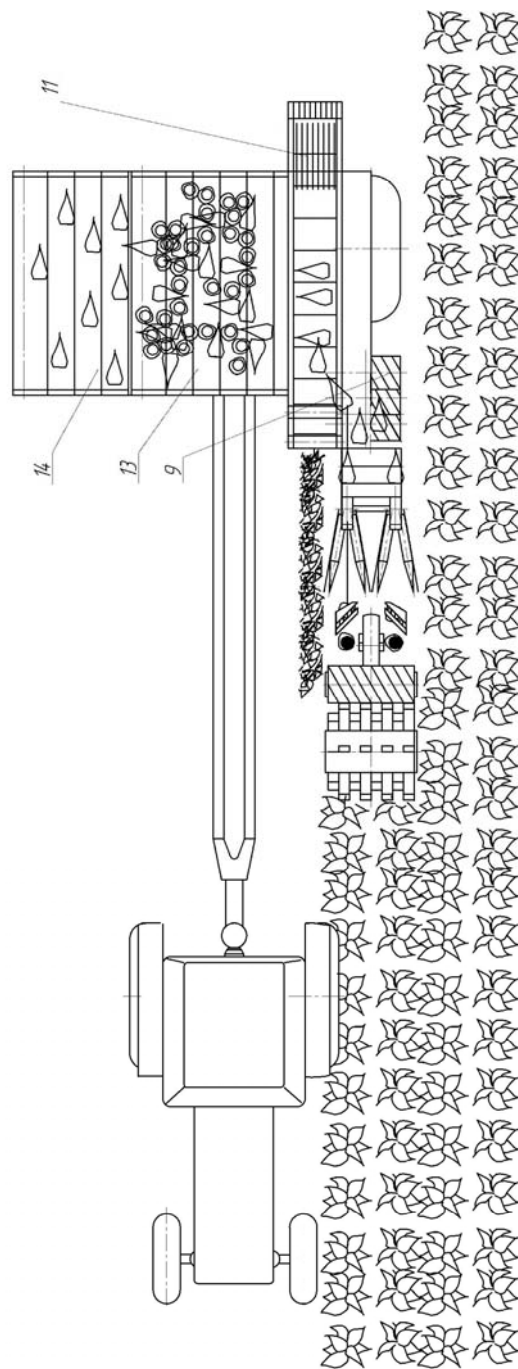
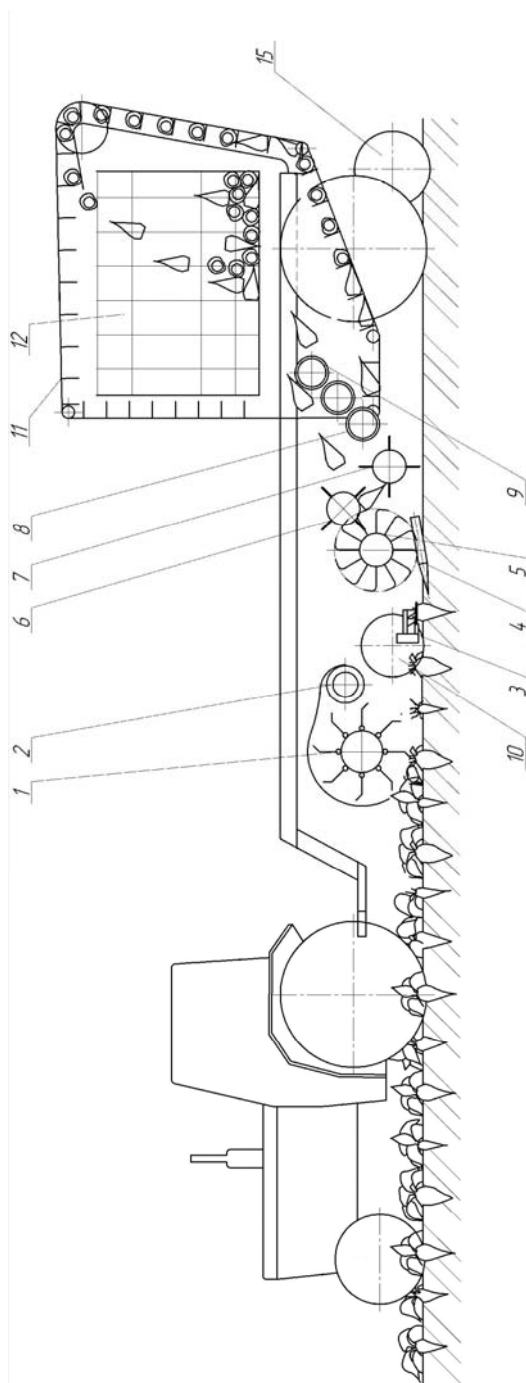
1 – ротор дообрізувача; 2 – вал доочищення; 3 – шнек; 4 – пасивний дообрізувач;
 5 – викопуючий орган (копач); 6 – бункер; 7 – турбінний очисник; 8 – подвійний
 транспортер; 9 – система автоматичного водіння по рядках; 10 – двигун;
 11 – міст ведучих коліс; 12 – міст керованих коліс; 13 – кабіна

Рисунок 3.7 – Техніко-конструкційна схема машини КС-6Б-05



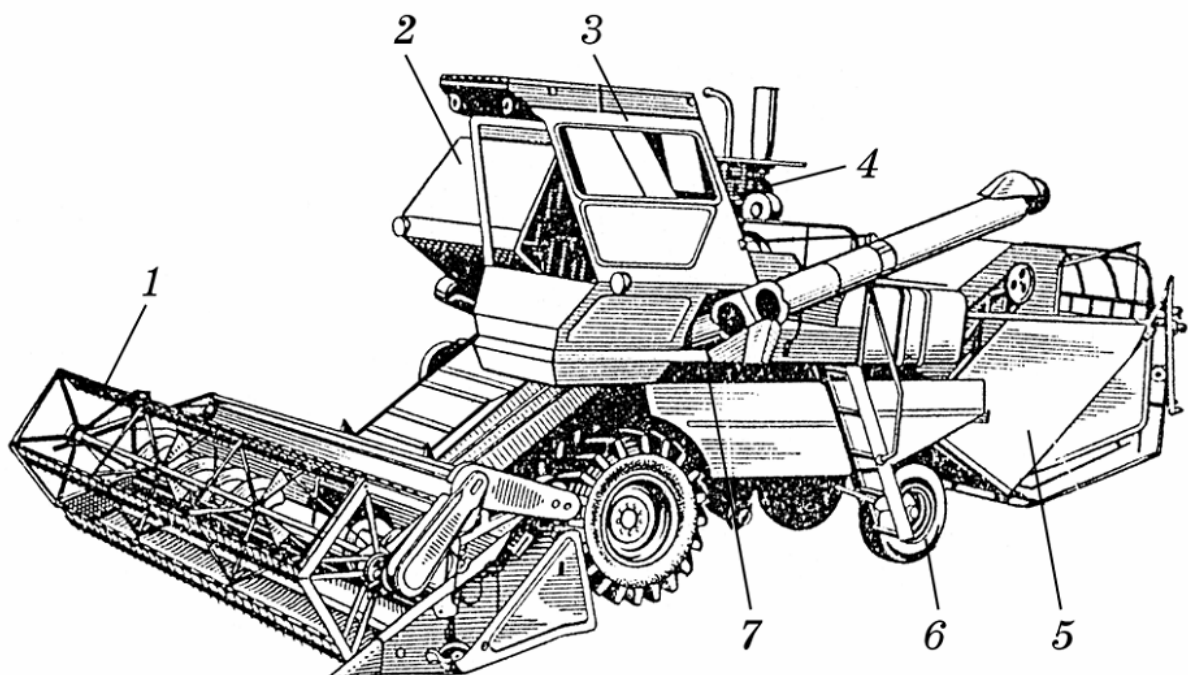
- 1 – керуючі колеса; 2 – полоз дискового копача; 3 – дисковий копач;
 4 – диски роторного очисника; 5 – стабілізуючі колеса викопуючої рамки;
 6 – поздовжній транспортер; 7 – ведучі колеса; 8 – опорні колеса виконуючої рамки;
 9 – рама; 10 – кабіна; 11 – двигун; 12 – вивантажувальний транспортер;
 13 – стрічковий транспортер; 14 – грудкоподрібнювач; 15 – копирі;
 16 – транспортний засіб.

Рисунок 3.8 – Функціональна схема коренезбиральної самохідної машини КС-6Б



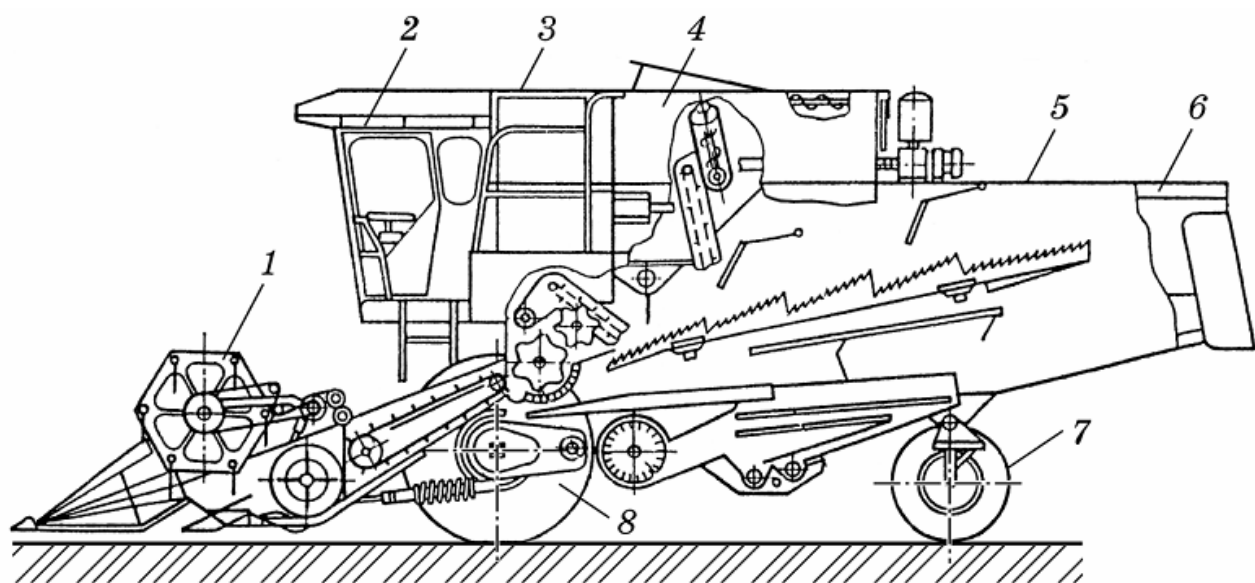
1 – роторний гичкоріз; 2 – шнек відбору гички; 3 – ніж-дообрізувальник; 4 – ротаційно-вильчатий копач;
 5 – коренезабірник; 6 – бітер; 7 – вал лопатевий; 8 – шнек; 9 – звідний шнек; 10 – колесо опорне;
 11 – транспортер; 12 – бункер; 13 – транспортер бункера; 14 – відкидний транспортер бункера; 15 – маркер-стабілізатор.

Рисунок 3.9 – Технологічна схема т збирання цукрових буряків
 причіпним бункерним комбайном КБ-2



1 – жатна частина; 2 – бункер для зерна; 3 – кабіна з органами керування;
4 – двигун (дизель); 5 – пристрій для збирання незернової частини врожаю (надалі НЗВ);
6 – ходова частина; 7 – молотарка

Рисунок 3.10 – Конструктивно-компонувальна (класична) схема зернозбирального самохідного комбайна СК-5М «Нива»



1 – жатна частина; 2 – кабіна; 3 – двигун; 4 – бункер; 5 – молотарка;
6 – капот; 7 – керовані колеса; 8 – ведучі колеса

Рисунок 3.11 – Конструктивно-компонувальна схема зернозбирального самохідного комбайна «Лан»



Рисунок 3.12 – Зернозбиральний самохідний комбайн
Дон-Лан «Вектор»

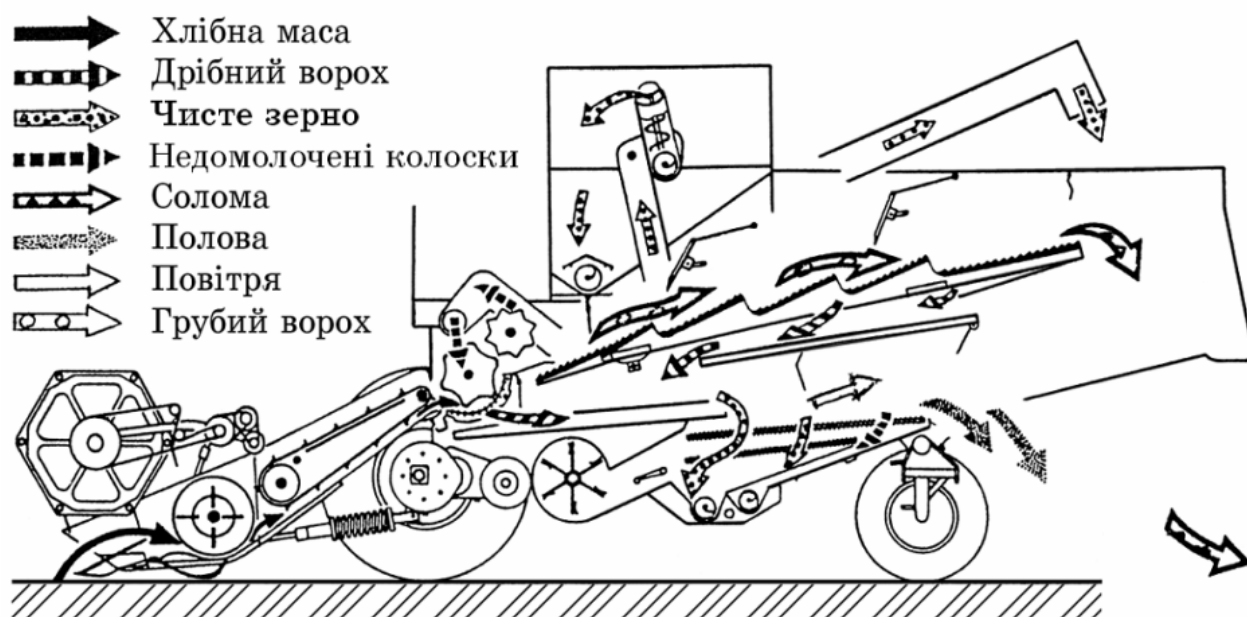
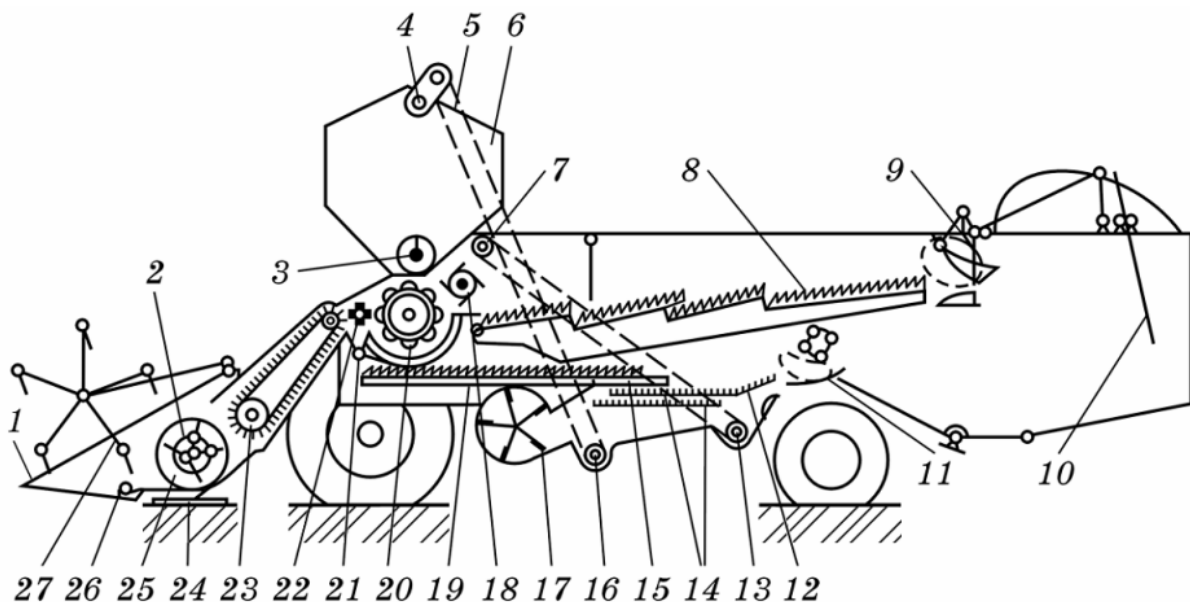


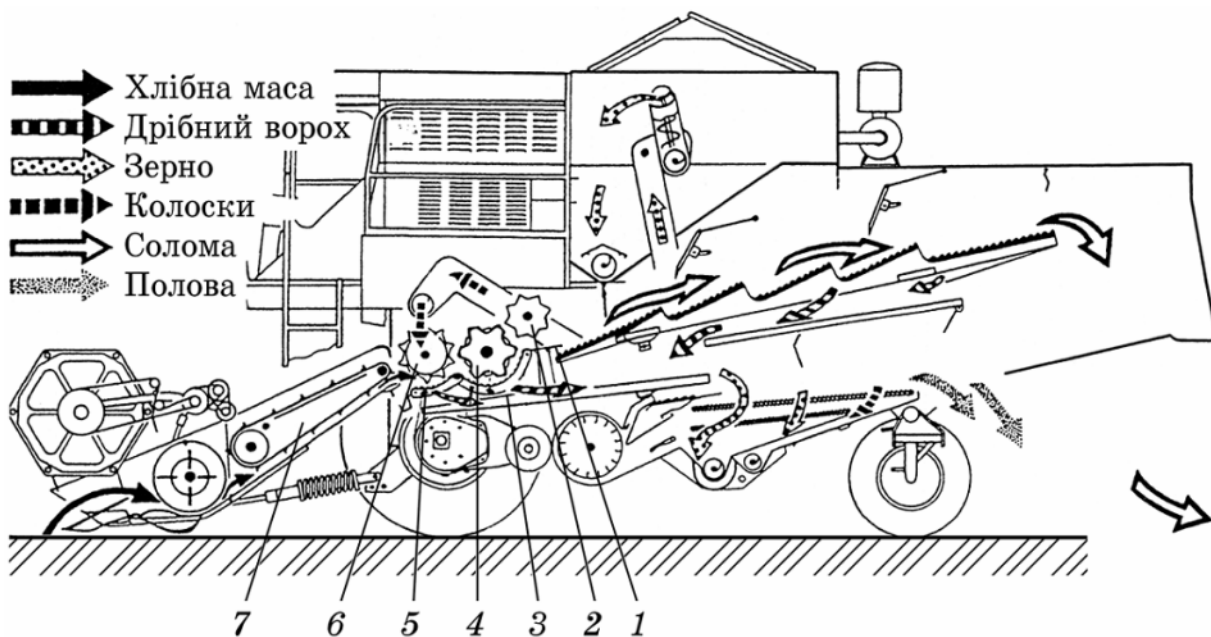
Рисунок 3.13 – Схема технологічного процесу зернозбирального
самохідного комбайна «Лан»



1 – подільник; 2 – пальцевий механізм; 3 – вивантажувальний шнек; 4 – розподільний шнек; 5 – зерновий елеватор; 6 – бункер; 7 – колосовий елеватор; 8 – соломотряс; 9 – соломонабивач; 10 – копнувач; 11 – половонабивач; 12 – подовжувач верхнього решета; 13 – колосовий шнек; 14 – верхнє і нижнє решета; 15 – пальцева решітка; 16 – зерновий шнек; 17 – вентилятор; 18 – відбійний бітер; 19 – струшувальна дошка; 20 – молотильний апарат; 21 – каменевловлювач; 22 – приймальний бітер; 23 – плаваючий конвеєр; 24 – башмак жатки; 25 – шнек жатки; 26 – різальний апарат; 27 – мотовило

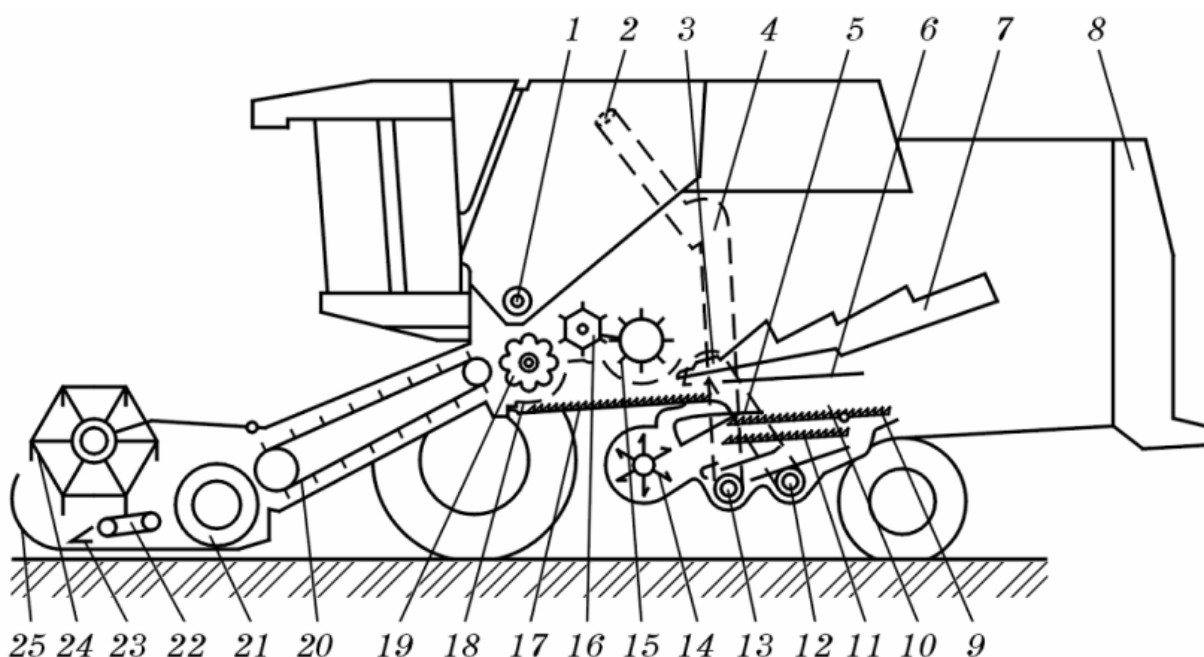
Рисунок 3.14 – Функціональна (технологічна) схема зернозбирального самохідного комбайна СК-5М «Нива»

Комбайни «Mega» фірми Claas (Німеччина відрізняються наявністю нового типу молотильного апарата APS (прискорення перед обмолотом)



1 – решітка; 2 – відбійний бітер; 3 і 5 – підбарабання; 4 – молотильний барабан; 6 – барабан-прискорювач; 7 – конвеєр похилої камери

Рисунок 3.15 – Схема технологічного процесу зернозбирального самохідного комбайна серії «Mega» фірми Claas

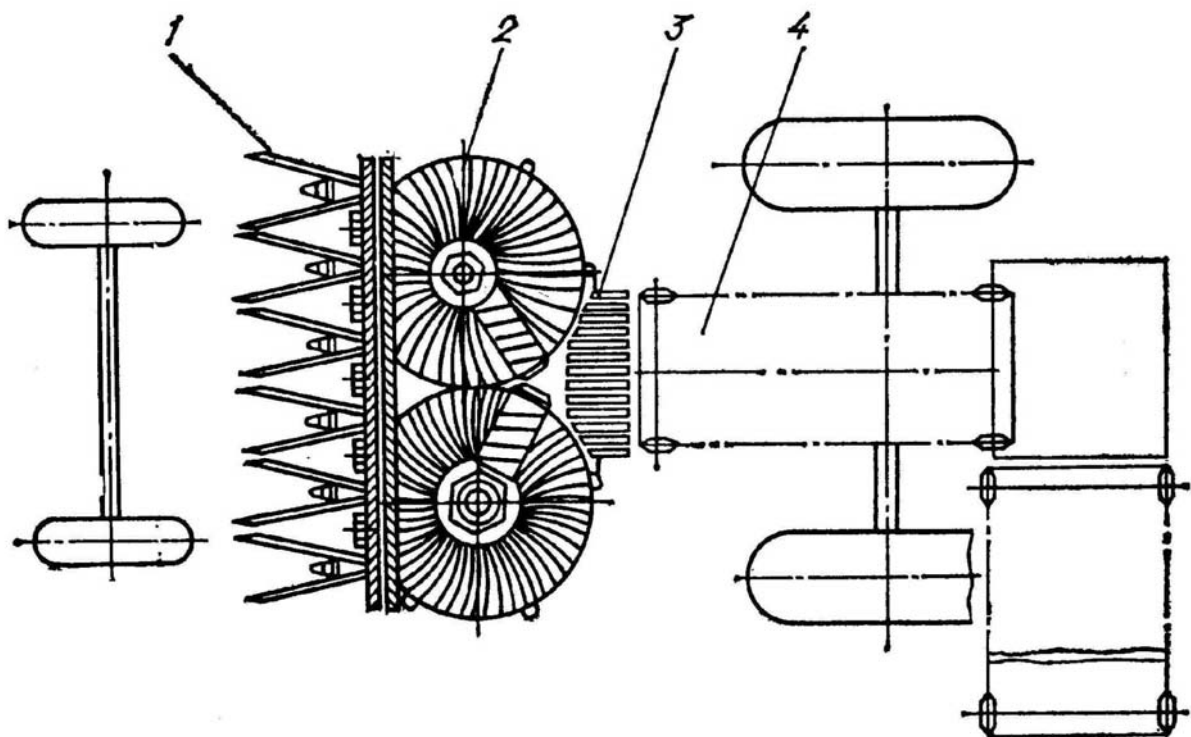
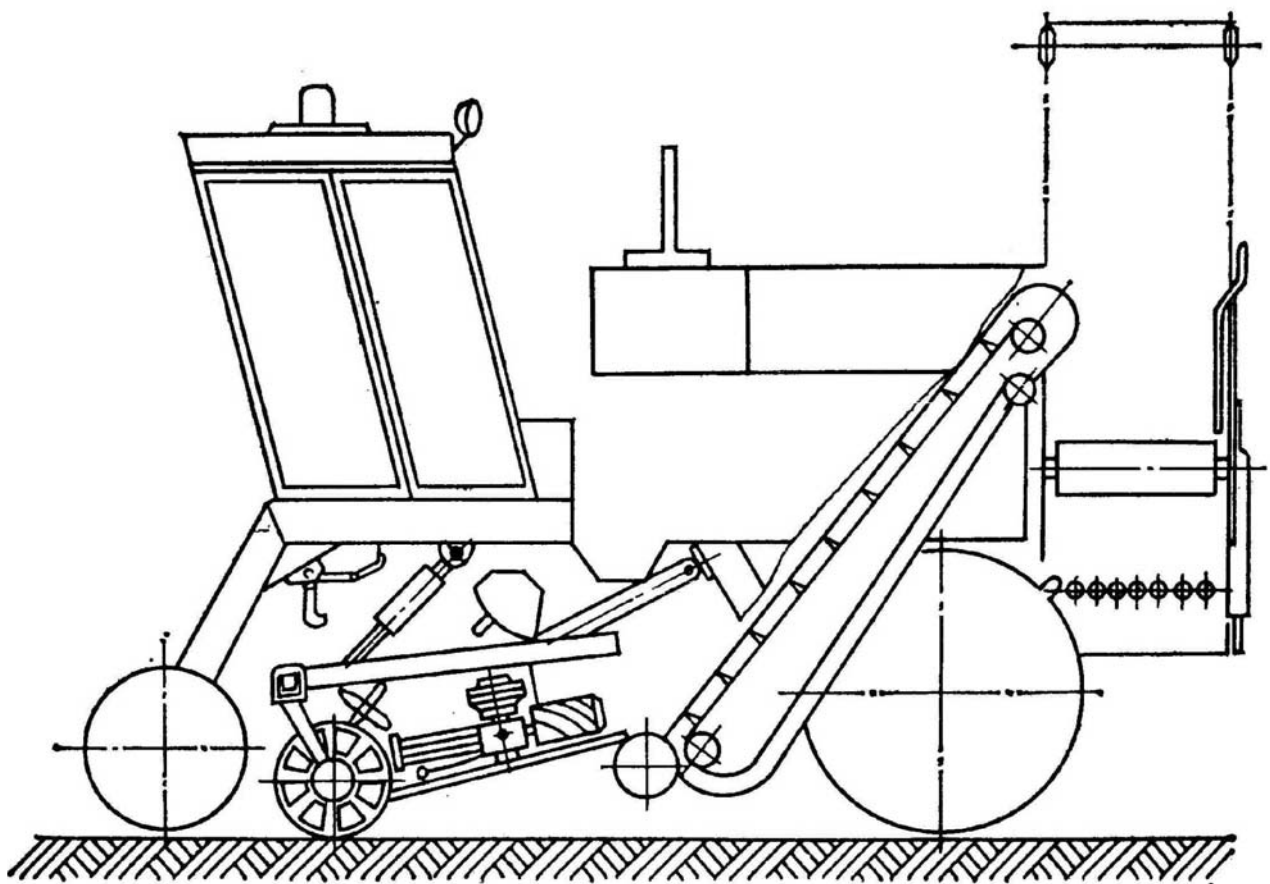


1 – горизонтальний вивантажувальний шнек; 2 – завантажувальний зерновий шнек; 3 – домолочувальний пристрій; 4 – зерновий елеватор; 5 – колосовий елеватор; 6 – скатна дошка; 7 – соломотряс; 8 – подрібнювач; 9 – подовжувач верхнього решета; 10 – верхнє решето; 11 – нижнє решето; 12 – колосовий шнек; 13 – зерновий шнек; 14 – вентилятор; 15 – ротаційний сепаратор; 16 – бітер; 17 – струшувальна дошка; 18 – підбарабання; 19 – молотильний барабан; 20 – конвеєр похилої камери; 21 – шнек; 22 – стрічковий конвеєр; 23 – різальний апарат; 24 – мотовило; 25 – подільник

Рисунок 3.16 – Функціональна (технологічна) схема зернозбирального самохідного комбайна «MF-36» фірми «Массей Фергюсон»

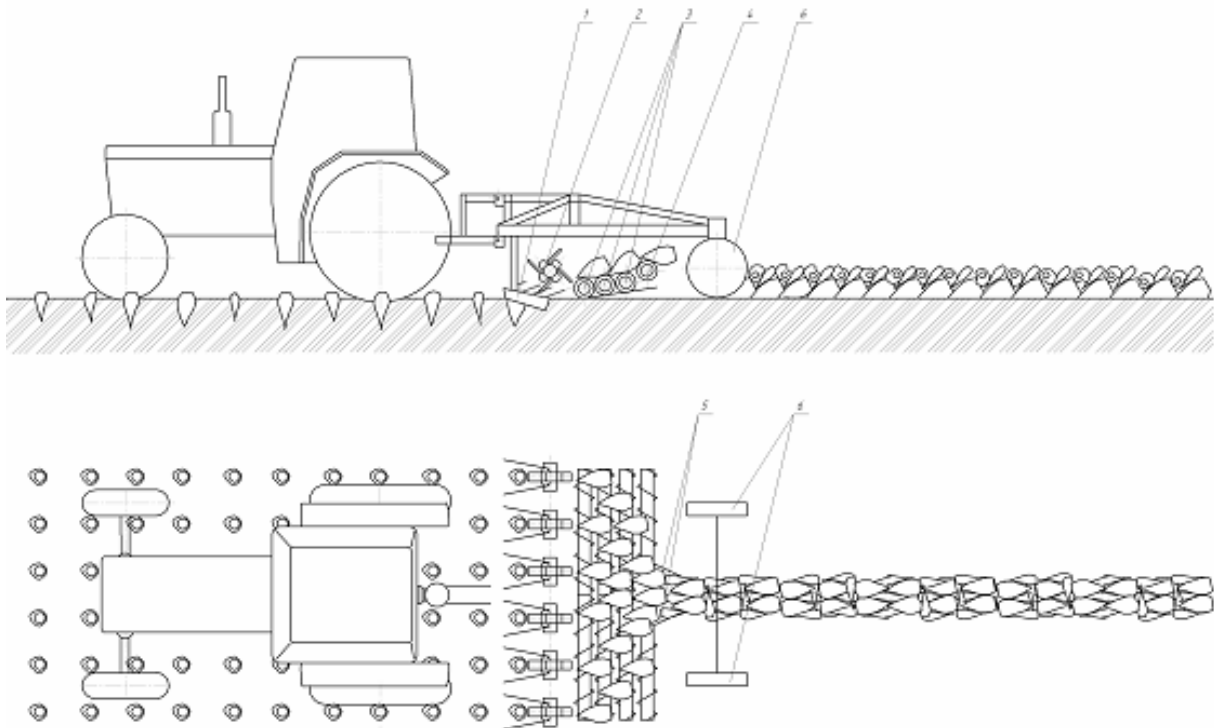


Рисунок 3.17 – Комбайн зернозбиральний самохідний КЗС-9-2 «Славутич»



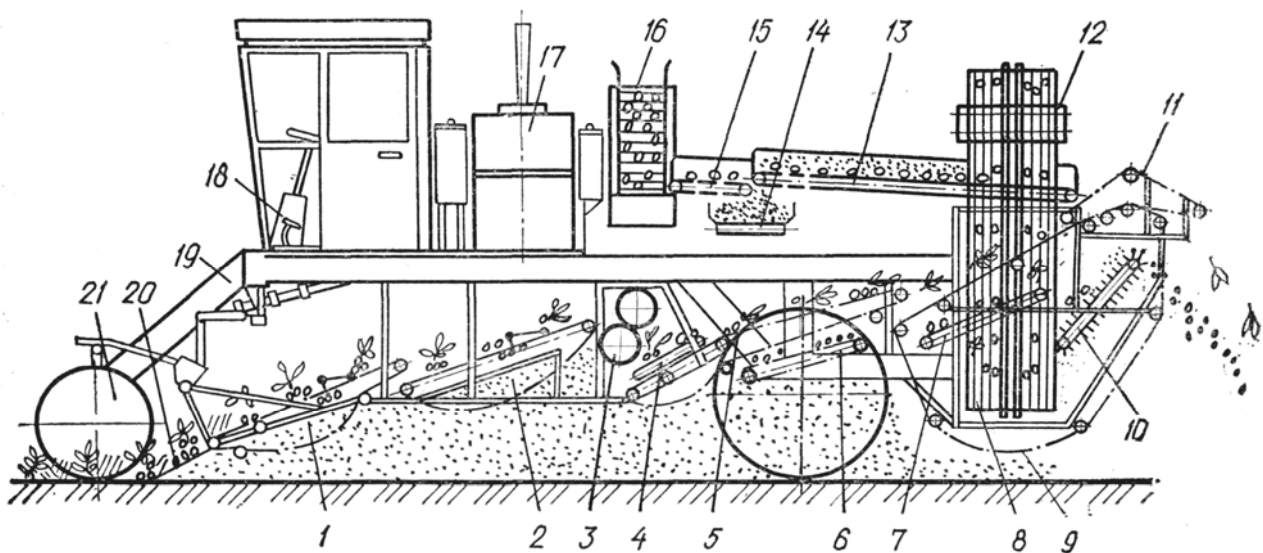
1 – дискові копачі з коренезабірниками; 2 – роторні очисники;
3 – пластинчатий вал; 4 – транспортер

Рисунок 3.18 – Функціональна схема коренезбиральної самохідної машини КС-6В



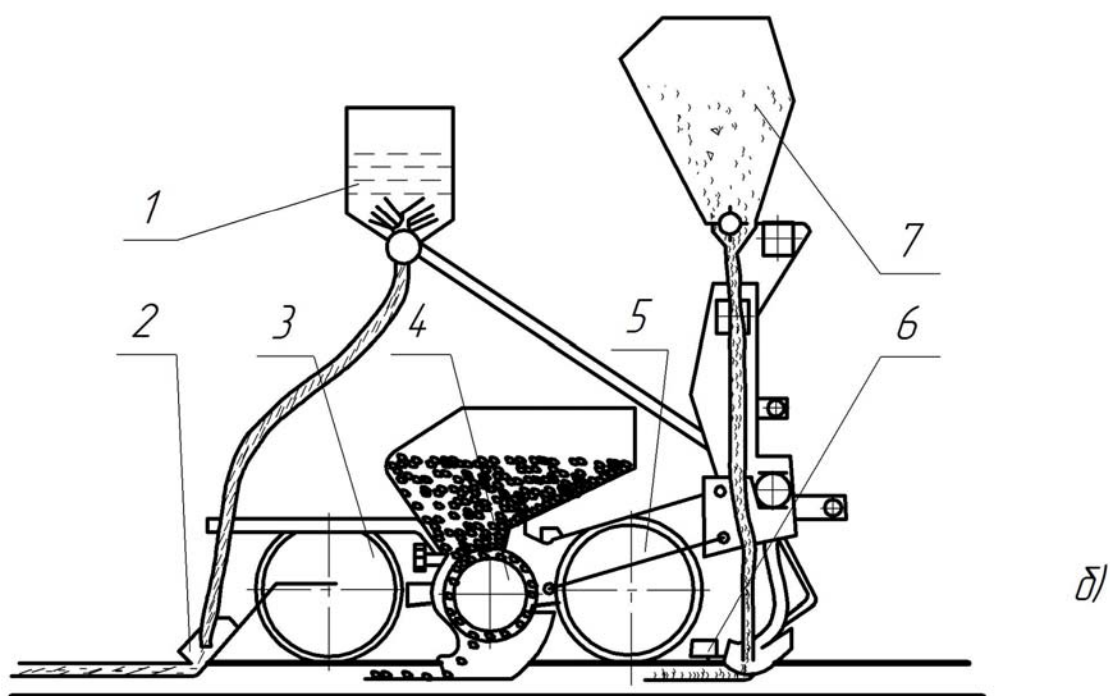
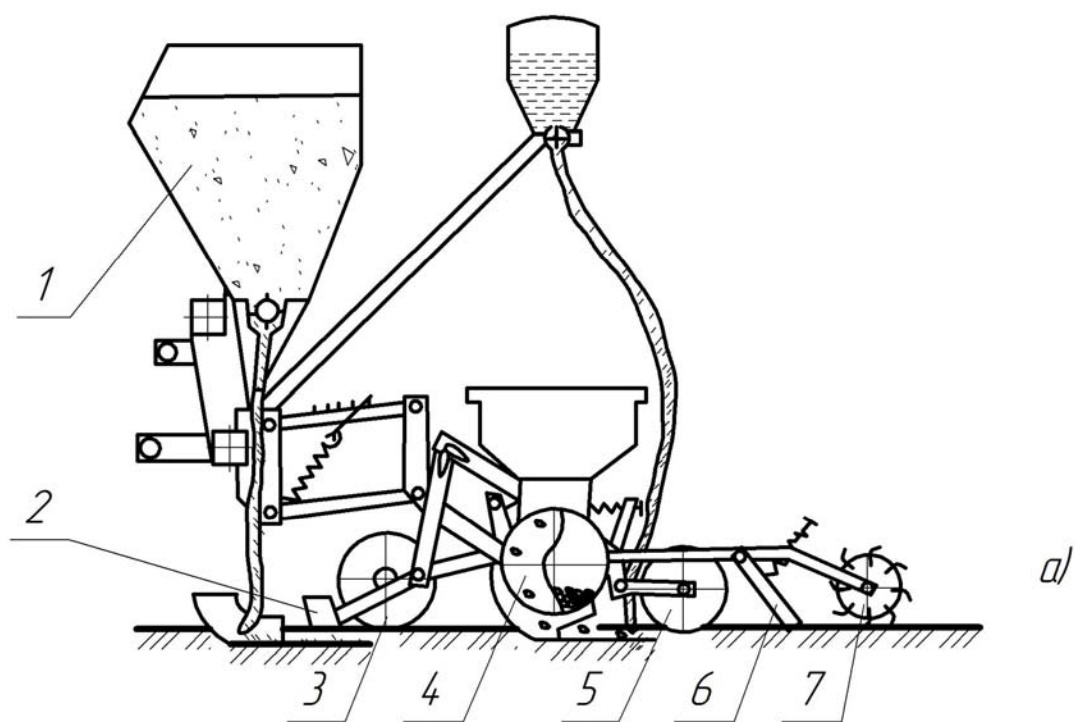
1 – віброкопач; 2 – бітер; 3 – сепаруючий пристрій; 4 – консольні шнеки;
5 – валкоутворювач

Рисунок 3.19 – Функціональна (технологічна) схема
копача-валкоутворювача МВН-2,7



1 – перший (основний) елеватор; 2 – другий елеватор; 3 – грудкороздавлювач;
4 – поперечні конвеєри; 5 – третій елеватор; 6 – виносний конвеєр; 7 – проміжний конвеєр;
8 – підйомний барабан; 9 – рідкопрутковий конвеєр; 10 – гірка бадиллєвідкидача;
11 – притискне полотно; 12 – гірка; 13 – перебиральний стіл; 14 – конвеєр домішок;
15 – конвеєр завантаження; 16 – вивантажувальний конвеєр; 17 – двигун СМД-64;
18 – майданчик комбайнера; 19 – рама комбайна; 20 – леміш; 21 – міст керованих коліс.

Рисунок 3.20 – Технологічна схема картоплєзбирального комбайна КСК-4



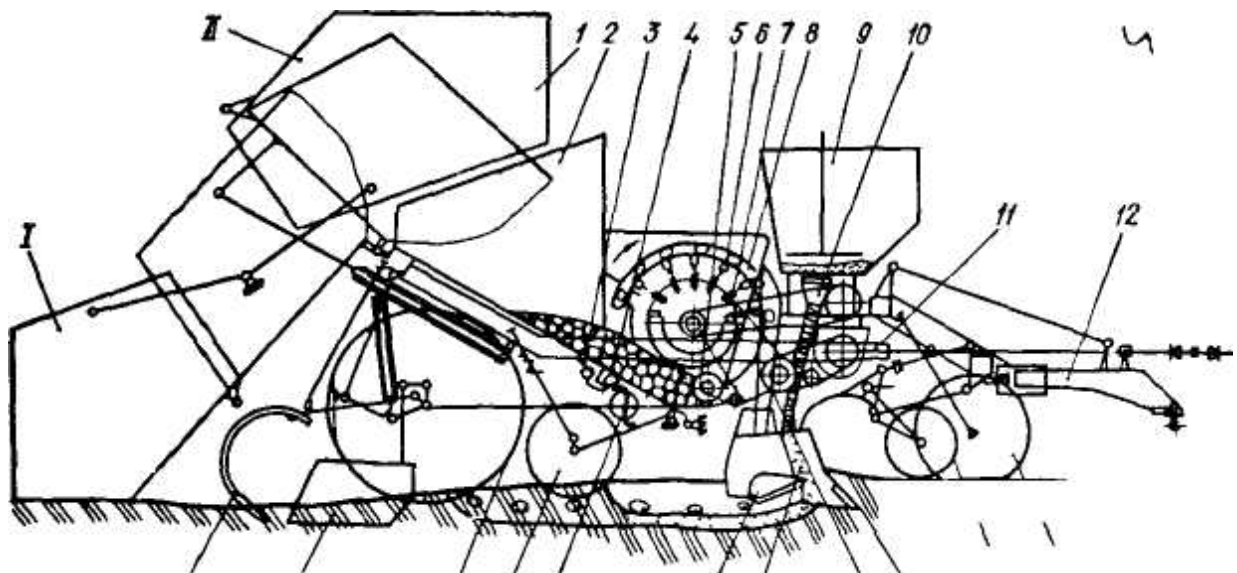
а) схема сівалки Betasem:

1 – пристрій для внесення добрив; 2 – грудковідвід; 3 – передній коток; 4 – висівний апарат; 5 – задній коток; 6 – загортач; 7 – ротаційний розпушувач;

б) схема сівалки Exakta S:

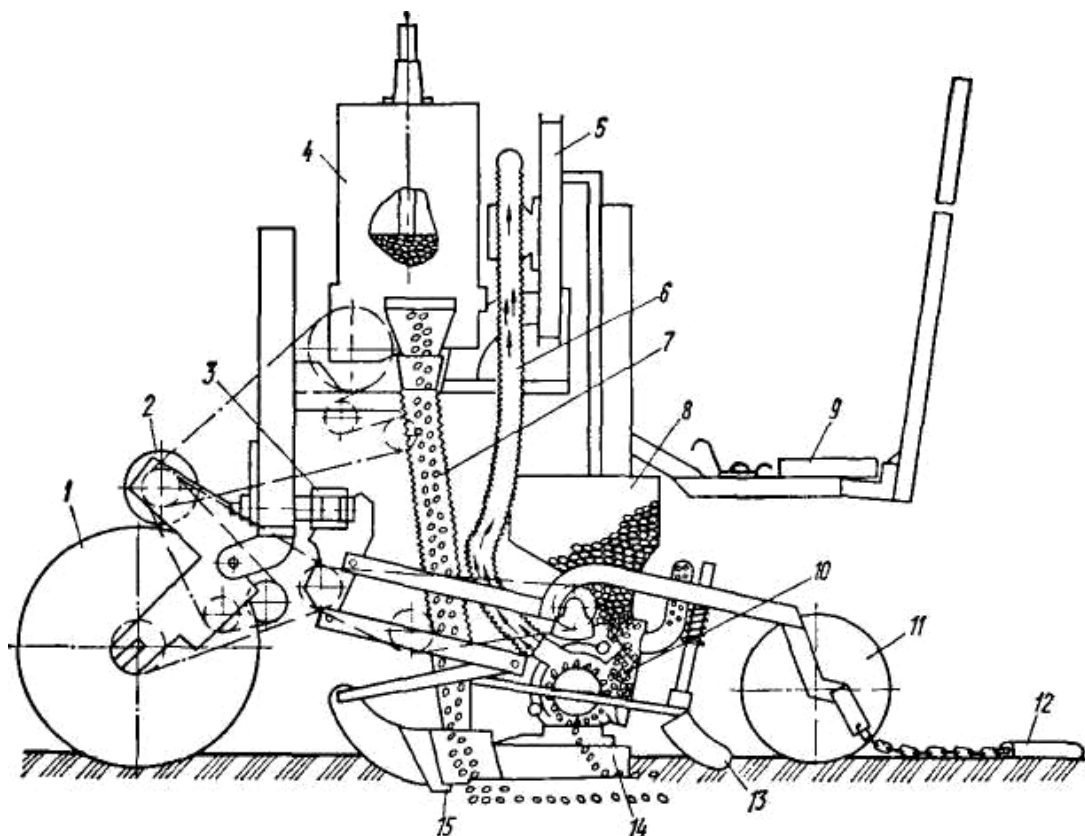
1 – мікрогранулятор; 2 – загортач; 3 – задній коток; 4 – висівний апарат; 5 – передній коток; 6 – грудковідвід; 7 – пристрій для внесення добрив

Рисунок 3.21 – Функціональні схеми сівалок



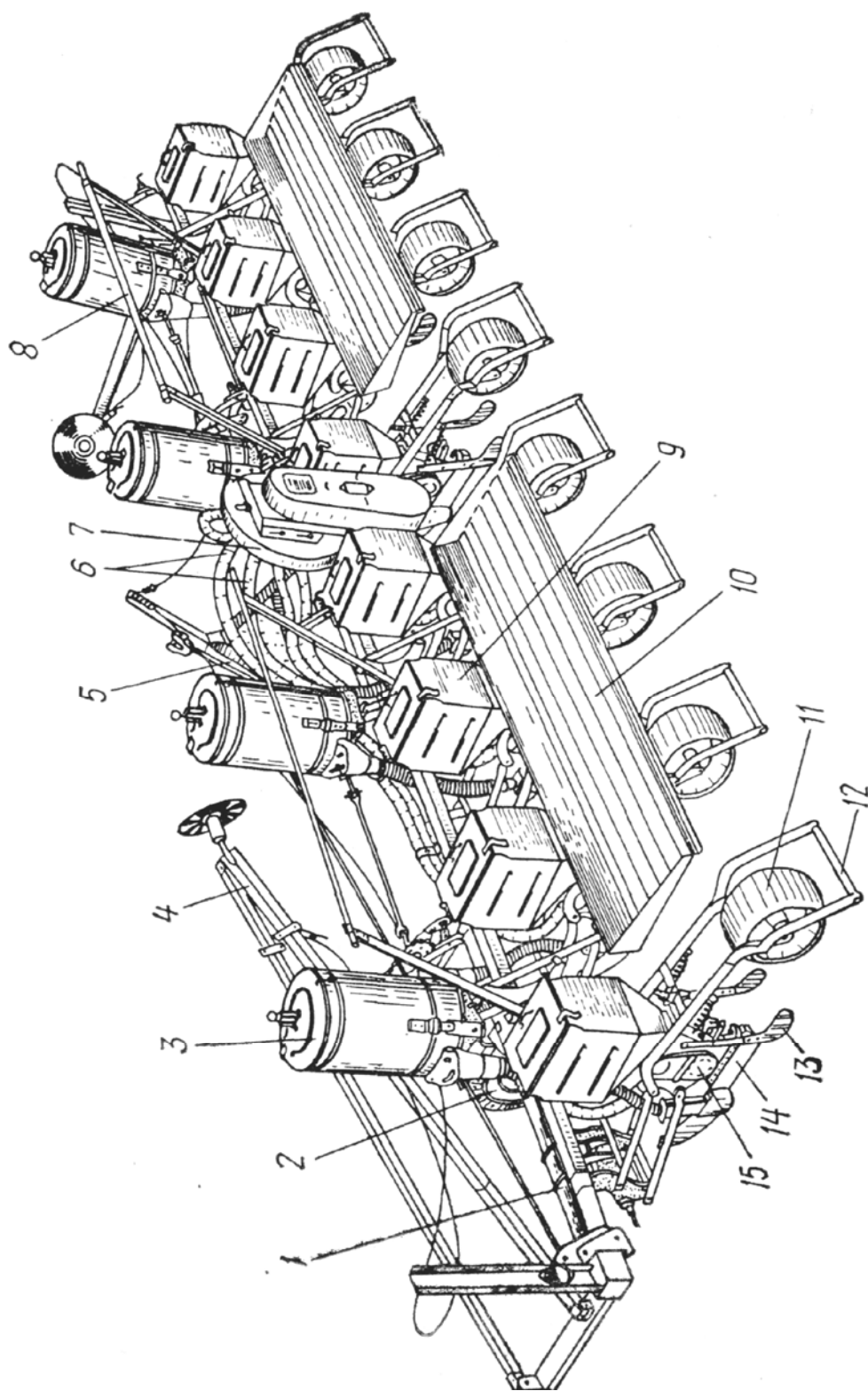
I і II – відповідно завантажувальне та робоче положення бункера; 1 – бункер завантажувальний; 2 – бункер основний; 3 – струшувач; 4 – ківш живильний; 5 – шнек; 6 – ложечка; 7 – затискачі; 8 – шина-копір; 9 – апарат туковисівний; 10 – тукопровід; 11 – рама; 12 – причіп; 13 – колесо опорне; 14 – колесо копіювальне; 15 – сошник; 16 – щиток-відбивач; 17 – туконапрямний канал; 18 – поличка сошника; 19 – ворушила; 20 – диск борознозагортальний; 21 – колесо ходове; 22 – стабілізатор; 23 – розпушувач

Рисунок 3.22 – Функціональна схема картоплесаджалки КСМ-4



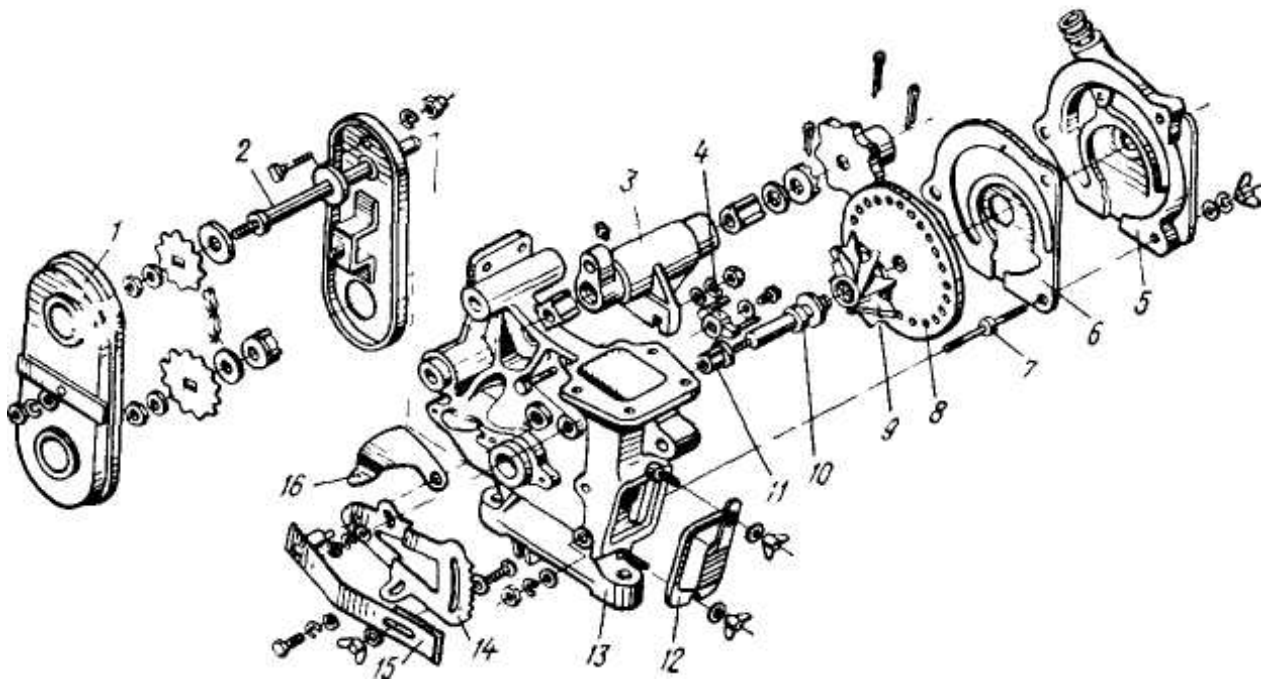
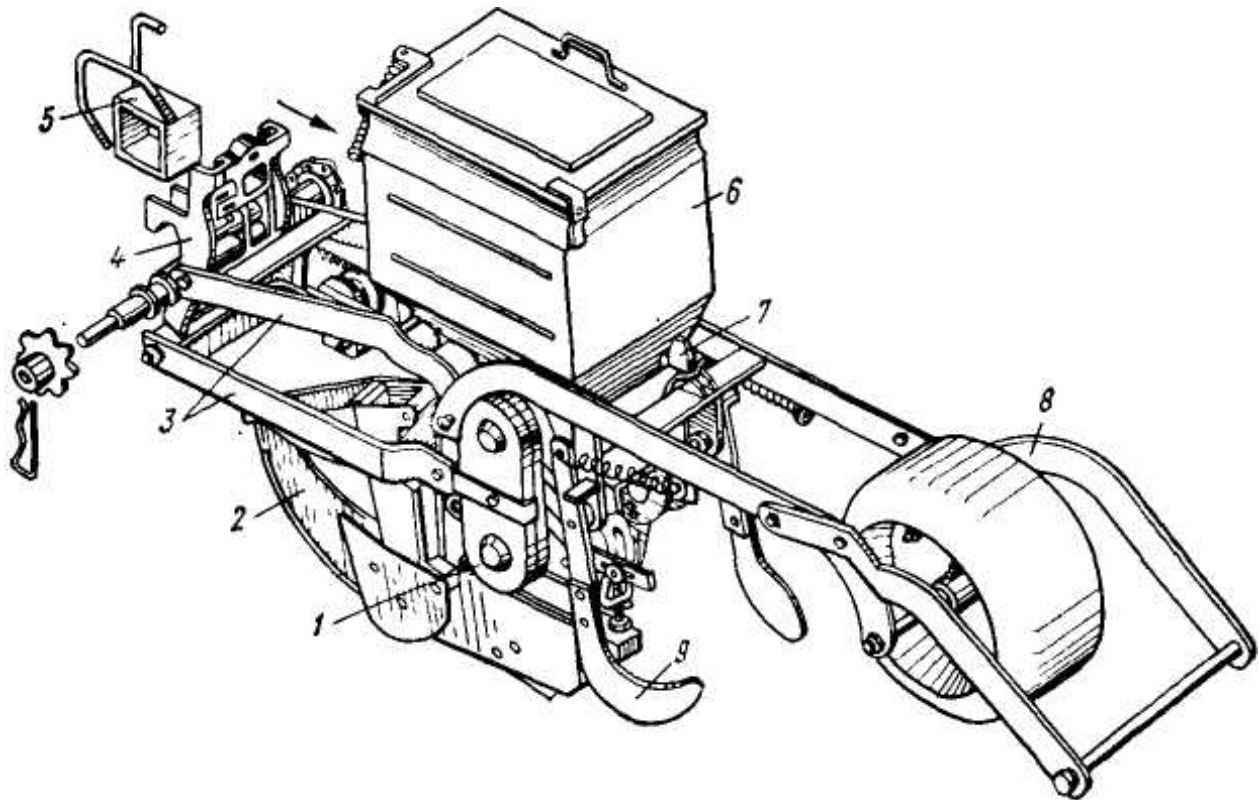
1 – опорно-приводне колесо; 2 – передавальний механізм; 3 – рама; 4 – туковисівний апарат; 5 – вентилятор; 6 – повітропровід; 7 – тукопровід; 8 – бункер для насіння; 9 – підніжка; 10 – насіневисівний апарат; 11 – колесо прикочувальне; 12 – шлейф; 13 – загортач; 14 – сошник; 15 – п'ятка

Рисунок 3.23 – Функціональна схема сівалки СУПН-8



1 – рама; 2 – опорно-приводне колесо; 3 – туковисівний апарат АТД-2; 4 – маркер; 5 – автозчіпка; 6 – повітропроводи; 7 – вентилятор; 8 – поручень; 9 – висівна секція; 10 – підніжна дошка; 11 – прикочувальне колесо; 12 – шлейф; 13 – загортач; 14 – сошник; 15 – висівний апарат

Рисунок 3.24 – Загальний вигляд універсальної пневматичної сівалки СУПН-8



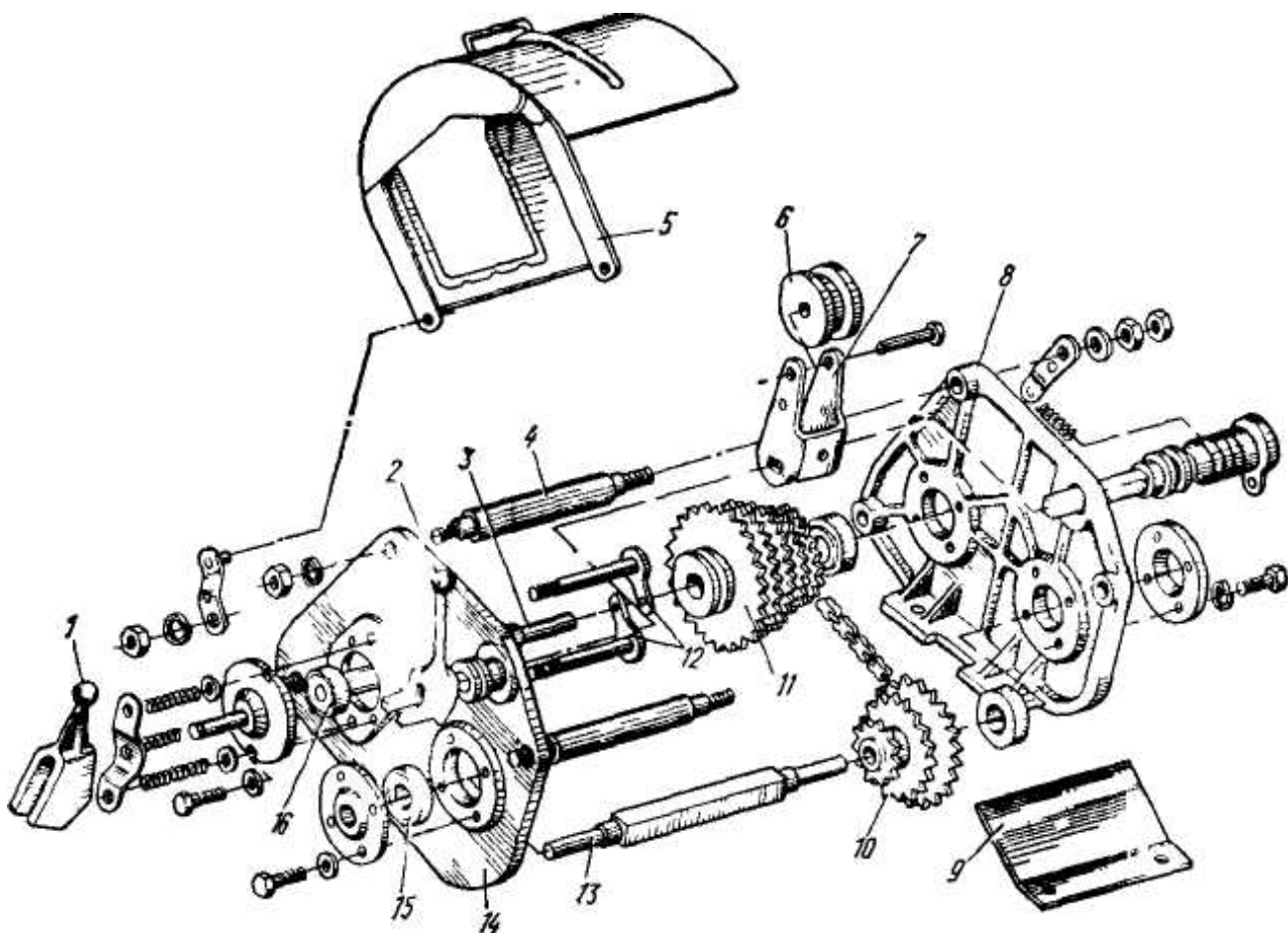
а) посівна секція сівалки СУПН-8:

1 – висівний апарат; 2 – сошник; 3 – паралелограмний механізм; 4 – передній кронштейн;
5 – рама; 6 – бункер для насіння; 7 – механізм регулювання заглиблення сошника;
8 – шлейф; 9 – загортач

б) висівний апарат сівалки СУПН-8.:

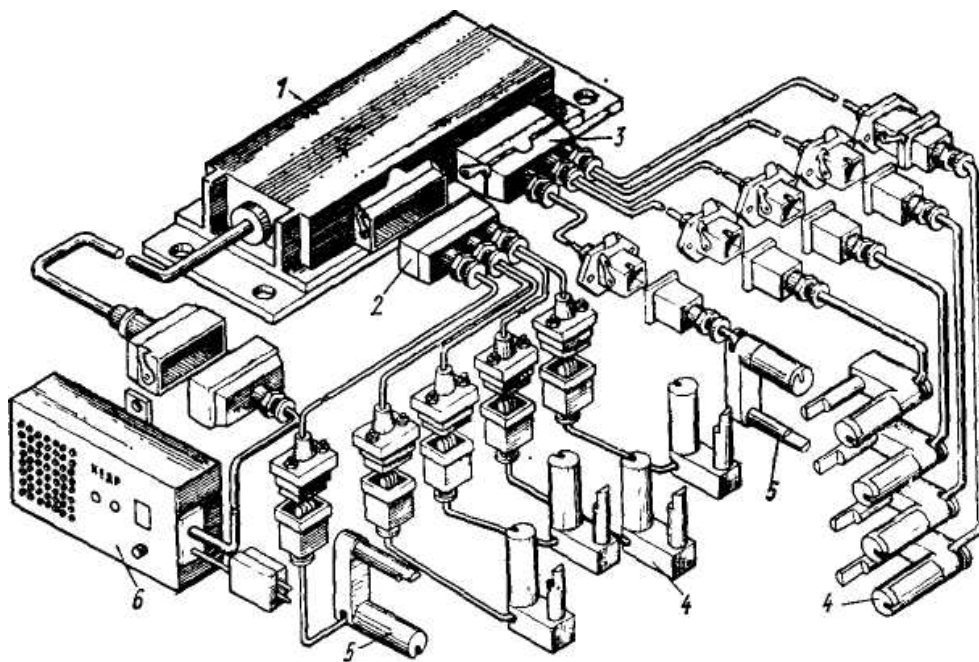
1, 5 і 12 – кришки; 2 і 10 – вали; 3 – підшипник; 4 – вилка; 6 – прокладка; 7 – шпилька;
8 – висівний диск; 9 – воружилка; 11 – втулка; 13 – корпус; 14 – шкала; 15 – важіль;
16 – заслінка

Рисунок 3.25 – Посівна секція і висівний апарат сівалки СУПН-8



1 і 2 – рукоятки; 3 і 13 – вали; 4 – стяжки; 5 – кришка; 6 – ролик; 7 – кронштейн;
8 і 14 – боковини; 9 – дно; 10 і 11 – блоки; 12 – стопори; 15 і 16 – кулькові підшипники

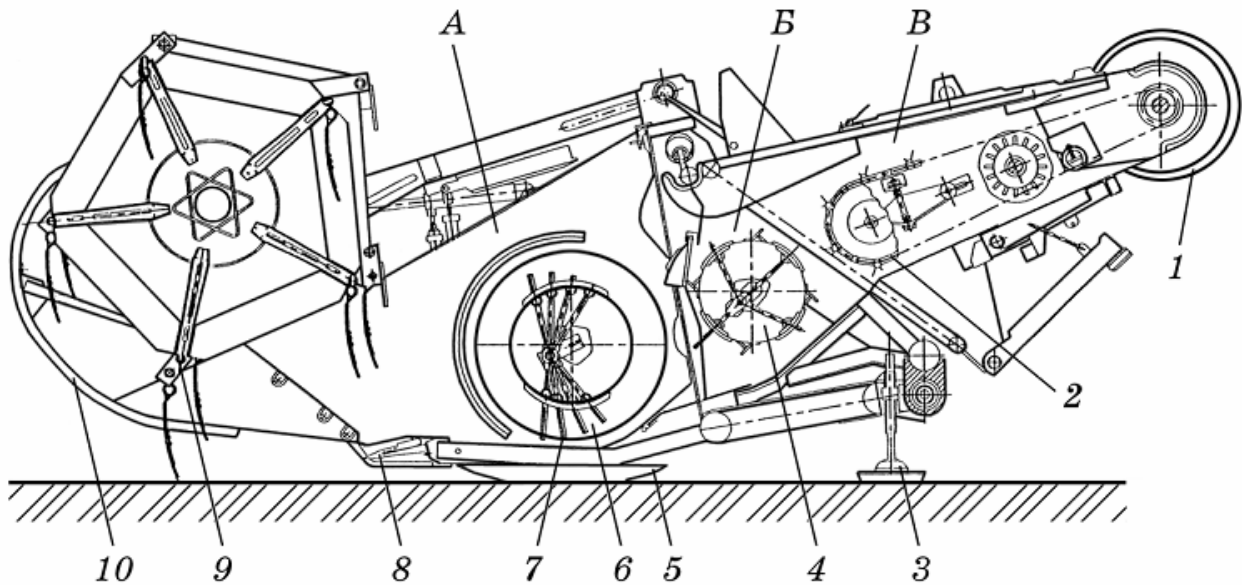
Рисунок 3.26 – Механізм передач сівалки СУПН-8



1 – блок підсилювачів; 2 і 3 – джгути кабелів; 4 – датчик висіву;
5 – датчик рівня; 6 – пульт

Рисунок 3.27 – Прилад контролю висіву і рівня насіння сівалки СУПН-8

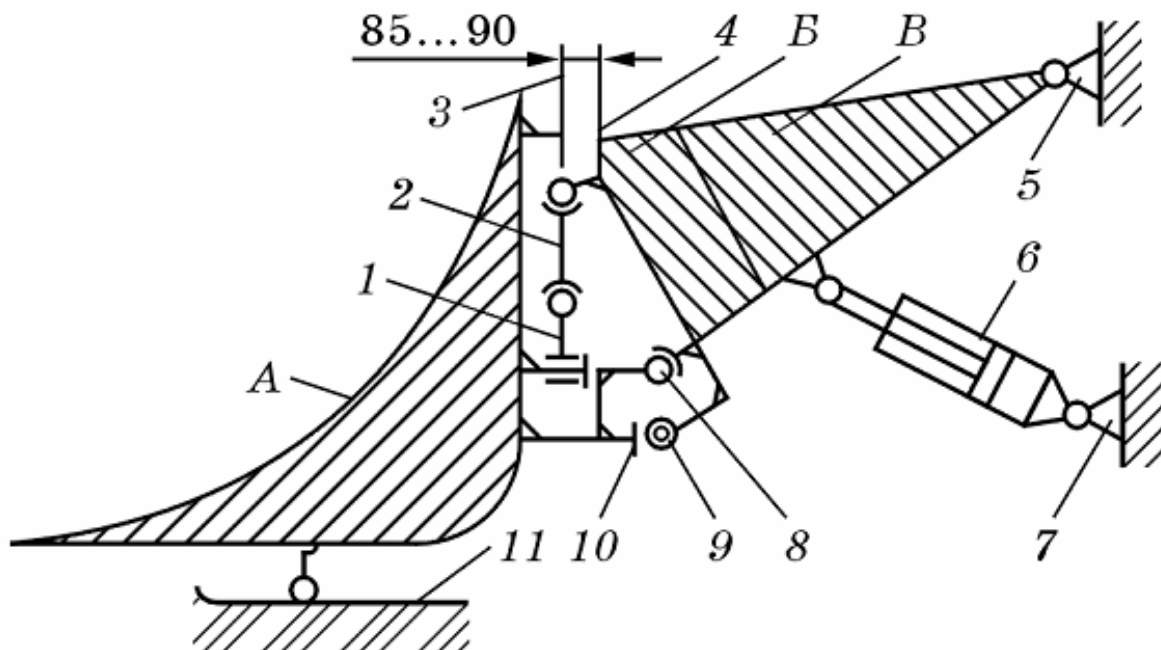
Жатна частина (рисунок 3.28) зернозбиральних комбайнів призначена для відокремлення смуги стебел хлібостою певної ширини, їх зрізування і подачі в приймальну камеру молотарки.



A – жатка; *Б* – проставка; *В* – похила камера;

1 – шків верхнього вала плаваючого конвеєра; 2 – плаваючий конвеєр; 3 – гвинтовий домкрат; 4 – бітер проставки; 5 – копіювальний башмак; 6 – шнек; 7 – пальцевий механізм шнека; 8 – різальний апарат; 9 – мотовило; 10 – подільник

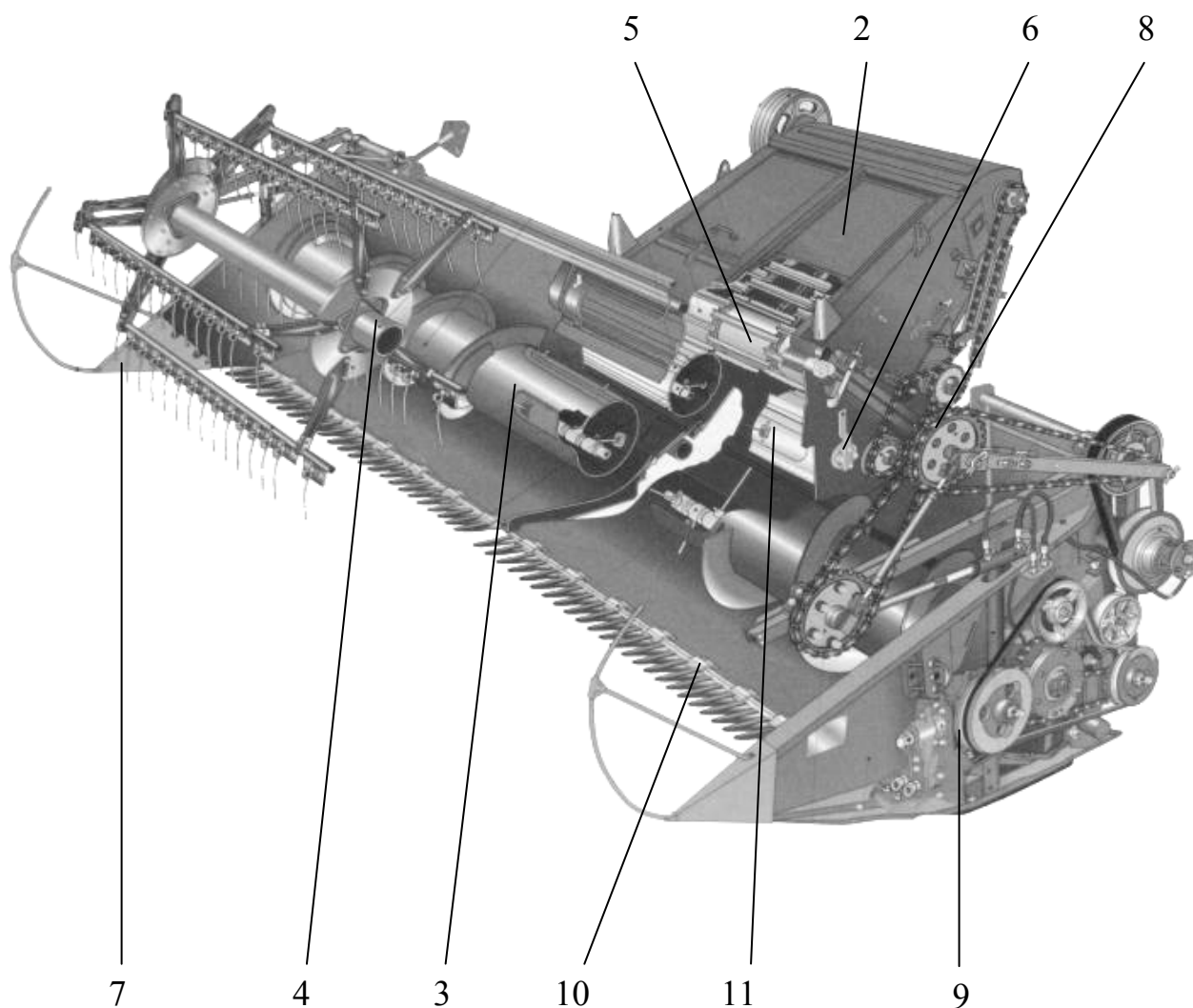
Рисунок 3.28 – Жатна частина (функціональна схема)
комбайна КЗС-9-2 «Славутич»



A – корпус жатки; *Б* – корпус проставки; *В* – корпус похилої камери;

1 – важіль; 2 – підвіска; 3 і 4 – упори; 5 – корпус молотарки; 6 – гідроциліндр; 7 – балка моста ведучих коліс; 8 – центральний шарнір; 9 – ролик; 10 – щока; 11 – башмак

Рисунок 3.29 – Схема (кінематична) піднімального механізму
жатної частини комбайна КЗС-9-2 «Славутич»



1 – платформа жатки; 2 – похила камера; 3 – шнек жатки, 4 – мотовило;
 5 – похилий (плаваючий) транспортер; 6 – проставка; 7 – подільник;
 8 – привод мотовила; 9 – привод ножа; 10 – ріжучий апарат

Рисунок 3.30 – Жатка комбайна ДОН-1500Б (ACROS 530-540)

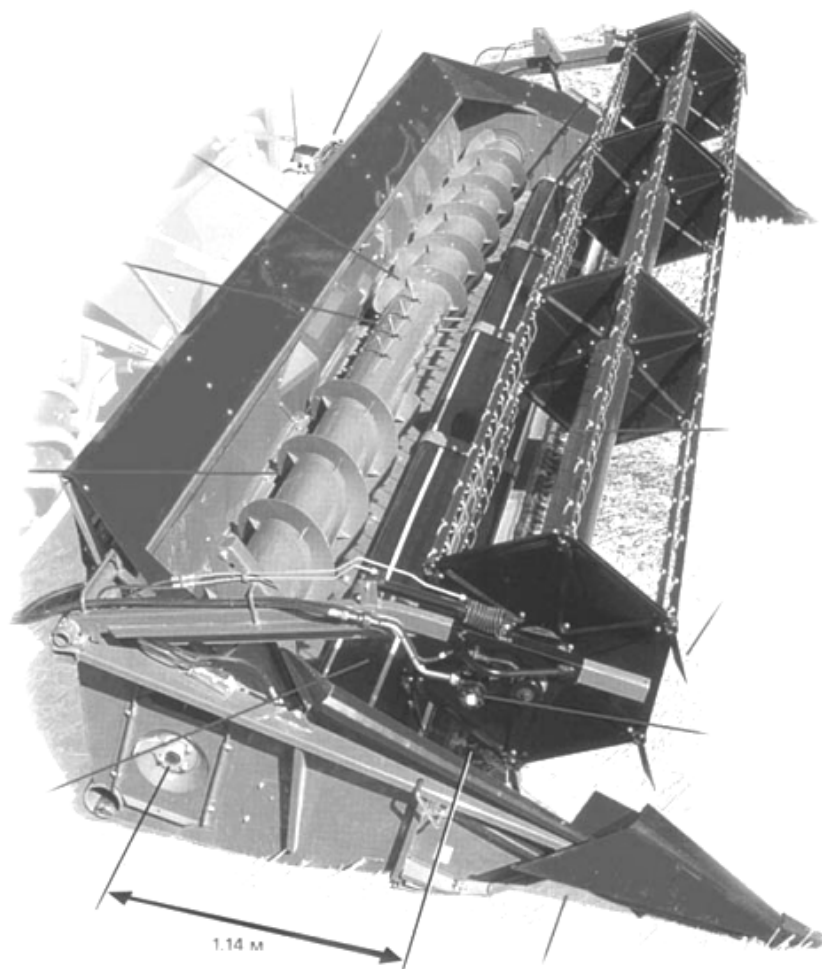
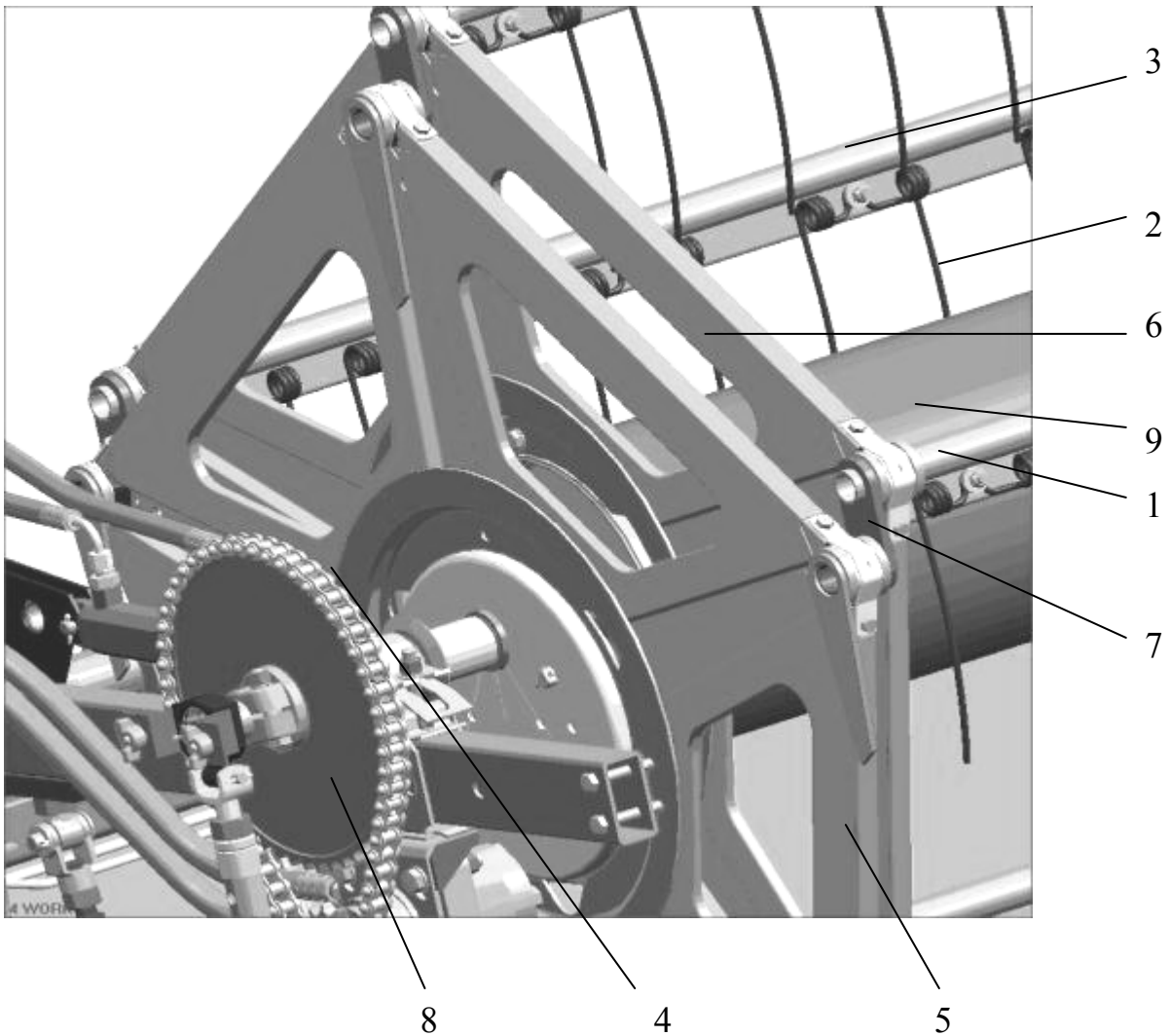


Рисунок 3.31 – Жатка комбайнів Massey Ferguson



Рисунок 3.32 – Жатки комбайнів New Holland серії CX і CR (роторних)

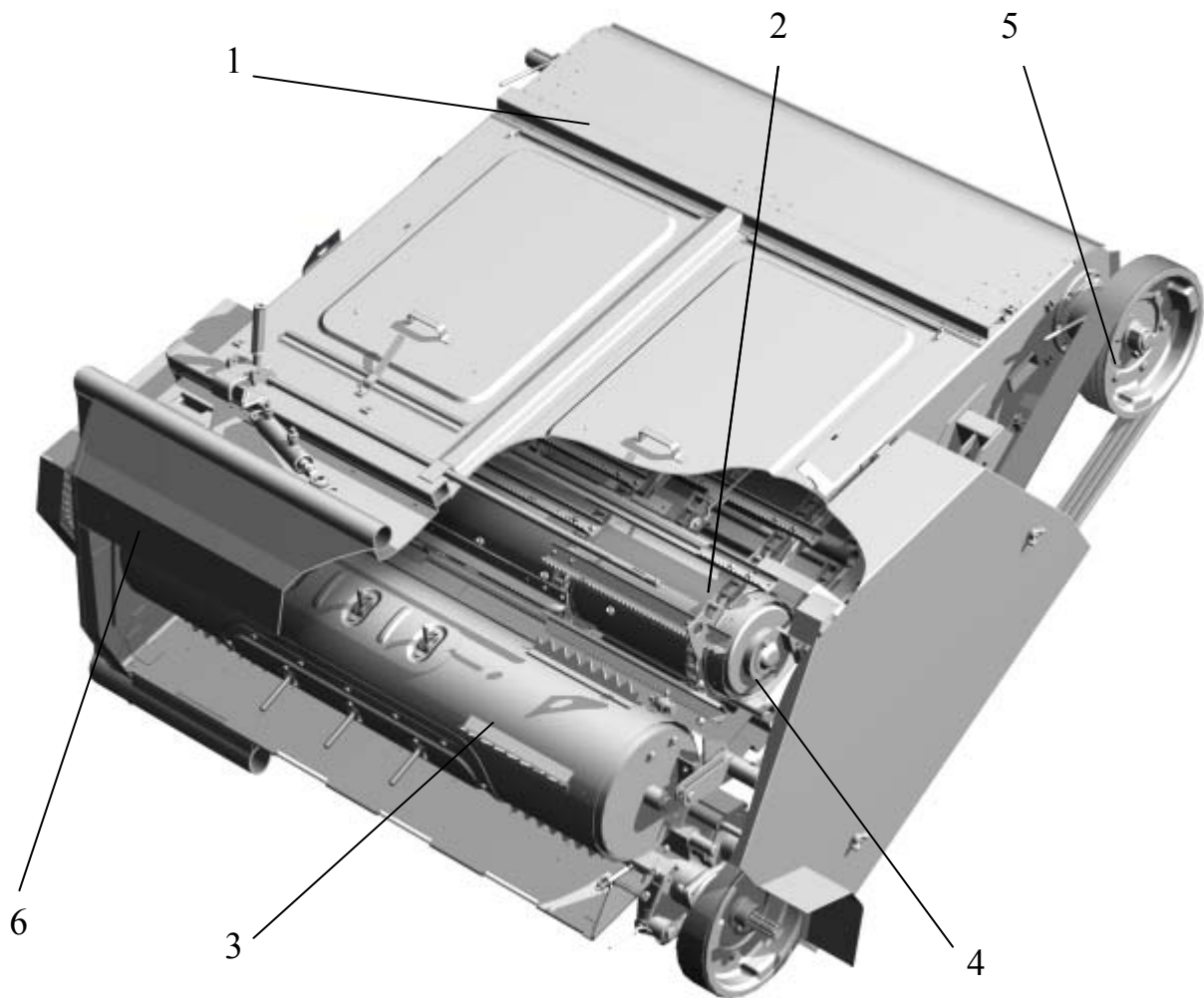
Мотовило (рисунок 3.33) відділяє частину рослин, підводить стебла до ножа, підтримує їх під час зрізання, очищає від них ріжучий апарат і подає їх до шнека.



1 – граблина; 2 – пальці; 3 – труба граблини; 4 – підшипники; 5 і 6 – диски і обойми ексцентрика; 7 – повідець; 8 – зірочка; 9 – трубчастий вал

Рисунок 3.33 – Мотовило

Похила (рисунок 3.34) камера призначена для транспортування скошеної маси від проставки у молотарку.



1 – корпус; 2 – транспортер; 3 – битер проставки;
4 і 5 – вали похилого транспортера; 6 – проставка

Рисунок 3.34 – Похила камера

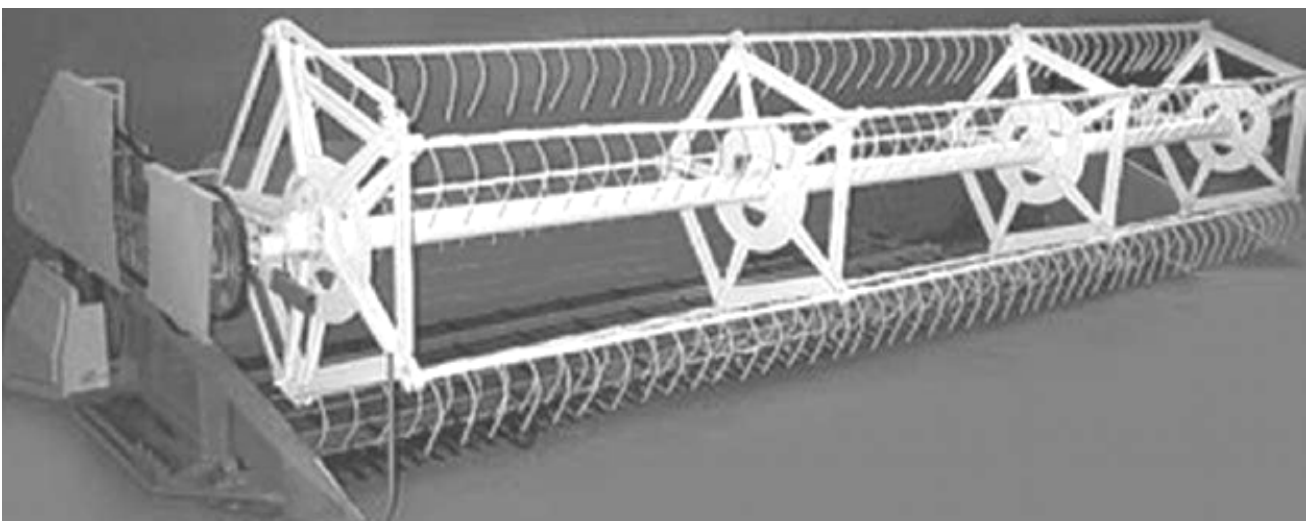
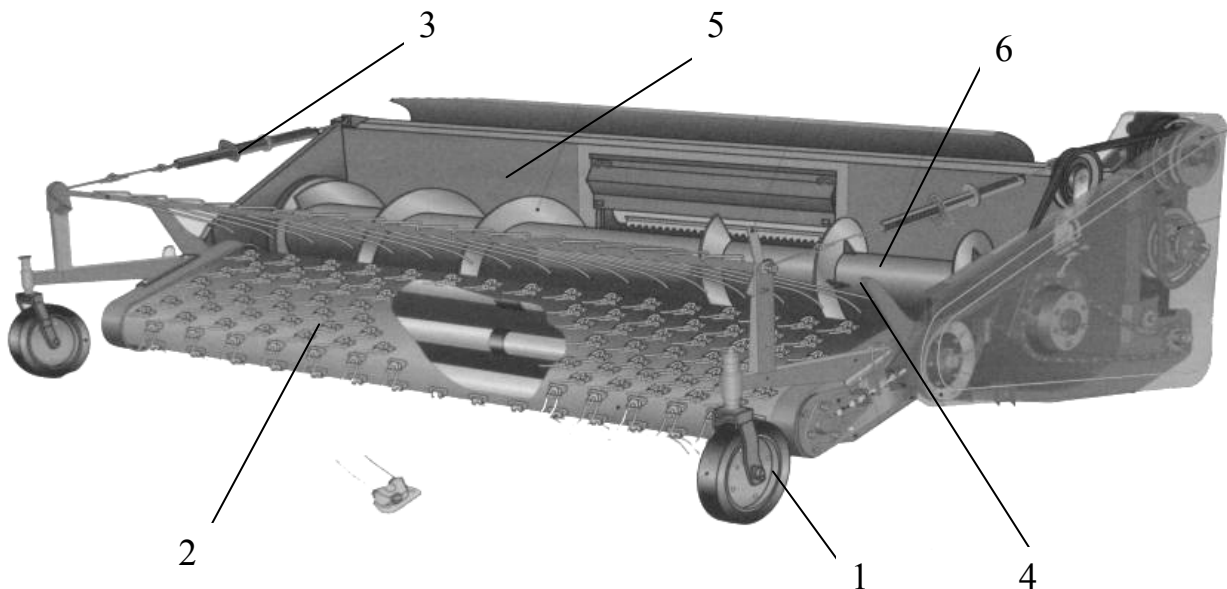


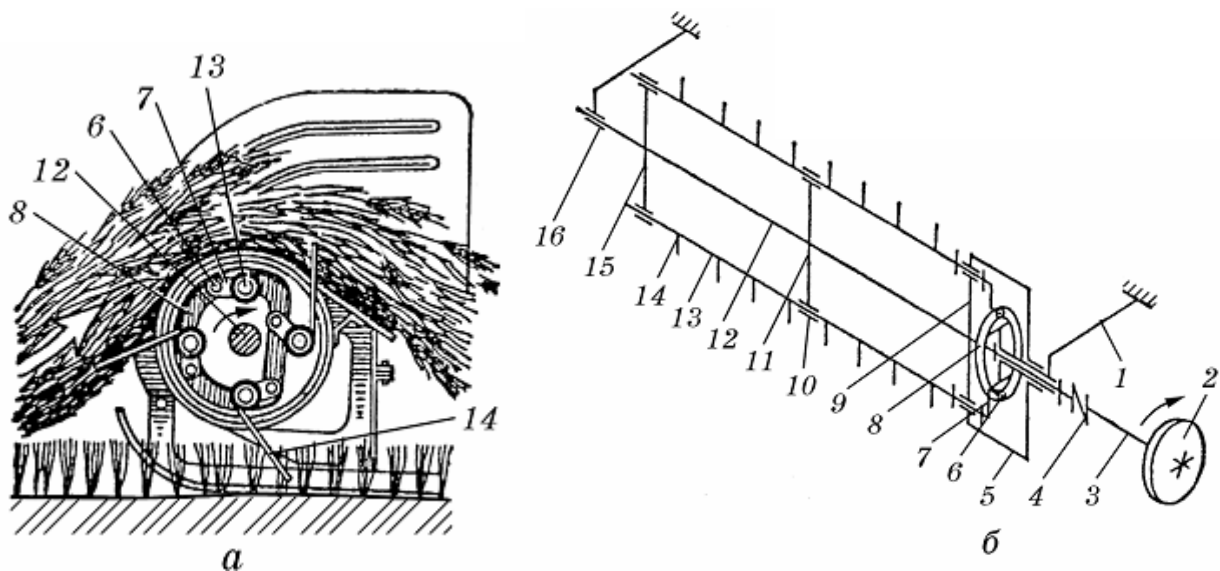
Рисунок 3.35 – Жатка (жниварка) валкова начіпна ЖВН-6Б

Підбирачі (рисунки 7.35, 7.36 і 7.39) призначені для підбирання валків зрізаної хлібної маси і спрямування її до шнека жатки комбайна або спеціальної платформи. Вони бувають барабанні і полотненно-конвеєрні. Їх установлюють на комбайнових жатках (хедерах) або спеціальних платформах.



1 – опорне колесо; 2 – підбирач; 3 – розвантажувальний пристрій;
4 – нормалізатор; 5 – корпус; 6 – шнек

Рисунок 3.36 – Платформа-підбирач



а) схема роботи; б) схема грабельного механізму;

1 – опорний брус; 2 – шків приводного вала; 3 – приводний вал; 4 – муфта;
5 – корпус; 6 – ролик; 7 – кривошип; 8 – бігова доріжка; 9 – лівий опорний диск;
10 – підшипник вала граблини; 11 – центральний опорний диск; 12 – центральний вал;
13 – трубчастий вал граблини; 14 – пружний палець; 15 – правий опорний диск;
16 – підшипник центрального вала

Рисунок 3.37 – Барабанний підбирач 54-102А

3.4. Кінематична схема

Кінематичні схеми машин вирішення завдань вибору типів механізмів для передачі руху від джерела енергії до робочих органів і механізмів для керування машинами і параметрами робочих органів залежно від характеру зовнішніх впливів і властивостей оброблюваних матеріалів. Вихідні дані для побудови кінематичних схем машин:

- відомості з технічного завдання про агрегат (самохідна, начіпна, причіпна та ін.);
- вимоги до загальної будови машини;
- інформація, отримана з обґрунтування функціональної схеми;
- відомості про механізми з дисципліни «Теорія механізмів і машин»;
- відомості про технічні рішення механізмів з курсу «Деталі машин та основи конструювання» та ін.

Часто необхідним є синтез механізмів по заданих траєкторіях і швидкостях їх ланок. Він базується на методах, досліджуваних у «Теорії механізмів і машин». З обраних і синтезованих механізмів формують кінематичну схему.

Обмеженням під час вирішення цих завдань є вимоги до надійності, технологічності, ергономіки, естетики, безпеки роботи та ін.

Для передачі руху від джерела енергії в сільськогосподарських машинах застосовують:

- карданний телескопічний вал;
- при малих міжцентрових відстанях – зубчасті передачі;
- при значних міжцентрових відстанях – ланцюгові і пасові передачі;
- кривошипно-шатунні механізми, захисні й обгінні муфти.

Для натягу ланцюгів і пасів, регулювання геометричних параметрів робочих органів застосовують найпростіші важільні і гвинтові механізми.

Кінематична схема – це елемент робочої конструкторської документації. Вона повинна містити відомості про геометричні і кінематичні параметри ланок у звичайному вигляді.

В основу отримання необхідних даних для кінематичної схеми закладають:

- потужність, необхідну для виконання процесів робочими органами;
- режими роботи;
- зусилля, прикладені до ланок, що дозволяє визначити їх характеристики.

Кінематичні схеми виконують відповідно до вимог ДСТУ ГОСТ 2.703:2014 «Єдина система конструкторської документації. Правила виконання кінематичних схем (ГОСТ 2.703-2011, IDT)».

На кінематичних схемах машини (виробу) повинні бути зображені:

- весь склад кінематичних елементів;
- з'єднання кінематичних елементів;
- кінематичні зв'язки всередині виконавчих органів;
- зв'язок з джерелом енергії.

Кінематичні схеми викреслюють у вигляді розгортки або в аксонометричних проекціях. Елементи схем зображують умовними графічними позначеннями відповідно до ГОСТ 2.770-68 ((СТ СЭВ 2519-80) Позначення умовні графічні в схемах. Елементи кінематики)) або спрощено зовнішніми обрисами.

Розміри умовних графічних позначень елементів мають бути пропорційні дійсним розмірам елементів у машині (виробі).

Взаємне розташування елементів на схемі повинно відповідати визначеному положенню (вихідному, робочому та ін.). Допускається зображувати крайні положення елементів тонкими штрих-пунктирними лініями. Допускається також переносити елементи нагору або вниз від основного положення, виносити їх за контури виробу, не змінюючи положення, і повертати в положення, найбільш зручне для зображення.

Вимоги до зображення елементів машин на кінематичних схемах:

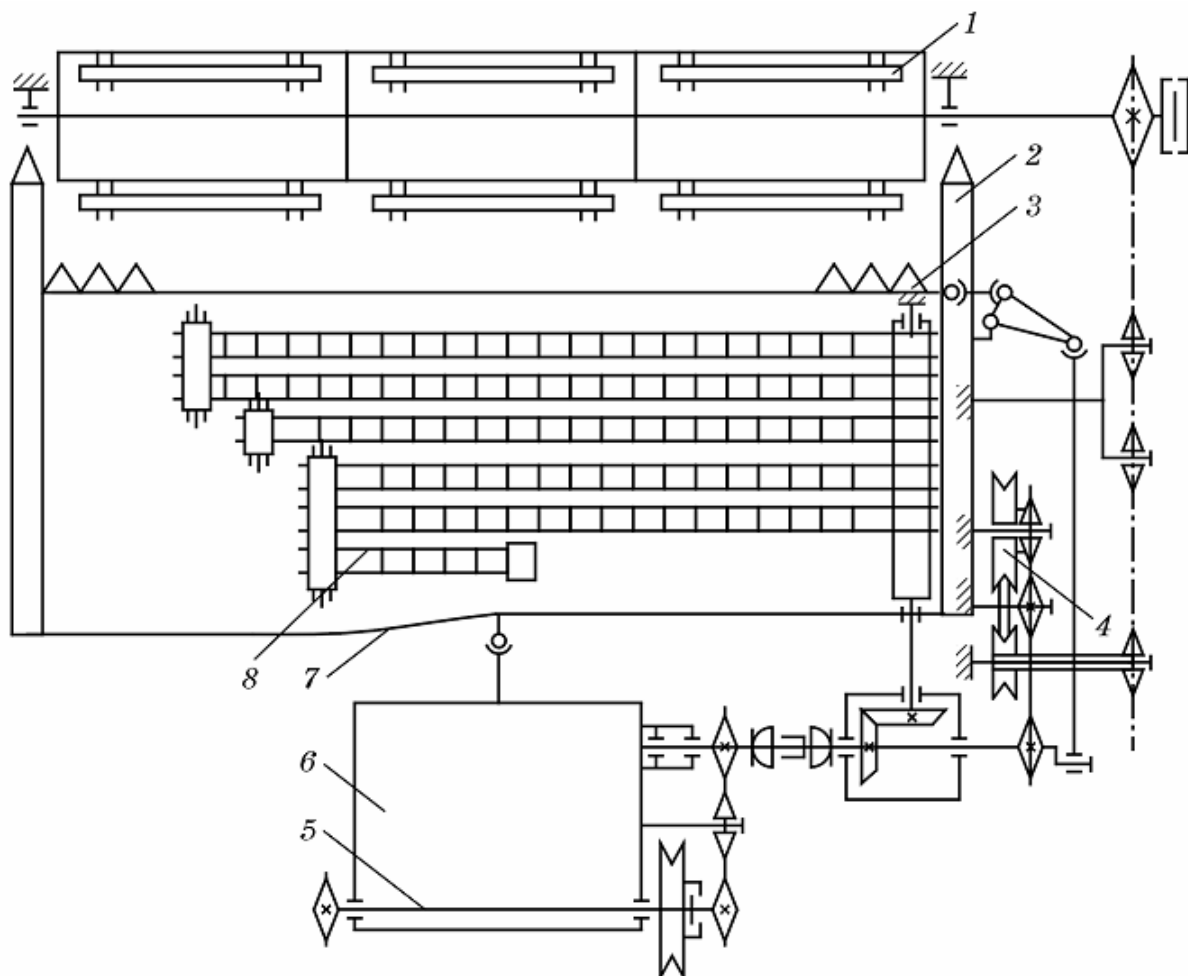
1. Вали, осі, стрижні, шатуни – суцільними основними лініями товщиною S .

2. Елементи механічних передач виконують спрощено зовнішніми обрисами; це зубчасті колеса, черв'яки, зірочки, шків, кулачки – суцільними лініями товщиною $S/2$.

3. Контури виробу, у які вписана схема, – суцільними лініями товщиною $S/3$.

Кожному кінематичному елементу схеми присвоюють порядковий номер, починаючи від джерела енергії (двигуна). Вали нумерують римськими цифрами, інші елементи – арабськими. Порядковий номер проставляють на поличку лінії-виноска, під поличкою можна вказувати характеристики і параметри елементів (модуль m , число зубів z і т.ін.).

Приклади виконання кінематичних схем різних сільськогосподарських машин та окремих механізмів цих машин зображені на рисунках 3.38-3.45. Пояснимо передачу руху до робочих органів на прикладі кінематичної схеми приводу гичкоріза причіпного коренезбирального комбайна КБ-2 (див. рис. 3.43). Привод здійснюється від валу відбору потужності (ВВП) трактора через карданні передачі 1 і редуктор 2 до ротора 3, з вала якого через клинопасову передачу 6 на вал шнека 5 і від нього на опорне колесо 7 і дообрізувач 5.



1 – мотовило; 2 – боковина; 3 – різальний апарат; 4 – клинопасовий варіатор мотовила;
5 – верхній вал плаваючого конвеєра похилої камери комбайна; 6 – похила камера;
7 – платформа жатки; 8 – пасово-планчастий конвеєр

Рисунок 3.38 – Кінематична схема валкової жатки ЖВН-6Б, навішеної на зерновий комбайн

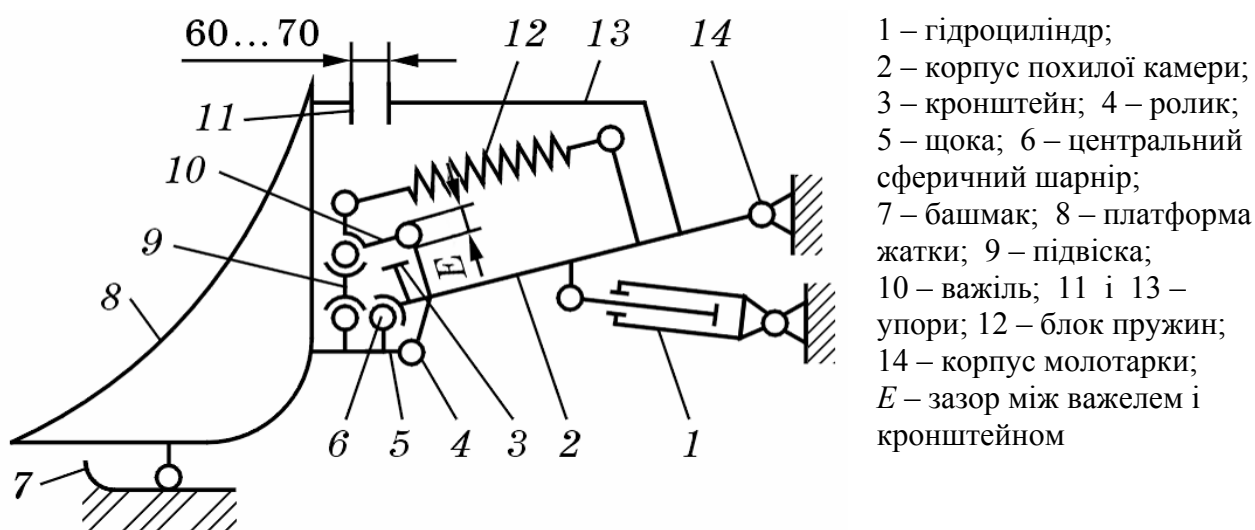
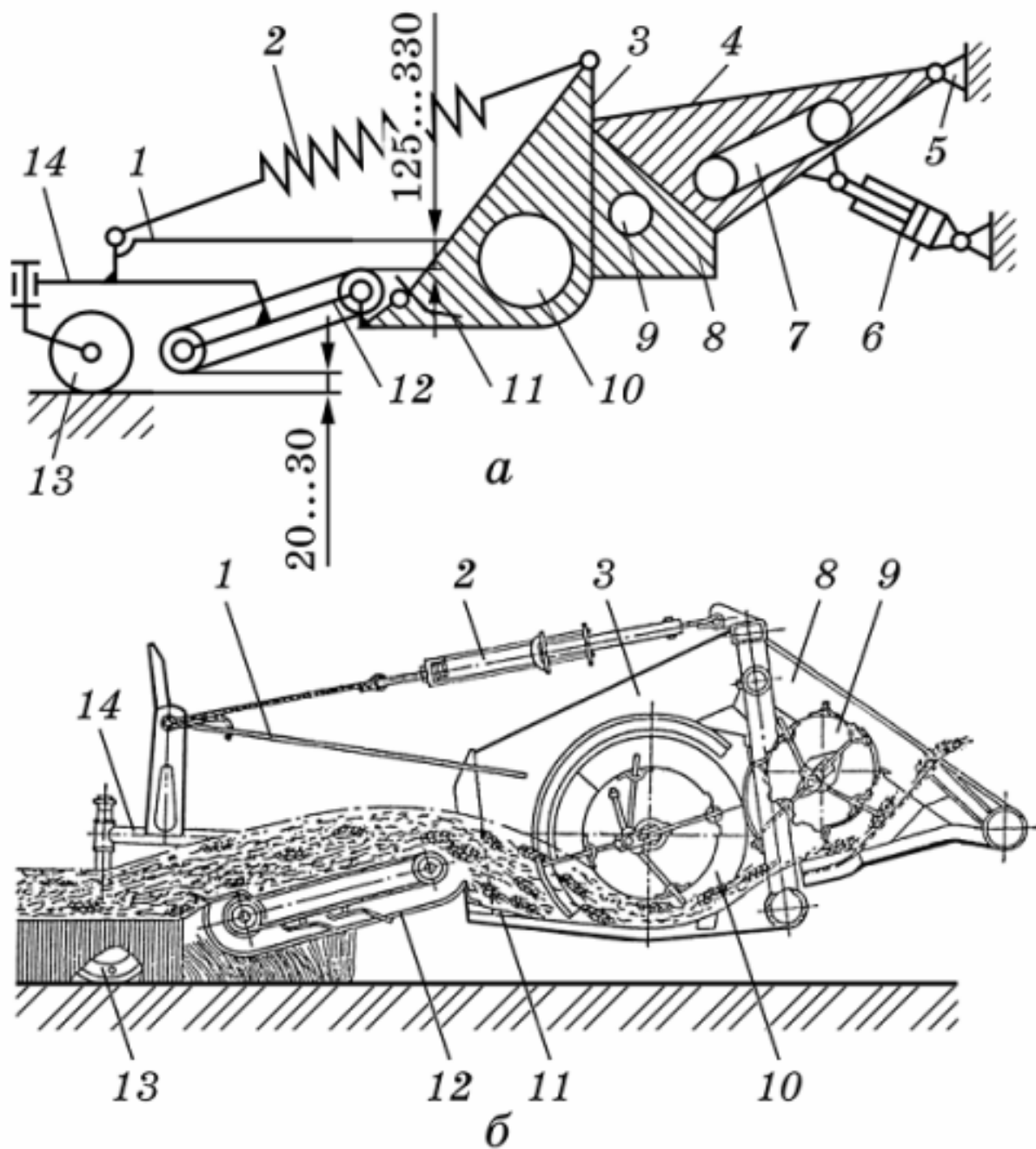


Рисунок 3.39 – Кінематична схема піднімального і зрівноважувального механізму валкової жатки, навішеної на зернозбиральний комбайн



а) кінематична схема механізмів навіски, піднімання і зрівноважування;

б) схема роботи (функціональна схема);

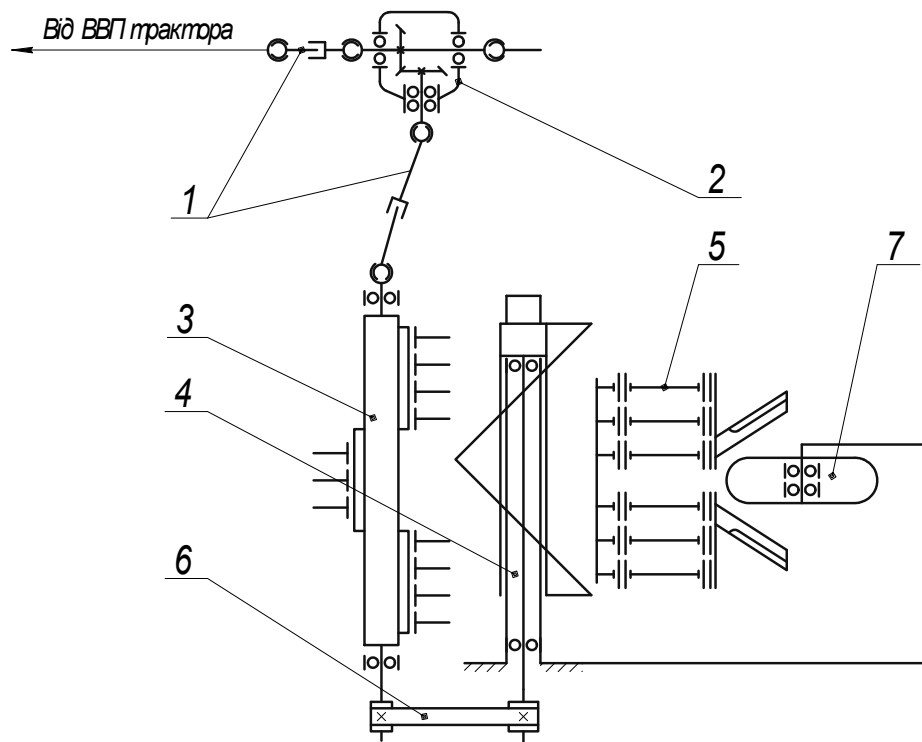
1 – нормалізатор; 2 – пружина розвантажувального пристрою (зрівноважувального механізму); 3 – корпус; 4 – корпус похилої камери жатної частини комбайна;

5 – корпус молотарки; 6 – гідроциліндр; 7 – плаваючий конвеєр; 8 – корпус проставки;

9 – бітер проставки; 10 – шнек; 11 – стеблоснімач; 12 – каркас підбирача;

13 – копіювальне колесо; 14 – кронштейн

Рисунок 3.40 – Платформа-підбирач комбайна «Славутич»



1 – карданні передачі; 2 – редуктор; 3 – ротор; 4 – шнек; 5 – дообрізувач;
6 – клинопасова передача; 7 – опорне колесо

Рисунок 3.44 – Кінематична схема приводу гичкоріза причіпного коренезбирального комбайна КБ-2

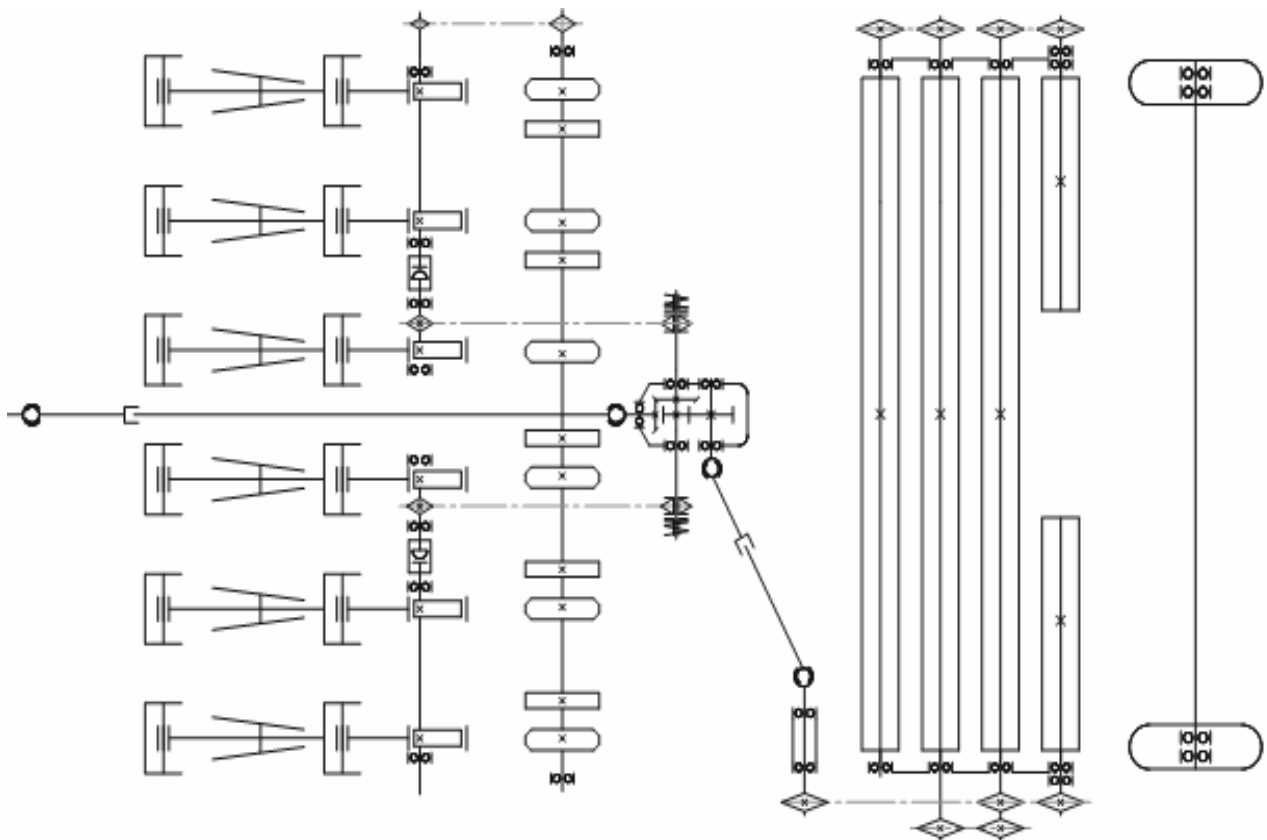


Рисунок 3.44 – Кінематична схема копача-валкоутворювача МВН-2,7

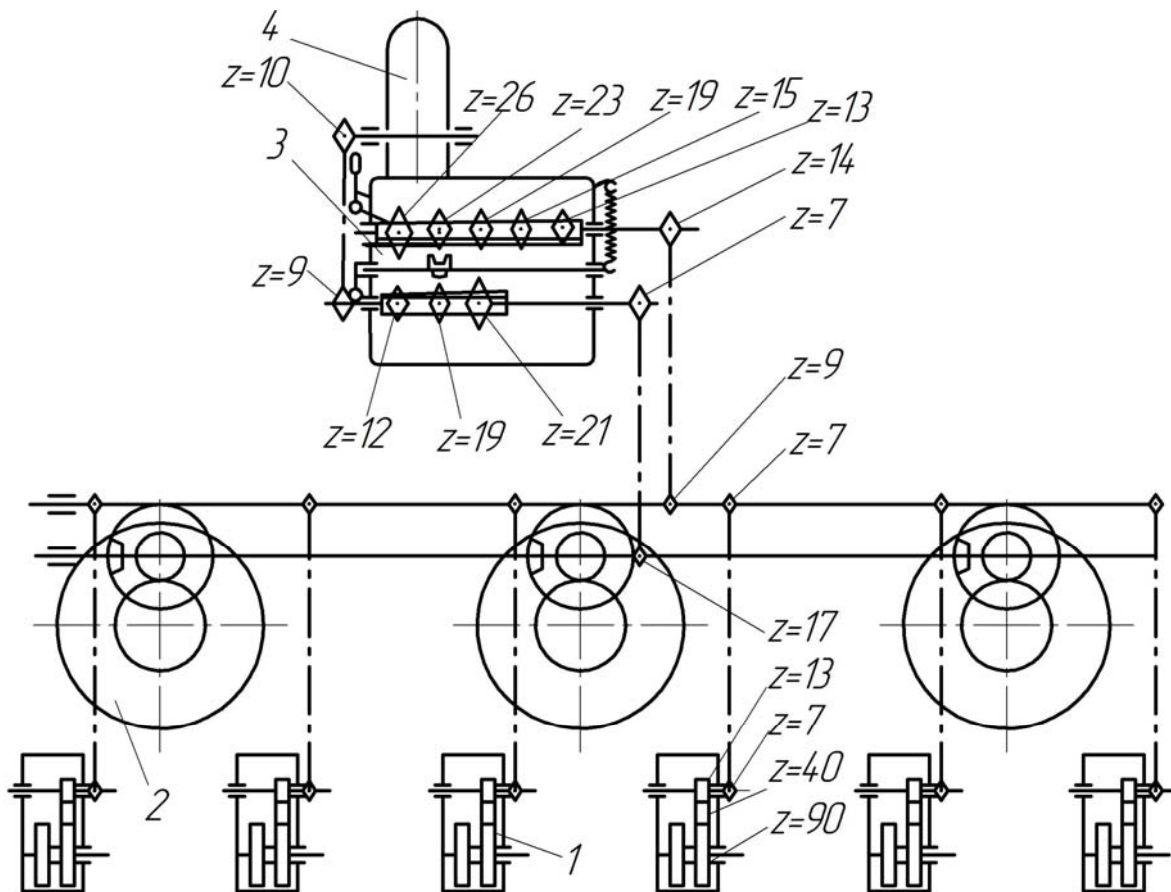


Рисунок 3.45 – Схема механізму передач (кінематична схема) сівалки ССТ-12Б

3.5. Розрахункова схема

Розрахункова схема – це один із різновидів кінематичної схеми.

На розрахунковій схемі вказують місця прикладення навантажень на елементи виробу і їх характер, наприклад, у вигляді векторів сил зовнішнього навантаження і реакцій. Під час розв'язання задач із використанням розрахункових схем, їх виконують в масштабі.

Приклади розрахункових схем окремих механізмів сільськогосподарських машин наведені на рисунках 3.47-3.50.

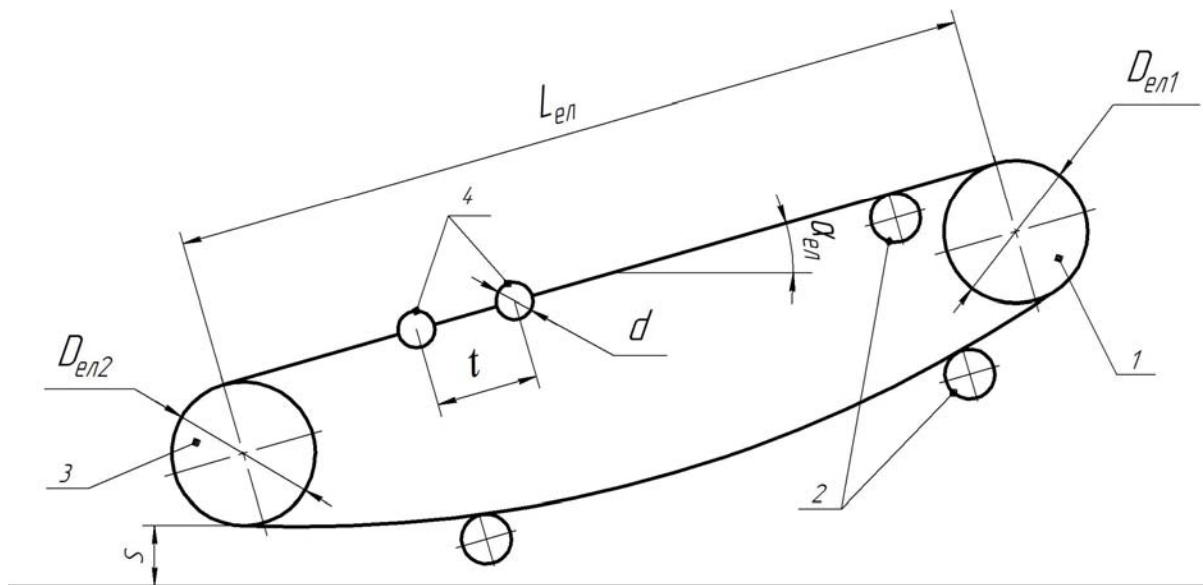
Розглянемо картоплекопач тракторний. Основою таких його машин є підкопувальні лемеші і транспортувально-сепаруючі транспортери (рисунок 3.46).

Сепаруючі транспортери пруткового типу картоплезбиральних машин призначені для руйнування і сепарації підрізаного шару ґрунту разом із бульбами. Складається такий транспортер із приводної частини, в яку входять ведучі і ведені зірочки; полотна, яке виготовлене зі сталевих прутків прикріплених до сталевих

штампованих ланок та підтримуючих роликів. Розрахункова схема такого транспортера показана на рисунку 3.47.



Рисунок 3.46 – Картоплекопач тракторний



1 – ведуча зірочка; 2 – підтримуючі ролики; 3 – ведена зірочка; 4 – пруток

Рисунок 3.47 – Розрахункова схема для визначення параметрів пруткового транспортера картоплекопача

З такої розрахункової схеми, користуючись відповідними рекомендаціями (літературними джерелами), визначають геометричні та кінематичні параметри транспортера: ширину полотна, довжину елеватора (транспортера), кут нахилу та швидкість руху полотна.

Схема навантаження приводного вала скребкового транспортера коренезбиральної машини зображена на рисунку 3.48. Схематично показані блок зірочок ланцюгових передач, приводні барабани, у місцях посадки яких на вал діють відповідні сили F_B і F_T , у місцях встановлення підшипників – опорні реакції R_{AX} , R_{AY} , R_{BX} , R_{BY} . Розрахункова схема та епюри моментів цього вала показані на рисунку 3.49. Завдяки розрахунку і побудові епюр можна визначити геометричні параметри вала – діаметри окремих його ділянок та їх довжини.

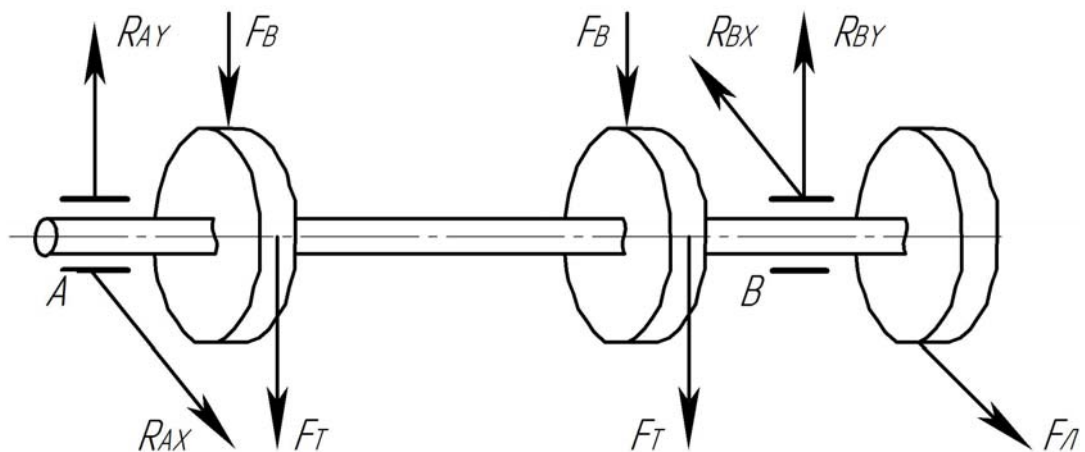


Рисунок 3.48 – Схема навантаження вала транспортера

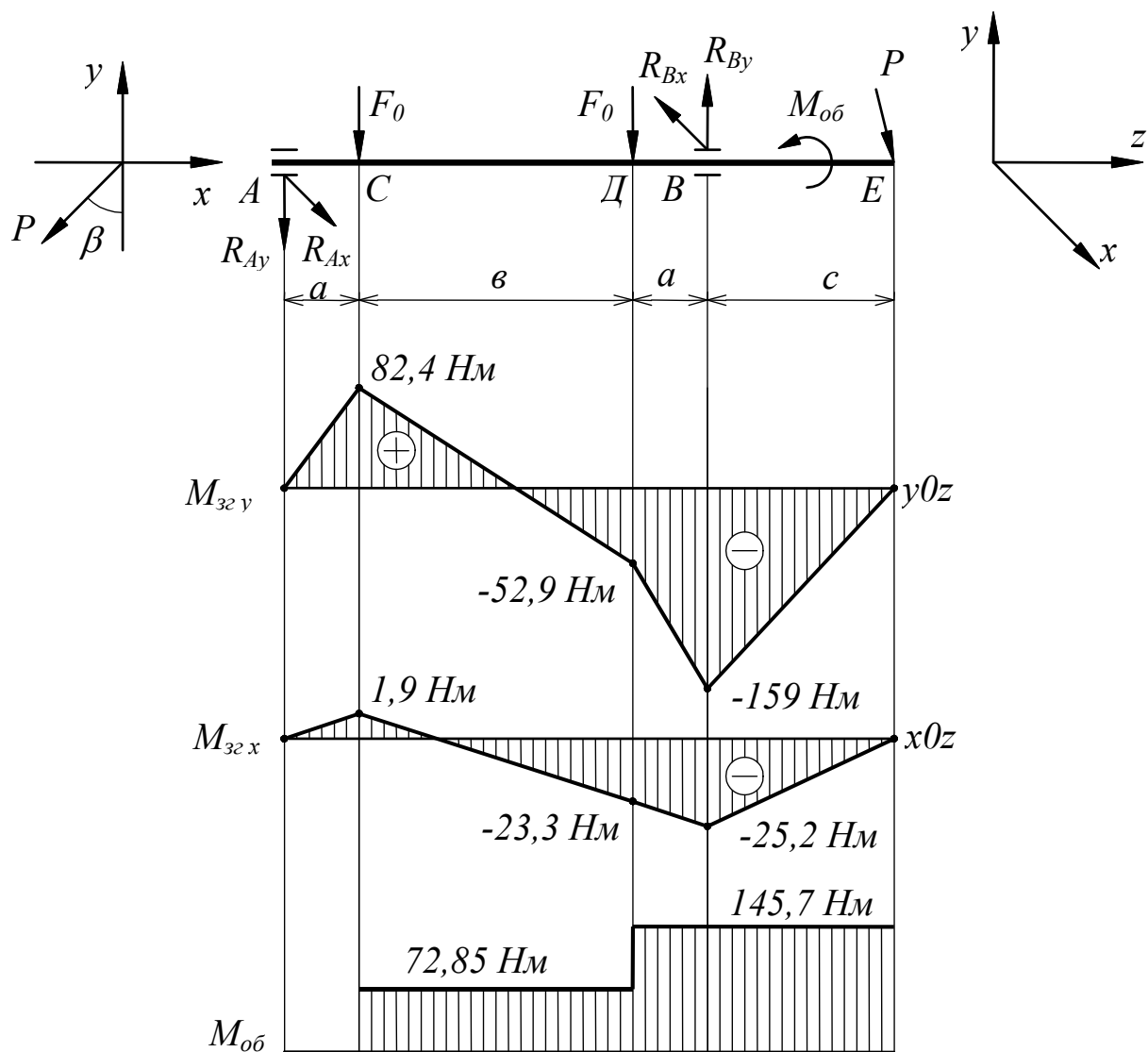


Рисунок 3.49 – Схема навантаження, епюри згинальних і крутних моментів приводного вала поздовжнього транспортера шестирядної коренезбиральної машини

На рисунку 3.50 зображена розархункова схема та епюри моментів ведучого вала конічного одноступінчастого редуктора, на вхідному кінці якого встановлена зірочка ланцюгової передачі.

Конічні редуктори застосовують у таких конструкціях приводів машин, де необхідно змінювати напрям руху на протилежний, **наприклад**, у приводах копачів коренезбиральних машин, щоб забезпечити передачу крутного моменту від двигуна через роздавальний редуктор до викопуючих робочих органів та ін. Використовуючи епюри моментів вала, можна виконати уточнений розрахунок вала, щоб переконатися у довговічності та надійності конструкції.

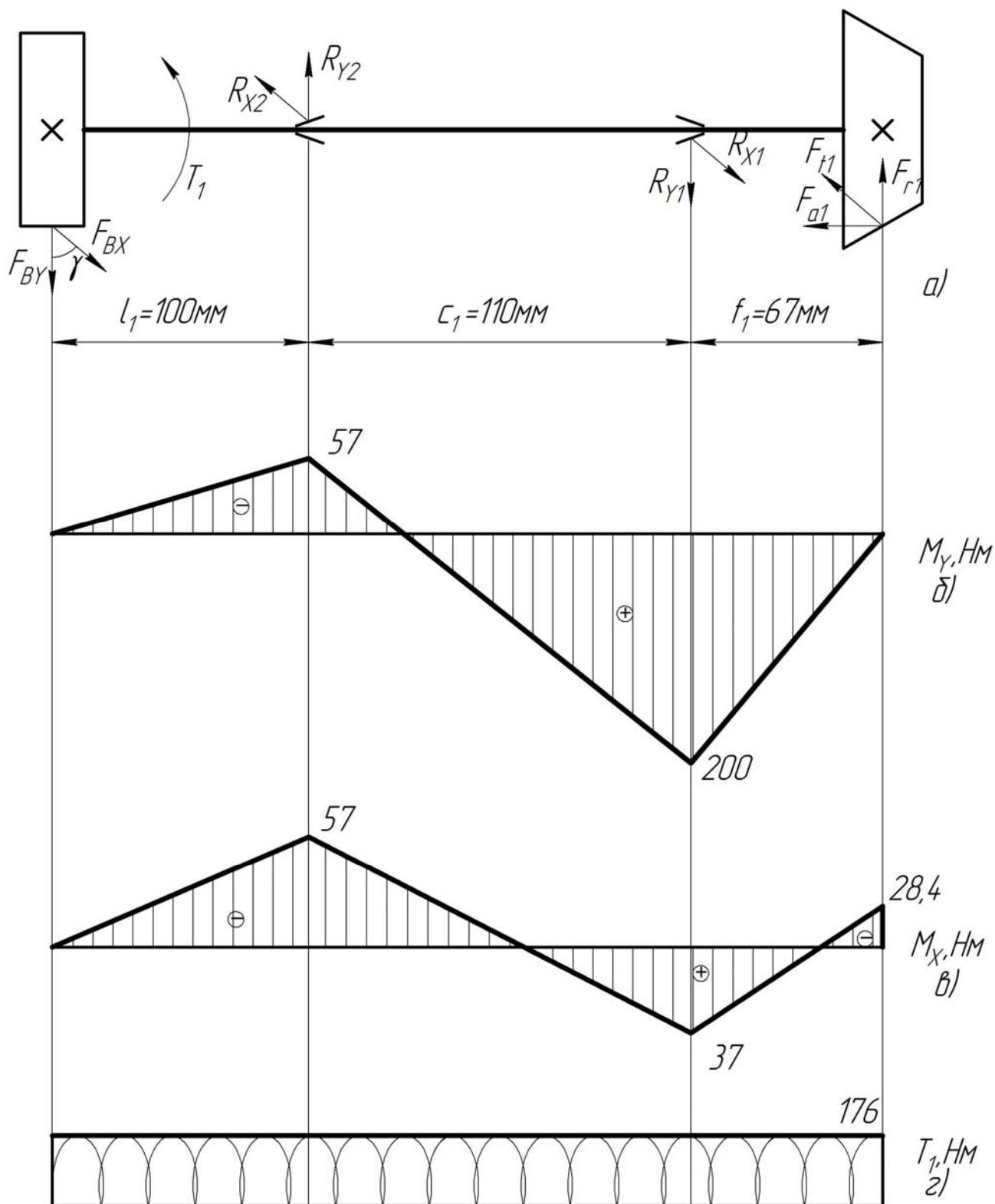


Рисунок 3.50 – Розрахункова схема і епюри моментів ведучого вала

Розрахункові схеми будують як для окремих вузлів, так і для машин в цілому.

На рисунку 3.51 показана сівалка точного висіву.

Дуже важливо під час конструювання машин намагатися раціонально використовувати матеріали для їх створення. Зменшення маси машини сприяє зниженню матеріаломісткості та вартості її виготовлення, але це не має бути основною метою удосконалення машин. *Для сільськогосподарського машинобудування є характерні особливості щодо меж допустимих мас машин, так як їх маса суттєво впливає на якість виконання технологічного процесу.*



Рисунок 3.51 – Універсальна пневматична сівалка точного висіву

Міцність, технологічні особливості роботи машини визначають нижню масу машини; верхню, тобто допустиму масу машини, визначають з умови виходу її на поле без порушення екологічно допустимих впливів на ґрунт.

Маса розроблюваної чи удосконалюваної сільськогосподарської машини має бути менше 10 т (границя максимально допустимої маси тиску на ґрунт), якщо цього не вдається досягнути, то машину поділяють на окремі технологічні частини, зменшують ширину захвату або знижують пропускну здатність.

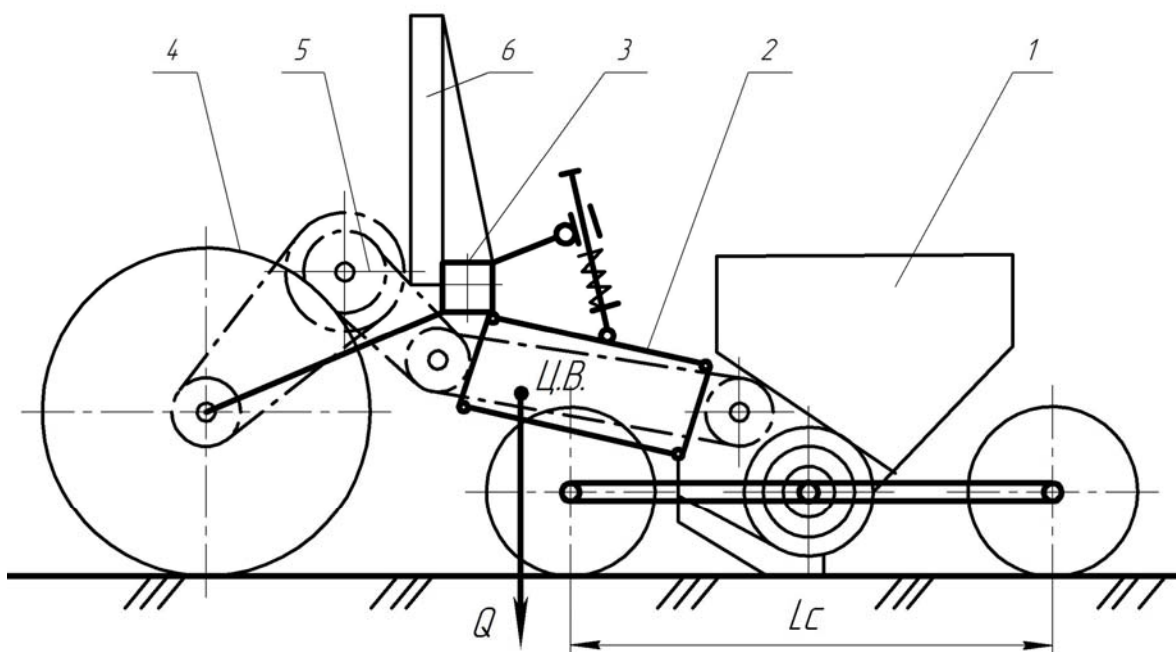
Наприклад, для сівалок межа зниження їх маси – початок порушення стійкого ходу сошників на потрібній максимальній глибині, а також початок порушення стійкого обертання валів висівних апаратів від опорно-приводних коліс сівалки. Розглянемо це детальніше на прикладі сівалки для висіву насіння кукурудзи.

У класичних схемах просапних сівалок висівна та загортальна системи об'єднані у посівні секції, тому конструктивно такі сівалки значно простіші порівняно з рядовими.

Конструктивно найпростіша просапна сівалка – це начіпна просапна сівалка без обладнання для висівання мінеральних добрив. Її принципова схема – це вибір довжини поводків підвіски для кріплення посівних секцій

до бруса сівалки, розміщення бруса щодо поверхні ґрунту, встановлення опорно-приводних коліс та механізмів приводу на рамі сівалки.

Будуючи схему сівалки селекційної просапної, враховують наступне. Сівалка є начіпною, тому необхідно сконструювати всі її вузли так, щоб центр ваги розташувався ближче до трикутника навіски 6 (рисунок 3.52), так буде досягнуто безпечне її агрегування з трактором відповідного класу. Довжину L_C посівної секції визначають, враховуючи спосіб загортання насіння та конструкцій загортачів, тому під час конструювання селекційної сівалки це змінити вже неможливо. Відповідно конструюють підвіску посівної секції, довжину її поводків та взаєморозміщення їх шарнірів. Довжину поводків вибирають якнайкоротшу, але так, щоб запобігти втраті стійкості ходу сошника на заданій глибині. Для забезпечення стабільності ходу сошника підвіску доповнюють довантажувальним елементом – натискною штангою з пружиною.

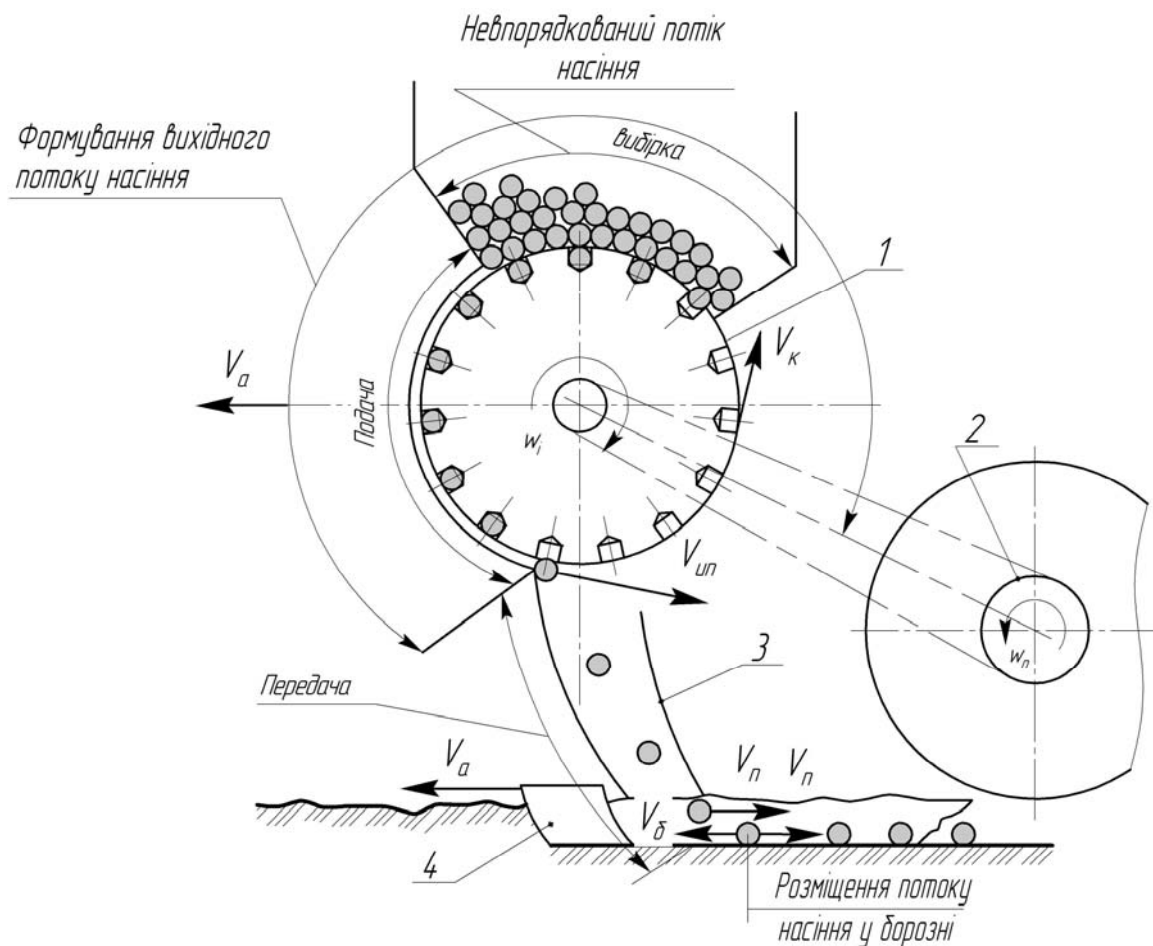


1 – посівна секція; 2 – підвіска з натискною штангою, 3 – брус сівалки,
4 – опорно-приводні колеса, 5 – механізм приводу, 6 – трикутник навіски

Рисунок 3.52 – Схема просапної начіпної сівалки

Розглянемо ще, як пояснення до побудови розрахункової схеми, технологічний процес, що виконується сівалкою точного висіву.

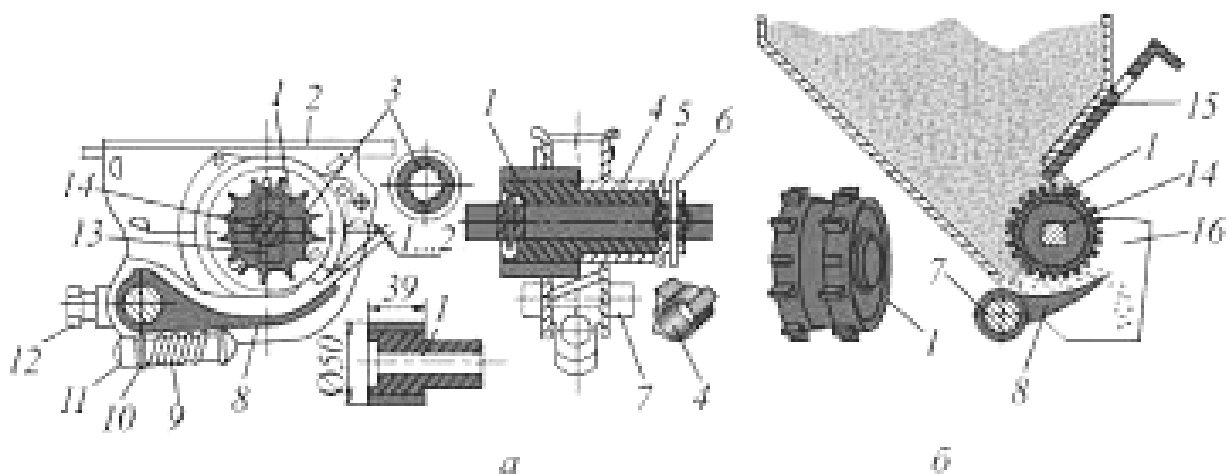
У загальному випадку висівання насіння – це перетворення сукупності хаотично розташованого у технологічному об'ємі насіння, в упорядкований не випадковий його потік з наступним розміщенням у ґрунті із заданим інтервалом (рисунок 3.53).



1 – висівний апарат, 2 – привод, 3 – насіннепровід, 4 – сошник

Рисунок 3.53 – Технологічна модель системи точного висіву

Найчастіше застосовують катушкові, катушково-штифтові (рисунок 3.54), внутрішньоребристі, механічні дискові, пневмомеханічні та інші висівні апарати.



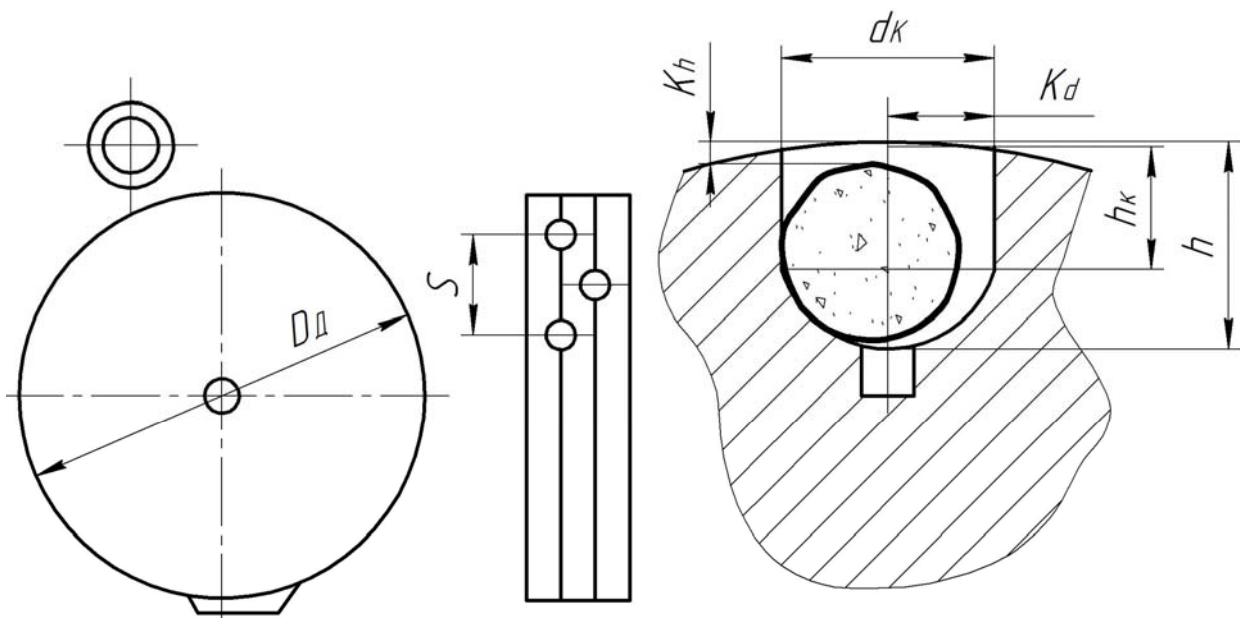
а) катушковий; б) катушково-штифтовий

Рисунок 3.54 – Висівні апарати сівалок

У вертикально-дискових висівних апаратах бурякових сівалок для видалення зайвих або неправильно укладених насінин з комірок диска можна застосовувати активний ролик-чистик. Положення його щодо вертикальної осі диска вибирають, виходячи з умови мінімального пошкодження насінин при оптимальному заповненні ними комірок.

Комірково-дисковий висівний апарат сівалки має такі параметри (рисунок 3.55):

- діаметр диска D_D ;
- діаметр і глибину комірки d_K та h_K ;
- кількість комірок Z_K у ряду;
- крок між комірками S ;
- кількість рядів комірок C_K .



а) диска; б) комірки

Рисунок 3.55 – Параметри комірково-дискового висівного апарату

Схема сил, що діють на насінини у комірково-дисковому висівному апараті показана на рисунку 3.56.

У випадку, коли насіння знаходяться у комірці у зоні вивантаження (див. рис. 3.56), на нього діють:

- сила тяжіння mg ;
- відцентрова сила $m\omega^2 R_D$;
- сила інерції $m \frac{dV}{dt}$;
- сила тертя F_f .

Умова випадання насіння з комірки

$$m \frac{dV}{dt} \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 \leq mg + m \omega^2 R_{\text{Д}}, \quad (3.1)$$

де φ_1 – кут зовнішнього тертя насіння, град;
 ω – кутова частота обертання диска, с^{-1} ;
 $R_{\text{Д}}$ – радіус диска, м;
 mg – вага насіння, Н.

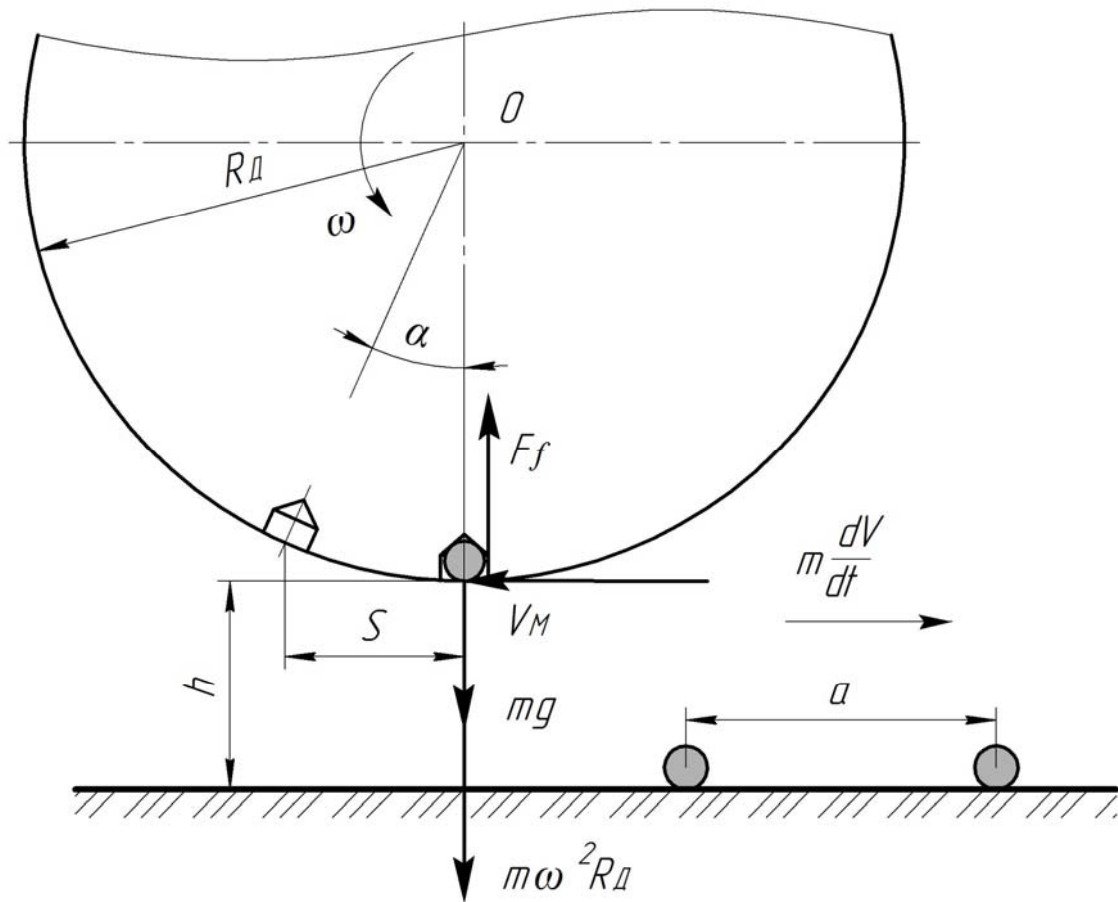


Рисунок 3.56 – Сили, що діють на насіння у комірці висівного апарату

Якщо розв'язати це рівняння застосовуючи інтегрування, то можна отримати залежність для визначення швидкості обертання диска

$$V \leq \frac{g}{\operatorname{tg} \varphi_1} \cdot t + \frac{\omega^2 \cdot R_{\text{Д}}}{\operatorname{tg} \varphi_1} \cdot t + C, \quad (3.2)$$

де t – це час падіння насіння із висоти h .
 При $t = 0$ постійна інтегрування $C = 0$.

Час падіння насіння із висоти h можна визначити як

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}. \quad (3.3)$$

З іншого боку, час t можна виразити через швидкість руху сівалки V_M і крок між насінинами по довжині ходу a , тобто

$$t = \frac{a}{V_M}. \quad (3.4)$$

Користуючись цими залежностями, можна визначити геометричні та кінематичні параметри висівного апарату: діаметр диска, кутову швидкість обертання диска, крок між комірками диска в одному ряду, висоту встановлення диска висівного апарату.

Всі сільськогосподарські машини, які не є самохідними, мають причіпні механізми, з допомогою яких їх приєднують до енергетичних засобів, які забезпечують їм можливість виконання функціонального призначення.

Причіпні пристрої є просторовими конструкціями (шарнірними або рамними), що передають зусилля трактора на раму машини або знаряддя. Шарнірний причіп начіпного плуга типу ПЛН-3-35, розрахункова схема якого зображена на рисунку 3.57, складається з розкосу ABO і двох стійок BD і BK . Під час оранки розкіс начіпного плуга працює на поперечний і поздовжній згин, а стійки – на розтяг.

З такої розрахункової схеми можна визначити необхідні довжини ланок причіпного пристрою.

3.6. Геометрична модель

Геометричні моделі – це схеми, які відображають робочий процес, виконуваний робочими органами машин, у вигляді геометричних фігур. Це часто використовують під час проектування сільгоспмашин.

Наприклад.

1. Геометрична модель у вигляді взаємодії двогранного клина із суцільним середовищем (грунтом), подрібнення стеблових кормів.

2. Геометрична модель оброблюваного матеріалу (частинок) у вигляді сфери, циліндра чи інших геометричних фігур (висівання насіння, очищення і транспортування зерна, гранулювання кормів та ін.).

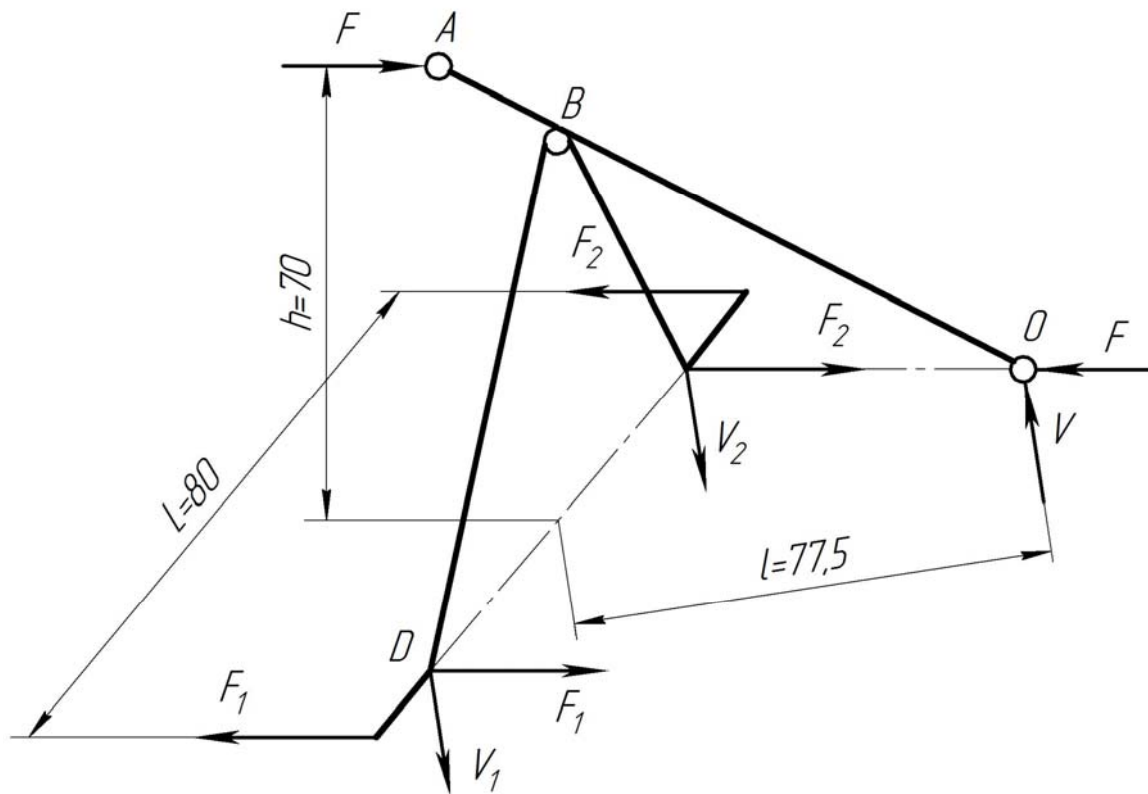


Рисунок 3.57 – Схема навантаження шарнірного причіпного пристрою

Для аналізування технологічного процесу взаємодії пасивних ґрунтообробних робочих органів їх замінюють найпростішими геометричними моделями у вигляді двограних клинів. Такий прийом дозволяє конструктору отримати необхідну інформацію для вибору і розробки конструкції задуманого ґрунтообробного робочого органа (рекомендації академіка В.П. Горячкіна). **На прикладі клина розглянемо можливості використання геометричних моделей.**

На рисунку 3.58 показано взаємодію роботи клина з шаром ґрунту. Вивчаючи його, можна змодельовати процес руйнування ґрунту клином.

Процес механічного руйнування ґрунту під дією клина складається з чотирьох послідовних стадій. Перша – початкове пластичне зминання шару ґрунту в деякому його об'ємі (рисунок 3.58а). Зминання супроводжується ущільненням і зростанням опору ґрунту. Повітря, що знаходиться в капілярах ґрунту і проміжках між грудочками, переходить у стиснений стан.

Друга стадія – подальший стиск ґрунту і затисненого у ньому повітря, в результаті чого накопичується потенціальна енергія через збільшення сили стиску. Як на першій, так і на другій стадії, частинки ґрунту разом із затисненим повітрям переміщуються в напрямку, перпендикулярному до робочої поверхні клина, відхиляючись від нього на кут тертя ґрунту до клину (рисунок 3.58б).

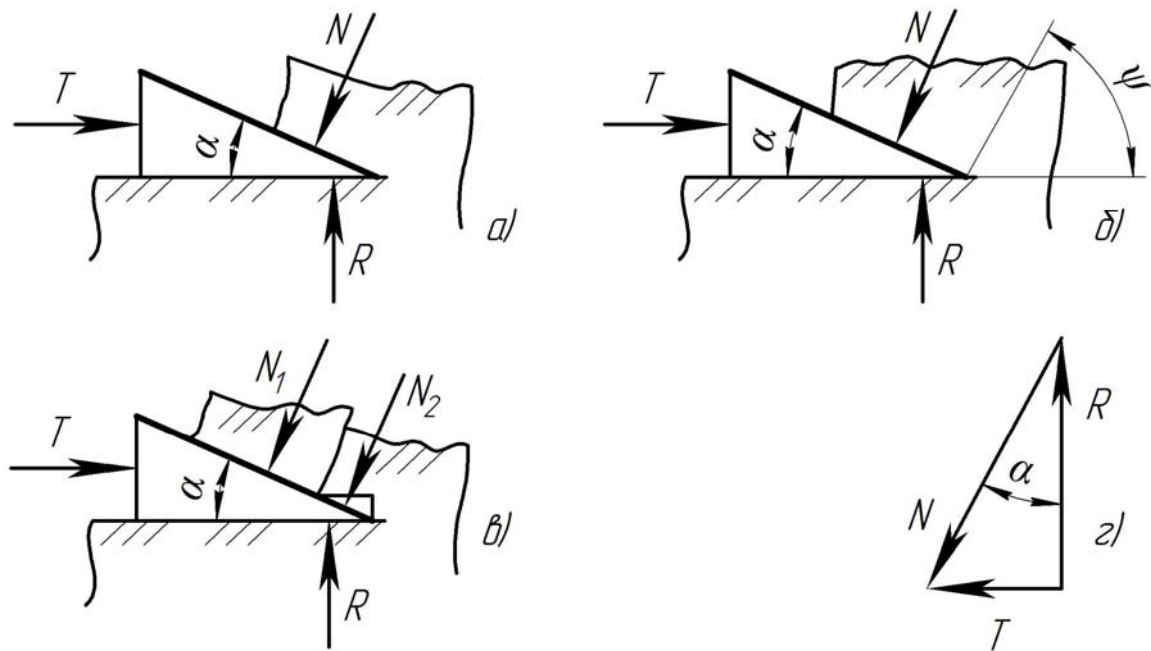


Рисунок 3.58 – Схема деформації шару ґрунту двограним клином

Третя стадія – стиск ґрунту до граничного стану, обумовленого його міцністю. При цьому настає момент сколювання ґрунту і сколений шар зрушується у деякій площині, направлений паралельно до переміщення часток при стисканні (рисунок 3.58в).

Четверта стадія – розширення защемленого в період перших двох стадій повітря і перехід його потенціальної енергії в роботу руйнування зв'язків між частинками ґрунту, тобто кришення шару ґрунту на більші чи менші частини.

При подальшому руху клина процес повторюється в такому ж порядку. **Очевидно, що різкого розмежування окремі стадії не мають: одна стадія поступово переходить в іншу, але неодмінно у викладеній послідовності.**

Для руйнування ґрунту використовують принципову особливість клина, яка ґрунтується на тому, що, прикладаючи порівняно невелику рушійну силу T , можна розвивати велику нормальну силу тиску клина на шар ґрунту, що призводить до зминання, а потім і до сколювання його шарів. Із силового трикутника (рисунок 3.58г), видно, що сила реакції шару ґрунту

$$N = T / \sin \alpha, \quad (3.5)$$

де α – кут нахилу робочої поверхні грані клина до напрямку руху клина.

При $\alpha = 15^\circ$, $N \approx 4 T$.

Характер деформації ґрунту значно залежить від його механічного складу, стану ґрунту, тобто від його вологості, задернілості і неоднорідності.

Ґрунти середні за своїми механічними властивостями і вологістю сколюються під певним кутом ψ до напрямку руху клина, створюючи *брили трапецеїдальної форми* (рисунок 3.59а). При малій глибині ходу клина в ґрунті шар, що сколюється, розпадається на дрібні шматки такої ж форми (рисунок 3.59б).

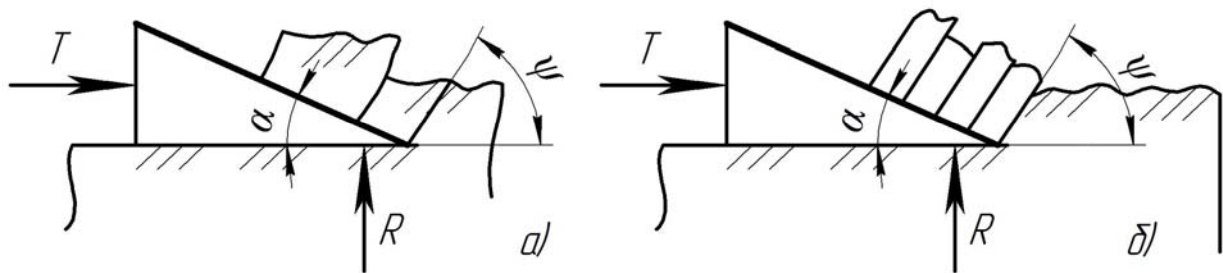


Рисунок 3.59 – Схеми сколювання ґрунт клином

Легкі ґрунти з великим вмістом піску під дією клина, якщо кут α підйому великий, *розпадаються на окремі зерна* і накопичуються перед клином (рисунок 3.60а).

Сухі важкі ґрунти з великим вмістом мулових (глинистих) частинок розколюються *на брили неправильної форми*, а дно борозни утворюється нерівним і поритим (рисунок 3.60б).

Задернілі в'язкі і вологі ґрунти відділяються під дією клина у вигляді *суцільної стрічки*, що загинається на робочу поверхню клина (рисунок 3.60в).

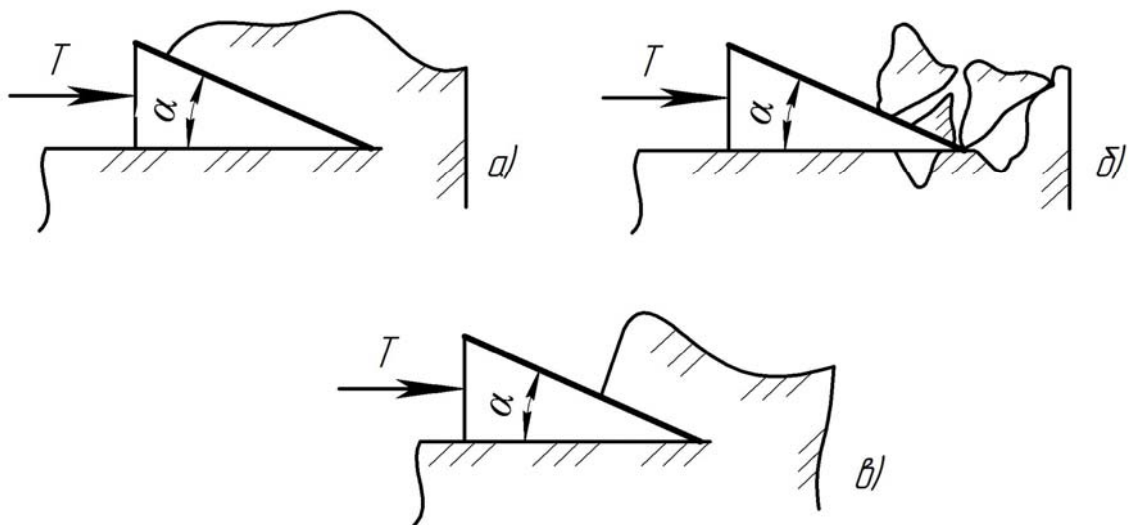


Рисунок 3.60 – Схеми роботи клина з різними ґрунтами

Описані особливості роботи двогранного клина з ґрунтом, отримані дослідниками за допомогою численних експериментів у польових і лабораторних умовах і узагальнені в науковій навчальній літературі.

Двогранний клин дозволяє зробити й аналітичний (математичний) аналіз взаємодії поверхні клина з ґрунтом за умови лінійного переміщення часток ґрунту. Припустимо, наприклад, що клин ABC (рисунок 3.61) із кутом підйому α під дією сили T переміщається і займає положення $A'B'C'$.

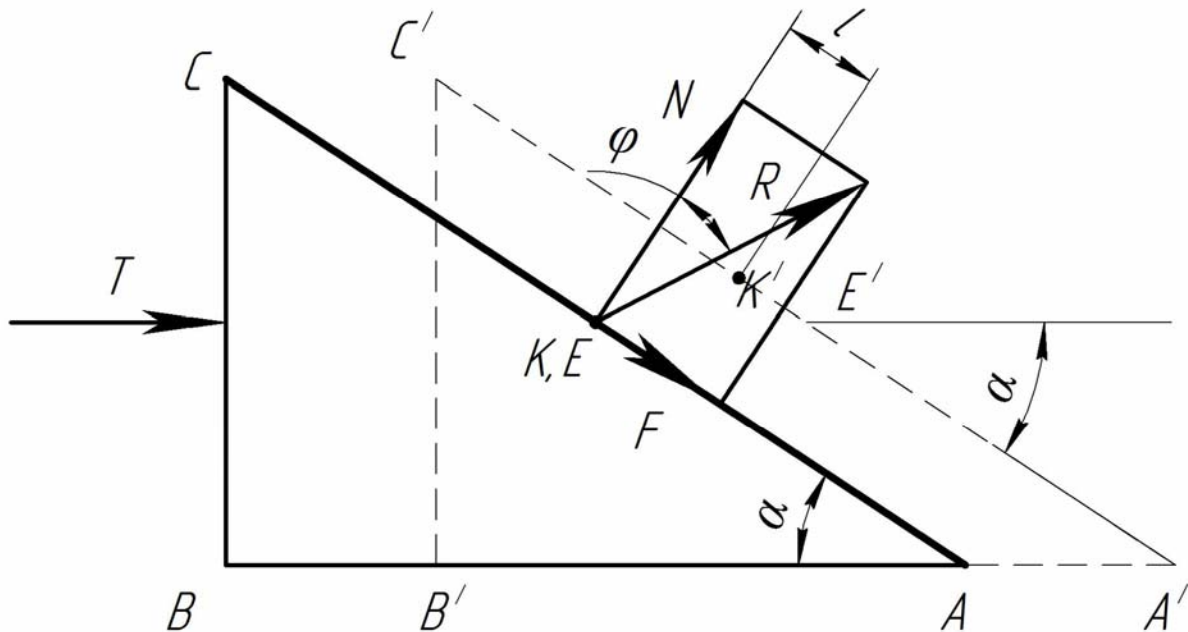


Рисунок 3.61 – Сили, що діють на частинки ґрунту при стисканні шару клином

Під час переміщення клина на частинку K діє сила нормального тиску N клина в точці E і сила тертя

$$F = N \cdot \operatorname{tg} \varphi. \quad (3.6)$$

Для забезпечення ковзання частки по робочій поверхні клина при русі його в певному середовищі, (наприклад, у ґрунті) необхідно, щоб реактивна сила зминання середовища клином проходила поза кутом тертя, тобто кут β повинен бути більшим від кута тертя φ

$$\beta = (90^\circ - \alpha) \geq \varphi, \quad (3.7)$$

кут підйому клина

$$\alpha \leq (90^\circ - \varphi). \quad (3.8)$$

Коефіцієнт тертя ковзання ґрунту по металу може досягати $\operatorname{tg} \varphi = 0,8$, тобто $\varphi \approx 40^\circ$, а на важких ґрунтах $\operatorname{tg} \varphi_{\max} = 1,0$, тобто $\varphi_{\max} = 45^\circ$.

При переході клина з положення ABC (див. рис. 3.61) у положення $A'B'C'$ частинка K стисненого клином ґрунту, залишаючись увесь час на робочій грані клина, перейде в положення K' за напрямом дії вектора сили $\vec{R}$ і точка E , тобто точка дотику робочої поверхні клина з часткою ґрунту K , опиниться в положенні K' за напрямом руху клина. Клин, а отже, і точка робочої поверхні клина E пройдуть шлях L , а частка ґрунту K за той же час, ковзаючи по робочій поверхні клина, пройде шлях $L'K' = l$. При цьому $l \leq L$, тобто **виконується умова лінійної деформації ґрунту і, отже, його руйнування.**

Таким чином, розглянувши і проаналізувавши роботу двогранного клина як основну геометричну модель багатьох ґрунтообробних робочих органів, конструктор може приступати до розробки необхідних конструкцій робочих органів:

- корпусів плугів (вибір кутів встановлення лемеша до дна і стінки борозни, нахилу твірної поверхні полиці до стінки борозни, визначення довжини польової дошки та ін.);
- вибору основних кутів культиваторних лап і сошників сівалок;
- визначення мінімальної допустимої відстані між корпусами плугів у поздовжньому напрямку;
- умов необхідного розташування культиваторних лап і сошників на рамах культиваторів і сівалок.

Вибір основних параметрів і проектування цих робочих органів студенти вивчають у подальших курсах.

3.7. Математична модель

Математична модель – це схематичне й аналітичне зображення досліджуваного технологічного процесу, який виконується робочими органами машин або їх окремих елементів.

Математична модель призначена для визначення основних геометричних і кінематичних (швидкість, прискорення та ін.) характеристик (параметрів) технологічних процесів і робочих органів машин.

На схематичному зображенні, яке **виконують без дотримання масштабу**, наводять матеріал, необхідний для отримання відповідних аналітичних залежностей, що аналізують хід технологічного процесу. Конструктори у своїй діяльності не розробляють якихось нових

математичних моделей, а використовують здебільшого відомі і перевірені на практиці. Частіше всього *такими моделями є рівняння механіки*.

Під час проектування сільськогосподарських машин використовують математичні моделі, які часто зустрічаються, за допомогою яких можна виконати розрахунки різноманітних технологічних процесів роботи робочих органів (при обертально-поступальному русі робочого органа рух частинки матеріалу по горизонтальній і похилій площинах, по ротаційних поверхнях і т.ін.), застосовують також і особисті моделі, отримані в результаті наукових досліджень, як правило, оригінальних конструкцій розроблюваних або подібних до них робочих органів.

Розглянемо для прикладу математичну модель, що часто зустрічається, – це модель обертально-поступального руху робочого органа (рисунок 3.62). Радіус R обертається навколо горизонтальної осі O , що переміщається вздовж осі OX .

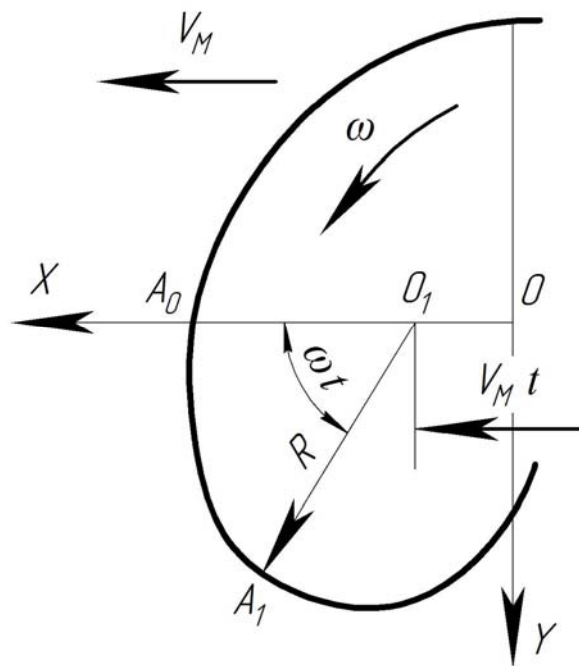


Рисунок 3.62 – Схема для визначення траєкторії руху точки при обертально-поступальному русі

Через проміжок часу t центр обертання O переміститься по осі OX у нове положення O_1 , пройшовши шлях $V_M \cdot t$, а радіус R повернеться на кут $\omega \cdot t$, де V_M – поступальна швидкість центру обертання, а ω – кутова швидкість радіуса R .

У результаті цього руху вершина A_0 радіуса R перейде з положення A_0 в положення A_1 . Її координати можна визначити за рівнянням

$$\begin{cases} x_1 = V_M \cdot t + R \cdot \cos \omega \cdot t, \\ y_1 = R \cdot \sin \omega \cdot t. \end{cases} \quad (3.9)$$

Рівняння (3.9) характеризує траєкторію абсолютного руху точки A в параметричній формі.

У конкретних випадках конструкцій робочих органів точкою A може бути лезо ножа соломорізки ґрунтової фрези, планка мотовила жатки та ін. Тобто рисунок 3.62 і рівняння (3.9) **можуть бути вираженням математичної моделі технологічного процесу** роботи ножів ґрунтових фрез, тримачів розсадосадильних апаратів, ножів ріжучих апаратів ротаційних косарок, пальців підбирачів валків, планок мотовила і т.ін.

Траєкторія точки A – циклоїда. Геометрична форма циклоїди буде залежати від так званого показника кінематичного режиму, який виражають залежністю

$$\lambda = \frac{U}{V_M}, \quad (3.10)$$

де U – колова швидкість кінця A радіуса R .

Прийнявши $\omega \cdot t = \varphi$, а $U = \omega \cdot R$, отримують: $t = \varphi / \omega$ або $t = R \cdot \omega / U$. Підставивши в рівняння (3.9) замість t і $\omega \cdot t$ вирази $R \cdot \omega / U$ й φ і замінивши $U / V_M = \lambda$, отримують

$$\begin{cases} x_1 = R \cdot (\cos \varphi + \varphi / \lambda), \\ y_1 = R \cdot \sin \varphi. \end{cases} \quad (3.11)$$

Тоді, якщо $\lambda < 1$, траєкторія точки A буде мати форму вкороченої циклоїди (рисунок 3.63а), якщо $\lambda = 1$ – чистої циклоїди (рисунок 3.63б), якщо $\lambda > 1$, циклоїда буде подовженою, так званою трохоїдою (рисунок 3.63в).

Як впливає з рисунка 3.63 при $\lambda < 1$ напрямок вектора абсолютної швидкості V_A точки A є незмінним. При $\lambda = 1$ вектор V_A також не змінює свого напрямку, але в точці повертання кривої траєкторії абсолютна швидкість її дорівнює 0. При $\lambda > 1$ абсолютна швидкість у нижній частині кривої змінює свій напрям.

Таку особливість характеру руху використовують при виборі кінематики руху робочих органів сільськогосподарських машин. Так, для штангових культиваторів траєкторію ребер штанги вибирають з умови $\lambda > 1$, для розсадосадильних апаратів $\lambda = 1$, а для мотовила $\lambda > 1$.

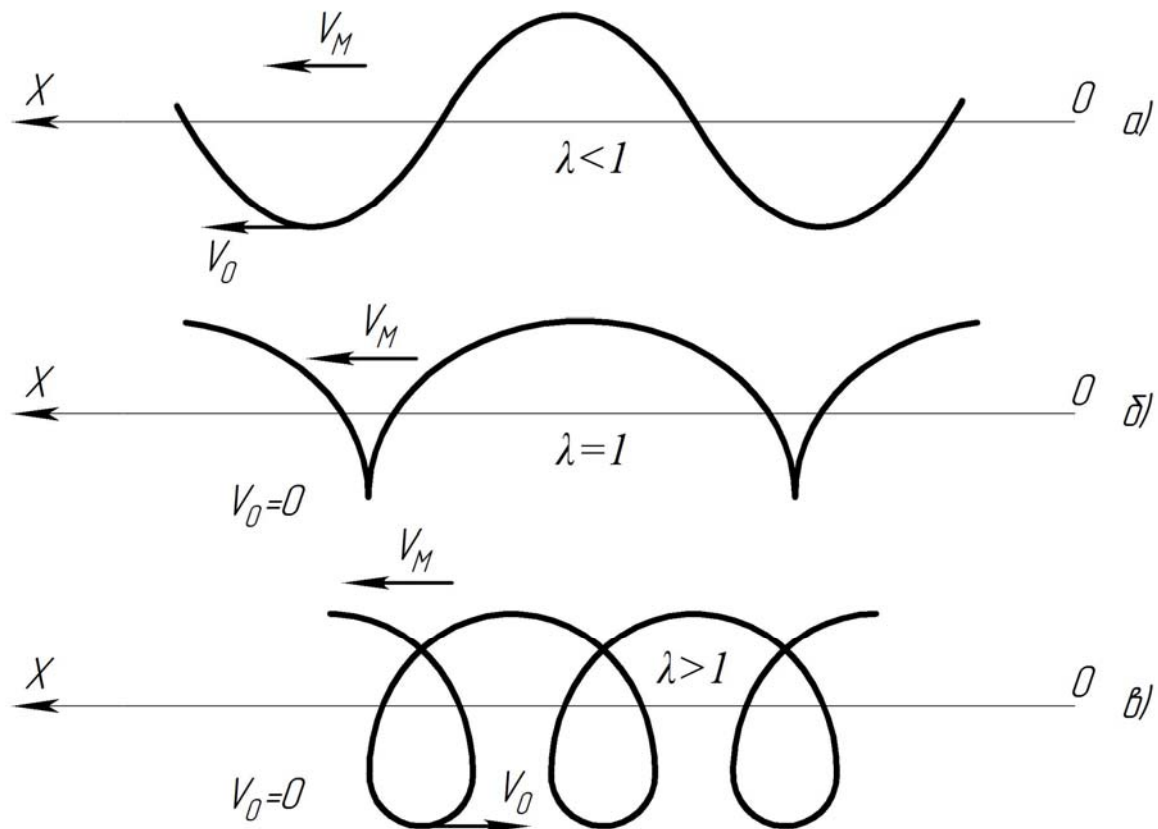


Рисунок 3.63 – Варіанти можливих траєкторій руху точки при різних значеннях показника кінематичного режиму

3.8. Принципова схема виробу

Принципова (компонувальна) схема визначає повний набір елементів машини (виробу) і зв'язків між ними (див. рисунки 3.1-3.4).

Принципова схема дає детальне уявлення про структуру і принцип роботи машини (виробу).

Під час розробки принципової схеми машини необхідно вирішувати завдання, спрямовані на забезпечення вимог технічного завдання й отримання інформації для проектних і конструкторських рішень.

Вихідні дані для принципової схеми:

- відомості з технічного завдання про призначення машини, спосіб агрегування, склад (будова) машини (виробу);
- відомості з функціональної, кінематичної та інших схем.

Обмеження для принципової схеми – це вимоги технічного завдання до надійності, технологічності, ергономіки, естетики, безпеки роботи, способу транспортування і зберігання. Все це дозволяє створити уявлення про машину, користуючись якою можна вирішити ряд принципових питань композиційного характеру.

Загальне компонування розроблюваної машини (знаряддя), тобто розробку його принципової (компонувальної) схеми, виконують після вибору й обґрунтування робочих органів, механізмів приводу і керування і, за необхідності, способу його агрегування.

Загальне компонування починають із розміщення робочих органів або їхніх елементів у порядку виконання заданого технологічного процесу роботи. Тобто під час компонування важливо вміти відділяти головне від другорядного і встановлювати правильну послідовність розробки конструкції. Спочатку розробляють найбільш громіздкі і складні робочі органи, визначають їхнє місце в машині, а потім вже навколо них і виконують компонування і доробку інших робочих органів, механізмів приводу і керування.

Для мобільних сільськогосподарських машин (більшість машин для рільництва є мобільними), **важливим є забезпечення їх доброї композиції, тобто вибір конструктивного рішення ходової системи машини**, що включає раму, колеса (опорні, опорно-приводні, керовані), механізми й елементи конструкцій, що забезпечують з'єднання усіх вузлів та окремих агрегатів у єдину конструкцію. **Ходова система машин дозволяє виконувати необхідні маневрування для виконання їх функціонального призначення.**

Принципову схему конструктор виконує в масштабі, як правило, 1:1 для того, щоб на ній можна було зробити узгодження взаємного розташування робочих органів та інших елементів конструкції виробу, уточнити їхні розміри і вибрати між ними необхідні інтервали або зазори.

Схеми робочих органів, допоміжних елементів, механізмів приводу і керування виконують за необхідності на прозорому папері, у дійсній або спрощеній формі для забезпечення можливості бачити будь-які конструктивні елементи виробу при накладанні їх одне на одне в даній проекції. Під час розробки такої схеми рекомендують виконувати окремі елементи конструкції кольоровими, щоб спростити читання і аналіз необхідних конструктивних елементів на схемі.

Принципові схеми виконують з такою кількістю проекцій і видів, яка потрібна для визначення всіх необхідних розмірів виробу і забезпечення раціонального взаємного розташування всіх елементів конструкції, тобто забезпечення правила «зайнятих місць» у конструкції, щоб ніякі елементи конструкції не заважали одне одному.

Принципова схема є основним робочим конструкторським документом тільки для тієї групи конструкторів та інших спеціалістів, що безпосередньо беруть участь у розробці машини (виробу), тому що за цією схемою виконують усю подальшу розробку робочих креслень на машину (виріб). Цю схему розробляє найбільш досвідчений і кваліфікований конструктор групи і найкраще, якщо він є повністю відповідальним за виконання вимог технічного завдання на розробку машини.

Як *приклад* розглянемо хід конструювання виробу, а саме робочого органу у вигляді пневмомеханічного висівного апарату для пунктирного висівання насіння просапних культур.

Спершу конструктору необхідно знайти якесь нове рішення, що дозволяє підвищити якість технологічного процесу. У даному випадку – це підвищення якості пунктирного висівання насіння, надійності технологічного процесу роботи апарату і т.ін.

Будь-якій конструкції властиві недоліки: які можна ліквідувати, важколіквідовувані і неліквідовувані (останні закладені в самій ідеї даної конструкції). Конструктор частіше шукає шляхи усунення тільки ліквідовуваних і важколіквідовуваних недоліків. Проблема неліквідовуваних недоліків може вирішуватися тільки створенням принципово нової конструкції виробу для виконання того ж технологічного процесу.

З практики експлуатації і роботи над удосконалюванням пневмомеханічних висівних апаратів для пунктирного висівання насіння проблема видалення «зайвих» насінин від отворів висівного диска є **важколіквідовуваним недоліком**, що знижує якість сівби і продуктивність посівного агрегату через зниження робочих швидкостей під час сівби.

Пневмомеханічні висівні апарати вакуумної дії відомі вже порівняно давно. Принцип роботи таких апаратів незалежно від конструктивного виконання приблизно однаковий, тобто насінина присмоктується до отворів висівного диска (висівного барабана) за рахунок відкачування повітря відповідно з внутрішньої порожнини барабана або пневмокамери, що прилягає в зоні отворів до диска (барабана). Під час обертання висіваючі елементи (барабани або диски) виносять присмоктане до отворів насіння із шару насінин у бункері і транспортують їх у місце скидання в борозну.

Відпадання насінин від отворів у місці скидання їх у борозну відбувається або за рахунок короточасного перекриття роликотвору, що присмоктує, із внутрішньої частини барабана, або за рахунок відведення отвору з-під дії вакуумної камери, що присмоктує.

Неліквідовуваним недоліком таких апаратів поки що залишається те, що не вдається зробити винесення насінин з прошарку тільки по одній в кожен отвір, що присмоктує. Тому проблемою для таких апаратів є видалення зайвих насінин від отворів, що присмоктують.

Прикладом усунення такого недоліку в аналізованих апаратах може бути, наприклад, нове вирішення форми отвору, що присмоктує. У відомих апаратів вакуумної дії отворами, що присмоктують, є наскрізні отвори з замкнутими контурами їх стінок, що дозволяє утримувати насіння на отворах без відносного їхнього руху біля отворів, тобто тільки в статичному стані. Тому для видалення «зайвих» насінин від таких отворів застосовують різні конструкції пристроїв для механічного ворухіння насіння в присмоктуючий отвір для того, щоб «зайві» насінини потрапляли в рухомий стан і відпадали. Відповідно до цього, щоб усунути «зайві» насінини, необхідно організувати відносний рух насінин, що притиснулися до отвору за допомогою додаткових пристроїв, на елементи яких під час обертання диска або барабана насінини наштовхуються і зміщуються відносно отвору. Поки що тільки в такий спосіб конструктори намагаються вирішувати цю проблему й у нас, і за кордоном.

Можна спробувати створювати необхідний відносний рух насінин в отвори іншим способом. **Наприклад**, якщо отвори у висівному диску будуть відкритої форми, а для утворення з них отворів, що присмоктують насінини, вони своєю відкритою стороною будуть примикати до стінки корпусу висівного апарату і т.ін.

Розглянемо ще, як **приклад**, технологічний процес, що виконується сівалкою точного висіву. У загальному випадку – це перетворення сукупності хаотично розташованого у технологічному об'ємі насіння на упорядкований не випадковий його потік з наступним розміщенням у ґрунті із заданим інтервалом (див. рисунок 3.53).

У вертикально-дискових висівних апаратах бурякових сівалок ССТ-12 для видалення зайвих або неправильно укладених насінин з комірок диска 1 можна застосувати активний ролик-відбивач 2 (рисунок 3.64). Його положення щодо вертикальної осі диска вибирають, виходячи з умови мінімального пошкодження насінин при оптимальному заповненні ними комірок.

Після того як конструктор переконався, що прийняте рішення відповідає меті удосконалення конструкції висівного апарата, він приступає до конструювання самого апарата, паралельно вирішуючи інші конструкторські завдання, наприклад, універсальність конструкції. Її можна забезпечити набором змінних дисків, закріплених на машині, що встановлена на приводному валу висівного апарату.

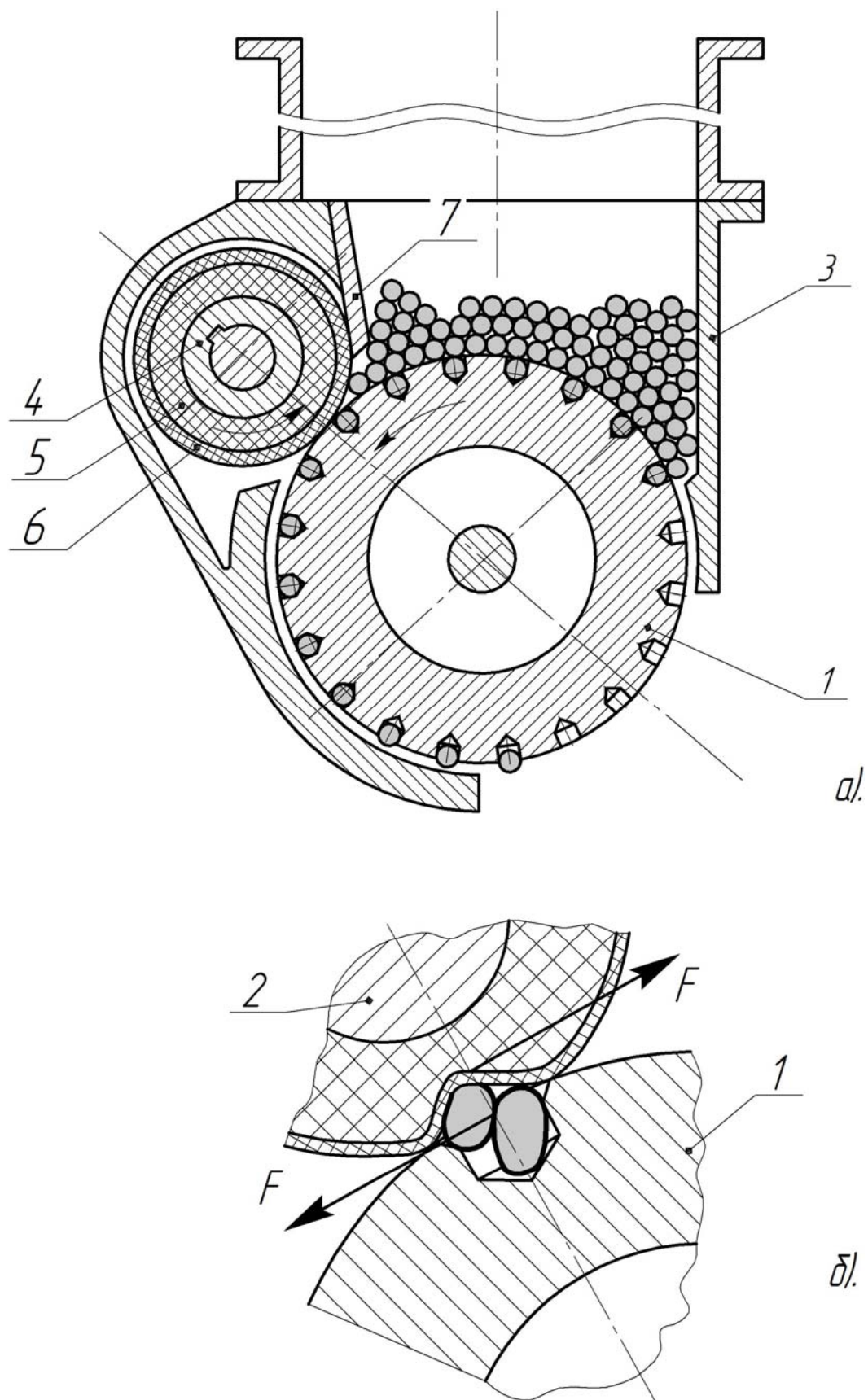


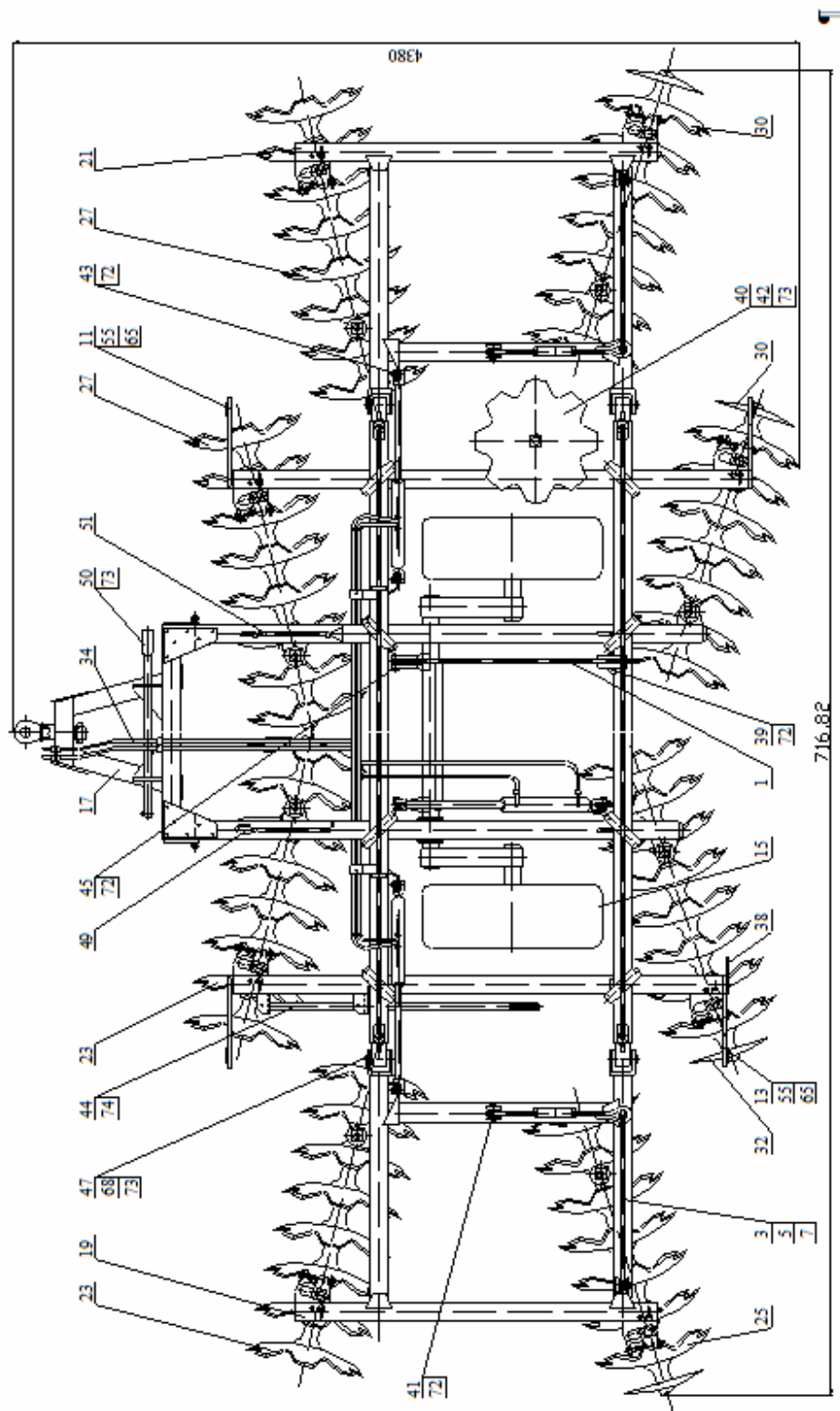
Рисунок 3.64 – Схема удосконалення комірково-дискового висівного апарату сівалки ССТ-12Б (а) і схема взаємодії ролика-відбивача з насінням, яке знаходиться у комірці диска (б)

3.9. Виконання робочих креслень

Після завершення робіт щодо виконання моделей і схем приступають до **розробки креслень машини** (рисунок 3.65). Під час розробки конструкцій **сільськогосподарських машин чи знарядь** (рисунок 3.66-6.68) **спершу виконують складальні креслення** (вузли в зборі), тобто креслення робочих органів із приєднуваними елементами, з елементами приводу і керування (рисунки 3.69-3.72), а також креслення окремих великих вузлів машини (рама (рисунок 3.73), редуктор (рисунок 3.74), муфта (рисунок 3.75) причіп, бункер, висівний апарат та ін.).

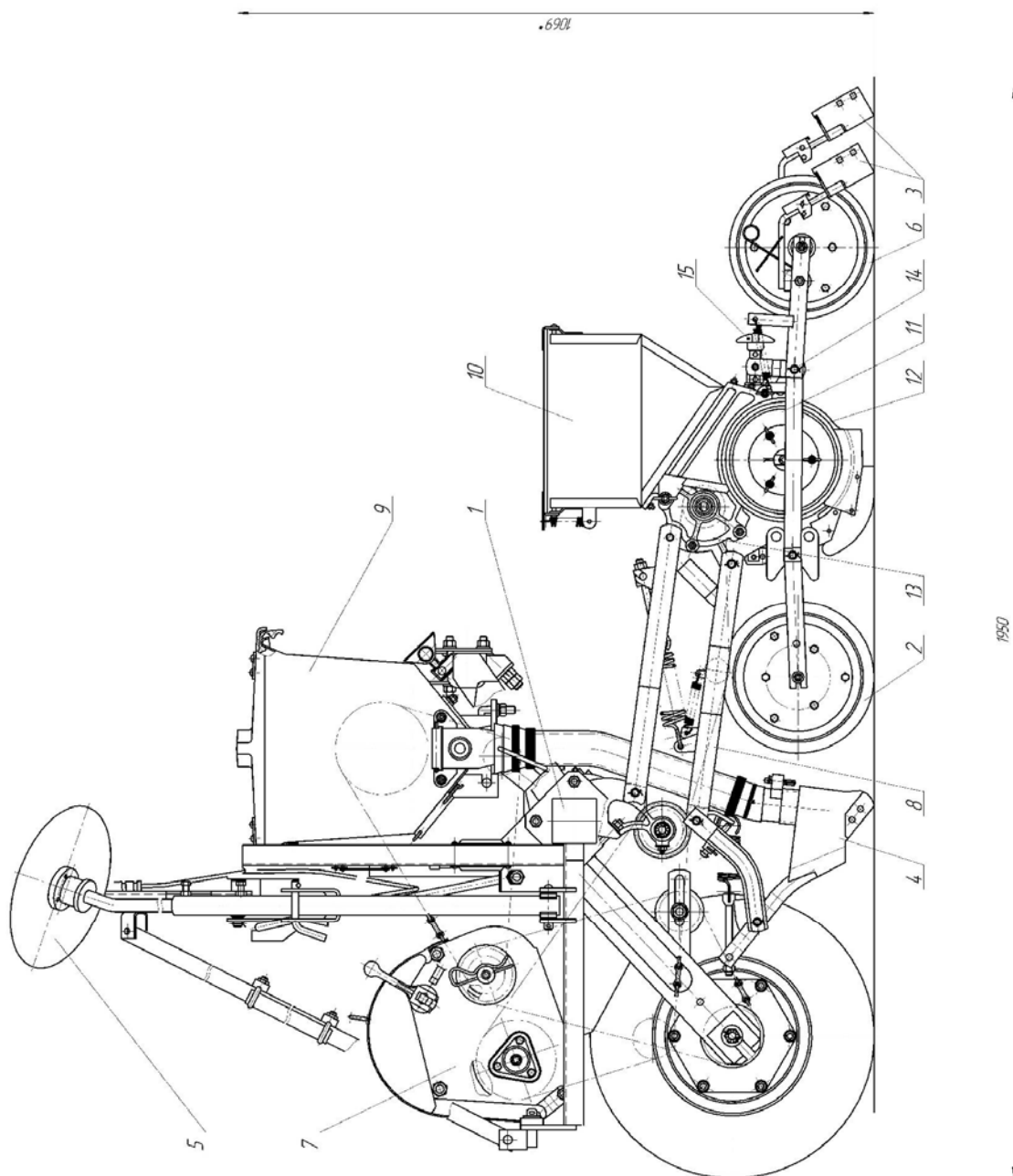
Роздеталювання складальних креслень (виготовлення креслень окремих деталей, що входять у вузол) виконують за принципом витягування з вузла (див. рис. 3.74) окремих його підвузлових частин (рисунок 3.76) і деталей із подальшим членуванням підвузлів на дрібніші технологічні підвузли (складальні одиниці) аж до перетворення їх в окремі деталі (рисунки 3.77-3.81). *Таким способом розробляють робочі креслення всієї номенклатури оригінальних деталей, що входять у дану складальну одиницю (вузол), з урахуванням технології виготовлення кожної деталі, можливостей наступного складання і розбирання складальної одиниці та багатьох інших виробничих вимог.*

Основні деталі розроблюваної конструкції повинні бути **розраховані на міцність і жорсткість**. При виборі розмірів і форм деталей виконувати їх «на око» не можна. Проте неправильно повністю покладатися і на розрахунки. *По-перше*, тому що існуючі методи розрахунку на міцність не враховують ряду показників, що визначають працездатність конструкції. *По-друге*, є деталі (наприклад, складні корпусні), що не піддаються розрахунку. *По-третє*, необхідні розміри деталей залежать не тільки від міцності, але й від інших чинників (наприклад, абразивне зношування). *По-четверте*, розміри конструкцій литих деталей (корпуси, кришки) визначаються вимогами технології їх виготовлення. Для деталей, які піддають механічній обробці (точіння, свердління, фрезерування) варто враховувати опір зусиллям різання і надавати їм необхідної жорсткості. Термічно оброблювані деталі повинні бути достатньо масивними, щоб уникнути короблення. Розміри деталей механізмів керування вибирають з урахуванням зручності маніпулювання. Молодий конструктор має дотримуватися такої **необхідної умови правильного конструювання: постійно враховувати способи виготовлення деталей і тому надавати деталям технологічно доцільної форми**. Досвідчений конструктор, komponуючи деталь, одразу робить її технологічною, а початківець повинен враховувати рекомендації технологів.



- 1,3 – тяга; 5 – тяга в зборі; 7 – стяжка; 9 – палець; 11, 13 – світловідбивач; 15 – вісь ходових коліс; 17 – рама середня; 19 – рама ліва; 19 – рама права; 23 – батарея ліва передня; 25 – батарея ліва задня 27 – батарея права передня; 30 – батарея права задня; 32 – батарея ліва задня; 38 – пластина; 39, 41, 43, 45 – пальці; 40 – гайка спеціальна; 42 – диск; 44 – вісь батареї; 46 – штир; 47 – вісь; 48 – гвинт; 49 – різак; 50 – подовжувач; 51 – чистик; 55 – болт; 59 – гайка; 65-67, 68 – шайби; 72-74 – шпінти

Рисунок 3.65 – Борона важка дискова БДТ-7:



1950

Рисунок 3.66 – Загальний вигляд сівалки ССТ-12Б

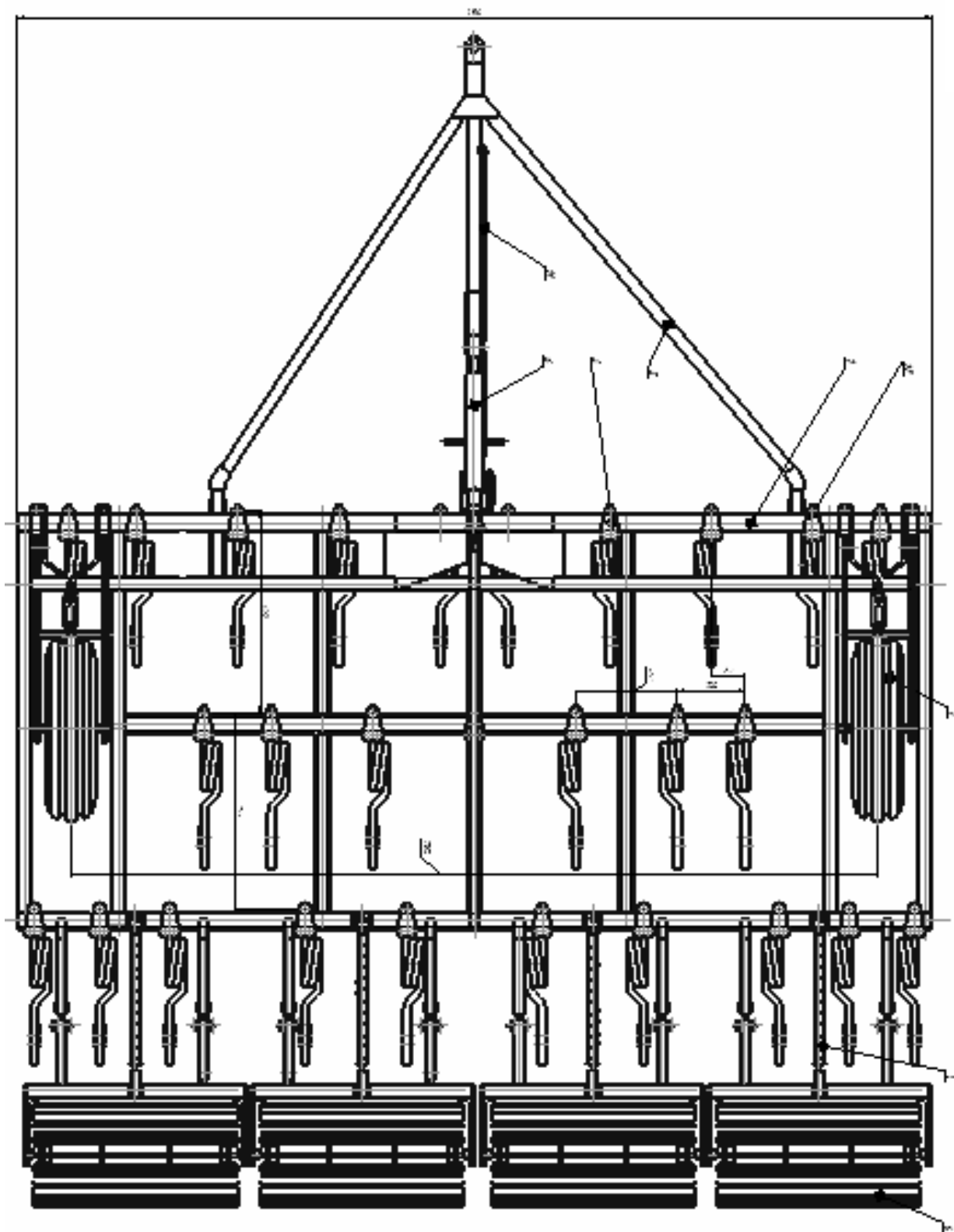
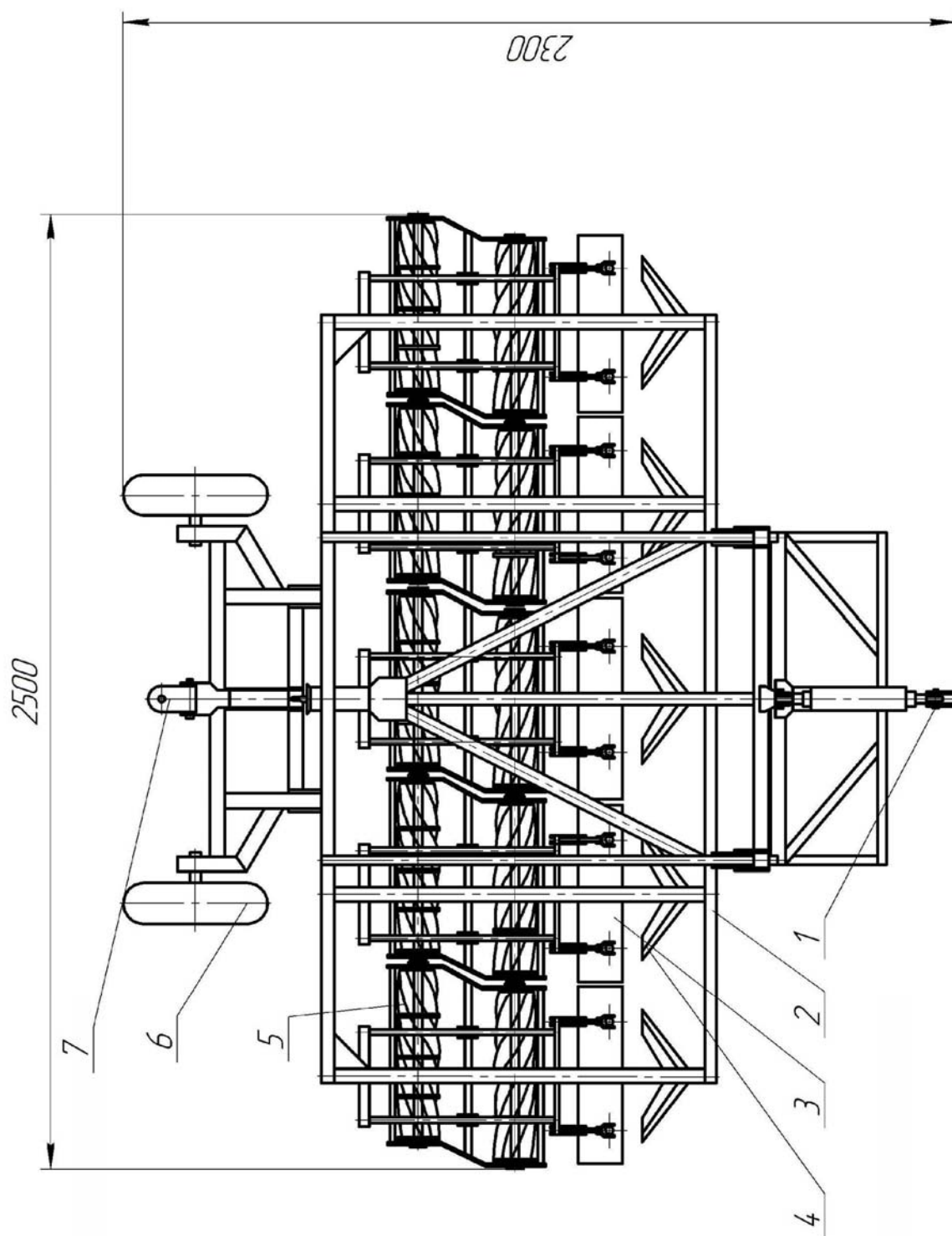


Рисунок 3.67 – Паровий культиватор удосконаленої конструкції типу КПК-4



1 – причіп; 2 – рама котків; 3 – брус; 4 – плоскорізнi лапи
 Рисунок 3.68— Плоскорізн-щільнювач ґрунту (вид зверху)

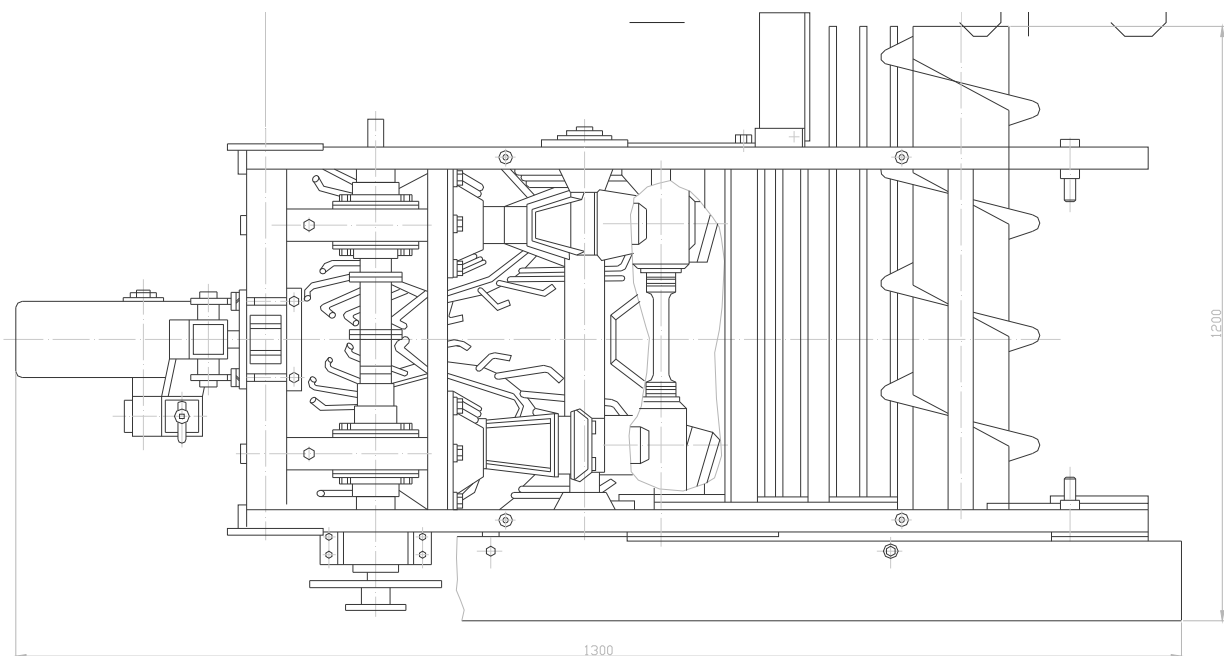
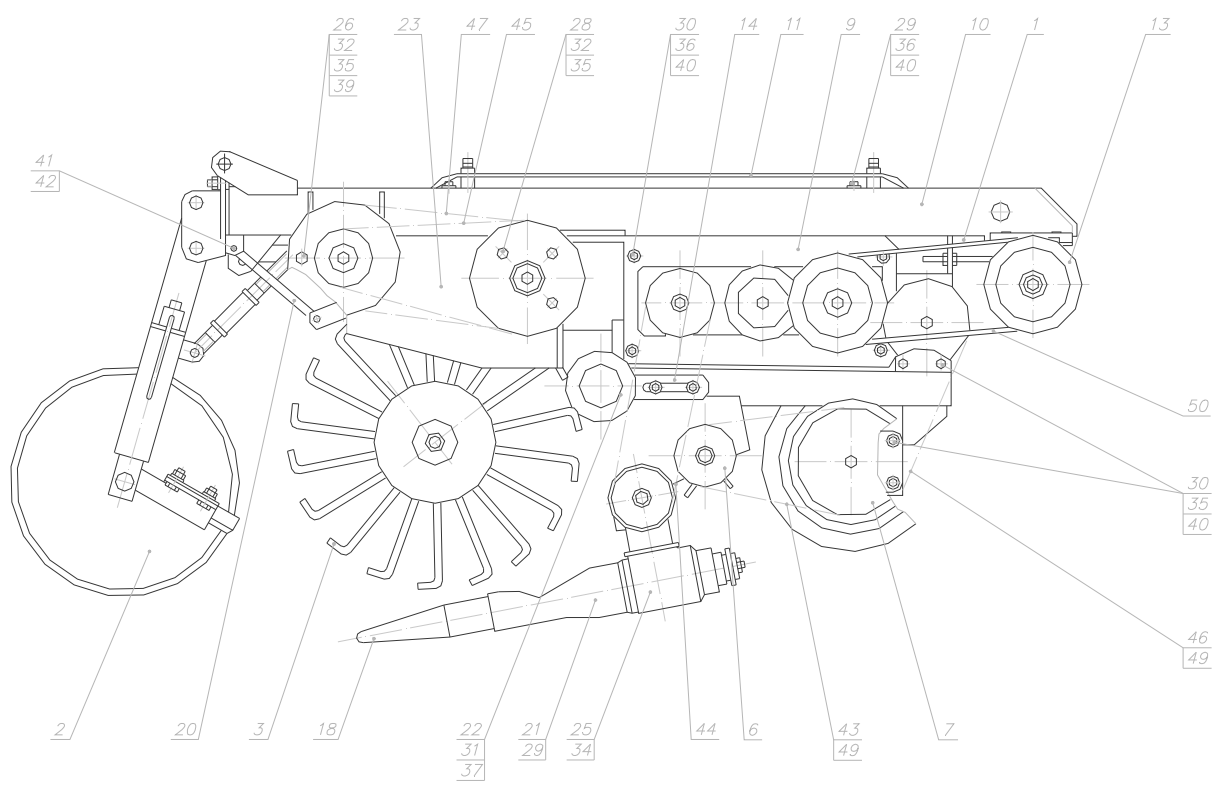


Рисунок 3.69 – Пристрій викопуючий вилковий із коренезабірниками коренезбирального дворядного комбайна

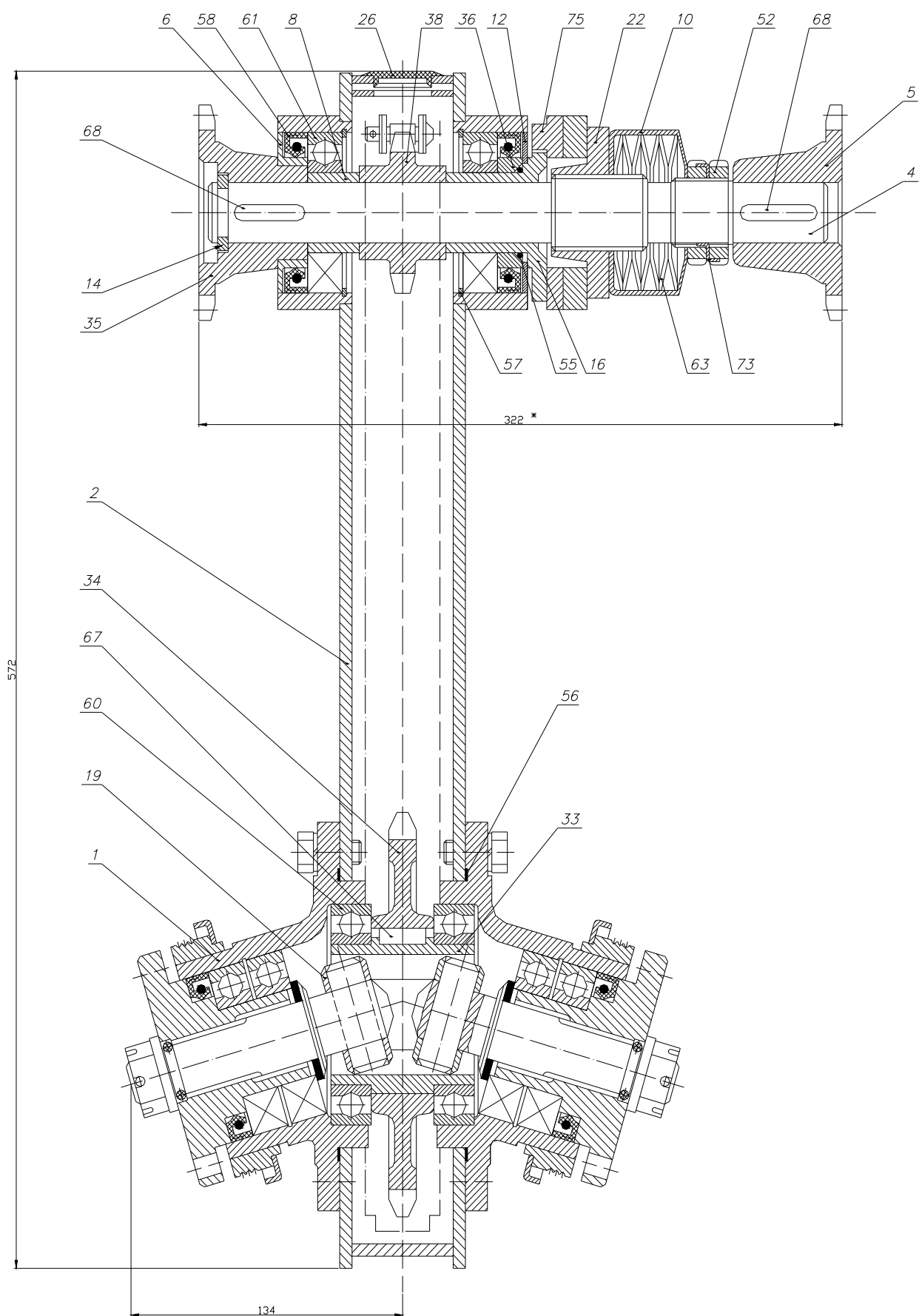


Рисунок 3.71 – Привод коренезабірника (переріз) роторно-лемішного викопуючого пристрою

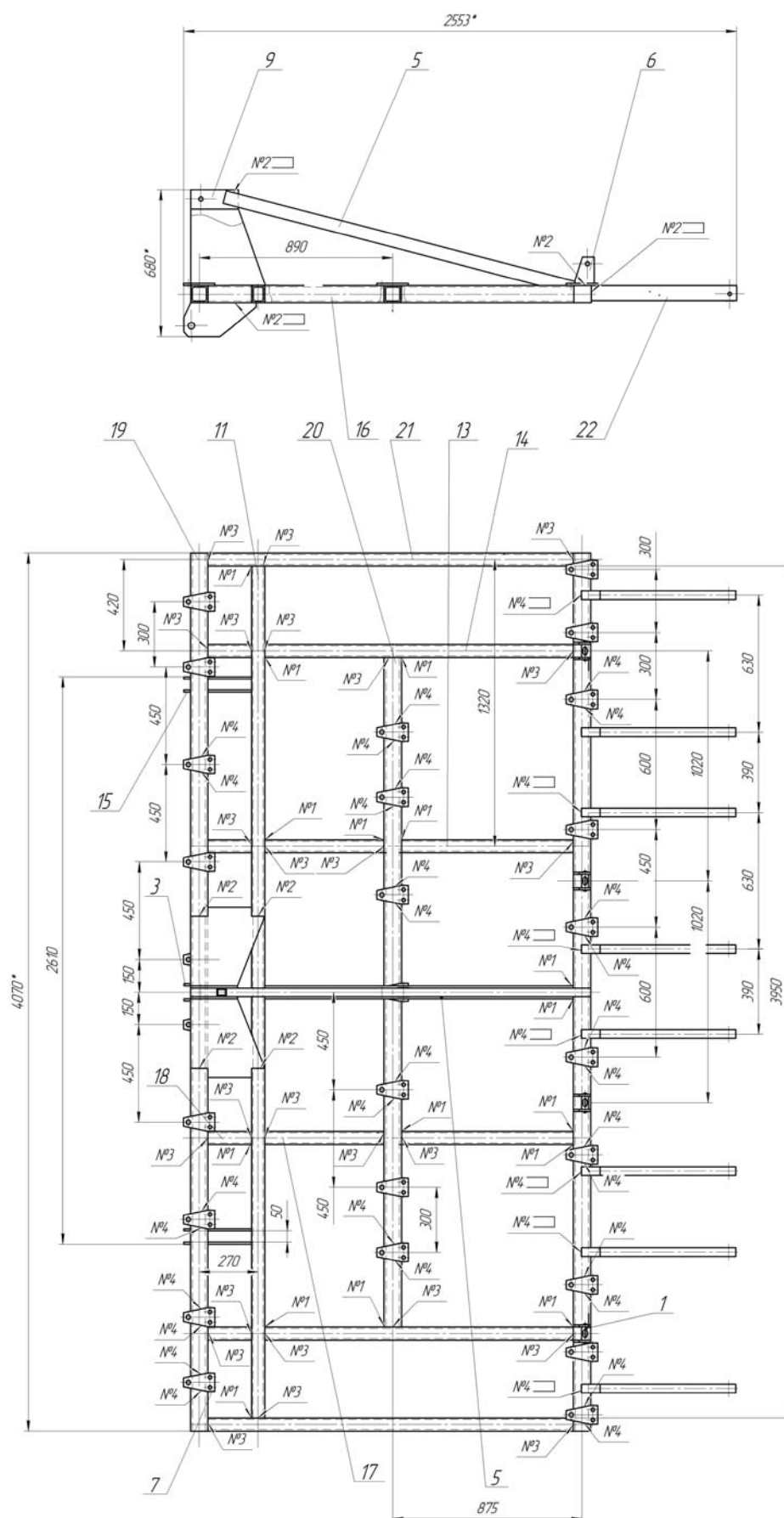


Рисунок 3.73 – Рама парового культиватора КПК-4

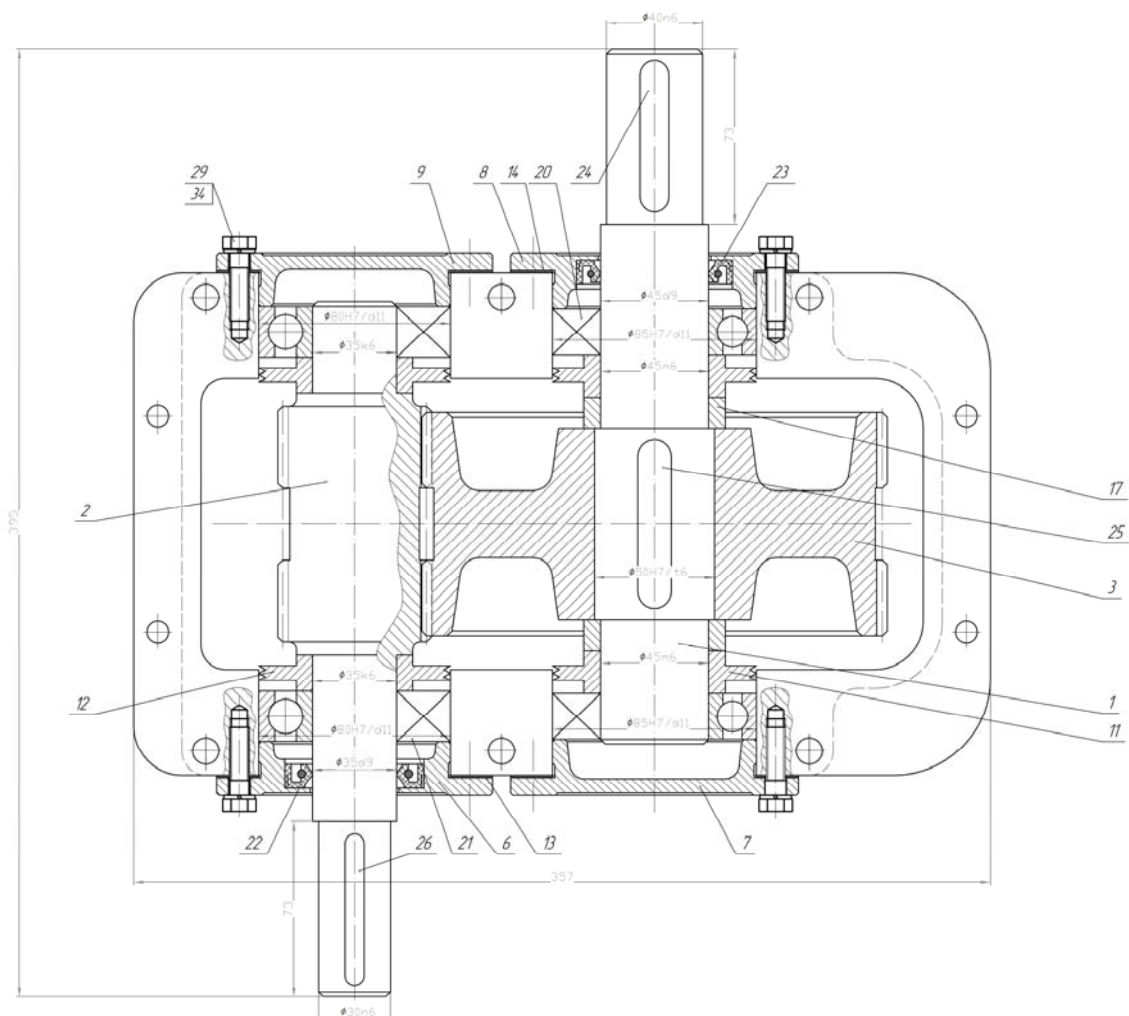
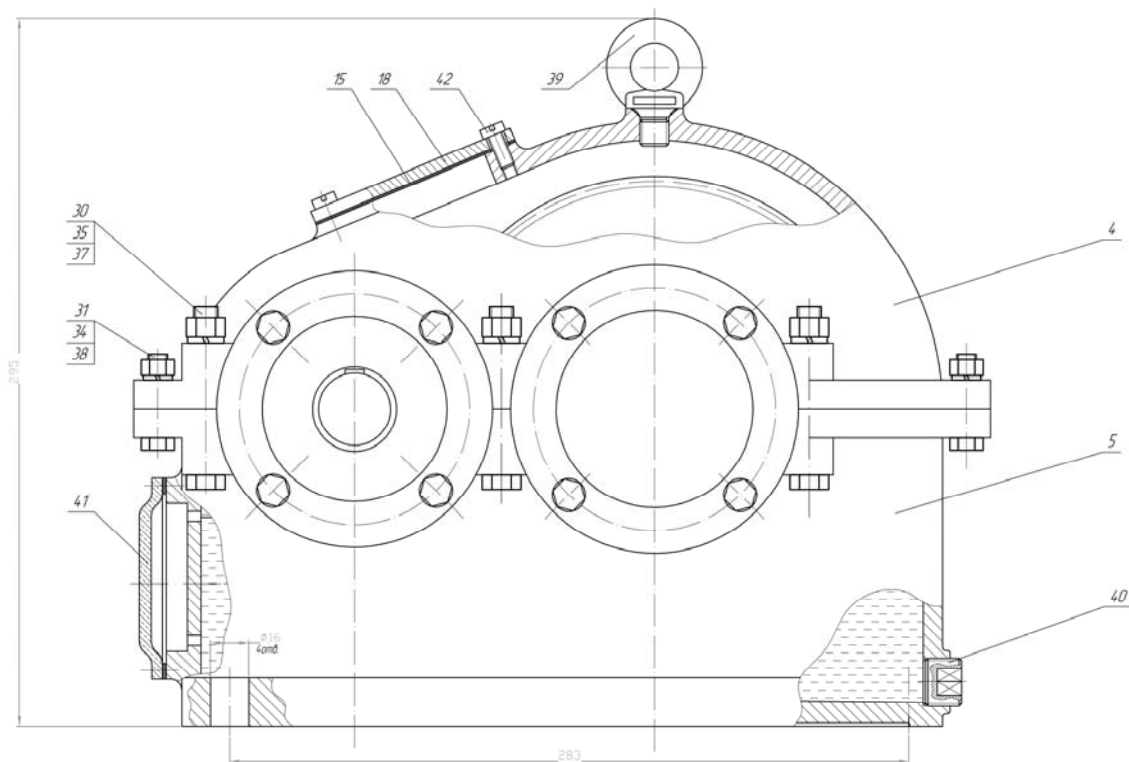


Рисунок 3.74 – Редуктор шевронный

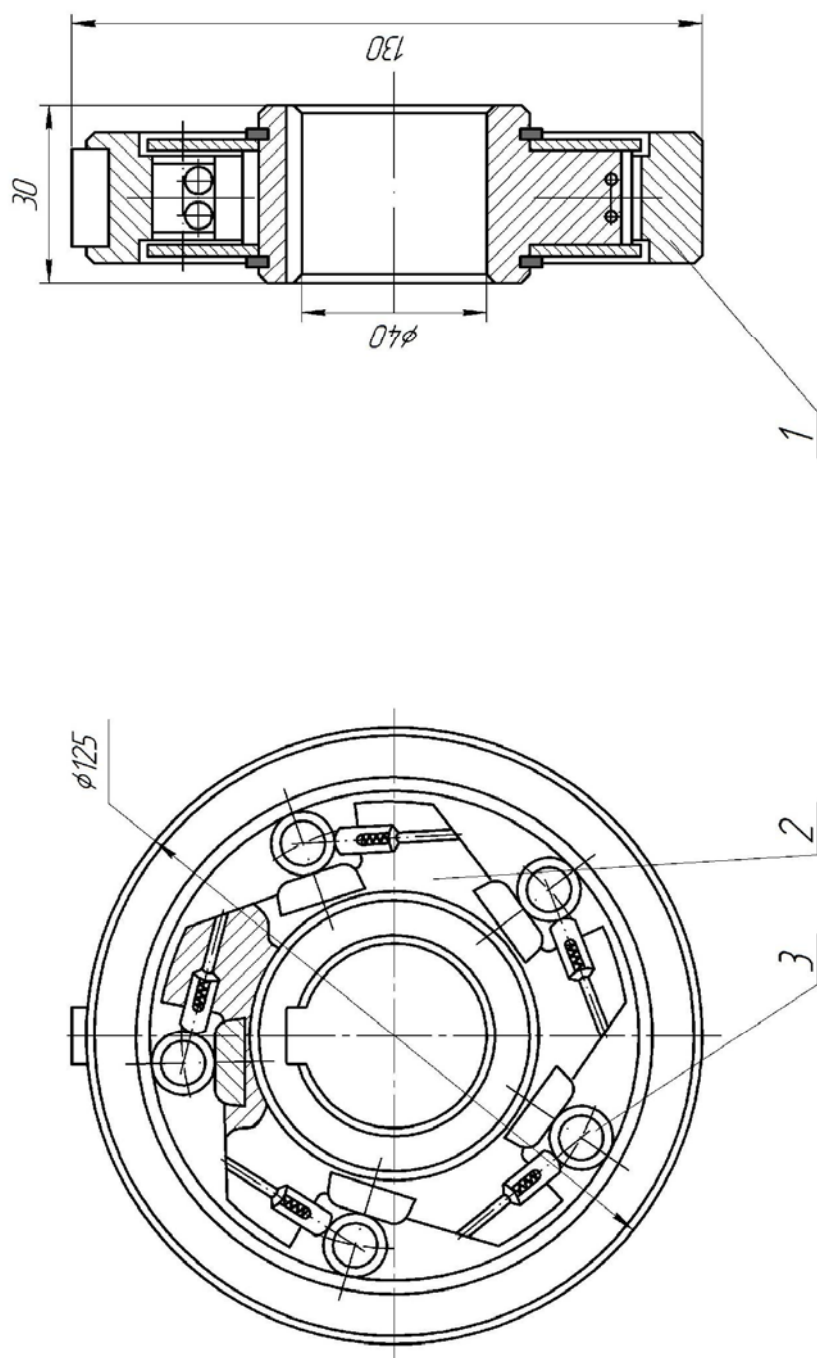
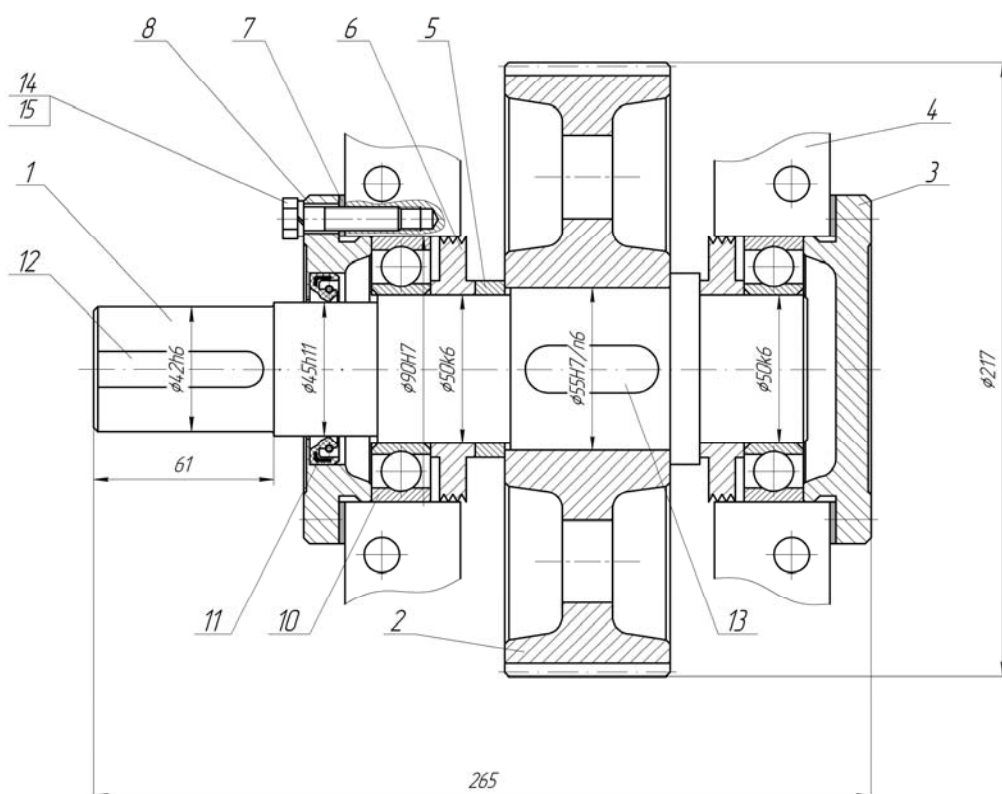


Рисунок 3.75 – Муфта обгінна



1. Площину роз'єму покрити герметиком при кінцевому складанні.
2. Необроблені поверхні покрити: в середині маслянистою фарбою, ззовні нітроемаллю.

КР ТМ 11-188.01.000 СК					
Зм.	Арк.	№ докум.	Лист	Вит.	
Розроб.	Литасюк О.				
Перевір.	Хочиж Н.				
Т.контр.					
Н.контр.					
Затв.	Рибак Т.				
Вал тихохідний в зборі. Складальне креслення				Лист	Маса
				Арк.	Арк.
				ЕМФ, ЕТ-22	
Копіюваль				Формат А2	

Рисунок 3.76 – Вал у зборі

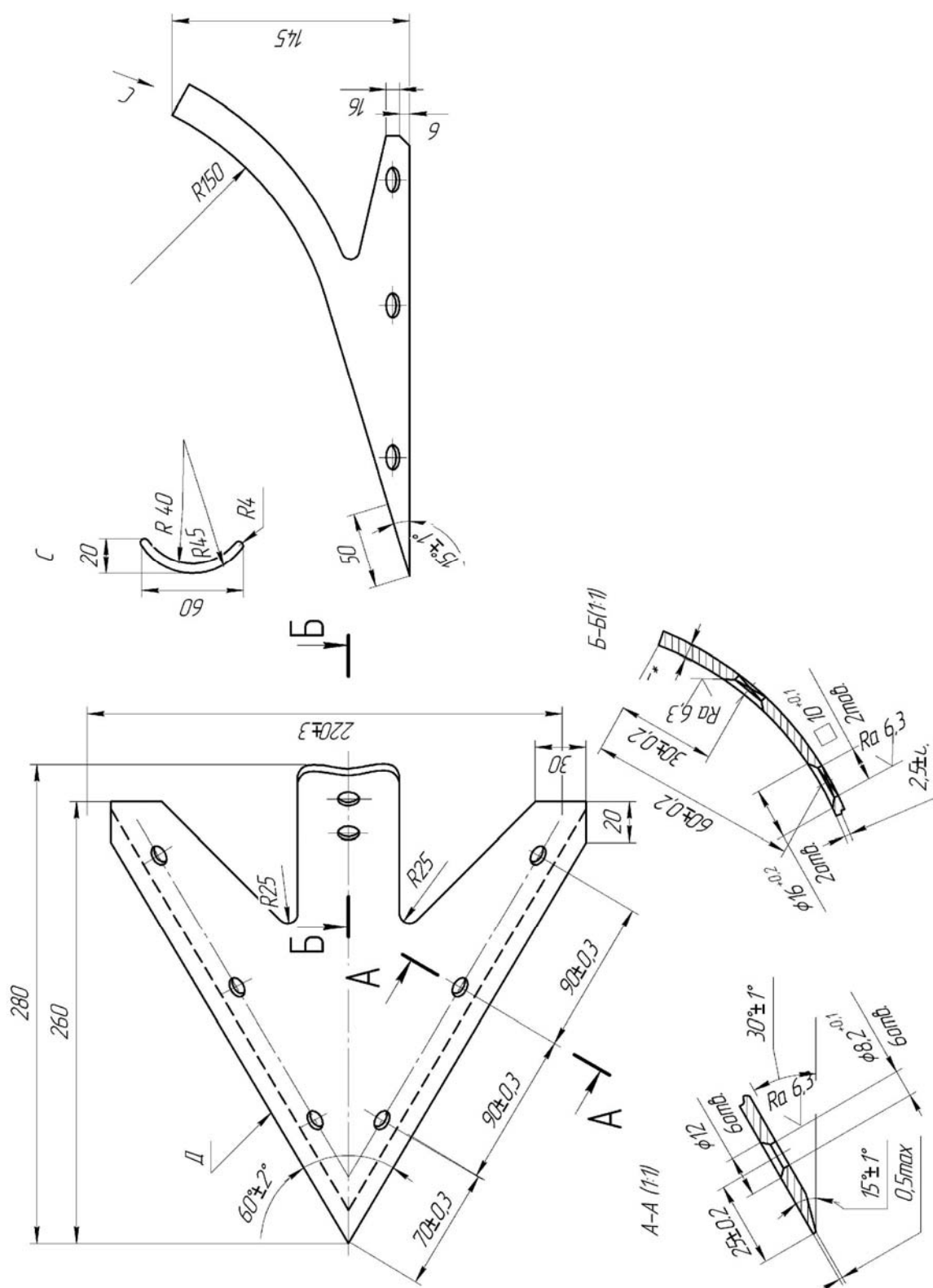


Рисунок 3.77 – Стрілчаста лапа культиватора

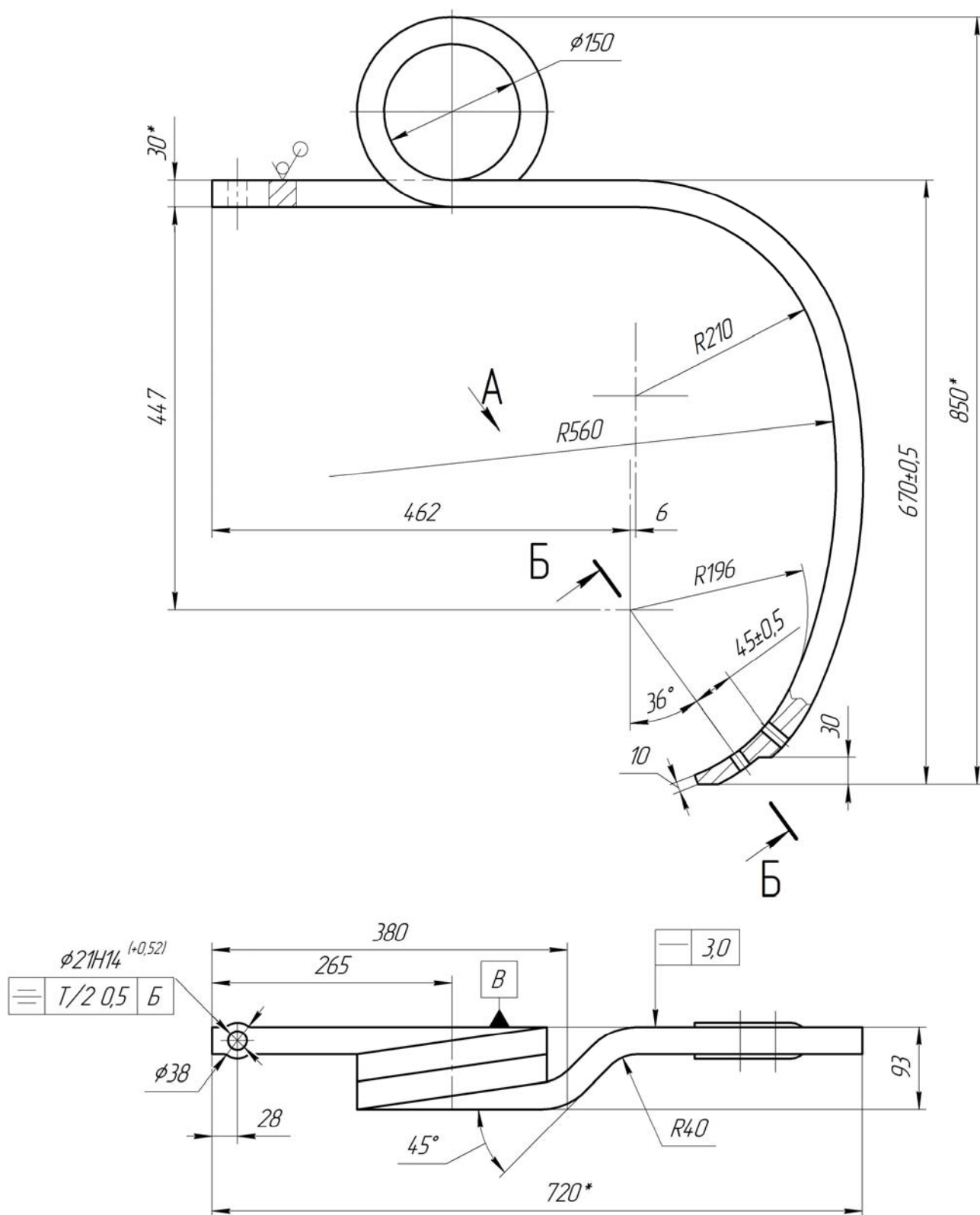


Рисунок 3.78 – Стояк оборотной лапы культиватора

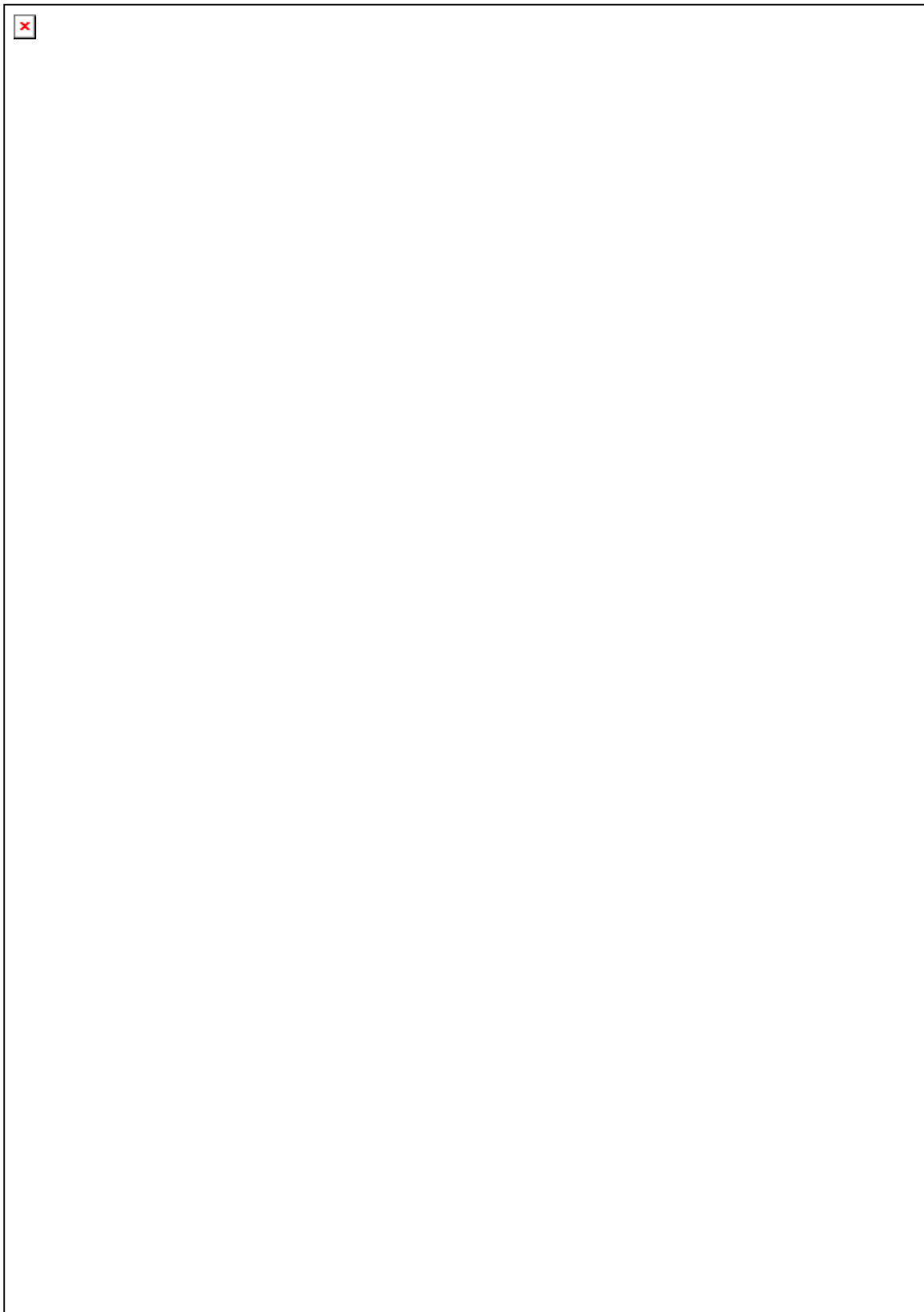


Рисунок 3.79 – Циліндричне зубчасте колесо

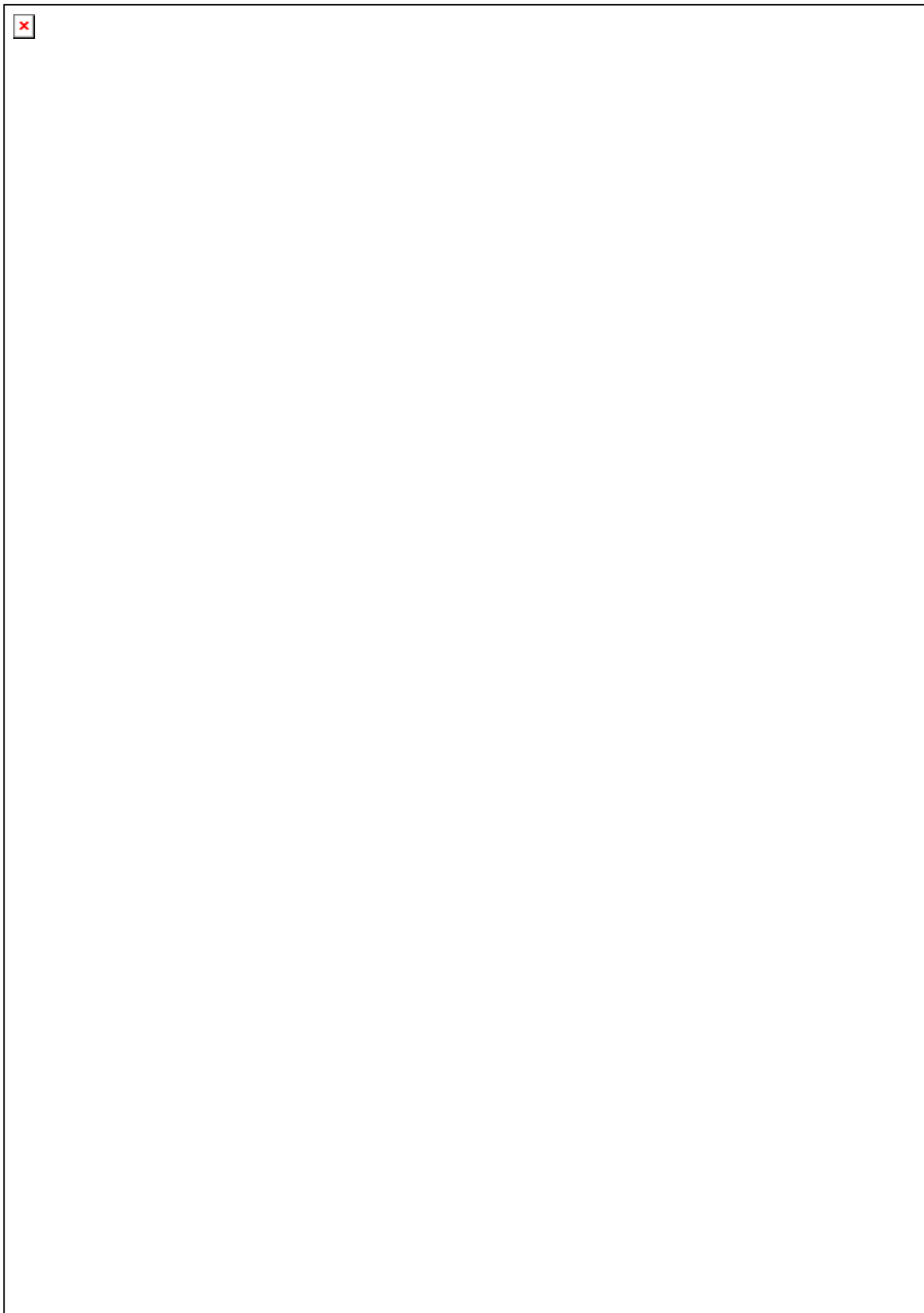


Рисунок 3.80 –Тихохідний вал редуктора

Після розробки всіх складальних креслень виконують креслення загального вигляду машини (див. рис.3.65-3.68). Під час виконання креслень загальних виглядів ще раз перевіряють доцільність розташування усіх вузлів і деталей на машині, їхнє кріплення, зручність складання й обслуговування. *Після розробки загального вигляду (або паралельно) розробляють інструкцію з експлуатації машини (виробу), а також інші необхідні конструкторські документи.*

Розробка креслень – один з основних фінішних етапів роботи над створенням конструкції виробу, тому виконувати ці роботи потрібно так, щоб забезпечити розробку креслень з мінімальною кількістю помилок. Для цього молодим конструкторам слід засвоїти деякі *практичні поради із забезпечення якості виконання креслень*. Ось деякі з них:

1. Культура креслення повинна бути дуже високою, варто навчитися креслити чисто, точно і красиво.

2. При виконанні креслення складної деталі всі проекції потрібно робити одночасно, це дасть можливість краще уявити об'єм і внутрішню будову деталі.

3. Проставлення розмірів потребує великої уваги. Для того, щоб розмір утворився тільки один раз, необхідно, головні розміри починати від конструкторських баз. Усе креслення (у випадку виконання вручну) необхідно робити олівцем визначеної твердості – чим м'якший папір, тим м'якший олівець, і навпаки.

4. Для впевненості, що робота завершена, тобто креслення повністю закінчене, варто навчитися на найпростіших кресленнях перевіряти графіку, потім визначати конструкторську і технологічну бази, виконувати послідовну перевірку наявності всіх розмірів, що визначають положення всіх поверхонь деталі, необхідних знаків обробки поверхонь і технічних вимог у вигляді знаків ЄСКД (єдина система конструкторської документації).

5. Потрібно переконатися, що правильно виконані всі написи, розміри, проставлені масштаб і маса деталі (виробу).

Підсумовуючи, необхідно відзначити, що *на практиці під час розробки конструкції машини (виробу) не обов'язково використовувати усі види моделей і схем*, більше того, бувають випадки, коли можна обійтися кінематичною або принциповою схемою. Це буває частіше усього при розробці окремих робочих органів або найпростіших сільськогосподарських машин і знарядь. *Загалом конструктор використовує в своїй творчій діяльності такі моделі і схеми, які потрібні для правильного вибору необхідних параметрів машини і повної розробки її конструкції.*

Варто знати і пам'ятати, що машини з неправильно обраними, заниженими параметрами, які ґрунтуються на шаблонних рішеннях, які не забезпечують досягнення необхідного технічного прогресу, несумісні з уявленнями про якість, надійність і довговічність виробу, стають застарілими уже до початку серійного випуску. Робота, витрачена на проектування, виготовлення і доведення такого зразка машини до виробництва, виявляється даремною, а галузь не отримує потрібних машин (виробів).

Приклади виконання робочих креслень типових деталей сільськогосподарських машин зображені на рисунках 3.77-3.81.

3.10. Конструктивна спадкоємність

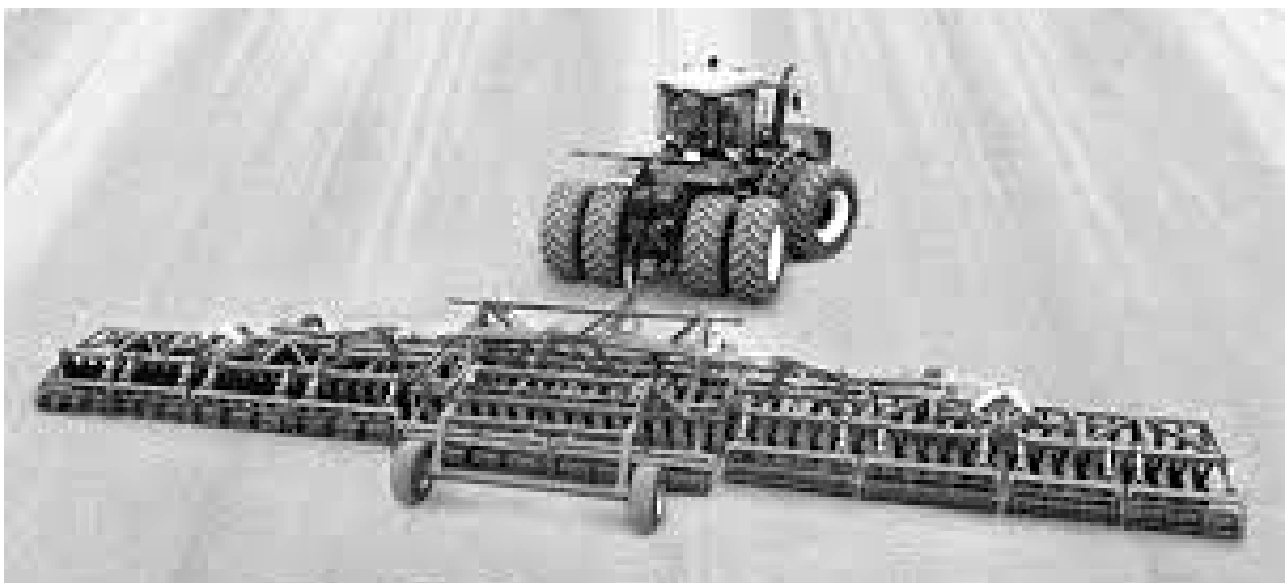
Конструктивна спадкоємність – це використання під час проектування машин (виробів) попереднього досвіду машинобудування даного профілю або суміжних галузей, введення в проєктований виріб усього корисного, що є в існуючих конструкціях машин.

Майже кожна сучасна машина – це результат роботи конструкторів декількох поколінь. Початкову модель машини поступово удосконалюють, постачають новими вузлами й агрегатами, збагачують новими конструктивними рішеннями, що є результатом творчих зусиль і винахідливості наступних поколінь конструкторів.

Деякі конструктивні рішення з появою більш раціональних рішень, нових технологічних прийомів, із підвищенням експлуатаційних вимог відмирають, а деякі є винятково живучими і зберігаються тривалий час у такому або майже такому вигляді, який їм надали творці (корпус плуга, котушковий висівний апарат, сегментний ріжучий апарат, штифтовий молотильний барабан і т.ін.).

Тема 4
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАГАЛЬНИХ ВИМОГ
ДО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

- 4.1. Новизна машин**
- 4.2. Забезпечення надійності машин**
- 4.3. Якість конструкцій сільськогосподарських машин**
- 4.4. Принцип агрегатного проектування сільськогосподарських машин**
- 4.5. Особливості форми та естетичності сільськогосподарських машин**
- 4.6. Маса машини**



4.1. Новизна машин

У розроблюваних нових конструкціях машин (знарядь, виробів) обов'язково повинні бути рішення на рівні винаходів для того, щоб ця нова машина (виріб) були **конкурентноздатними на світовому ринку і забезпечували максимальну ефективність виробництва**.

Часто розробники машин отримують або використовують авторські свідоцтва або патенти на якісь допоміжні пристрої в машинах. Це добре, але таким чином не можна **вирішити завдання забезпечення конкурентноздатності виробу, тобто захистити його на світовому ринку, а це має основне значення в досягненні новизни конструкції**. Тому конструктори, вивчивши способи вирішення поставленого завдання, зобов'язані неупинно шукати, думати, мобілізувати весь свій творчий потенціал на те, щоб **знайти принципово нові рішення для виконання робочого процесу, а отже і нові конструкції робочих органів машин**. Це, на сьогодні, є **магістральним напрямом проектування**, важким, але необхідним.

Розробка і впровадження у виробництво кожного нового конструктивного рішення пов'язані з технічним та економічним ризиком. Повне усунення таких ризиків неможливе. Тому все нове, в тому числі і розумний ризик, властиві тільки високо-ерудованим спеціалістам і компетентним керівникам, тому що вони можуть правильно оцінити ступінь ризику і знайти необхідні рішення для освоєння нової техніки.

4.2. Забезпечення надійності машин

Кожна машина чи знаряддя, яке розробляють, має забезпечувати надійність технологічного процесу роботи і надійність самої конструкції. На рівні проектування, коли вирішують питання схемного зображення машин (знарядь), мають бути відображені відповідні етапи забезпечення надійності машин і надійності кожного елемента виробу.

Аналізуючи кожний механізм, завжди можна припускати, що якийсь елемент буде слабшим. Якщо його не можна конструктивно зробити надійним, **необхідно вузол спроектувати так, щоб у випадку відмови (заклинювання, поломки) нескладно було витягнути цей елемент** або з корпусу рамної конструкції, або з інших пристроїв. Такі механізми можна захистити від поломок при заклинюванні, включивши в силовий ланцюг захисні елементи або муфти.

Машини рівномірними бути не можуть. Корпус або рамна конструкція повинні відпрацювати весь термін експлуатації без відмов, **наприклад**, десять років; деякі вузли й елементи – п'ять років, два роки, а бувають деталі, особливо у вузлах тертя, які працюють в абразивному середовищі, що можуть працювати дуже короткий термін. Тому має бути відпрацьована профілактика – заміна таких деталей, наприклад, через 100 годин роботи, 2 роки і т.ін.

Отже, конструкції нових машин (виробів) повинні відповідати **вимогам надійності і ремонтпридатності**.

Надійність – це здатність машини виконувати задані функції і зберігати в заданих межах свої експлуатаційні показники протягом гарантованого проміжку часу.

Ремонтпридатність – це пристосованість машини до попередження, виявлення й усунення відмов і несправностей шляхом технічного обслуговування і ремонту.

У технічному завданні на проектування сільськогосподарської техніки **вимоги до надійності задають комплексними показниками у вигляді коефіцієнтів технічного використання і готовності**.

Коефіцієнт готовності

$$K_{\Gamma} = T_P / (T_P + t_{\text{рем}}), \quad (4.1)$$

де T_P – час роботи машини за зміну або за сезон;

$t_{\text{рем}}$ – час на усунення поломки.

Звідки

$$t_{\text{рем}} = T_P (1 - K_{\Gamma}) / K_{\Gamma}. \quad (4.2)$$

Час простою машини на ремонті в період виконання сільськогосподарських операцій є основним чинником оцінювання надійності її конструкції. Чим менше втрачено часу на ремонт у період роботи, тим вища надійність конструкції.

Надійність сільськогосподарських машин оцінюють під час випробувань дослідних взірців. Усі можливі відмови поділяють на три групи за складністю їх усунення:

1) відмови, усунення яких можливе з використанням тільки запчастин, інструменту, пристосування (надалі ЗІП), що входять у комплект машини;

2) відмови, для усунення яких ЗІПа недостатньо і потрібно часткове розбирання вузлів із заміною деталей і складальних одиниць;

3) відмови, спричинені несправністю або пошкодженням базових конструкцій, усунення яких потребує майже повного розбирання виробу.

Для усунення відмов кожної групи потрібен різний час. Тому необхідно прагнути створювати такі конструкції, які могли б працювати безвідмовно не один сезон, а також конструктивно виключати можливість появи поломок другої і тим більше третьої групи.

4.3. Якість конструкцій сільськогосподарських машин

Якість створюваних конструкцій сільськогосподарських машин (знарядь) обумовлена такими трьома чинниками: **міцність, жорсткість і технологічність**.

Міцність – здатність конструкції до сприйняття внутрішніх і зовнішніх сил. Досягається розрахунками на основі опору матеріалів.

Жорсткість – це здатність конструкції протистояти небажаним коливальним процесам, і особливо зони резонансних частот, запобігати деформаціям конструкції. Досягається розрахунками на основі механіки й опору матеріалів.

Технологічність конструкції машини (знаряддя) – це сукупність властивостей конструкції машини (виробу), що забезпечують її виготовлення, ремонт і технічне обслуговування за найбільш ефективною технологією порівняно з однотипними конструкціями того ж призначення за однакових умов їх виготовлення й експлуатації і при тих самих показниках якості.

Технологічність конструкції машини залежить від різних чинників – від виду і типу виробництва, тобто від реальних можливостей технології виготовлення деталей і вузлів, а також від конструктивних рішень деталей і вузлів. Наприклад, форма деталі повністю залежить від кваліфікації конструктора. Тому для забезпечення технологічності виготовлення деталей варто уникати несиметричності форми деталей, віддавати перевагу тілам обертання, уникати похилих площин, що потребують механічної обробки, і особливо нахилених оброблюваних отворів. В усіх випадках в отворах потрібно намагатися робити конусний перехід (фаску) для зручності складання і т.ін.

4.4. Принцип агрегатного проектування сільськогосподарських машин

На великих підприємствах економічно вигідно виготовляти машини (вироби) *за принципом агрегатної побудови*, тобто *на основі уніфікованих блочно-модульних і базових конструкцій*. Особливо доцільно це конструювання виконувати, виходячи з умов кооперації, при організації крупносерійного або масового виробництва, а також під час випуску великої номенклатури однотипної продукції. Це дозволяє заводам-виробникам застосовувати найбільш прогресивні технологічні процеси, створювати на основі базових конструкцій *гнучке виробництво*, що може оперативно перебудовуватися на випуск різноманітної продукції відповідно до її попиту.

Агрегатування – це метод конструювання машин (знарядь, виробів), який побудований на такому поділі його на складові частини (складальні одиниці і деталі), при якому забезпечуються найбільш раціональні засоби виробництва, експлуатаційного обслуговування, ремонту і подальше багатократне використання його складових частин при розробці нових виконань машин (виробів), *наприклад*, у сільськогосподарських машинах – це корпуси плугів, сошники сівалок, висівні апарати сівалок, сегментні ріжучі апарати косарок та ін.).

Застосування принципу агрегатного конструювання (проектування) машин (виробів) дозволяє:

1. Організувати паралельне виготовлення, збирання, випробування і відпрацювання основних частин машин (виробів) на спеціалізованих майданчиках підприємства-виробника або на інших підприємствах.

2. Організувати спеціалізоване крупносерійне або масове виробництво уніфікованих складових частин машин (виробів).

3. Скоротити терміни розробки і підготовки виробництва нових машин (виробів).

4. Підвищити якість машин (виробів) завдяки ретельному відпрацюванню конструкції їхніх складових частин і технології їхнього виготовлення на спеціалізованих дільницях.

5. Впровадити агрегатний метод ремонту виробів і т.ін.

У сільськогосподарському машинобудуванні розроблено, розробляють і необхідно розробити велику різноманітність конструкцій машин. Це викликано необхідністю механізувати різноманітні технологічні процеси в сільськогосподарському виробництві. Як наслідок, **сільськогосподарські машини не можуть бути однотипними конструкціями**, а тому питання агрегатної побудови сільськогосподарських машин мають свою різноманітність рішень. **Є машини, що мають набір окремих однотипних робочих органів малої продуктивності** (корпуси плугів, посівні секції сівалок і т.ін.), тому

продуктивність таких машин залежить від кількості встановлених на них робочих органів. А звідси впливає і структура таких машин, яка вже має агрегатну побудову:

- рама з колесами (ходова система машин), від конструкції якої залежить конструкція самої машини;
- до цієї рами кріплять робочі органи у вигляді незалежних вузлів (у плугів до рам кріплять корпуси; у просапних сівалок – посівні секції і туковисівні апарати, і т.ін.).

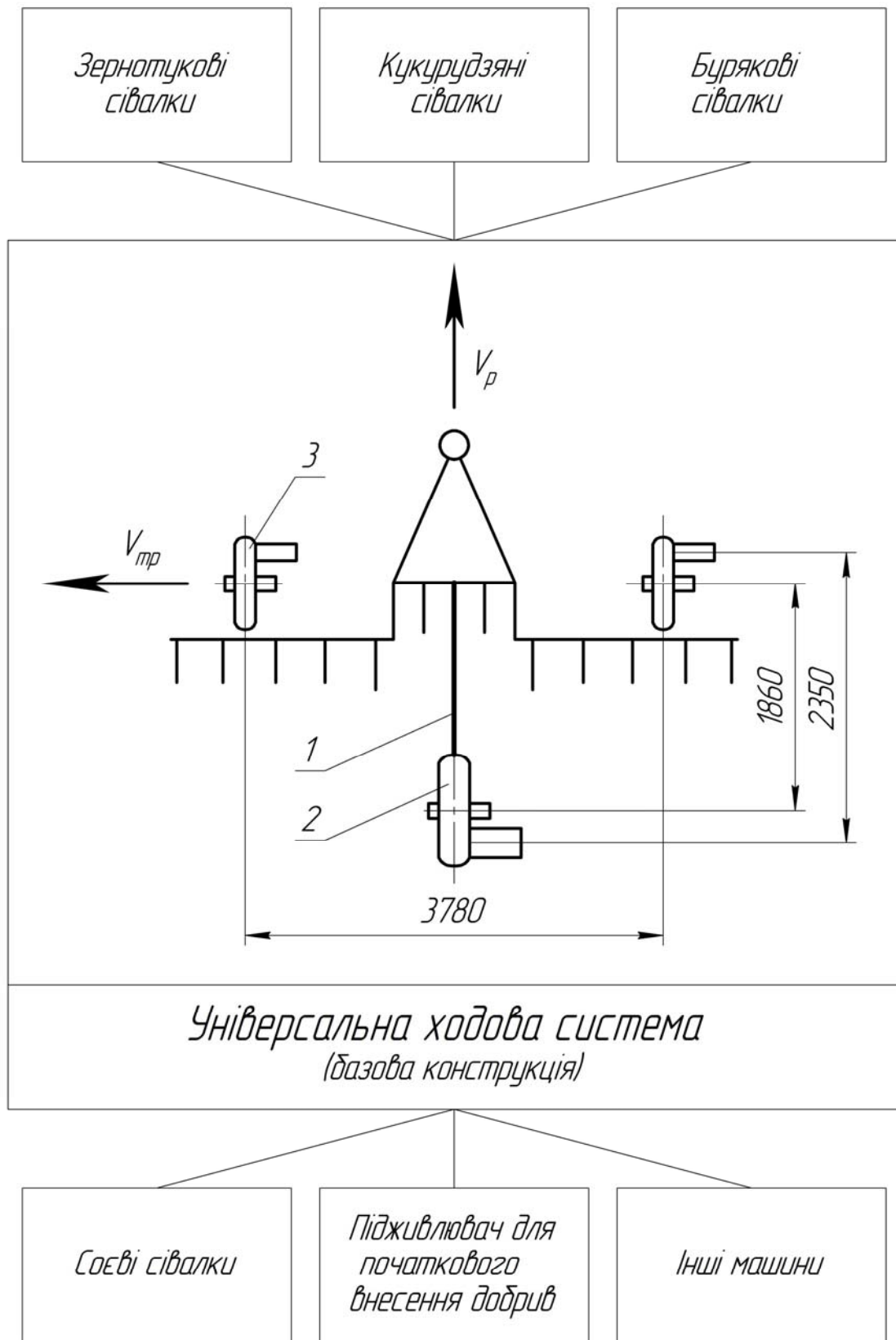
Але є й інша велика група машин, особливо збиральних, у яких робочі органи встановлюють послідовно, один за одним, для виконання одного нерозривного технологічного процесу. Тому тут конструкторам необхідно спершу поділити машину на значні агрегати (у зернозбиральних комбайнів, наприклад, – на жатку і молотарку), а потім ці агрегати – на дрібніші складові частини.

Як приклад використання базової конструкції з агрегатною побудовою різноманітних знарядь розглянемо варіанти різних модифікацій сівалок та інших машин, розроблюваних на єдиній **уніфікованій ходовій системі** (надалі УХСС) як на базовій конструкції.

Спершу, як це доцільно під час розробки нового виробу, **необхідно зробити обґрунтування вибору базової конструкції**. Для максимальної уніфікації вузлів і деталей при випуску нових сівалок можна як базову, тобто таку, що входить до складу будь-якої сівалки, використовувати одну уніфіковану ходову систему для зернових, просапних сівалок й інших причіпних машин.

Під час розробки УХСС основну увагу приділяють вибору схеми колісного ходу. По-перше, для причіпної сівалки з жорстким кріпленням коліс до рами необхідно вибирати таку схему колісного ходу, при якій, незалежно від характеру нерівностей поля, колеса не будуть навіть короткочасно втрачати контакту з ґрунтом. Такою схемою, що забезпечує стійкий контакт опор тіла з будь-якою опорною поверхнею, в механіці прийнято вважати три точкову, тобто найкраще для УХСС вибрати триколісний хід (рисунок 4.1). По-друге, необхідно враховувати можливість забезпечення шеренгового з'єднання сівалок у багатосівалочні агрегати, тобто колеса доцільно розташовувати всередині захвату сівалки. По-третє, необхідно передбачити забезпечення транспортування сівалок по дорогах із габаритами завширшки не більше 4 м. Сівалки повинні бути обладнані самовстановлюючими поворотними колесами.

На основі виконаного аналізу вибирають триколісний хід із двома передніми опорними колесами, що самовстановлюються, і одним заднім опорно-приводним поворотним колесом.



1 – рама; 2 – опорно-приводне колесо; 3 – опорне колесо;
 V_p – рух під часи роботи; V_{tr} – рух при поперечному транспортуванні

Рисунок 4.1 – Схема базової конструкції УХСС

Аналіз використання сівалок з різною шириною захвату дозволяє брати для використання УХСС ширину захвату 5,4...5,6 м. Для забезпечення нормального копіювання рельєфу поля сошниками враховують рекомендації щодо розставлення опор, а для забезпечення повздовжньої опорної бази, що не повинна перевищувати 2 м, використовують компоновання колісного ходу УХСС з висунутою вперед центральною сошникомовою групою. Це дозволяє наблизити опорно-приводне колесо до передніх опорних коліс на рекомендовану відстань

Необхідно проаналізувати параметри причепа та його кріплення до рами УХСС. Це має бути виконано так, щоб навантаження на передні колеса під час роботи були оптимально припустимими, а також зробити вибір типів і розмірів шин пневмоколів з урахуванням необхідної вантажопідйомності й екологічно допустимих величин тиску їх на ґрунт і т.ін.

Як результат, ***впровадження у виробництво розробок на базі уніфікованої ходової системи як базової конструкції дозволить отримати:***

1. ***На виробництві*** – різке збільшення серійності деталей і вузлів загального призначення, можливість створення на заводі-виробникові одного складального конвеєра для зернових, просапних та інших сівалок і машин, оперативно здійснювати випуск різноманітних модифікацій машин завдяки зміні і доповненню комплектації їх необхідними вузлами (легко перебудоване виробництво).

2. ***Під час проектування*** – розробляти високоуніфіковані сімейства сівалок й інших машин, розробляти необхідні робочі органи і різноманітні комплектації машин, виконувати повузлову модернізацію машин і підтримувати їх високий технічний рівень.

3. ***В експлуатації*** – раціональніше і повніше використовувати тракторний парк на польових роботах, замовляти машини з необхідною комплектацією робочих органів, виходячи з конкретних місцевих умов, зручніше і дешевше вирішувати питання ремонту машин. Першу заправку бункерів сівалок посівним матеріалом доцільно робити перед виїздом у поле.

4.5. Особливості форми та естетичності сільськогосподарських машин

У сільськогосподарському машинобудуванні прийнято розрізняти **відкриті, сховані та комбіновані форми машин**. У **відкритих** виділяють особливість призначення і конструкції робочих органів. У **схованих** –

панелі несучих конструкцій і кожухи надають їм закритого вигляду, який утворений із геометричних просторових фігур. **Комбінований** утворюють поєднанням відкритих і схованих форм.

Машини відкритого формоутворення є найбільш поширеними, це плуги, косарки, культиватори і т.ін. Представники закритого формоутворення машин – молотарка зернозбирального комбайна, подрібнювач силосозбиральної машини та ін. Зернозбиральний комбайн із жаткою має комбіновану форму, отриману одночасним поєднанням обох методів формоутворення машин.

Форми окремих вузлів сільськогосподарських машин (складальних одиниць) не можна створювати відірвано від загальної форми машини. Створення форми машини – це специфічна творча діяльність конструктора, її називають **художнє конструювання**, або **дизайн**. Дизайн машини повинен вирішувати соціально-економічні завдання щодо привабливого вигляду машин (виробу), а також забезпечення виконання ергономічних та екологічних вимог.

Основа формоутворення машин – композиція (упорядкування, поєднання). **Композиції досягають засобами, до яких відносять пропорцію і пропорційність, масштаб і масштабність, контраст, нюанс і тотожність, ритм, тіні і пластику.** Використовують такі **категорії композиції**:

1) **тектоніка** – виявляють взаємозв'язком форми і конструктивної основи виробу. Тобто під тектонікою розуміють вираження роботи несучої конструкції, характер розподілу зусиль у виробі, співвідношення мас, легкості, вагу, міцності, стійкості і т.ін.;

2) **об'ємно-просторова структура** визначає співвідношення частин машини між собою залежно від їхнього функціонального призначення;

3) **композиційна рівновага** – стан форми, при якому всі елементи збалансовані між собою;

4) **симетрія** – повторення, відбиток лівого в правому, верхнього в нижньому і т.ін.;

5) **асиметрія** – елементи позбавлені осі симетрії;

6) **динамічність** – одностороння й активна спрямованість форми;

7) **статичність** – підкреслене вираження стану спокою, непорушності, стійкості. Основа її – центр і вісь симетрії.

Для забезпечення всього комплексу художнього конструювання машин (знарядь) і досягнення необхідної їх краси, велике значення приділяють **фарбуванню поверхонь та їх покриттю**. Ці заходи визначають захист поверхонь від шкідливих зовнішніх впливів, **наприклад**, від корозії. Здійснюють це виділенням типу, груп або однорідних функціональних елементів (наприклад, жовту фарбу

використовують для позначення транспортних груп, червона вказує на змашувальні поверхні і т.ін.).

Естетична гармонізація фарбування функціональних елементів машин (виробів) потребує певних знань колористики, яка керується правилами, встановленими дослідним шляхом з урахуванням психологічних досліджень.

Отже, **процес художнього конструювання сільськогосподарських машин є невід’ємним від процесу конструювання цих машин і спрямований на забезпечення їх естетичного вигляду.** Турботу про красу машин (технічних засобів) обумовлюють *такими способами*:

1. Працівники не повинні відчувати дискомфорту під час контакту з технічними засобами, особливо на робочих місцях, де вони безпосередньо залежать від машин.

2. Технічні засоби своєю формою і зовнішнім виглядом повинні інформувати про своє технологічне призначення і викликати особливе ставлення працівників (операторів), що сприяє успішному керуванню ними й утриманню їх в робочому стані.

Однак *краса машин має двояке значення і може бути використана також на шкоду людині. Можна додати машинам (виробам) спекулятивнопривабливого зовнішнього вигляду, що може спростити їх продаж* (адже не кожен покупець пам’ятає про те, що «не усе золото, що блистить»).

Керуючись ергономічними критеріями, необхідно визнати важливість краси машини з погляду безпосереднього зв’язку машини з обслуговуючим персоналом. *Гарна машина – це об’єкт, який потребує ретельного обслуговування.*

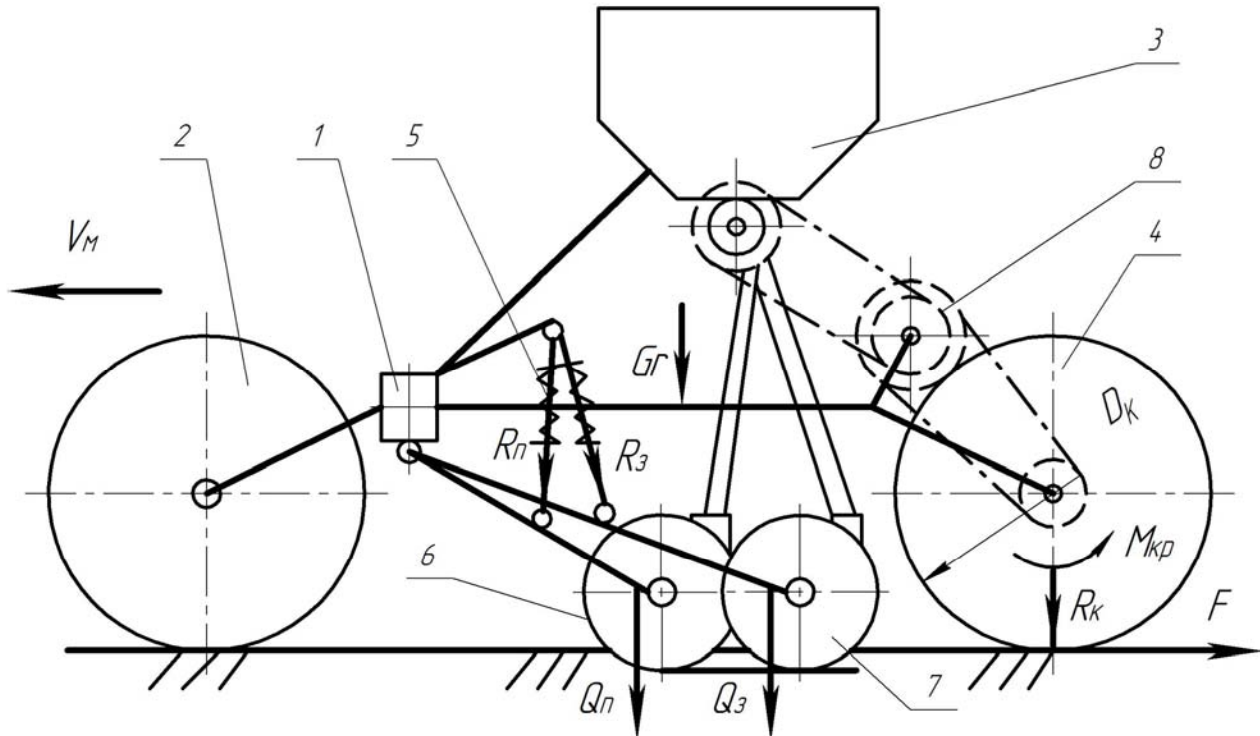
4.6. Маса машини

Конструктори повинні прагнути до створення таких конструкцій машин, щоб матеріал у них був використаний раціонально. Зменшення маси машини зумовлює зниження витрати матеріалу і вартості її виготовлення, проте це не може бути самоціллю. Зменшувати масу можна шляхом збільшення компактності конструкції, застосуванням раціональних кінематичних і силових схем, усуненням невикористаних видів навантаження, заміни деформації згину розтягом-стиском, а також шляхом застосування легованих сталей і неметалевих матеріалів.

У сільськогосподарському машинобудуванні існують деякі особливості щодо визначення меж допустимих мас машин, тому що **маса більшості сільськогосподарських машин суттєво впливає на технологічний процес їх роботи. Нижню межу маси машини визначають врахуванням міцнісних можливостей (умов міцності) та технологічними особливостями її роботи; верхня залежить від допустимої маси машини, що дозволяється для виходу її на поле без порушення екологічно допустимих впливів на ґрунт.**

Наприклад, для сівалок межею зниження їхньої маси є початок порушення стійкого ходу сошників на необхідній максимальній глибині і початок порушення стійкого обертання валів висівних апаратів від опорно-приводних коліс сівалки. Розглянемо цей процес. Масу сошників із багатьох причин, у тому числі і з економії матеріалу, намагаються зробити такою, яка забезпечувала б необхідну їх міцність і довговічність. Тому для забезпечення стійкого ходу сошників на необхідній глибині їх, як правило, довантажують через пружини натискних штанг загальною масою сівалки.

Обертальний момент на вали висівних апаратів здійснюється від опорно-приводних коліс сівалок завдяки зчепленню їх з ґрунтом (рисунок 4.2).



- 1 – рама; 2 – опорні колеса; 3 – насіннєвий ящик; 4 – опорно-приводні колеса;
 5 – пружини натискних штанг; 6 – передні сошники; 7 – задні сошники;
 8 – механізм привода до висівних апаратів

Рисунок 4.2 – Розрахункова схема сівалки

Отже, мінімальнодопустима технологічна маса сівалки, G_T

$$G_T \geq m_K R_K + n_C (R_{\Pi} + Q_C), \quad (4.3)$$

де m_K – кількість опорно-приводних коліс на сівалці;

R_K – необхідна сила тиску опорно-приводного колеса на ґрунт, що забезпечує необхідний обертальний момент на вали висівних апаратів, кН;

n_C – кількість сошників на сівалці;

R_{Π} – необхідна максимальна сила тиску пружини натискної штанги сошника, кН;

Q_C – вага сошника, кН.

Якщо у результаті виконання всіх необхідних розрахунків і заходів для зменшення маси розроблюваної машини вона не утворюється менше 10 т (межа максимальнодопустимої маси для виходу в поле), варто вирішувати питання зміни вимог технічного завдання. Це можна зробити так:

- поділити машину на якісь окремі технологічні частини;
- зменшити ширину захвату машини;
- знизити її пропускну здатність.

Маса сільськогосподарської машини може бути постійною або змінною під час виконання технологічного процесу роботи залежно від її функціонального призначення. Так, плуги, культиватори, косарки й інші подібні їм машини та знаряддя є представниками машин із постійною масою; збиральні машини з накопичувачами – зі змінною наростаючою, а посівні – зі змінною зменшувальною масою. Тому **маса сільськогосподарських машин буває «суха» (конструктивна) та експлуатаційна** з повним завантаженням технологічним матеріалом.

Порівняльні якості конструкцій машин однакового призначення оцінюють крім інших критеріїв показником **питомої маси**. Це частка від поділу маси машини G_M на основний параметр машини, тобто

$$K_M = G_M / B_M \quad \text{або} \quad K_M = G_M / q_M, \quad (4.4)$$

де G_M – розподіл маси машини;

B_M – ширина захвату машини, м;

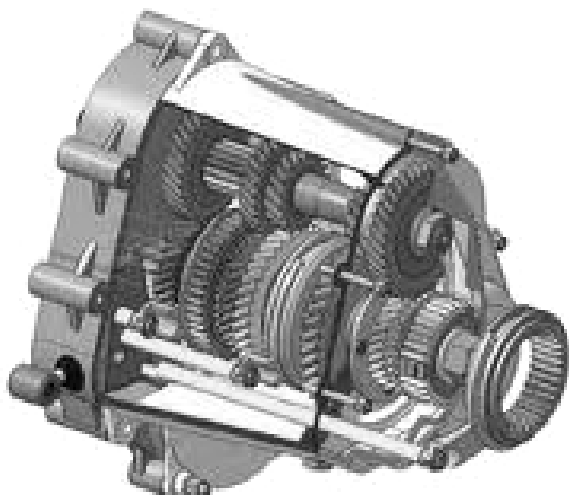
q_M – продуктивність машини, га/год.

Цей показник враховує ступінь конструктивної досконалості машини, а також ступінь застосування легованих сталей і неметалевих матеріалів.

Тема 5

МАШИНОБУДУВАННЯ І ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

- 5.1. Відомості про технологію виготовлення деталей
- 5.2. Загальна характеристика машинобудівної галузі промисловості
- 5.3. Важке машинобудування
- 5.4. Загальне машинобудування
- 5.5. Середнє машинобудування
- 5.6. Механізація й автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні
- 5.7. Використання роботів на промислових підприємствах
- 5.8. Заводи та цехи машинобудівної промисловості
- 5.9. Інтенсифікація машинобудівної галузі промисловості



5.1. Відомості про технологію виготовлення деталей

Слово «технологія» походить від двох грецьких слів: (техно) – «мистецтво», «майстерність» і (логос) – «поняття», «вчення».

Перші відомості про технологічні процеси з'явилися в середині XVIII століття, коли виникла необхідність дотримання технологічної дисципліни при виробництві масової продукції, головним чином зброї. В наш час технологія стала дуже широкою і багатогранною галуззю науки – вона вивчає і розробляє виробничі способи отримання та оброблення різноманітних матеріалів, виготовлення і складання численних машин та виробів.

Зокрема, є технологія отримання сірчаної кислоти, технологія виплавлення сталі, технології вирощування сільськогосподарських культур, технології випікання хліба, виготовлення взуття, обробки матеріалів тощо. Кожне виробництво працює за своєю технологією, і в більшості випадків ця технологія складається з суми технологій різних виробничих процесів.

Виробництво сільськогосподарських машин, як і будь-яких інших, пов'язане, в першу чергу, з **обробкою металів різанням**. У цьому випадку технологія вивчає та розробляє способи обробки металів на металорізальних верстатах – токарних, фрезерних, свердлильних і т.ін. На цих верстатах заготовкам надають заданої форми – перетворюють їх у готові деталі. На багатьох машинобудівних заводах використовують технологію ливарного виробництва – лиття деталей з розплавленого металу. Технологія термічної обробки визначає, як обробляти метали нагріванням та охолодженням. Під час цих процесів форма виробу не змінюється, зате змінюються фізичні властивості матеріалу – його міцність, твердість, пружність. **Який саме спосіб застосувати при виготовленні та обробленні тієї чи іншої деталі – повинен вибрати технолог**. При вирішенні цих завдань технолог, у першу чергу, орієнтується на те, скільки деталей потрібно виготовити, оскільки технологія виробництва в окремих цехах і на заводі в цілому залежить від кількості деталей, які виготовляють.

Проілюструємо це прикладом. Нехай у прямокутній пластині необхідно просвердлити отвір. У звичайних умовах на пластині насамперед позначають центр майбутнього отвору, а потім на свердлильному верстаті свердлять отвір. Але така технологія придатна лише для таких умов, коли виготовляють одну чи кілька таких пластин. Якщо ж їх буде багато (десятки, сотні, тисячі, то такий спосіб виготовлення вже не є раціональним – занадто багато часу буде затрачати робітник на розмітку деталей.

Технологи це завдання вирішують так: вони відмовляються від розмітки деталі й виготовляють спеціальний пристрій – **кондуктор**.

Робітник вставляє деталь у кондуктор, в якому є направляюча втулка для свердла, і без розмітки свердлить отвір у деталі. Також можна використати кондуктор відразу для кількох деталей – це ще більше прискорить роботу.

Іноді виявляється вигіднішим не використовувати універсальні різці чи фрези, придатні для виконання різних робіт, а виготовити спеціальний різальний інструмент, призначений для виконання лише певних операцій.

Набір спеціальних кондукторів, штампів, інших пристроїв, інструментів, необхідних для закріплення, подачі та контролю заготовок і деталей, називають технологічним оснащенням. Його створюють на заводі, готуючись до виробництва нових машин. ***А яким повинно бути це оснащення і які режими обробки застосувати – вирішують технологи.*** На кожну деталь вони розробляють технологічну документацію, в якій вказують послідовність усіх операцій, режими обробки, обладнання та оснащення, а також маршрут переміщення деталей з цеху в цех.

Дуже часто одного тільки виготовлення деталей недостатньо. В більшості випадків з окремих деталей необхідно скласти готовий вузол чи машину. Технологія складання також залежить від кількості виробів. Автомобіль, наприклад, можна скласти на невеликому майданчику, а якщо необхідно виготовляти сотні тисяч автомобілів за рік, для складання відводять цілі цехи з конвеєрними лініями.

Залежно від кількості машин, які виготовляють, в машинобудуванні розрізняють три основних види виробництва – індивідуальне, серійне та масове. Кожне з них має свою технологію.

Технологія виготовлення невеликих електричних двигунів, які виробляють тисячами, відрізняється від технології виготовлення, наприклад, літаків, комбайнів, отже, відрізняються один від одного і заводи, що виготовляють ці машини, обладнання, яке для цього використовують, а також організація виробництва, і розташування обладнання. Все підпорядковується технології, а тому можна зробити висновок, що **технологія – це основа виробництва, без якого в наш час не може розвиватися сучасна промисловість.**

5.2. Загальна характеристика машинобудівної галузі промисловості

Машинобудування є провідною галуззю усієї промисловості, її «серцевиною». Продукція підприємств машинобудування відіграє вирішальну роль у реалізації досягнень науково-технічного прогресу в усіх сферах господарства. Частка машинобудівного комплексу України

становить майже 30 % від загального обсягу промислового виробництва. Але у нашій країні ця галузь розвинена недостатньо. В Японії, Німеччині, США питома вага машинобудування в промисловій структурі становить від 40 до 50%.

За рівнем експорту машинобудування займає друге місце після паливно-енергетичного комплексу. Ця галузь дає 12 % експорту України. Якщо брати Японію і Німеччину, то їх експорт становить: Японія – 60 %, Німеччина – 45 %. Машинобудівний комплекс займає перше місце з випуску валової продукції, друге – з основних фондів (25 %) і перше – з промислового персоналу (42 %). Він забезпечує науково-технічний прогрес і перебудову економіки всієї країни, тому його галузі розвиваються прискореними темпами, а їх кількість безупинно зростає. За роллю і значенням у народному господарстві їх можна об'єднати в три взаємозалежні групи:

1) галузі, що забезпечують значний прогрес в усьому народному господарстві, – **приладобудування, хімічне машинобудування, електротехнічне й енергетичне машинобудування;**

2) галузі, що забезпечують значний прогрес у машинобудуванні, – **верстатобудування та інструментальна промисловість;**

3) галузі, що забезпечують значний прогрес в окремих галузях господарства, – **будівельно-дорожнє, тракторне і сільськогосподарське машинобудування, автомобілебудування та ін.**

За останні десятиліття виникло ряд нових галузей, пов'язаних із виготовленням засобів автоматизації, електроніки і телемеханіки, обладнання для атомної енергетики, реактивної авіації, побутових машин. Докорінно змінився характер продукції в старих галузях машинобудування.

Сучасне машинобудування складається з власне машинобудування і металообробки, що включають кілька десятків галузей і підгалузей. Найскладнішою є структура машинобудування. Вона включає такі найважливіші галузі, як енергетичне машинобудування, електротехнічну, верстатобудівну й інструментальну промисловість, приладобудування, низку окремих галузей, що виробляють обладнання для видобувної й обробної промисловості, будівництва, транспортне машинобудування, автомобільну промисловість, тракторне і сільськогосподарське машинобудування.

Асортимент продукції машинобудування надзвичайно великий, що не тільки зумовлює глибоку диференціацію його галузей, але й здійснює відчутний вплив на розміщення виробництва окремих видів продукції. При цьому навіть при однаковому цільовому призначенні продукції, що виробляється, розміри, склад, технологічні процеси, форма організації виробництва на підприємствах таких галузей суттєво відрізняються.

В цілому машинобудування належить до галузей так званого «вільного розміщення», тому що воно меншою мірою, ніж будь-яка інша галузь промисловості, зазнає впливу таких чинників, як природне середовище, наявність ресурсів корисних копалин, води і т.ін. У той же час *на розміщення підприємств машинобудування вирішальний вплив має низка економічних факторів, особливо концентрація виробництва, його спеціалізація, кооперація, трудомісткість окремих видів продукції, зручність транспортно-економічних зв'язків, що виникають у процесі кооперації машинобудівних підприємств.*

Спеціалізація машинобудування досягла дуже високого рівня. У цій галузі широко розвинені *предметна, технологічна і подетальна спеціалізації*. Спеціалізація в машинобудуванні визначається *профілем машинобудівних підприємств і характером продукції, що виробляється, – масовим, крупносерійним, дрібносерійним, одиничним*. Випуск масової продукції зменшує можливості створення на підприємствах усього технологічного процесу і сприяє розвитку технологічної спеціалізації. Проте і випуск особливо складної дрібносерійної й індивідуальної продукції часто можливий лише на основі подетальної й технологічної спеціалізації.

Розвиток усіх видів спеціалізацій у машинобудуванні зумовив винятково широке кооперування як між його підприємствами, так і заводами інших галузей, що постачають конструкційні матеріали, вироби з пластмас, скла і т.ін. При цьому вони спеціалізуються на випуску не тільки масової продукції (наприклад, автомашини, радіоприймачі й інша побутова техніка), але й дрібносерійної і навіть індивідуальної продукції.

Розміщення машинобудування значно визначається трудомісткістю виробів, рівнем кваліфікації використовуваної праці, а також особливостями спеціалізації й кооперованих зв'язків підприємств. Рівень металоємності сам собою не є визначальним фактором розміщення машинобудування. Багато видів продукції машинобудування, що відрізняються високою металоємністю, є одночасно і трудомісткими. Масовий і крупносерійний випуск готової продукції настільки сильно знижує витрати на її виготовлення, що це виправдовує численні кооперовані зв'язки та затрати на постачання продукції споживачам. Глибока спеціалізація заводів змушує вдаватися, здавалося б, і до явно невигідних перевезень. Існування такого виду перевезень неминуче в умовах сучасної організації машинобудівного виробництва. Випуск же дрібносерійної індивідуальної продукції епізодичний і не може визначати розміщення підприємств, які займаються її виготовленням, залежно від металургійних баз і споживачів.

Створення комплексів взаємозалежних виробництв у машинобудуванні по окремих районах країни утруднено через дуже

подрібнену спеціалізацію галузі та її підприємств.

Виготовлення кінцевих видів продукції машинобудування, що постачається в інші галузі самого машинобудування або народного господарства, орієнтоване на задоволення потреб всього народного господарства, побуту й експорту. Споживачі цих видів продукції розміщені в усіх районах країни і за її межами. Тому ***в більшості випадків розміщення підприємств машинобудування не може орієнтуватися на чинник споживання його продукції.***

Тільки окремі види продукції, призначені для використання в специфічних природних умовах або для визначених гірсько-геологічних умов, виготовляють в районах їх споживання (частіше усього сільськогосподарські машини, машини і механізми для лісової промисловості, гірниче обладнання).

Відзначені особливості розміщення об'єктів машинобудування зумовлюють велику роль і значення транспортного чинника у здійсненні кооперованих постачань та забезпеченні споживачів готовою продукцією. Ритмічність роботи конвеєрів і поточкових ліній машинобудівних заводів залежить від чіткої роботи як підприємств-суміжників, так і транспорту. Розвинена транспортна мережа, можливість використовувати різні види транспорту між підприємствами, що кооперуються, підвищує надійність таких зв'язків. ***У результаті здешевлення транспортування продукції усіма видами транспорту, географічне розміщення постачальників продукції на сьогодні відіграє набагато меншу роль, ніж у минулому.***

В умовах розвиненої спеціалізації машинобудівних заводів щодо визначених видів продукції ***усе більшого значення набуває уніфікація виробництва окремих видів машин, обладнання, деталей та інструментів, що виготовляються на різних, але споріднених підприємствах галузі.*** Цей процес також справляє значний вплив на розміщення підприємств машинобудування. Уніфіковані вироби дозволяють забезпечувати ширше коло споживачів кожному підприємству, тим самим зміцнюючи і розвиваючи внутрішньорайонні зв'язки, сприяючи зонуванню збуту продукції підприємств.

5.3. Важке машинобудування

Ця група галузей машинобудування відрізняється значними обсягами споживання металу, відносно малою трудомісткістю й використанням енергії.

Важке машинобудування включає виробництво обладнання для металургійних підприємств, гірничого, енергетичного обладнання, важких верстатів і ковальсько-пресових машин, морських та річкових суден,

локомотивів і вагонів, сільськогосподарських машин.

Особливості виробництва продукції важкого машинобудування полягають у литві, механічній обробці й складанні великогабаритних деталей, вузлів, агрегатів і цілих секцій.

Для цієї галузі характерні як підприємства закінченого виробничого циклу, що самостійно здійснюють виготовлення заготовок, обробку і складання деталей та вузлів, так і заводи, що поєднують ці операції з монтажем привізних деталей, агрегатів і секцій. У складі галузі є й вузькоспеціалізовані заводи. Витрати на сировину і матеріали тут становлять від 40 до 85 %, витрати на зарплату – 8...15 %, витрати на транспорт обладнання 15...25 %, витрати на електроенергію обладнання – 8...15 %.

5.4. Загальне машинобудування

Ця група машинобудівних галузей характеризується середніми нормами споживання металу, енергії, невисокою трудомісткістю.

Підприємства загального машинобудування виготовляють технологічне обладнання для нафтопереробної, хімічної, паперової, лісової, будівельної промисловості, дорожні й найпростіші сільськогосподарські машини. Переважають спеціалізовані підприємства, пов'язані з виготовленням заготовок і складанням конструкцій, агрегатів і деталей, що постачаються в порядку кооперації. Ряд підприємств, що виготовляють обладнання для галузей промисловості з хімічною технологією, потребують спеціальних видів сталей, кольорових металів і пластмас.

Підприємства загального машинобудування – одні з найчисленніших у галузі й розміщуються в багатьох районах країни.

Частка витрат на зарплату у вартості продукції тут становить від 12 до 33 %, витрати на сировину й матеріали в цій групі не дуже великі – від 4 до 8 %, витрати на електроенергію – 3...5 %.

5.5. Середнє машинобудування

Об'єднує підприємства малої металоємності, але підвищеної енергоємності й трудомісткості.

Основними технологічними процесами в середньому машинобудуванні є механічна обробка деталей, складання їх на конвеєрах у вузли, агрегати й готові машини. Ця галузь споживає значну кількість різноманітних чорних і кольорових металів, пластмас, гуми, скла.

Підприємства середнього машинобудування найчисленніші вузькоспеціалізовані, мають широкі кооперовані зв'язки. Їхня продукція масова і крупносерійна, вона включає виробництво автомобілів і літаків, тракторів, комбайнів, двигунів для них, середніх і невеликих металорізальних верстатів і ковальсько-пресових машин, насосів і компресорів, машин і різноманітного технологічного обладнання для легкої, харчової, поліграфічної промисловості.

Автомобільна промисловість – добре розвинена, типова для середнього машинобудування галузь. Автомобільна промисловість включає до свого складу, крім виготовлення автомобілів, також виробництво двигунів, електрообладнання, підшипників, причепів і т. ін., що виготовляються на окремих підприємствах.

Верстатобудівна промисловість – це технічна база всього машинобудування. Витрати металу у ній, як правило, невеликі, значна частина заготовок і деталей виготовляється на самих підприємствах, кооперація з іншими заводами частіше всього зводиться до постачання двигунів, габаритних та складних відливок, електрообладнання.

На розміщення підприємств великий вплив має трудомісткість продукції, наявність кваліфікованих кадрів робітників та інженерно-технічного персоналу.

Підприємства галузі оснащені складним обладнанням. Збільшення обсягів виготовлення напіваавтоматів і автоматів, фрезерних, шліфувальних, агрегатних, прецизійних верстатів із програмним керуванням, верстатних ліній, автоматизованих цехів і заводів підсилило роль наукових і конструкторських центрів у розміщенні верстатобудування. Зросла роль кооперованих зв'язків (уніфікація стандартних вузлів у різних типах верстатів, спеціальне електротехнічне обладнання і т.ін). Вузька спеціалізація верстатобудівних підприємств зумовила значний розвиток міжрайонних зв'язків: кожне з них забезпечує своєю продукцією більшість районів країни.

Найтипівіші для середнього машинобудування особливості розміщення дуже чітко відслідковуються в розміщенні авіаційної промисловості. У цій найскладнішій галузі сучасного машинобудування кооперуються підприємства практично усіх галузей важкої промисловості й особливо самого машинобудування, що постачають різноманітні конструкційні матеріали, чорні та кольорові метали, хімічні матеріали, електротехнічне, електронне й радіотехнічне обладнання.

Підприємства авіаційної промисловості відрізняються винятково високим рівнем кваліфікації інженерно-технічних кадрів, робітників. Це зумовило виникнення і розвиток авіаційної промисловості в значних промислових центрах, де крім досвідчених кадрів на виробництві є науково-дослідні інститути та конструкторські бюро. У таких значних

промислових центрах, як правило, є і підприємства-суміжники.

Виробництво електротехнічної апаратури, точних машин, інструментів пов'язане зі штампуванням і точним литвом заготовок, точною обробкою деталей, складанням деталей, вузлів і агрегатів. Тут переважає масово-поточна організація виробництва, у якому зайняті висококваліфіковані кадри, у великій кількості використовується робоча сила. ***Підприємства галузі споживають відносно невелику кількість матеріалів, але різноманітного асортименту*** (чорні, кольорові, цінні, рідкісні метали, різні види скла, пластмас і т.ін.). ***Складність і точність продукції, що виробляється, висуває високі вимоги до культури виробництва, оснащення технікою.*** Багато підприємств галузі зайняті переважно монтажем і складанням деталей, що надходять у порядку кооперації.

5.6. Механізація й автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні

Одним з найефективніших шляхів, які забезпечують швидкі темпи зростання продуктивності праці, є механізація й автоматизація виробництва.

Механізація виробництва – це заміна ручних засобів праці (інструментів) машинами та механізмами. Механізація значно підвищує продуктивність праці, звільняє людину від виконання важких і трудомістких операцій, дозволяє економічніше використовувати сировину, матеріали, енергію, сприяє зниженню собівартості продукції, підвищенню її якості.

Оскільки машини й механізми періодично замінюються досконалішими, покращується технологія та організація виробництва, підвищуються і вимоги до кваліфікації працюючих.

Механізація й автоматизація – буває частковою і комплексною. Це залежить від ступеня оснащення виробництва технічними засобами.

При частковій механізації механізуються окремі виробничі операції. Але у цьому випадку зберігається значна частка ручної праці.

Досконалішою є комплексна механізація. Тут ручна праця замінюється машинною на всіх пов'язаних між собою операціях і може зберігатися лише на окремих нескладних операціях, механізація яких суттєво не полегшує працю. На механізованому виробництві робітники-оператори лише керують процесом, контролюють роботу машин та механізмів.

Наступний етап розвитку – це автоматизація виробництва. **При автоматизації функції управління та контролю за процесом**

виробництва, які раніше виконували робітники-оператори, передаються приладам та автоматичним пристроям.

Донедавна основним напрямком автоматизації в машинобудуванні була автоматизація технологічних процесів механічної обробки: створення токарних, шліфувальних, фрезерних автоматів і напівавтоматів, агрегатних верстатів і автоматичних ліній з агрегатних верстатів, що дозволяє створювати автоматизовані дільниці та цехи, а також значно скоротити кількість виробничих робітників, безпосередньо зайнятих обслуговуванням верстатів.

В останні роки широко розгорнуті роботи щодо автоматизації процесів контролю та складання. Автоматизація цих процесів дозволяє, в першу чергу, підвищити якість виробів, які виготовляються, а також усунути ситуацію, коли на складанні та контролі виробів зайнято більше робітників, ніж при їх виготовленні.

Великі перспективи має впровадження автоматизації в заготівельних цехах: ливарному, ковальському і т.ін. Автоматизація все ширше охоплює і допоміжні цехи (інструментальні, ремонтні й т.ін.), продукція яких є індивідуальною і серійною навіть при масовому типі виробництва.

Високоєфективними є роботи з механізації завантажувально-розвантажувальних і транспортних операцій.

Автоматичне регулювання підтримує постійність режиму роботи машин та приладів (стабілізує їх роботу) або змінює цей режим за наперед заданим алгоритмом регулювання.

При автоматизації виробництва функції контролю також передаються автоматичним пристроям. Автомати контролюють положення деталей, їх розміри, стан інструменту, параметри обробки.

Дуже важливим є завдання автоматизації управління підприємством і, перш за все, збору й опрацювання поточної інформації про стан усіх ланок виробничого процесу, систем обліку й оперативного планування.

В основі автоматизації виробництва лежить системний підхід до побудови та використання комплексу засобів автоматичного керування, регулювання та контролю. В автоматизації широко використовують найновіші досягнення у сфері науки і техніки, що дозволяє повністю розкрити можливості технологічного обладнання.

Таким чином, механізацію й автоматизацію впроваджують у виробничі процеси тоді, коли необхідна заміна важкої і монотонної фізичної праці, коли мають місце шкідливі умови праці і коли забезпечується економічний ефект за рахунок підвищення продуктивності праці й обладнання, підвищення якості, зниження затрат на утримання споруд та скорочення виробничих площ.

5.7. Використання роботів на промислових підприємствах

Промислові роботи (надалі ПР) призначені для заміни людини під час виконання основних і допоміжних технологічних операцій у процесі промислового виробництва. При цьому вирішується важливе соціальне завдання – вивільнення людини від робіт, пов'язаних з небезпекою для здоров'я або з важкою фізичною працею, а також від виконання простих монотонних операцій, що не вимагають високої кваліфікації. Гнучкі автоматизовані виробництва, які створюють на базі промислових роботів, дозволяють вирішувати завдання автоматизації на підприємствах із широкою номенклатурою продукції при дрібносерійному й одиничному виробництві. Таким чином, *промислові роботи й маніпулятори є важливими складовими сучасного промислового виробництва.*

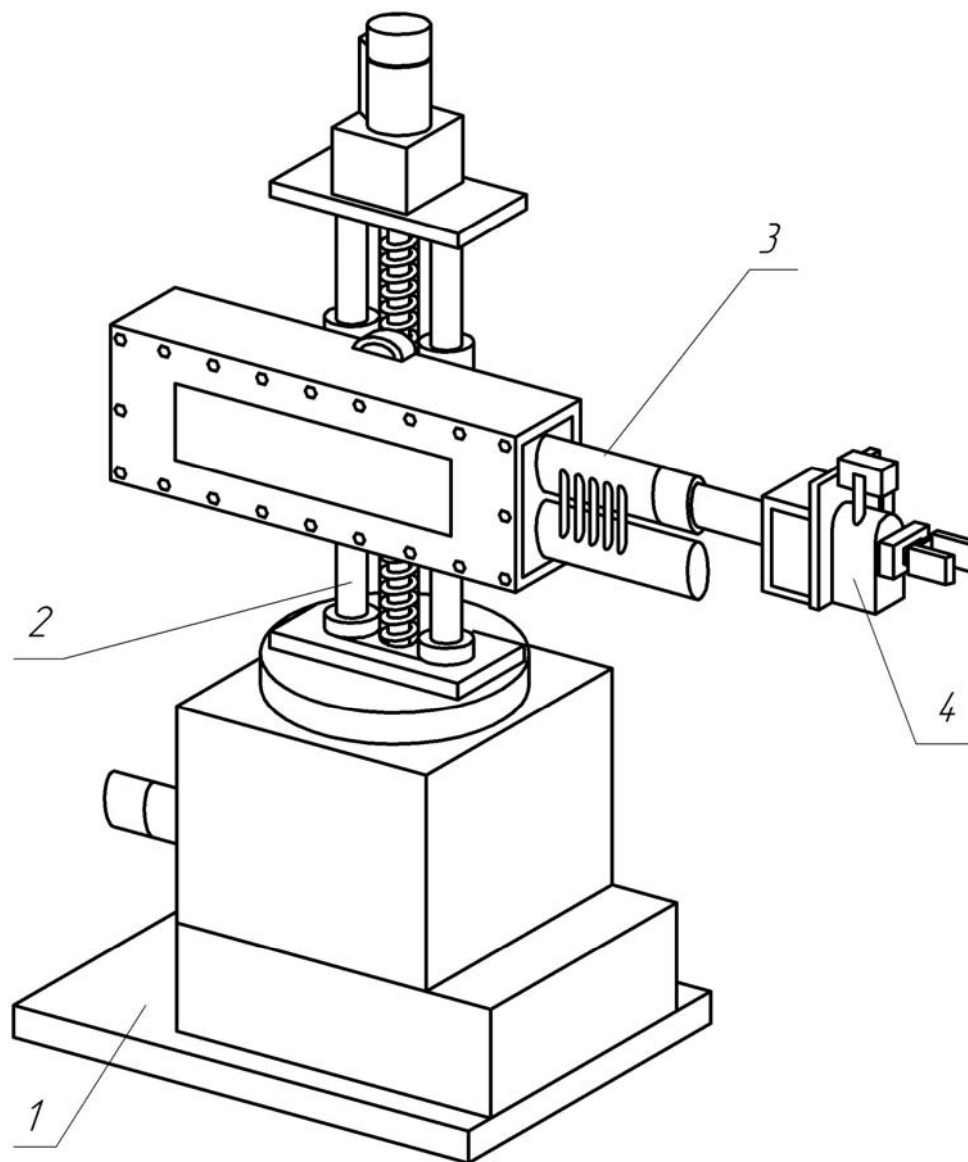
Промисловий робот – це автоматична машина, стаціонарна або мобільна, яка складається з виконавчого механізму у вигляді маніпулятора, що має кілька ступенів рухомості, і пристрою програмного керування для виконання рухомих та керуючих функцій у виробничому процесі.

На рисунку 5.1 зображено один із варіантів конструкції промислового робота. Аналіз сфер застосування промислових роботів у різних галузях промисловості й типах виробництв, вивчення перспектив застосування їх залежно від серійності продукції, що виробляється, дозволяють зробити висновок, що *промислові роботи можуть бути ефективно застосовані як в умовах масового, так і дрібносерійного виробництва.*

У масовому й крупносерійному виробництвах зі швидкою зміною об'єкта виробництва перспективним є застосування роботів для обслуговування агрегатних верстатів і переналагоджуваних автоматичних ліній на операціях навантаження-розвантаження верстатів, на початкових і кінцевих позиціях ліній, для міжверстатного транспортування. Застосування промислових роботів дозволяє здійснити комплектацію і введення в експлуатацію таких ліній у короткий термін, підвищить оборотність устаткування.

Як свідчить закордонний досвід, роботи можуть ефективно застосовуватися також для заміни спеціального допоміжного устаткування на окремих операціях автоматичних ліній у період модернізації або його заміни. В цьому випадку необхідність зупиняти лінію на тривалий час відпадає, а витрати на програмування й переозброєння робота виявляються значно нижчими, ніж втрати внаслідок простою лінії протягом усього періоду модернізації або заміни спеціалізованого допоміжного устаткування на конкретній операції.

В серійному і дрібносерійному виробництвах найперспективнішим є застосування роботів у поєднанні з верстатами з ЦПК. Це дозволяє автоматизувати виготовлення невеликих партій деталей.



1 – опорна конструкція (основа); 2 – колона; 3 – рука маніпулятора;
4 – робочий орган (схват)

Рисунок 5.1 – Конструкція промислового робота

У будь-якій сфері застосування промисловий робот повинен розглядатися як елемент виробничого комплексу, що включає в себе основне технологічне устаткування, допоміжне устаткування і пристрої, що розширюють експлуатаційні можливості робота, контрольно-вимірювальні пристосування, і ряд інших пристроїв, об'єднаних загальною системою керування.

У складі основного технологічного обладнання ПР забезпечують автоматизацію операцій взяття заготовок з нагромаджувальних та орієнтуючих пристроїв, транспортування і вкладання їх в тару або на проміжні пристрої для виконання наступних операцій. Використання ПР дозволяє також здійснити переналагодження технологічного обладнання.

Для реалізації вказаних функцій використовують найрізноманітніші типи ПР, які відрізняються за виконанням, рухомістю і керуванням залежно від конкретних умов експлуатації і складності технологічної операції.

В засобах інструментального забезпечення ПР здійснюють автоматичну заміну інструменту та інструментальних блоків в міру їх зношення або при обробленні нових груп деталей.

У системах видалення відходів виробництва ПР забезпечують автоматичне прибирання відходів в міру їх нагромадження. Елементна стружка видаляється із зони різання за допомогою стружкоприймача, з якого вона спрямовується в тару. Заповнена тара автоматично висувається на позицію видачі, замінюється новою, транспортується до місця приймання стружки, звільняється і транспортується до місця зберігання або до верстата.

Практично всі сфери використання ПР включають в себе операції транспортування і контролю. В певних випадках для підвищення ефективності використання ПР і збільшення продуктивності технологічного процесу доцільне суміщення виконання вказаних операцій за часом. Прикладом може служити процес сортування деталей за допусками, який поширений і здійснюється перед подачею деталей для обробки на основне технологічне обладнання.

5.8. Заводи та цехи машинобудівної промисловості

У промислово розвинених країнах велика увага приділяється розвитку *машинобудування, яке є основою технічного переоснащення усіх галузей господарства*. Особливе значення при цьому надається створенню високоефективних автоматизованих механоскладальних виробництв на базі технічного переоснащення, а також реконструкції діючих виробництв з використанням сучасного обладнання і засобів керування всіма етапами виробничого процесу.

Головними і вирішальними підрозділами кожного машинобудівного заводу є його цехи. Від якості їх роботи залежить ефективність усієї виробничої діяльності заводу в цілому. Тому **проектування цехів є важливою складовою проектування кожного заводу.** Як основні виробничі, так і допоміжні цехи багатьох

машинобудівних заводів, і особливо великих заводів, – це самостійні організаційні одиниці, які мають у своєму складі все необхідне для виконання повних циклів технологічних процесів або для виготовлення певних елементів виробів, а іноді і цілих агрегатів чи виробів.

Машинобудівні заводи, залежно від рівня спеціалізації та кооперування, мають різні структуру і склад виробничих цехів.

Розрізняють чотири основних типи машинобудівних заводів:

- *заводи з виробничим циклом для випуску готових машин*, які мають у своєму складі весь комплекс цехів: заготівельних, обробних і складальних з відповідними допоміжними і обслуговуючими цехами і службами;
- *заводи, які виготовляють заготовки і мають у своєму складі лише заготівельні цехи* (ливарні, ковальські і т.ін.) та цехи, що їх обслуговують (модельні, штампувальні, ремонтні і т.ін.); ці підприємства виготовляють заготовки для постачання за кооперацією іншим заводам;
- *складальні заводи, які мають у своєму складі лише складальні цехи*, в яких здійснюється складання машин з окремих агрегатів, що надходять з інших підприємств. На цих заводах можуть виготовлятися також окремі деталі (шляхом механічної обробки або холодного листового штампування). У цьому випадку на заводі є відповідні цехи;
- *спеціалізовані заводи, які виготовляють деталі, агрегати та інші комплектуючі для постачання складальним заводам, що випускають повнокомплектну продукцію*. На спеціалізованих заводах виготовляють також різноманітний інструмент, спеціальне оснащення, нестандартне обладнання та інші засоби технологічного оснащення.

До складу машинобудівного заводу з повним виробничим циклом входять виробничі, допоміжні та обслуговуючі цехи й підрозділи. В свою чергу виробничі цехи поділяються на основні й підсобні.

Основними виробничими називають цехи, в яких відбувається обробка деталей і складання виробів. До цих цехів належать заготівельні, розкрійно-заготівельні, ливарні, ковальські, обробні, складальні, а також випробувальні станції та цехи.

Підсобні виробничі цехи, що спеціалізуються на виготовленні продукції, необхідної для забезпечення випуску готових виробів основними виробничими цехами – цехи з виготовлення тари, консервації й підготовки виробів до відвантаження.

Допоміжними називають цехи, які забезпечують нормальну роботу основних виробничих цехів заводу в цілому. До них належать інструментальні, ремонтно-механічні, експериментальні, електроремонтні та ін.

До обслуговуючих відносять цехи й устаткування, які виконують функції господарського і частково технічного обслуговування заводу (транспортне і складське господарство).

Для зменшення вартості будівництва і скорочення транспортних витрат окремі цехи, які входять до складу заводу, групують за загальними технологічними ознаками та виробничими зв'язками і розміщують їх у загальних великих корпусах (промислових будівлях).

Механоскладальне виробництво, яке складається із комплексу виробничих дільниць і допоміжних підрозділів, і в якому відбуваються виробничі процеси виготовлення виробів, є складною динамічною системою, структура і параметри якої перебувають у безпосередній залежності від складності конструкції, номенклатури продукції та характеристик виробничого процесу її виготовлення.

Проектування дільниць та цехів машинобудівного виробництва також входить до компетенції інженерів.

5.9. Інтенсифікація машинобудівної галузі промисловості

Інтенсивний шлях розвитку в машинобудуванні й металообробці припускає якісно нове натурально-речовинне наповнення вартісних показників. *Адже зростання випуску машинобудівної продукції може бути забезпечене як за рахунок зміни вартості техніки і «вимивання» із номенклатури устаткування, що виробляється, дешевих його видів, так і за рахунок розширення виробництва, збільшення маси техніки, що виробляється, поліпшення її споживчих властивостей.* Останній варіант розвитку і є єдино правильним в умовах інтенсифікації економіки. Крім того, саме машинобудівне виробництво повинне бути переорієнтоване на використання ресурсо- й трудозберігаючих технологій, машин і устаткування.

Інтенсифікація машинобудівного комплексу повинна розглядатися в двох аспектах.

По-перше, інтенсифікація машинобудівного виробництва усередині комплексу, тобто випуск передової техніки з мінімальними втратами живої праці.

По-друге, інтенсифікація в галузях народного господарства, що відбувається на базі впровадження новітніх машин, устаткування, приладів і пристроїв, що виготовляються машинобудівниками.

Ці напрямки інтенсифікації тісно взаємозалежні і не можуть здійснюватися відірвано один від іншого. Первинним, природно, є виробництво машин і устаткування в машинобудівному комплексі і **від того, як машинобудування виконує поставлені завдання, залежить ефективність роботи інших галузей народногосподарського комплексу в цілому.**

Темпи впровадження досягнень науково-технічного прогресу значною мірою залежать від стану справ всередині машинобудівного комплексу, від того, як швидко машинобудівники зможуть перейти на випуск техніки нових поколінь і обладнати нею різні галузі народного господарства.

Головні напрямки інтенсифікації всередині машинобудівного комплексу. Це, насамперед, **відновлення виробничого апарату машинобудівних підприємств.** У процесах його відновлення надзвичайно важливо визначити завдання поточного дня і перспективи, пустити в хід усі важелі та стимули і змусити їх працювати на кінцевий результат. Завданням сьогодення є **активізація людського фактора і на цій основі максимально можливе використання створеного потенціалу.** Дійсно, використовувані в машинобудівному комплексі людські й основні промислово-виробничі ресурси при їх раціональному використанні дозволяють отримувати в 1,5...1,7 рази більше продукції. Отже, навівши порядок у машинобудівному комплексі, уже зараз практично без додаткових витрат, **завдяки організаційним чинникам можна отримати значні обсяги додаткової продукції,** необхідної народному господарству.

Не менш важливим є **перехід машинобудування на вищий щабель автоматизації на базі використання роботизованих виробництв.** Розширення потреб різноманітних виробничих галузей у номенклатурі, якості, продуктивності та надійності техніки і постійна заміна існуючих технологічних процесів досконалішими змушують машинобудівників відмовлятися від традиційних методів конструювання й організації виробництва машин та устаткування.

Світова практика свідчить, що найефективнішим є перехід до автоматизованого проектування і виготовлення машин і пристроїв із застосуванням сучасних засобів обчислювальної техніки та об'єднання процесів проектування та виготовлення сучасних машин у єдиний ланцюжок. Такий підхід у кілька разів прискорює проектування і виробництво машин і робить досягнення наукової та конструкторської думки реальними вже сьогодні, а не у віддаленому майбутньому.

Пріоритетними на першому етапі реконструкції машинобудівного комплексу будуть галузі: верстатобудування, приладобудування, електроніка й електротехніка, у котрих надзвичайно

важливо домогтися зміни стану справ. У першу чергу, саме тому, що вони служать базою для створення реальних передумов переозброєння виробничого апарату самого машинобудування новими технікою і технологіями.

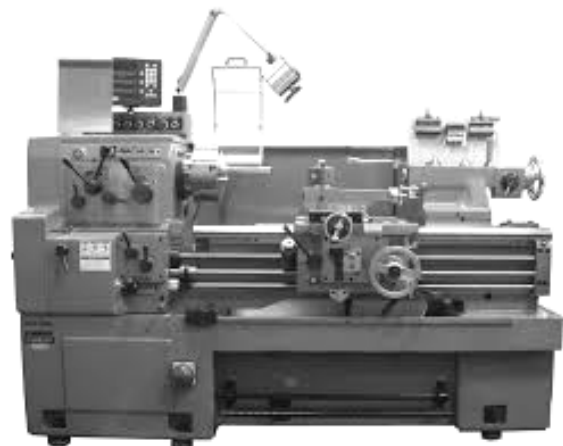
Прискорене відновлення виробничого апарату в машинобудуванні, а потім і омолодження парку устаткування в інших галузях народного господарства дозволять скоротити кількість ремонтників і обладнання, на якому виробляють запасні частини і відновляють деталі, у 2...3 рази порівняно з нині наявною, а це також обіцяє багатомільйонну економію.

Природно, ці проблеми не можуть бути вирішені при сучасному рівні технічної оснащеності машинобудування. Тому **ключовою проблемою переорієнтування машинобудування на інтенсивний шлях розвитку є прискорення науково-технічного прогресу в машинобудівному комплексі, що потребує широкомасштабного впровадження нових машин і устаткування, ефективних технологічних процесів, використання прогресивних конструкційних матеріалів.**

Важливий резерв прискореного впровадження досягнень науково-технічного прогресу в машинобудівний комплекс — удосконалення його організаційної структури, що повинно здійснюватися одночасно з подальшим поглибленням спеціалізації та розвитком кооперації у виробництві машин і обладнання.

Тема 6
ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ І ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ТА
ВУЗЛІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

- 6.1. Загальні відомості про металорізальні верстати й інструменти**
- 6.2. Обробка матеріалів різанням**
 - 6.2.1. Токарна обробка**
 - 6.2.2. Фрезерна обробка**
 - 6.2.3. Обробка на свердлильних верстатах**
 - 6.2.4. Обробка на розточувальних верстатах**
 - 6.2.5. Обробка на протяжних верстатах**
 - 6.2.6. Обробка на стругальних верстатах**
 - 6.2.7. Шліфування і полірування**
 - 6.2.8. Обробка на верстатах з цифровим програмним керуванням**
- 6.3. Поверхнева обробка металів**
- 6.4. Слюсарні роботи**
- 6.5. Кування і штампування**
- 6.6. Ливарне виробництво**
- 6.7. Зварювання металів**



6.1. Загальні відомості про металорізальні верстати й інструменти

Протягом значного періоду часу знаряддя праці, предмети побуту, зброя та ін. *виготовлялись з металу литвом, куванням і ручним різанням*. Хоча ці методи широко використовуються і в наш час, життя все більше і більше вимагало замінити ручне різання металів механічним. У XII столітті з'явилися перші металорізальні верстати, які дозволили значно розширити можливості різання металів, не зважаючи на те, що привод їхній був ручним. Наступне вдосконалення металорізальних верстатів багато в чому зобов'язане вдосконаленню їх привода. В XIV столітті верстати приводити в дію починали від водяних коліс, а пізніше – від парових машин. Проте значні розміри і висока вартість не дозволяли робити привод до кожного верстата – від однієї парової машини працювало багато верстатів, і якщо машина виходила з ладу, то зупинялися відразу всі верстати. Лише *винайдення й удосконалення електродвигунів, розвиток електроенергетики зробили металорізальний верстат самостійною машиною*. Більше того, багато з сучасних металорізальних верстатів мають по кілька двигунів, що підвищує ефективність, економічність і оперативність обробки.

Металорізальний верстат – це машина для розмірної обробки заготовок зняттям стружки. Крім металевих заготовок зі сталі та чавуну на верстатах обробляють також деталі з кольорових сплавів, пластмас та інших матеріалів.

До верстатів відносять і технологічне обладнання, де використовують для обробки матеріалів електрофізичні й електрохімічні методи, лазерний промінь, поверхневе пластичне деформування та деякі інші види обробки. Крім основної робочої операції, пов'язаної зі зміною форми та розмірів заготовки, *на верстаті необхідно здійснювати допоміжні операції для зміни заготовок, їхнього затискування, вимірювання, операції зі зміни різального інструменту, контролю його стану та стану всього верстата*.

Основна відмінність сучасних металорізальних верстатів полягає в способі (схемі) різання. Найдавніший спосіб різання – *точіння – виконується різцем*. При цьому способі деталь обертається, а різець здійснює поступальний рух. Верстати, в яких використовується така схема різання, називають *токарними*. Майже одночасно з токарними з'явилися верстати для обробки циліндричних отворів – *свердлильні верстати*. Отвори обробляються, як правило, в нерухомих деталях свердлом, яке обертається. Плоскі поверхні отримують струганням на *стругальних верстатах*. При цьому різець (або деталь) здійснюють зворотно-поступальний рух, а деталь (або різець) – нерухома.

Інший, дуже поширений спосіб обробки площин – *фрезерування*, який здійснюється фрезою на фрезерних верстатах. **Фреза – це кілька розміщених по колу різців.** При фрезеруванні інструмент обертається, а заготовка рухається поступально.

Сучасні металорізальні інструменти – різці, свердла, фрези та ін. виготовляють із твердих матеріалів – спеціальних сталей і сплавів, що значно перевершують за своїми властивостями первісний кремнієвий різець. Проте камінь також використовується в металообробці: в 1874 році був створений перший *шліфувальний верстат*. Спочатку шліфувальні інструменти виготовлялись виключно з природних матеріалів, а починаючи з 1893 року, все ширше використовують штучні абразиви.

Перелічені вище верстати – *основа великого сімейства різноманітних металорізальних верстатів*: як *універсальних*, на яких можна обробляти різноманітні деталі, так і *спеціальних* – призначених лише для виготовлення виробів одного типу і розміру. Існують ще *агрегатні верстати*, *верстати з програмним керуванням*, які виконують обробку деталі автоматично, а також верстати, які здатні самостійно налагоджуватися на потрібні режими роботи.

6.2. Обробка матеріалів різанням

Обробка матеріалів різанням – один із основних способів виготовлення деталей. За допомогою різання обробляють деталі різної форми – від простого валика до складних корпусів, а також різних розмірів – від деталей, які можна побачити лише під мікроскопом, до гігантських роторів турбін. Види різання відрізняються за типом інструменту, який використовують під час обробки.

Процес, при якому використовують різці, називають точінням і струганням; свердла застосовують під час свердління; фрези – під час фрезерування; абразивний інструмент – під час шліфування.

Залежно від якості поверхні, яка формується в результаті обробки, розрізняють *чорнові операції* (підготовка заготовки до наступної обробки або обробка поверхонь, якість яких не особливо суттєва) і *фінішні операції* (часто таку обробку називають *тонкою*, або *чистою*). Фінішна обробка дозволяє отримувати поверхні, розміри нерівностей на яких не перевищують частки мікрометра.

Процес різання металів в основному характеризується швидкістю різання – кількістю металу, який знімається за одиницю часу. Але однакову швидкість різання можна отримати або повільно, знімаючи товсту стружку (мала подача і велика глибина різання), або швидко – тонку. Який варіант кращий? Вирішенням цих питань

займається **наука про теорію різання металів**, основи якої були закладені наприкінці XIX – на початку XX сторіччя.

Великі швидкості різання дозволяють за короткий проміжок часу виготовити деталь, але поверхня, отримана при цьому, в переважній більшості випадків не дуже високої якості, а інструмент швидко зношується, в результаті знижується точність обробки.

Від того, який метал (м'який, нетвердий, крихкий чи в'язкий) необхідно обробити, залежить вибір форми різального інструменту, способів і швидкості охолодження інструменту та деталі, яка обробляється. Все це і багато чого іншого необхідно враховувати під час обробки різанням. Проте далеко не все піддається розрахункам, багато чого вирішує практичний досвід.

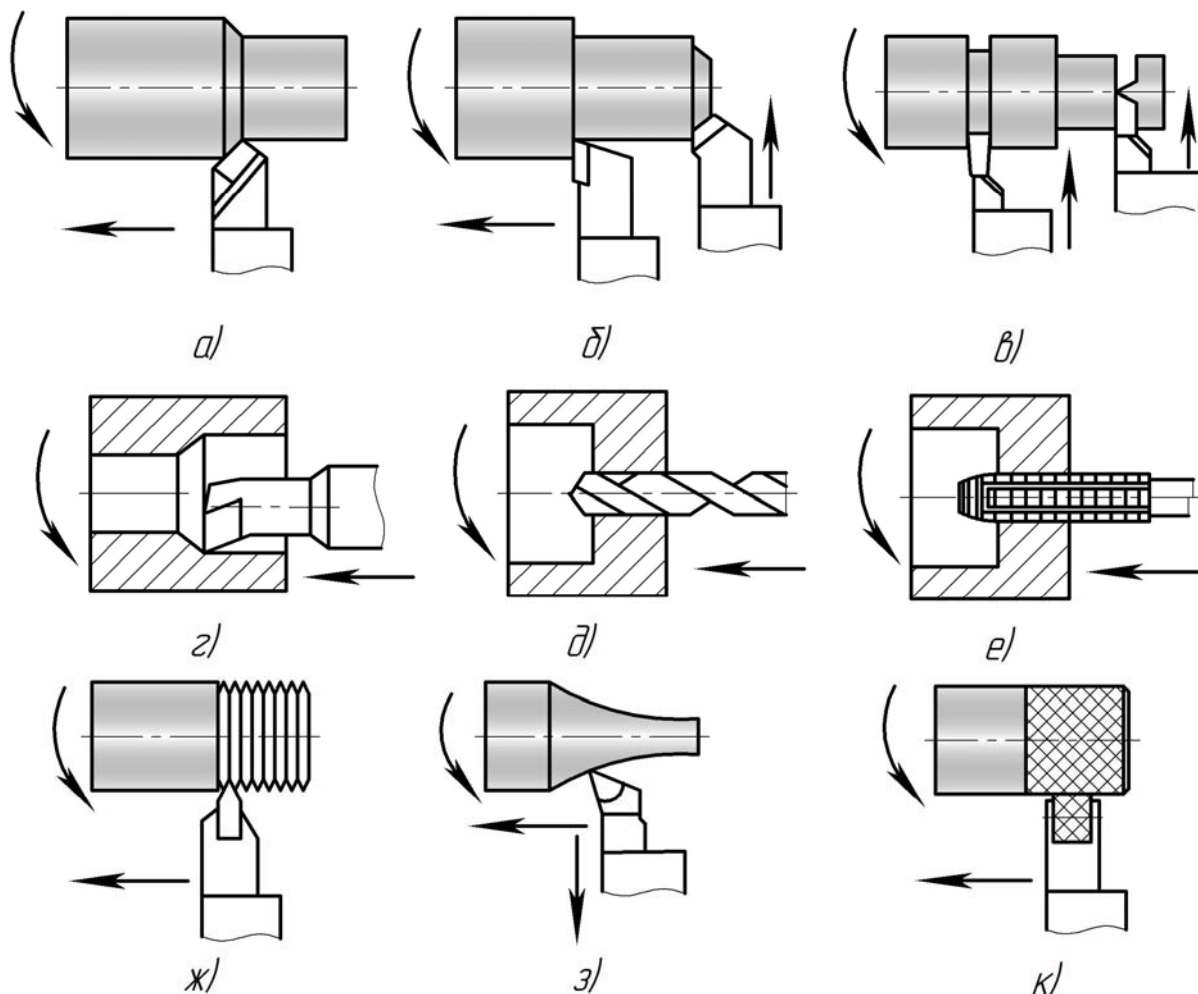
6.2.1. Токарна обробка

Токарна обробка (точіння) – це технологічний процес, під час якого різець зі спеціальною різальною кромкою зменшує діаметр виробу, який обробляється. Різання відбувається за рахунок обертання заготовки, а подачу і поперечне переміщення здійснює різальний інструмент. Варіюючи ці три основні переміщення, а також обираючи відповідну геометрію різальної кромки інструменту і матеріал, ***можна впливати на розмір знімання припуску з заготовки, якість обробленої поверхні, форму утвореної стружки і зношення інструменту.***

Токарна обробка є найпоширенішим методом оброблення різанням і застосовується під час виготовлення деталей типу тіл обертання (валів, дисків, фланців, втулок тощо). Основні види токарних робіт зображені на рисунку 6.1.

Токарний верстат (рисунк 6.2) складається з таких вузлів: станина 12 з горизонтальними направляючими, призначена для монтажу вузлів верстата і закріплена на двох тумбах 1. В передній бабці 5 змонтована коробка швидкостей і шпиндель, на якому закріплюється патрон 6. На лицевій поверхні передньої бабки також встановлена панель керування 4. З лицевого боку станини кріпиться коробка подач 2. З лівого торцевого боку станини встановлена коробка 3 змінних зубчастих коліс. По направляючих станини переміщується поздовжній супорт 9, який забезпечує поздовжню подачу різця. По направляючих супорта рухається поперечна каретка з верхнім супортом 8, яка забезпечує поперечне переміщення різця. На верхньому супорті змонтовано різцетримач 7. До поздовжнього супорта кріпиться фартух 10, в якому змонтовані механізми і передачі, які перетворюють обертовий рух ходового вала в поступальні рухи супортів. Задня бабка 11 встановлена з правого боку станини,

переміщується по її направляючих і призначена для встановлення заднього центра або інструменту для обробки отворів.



a – обробка зовнішніх циліндричних та конічних поверхонь; *б* – обробка торцевих поверхонь; *в* – точіння канавок, відрізування; *г* – обробка внутрішніх циліндричних та конічних поверхонь; *д* – свердління, розсвердлювання, зенкування; *е* – нарізування різі мітчиком; *ж* – нарізування різі різцем; *з* – обробка фасонних поверхонь; *к* – нанесення рифлень

Рисунок 6.1 – Види токарної обробки

Змінюючи базову модель, отримують множину варіантів токарних верстатів – від універсального до спеціалізованого автомата, призначеного тільки для одного виду виробів.

Основні типи токарних верстатів:

Центровий. Використовують найчастіше. Деталь, яку обробляють, закріплюють між центрами планшайбою або в патроні.

Багаторізцевий. Дозволяє задіяти одночасно кілька різальних інструментів.

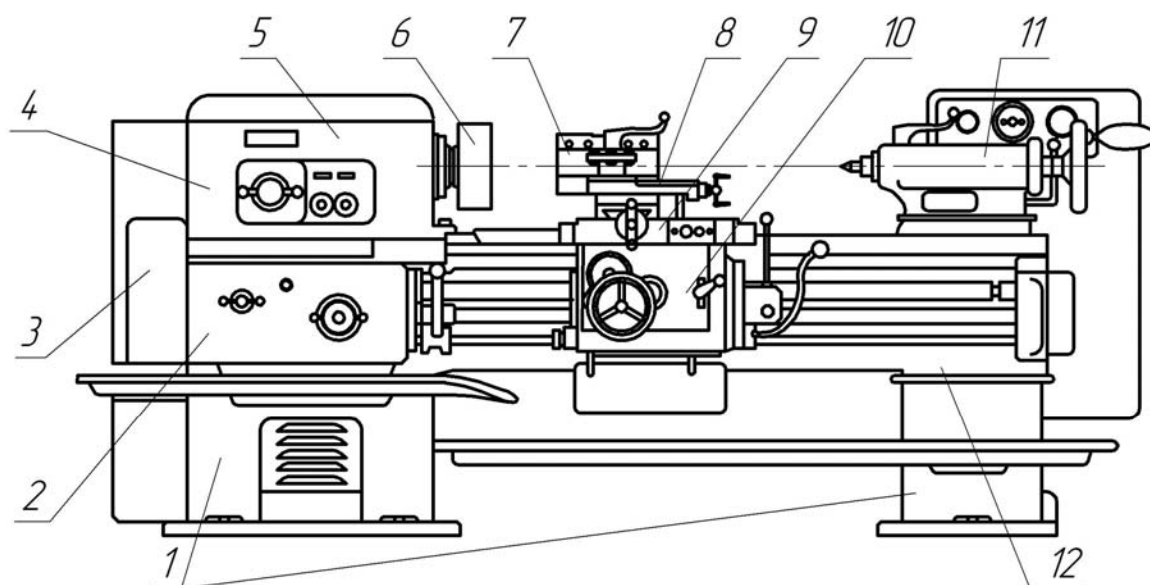


Рисунок 6.2 – Загальний вигляд токарного верстата

Токарно-револьверний, токарно-револьверний із поздовжніми полозками. На них заготовки обробляють кількома різцями, що вступають у дію послідовно один за іншим. Різці кріпляться в револьверній головці, яка, повертаючись, виводить їх у робоче положення. Головки зазвичай мають вигляд дисків або корончасту форму, але є верстати з барабанною револьверною головкою.

Копіювально-токарний. Необхідна форма надається заготовці від шаблону копіювальним пристроєм.

Токарний автомат. Усі операції, у тому числі й зміна оброблюваної деталі, автоматизовані. Розрізняють пруткові й патронні автомати.

Вертикально-токарний (токарно-карусельний). Заготовка, закріплена на горизонтальному столі, обертається разом із ним навколо вертикальної осі. Цей тип верстатів зазвичай використовують для механічної обробки великих виливків і поковок.

Верстати з цифровим програмним керуванням (надалі ЦПК) і ЦПК типу CNC (Computer Numerical Control). Ці верстати можуть бути обладнані пристроєм із цифровим програмним керуванням (NC) або з автоматизованим цифровим керуванням типу CNC. Такі напівавтоматизовані або повністю автоматизовані верстати знаходять універсальне застосування завдяки експлуатаційній гнучкості й легкому програмуванню системи керування.

Подальший розвиток токарних верстатів пов'язаний із удосконаленням системи керування. Це приведе до того, що використання ефективніших комп'ютерів у технологічному процесі буде сприяти оптимізації операцій механічної обробки.

6.2.2. Фрезерна обробка

Фрезерування є одним із найбільш високопродуктивних і поширених методів обробки поверхонь заготовок багатолезовим різальним інструментом – різцем.

Технологічний метод формоутворення поверхонь фрезеруванням характеризується головним обертальним рухом інструменту і поступальним у більшості випадків рухом подачі заготовки. Подачею може бути також і обертовий рух заготовки навколо осі стола чи барабана, які обертаються.

Розрізняють два основних типи фрезерних верстатів: *горизонтально-фрезерні і вертикально-фрезерні.*

Горизонтально-фрезерний верстат (рисунок 6.3) складається зі станини 1, в якій розміщена коробка швидкостей 2. По вертикальних направляючих станини переміщують консоль 6 з коробкою подач. Заготовку встановлюють на столі 5, який переміщується по направляючих. У верхній частині станини 1 розташований хобот 3, по направляючих якого переміщується підвіска 4 для підтримування другого кінця оправки з фрезою.

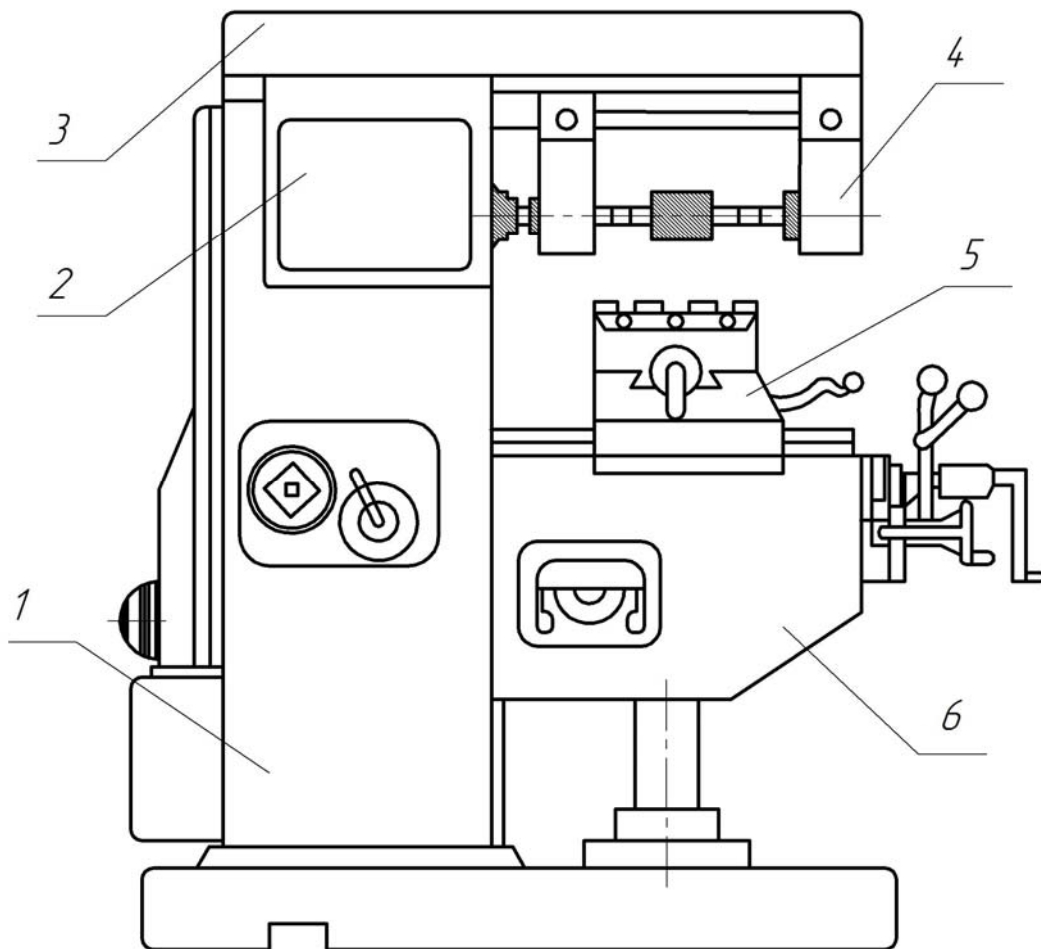


Рисунок 6.3 – Загальний вигляд горизонтально-фрезерного верстата

Вертикально-фрезерний верстат (рисунок 6.4) має багато спільного з горизонтально-фрезерним. У станині 1 розміщена коробка швидкостей 2. Шпиндельна головка 3 з віссю шпинделя 4 змонтована у верхній частині станини. Робочий стіл 5 переміщується по направляючих. У консолі 6 змонтована коробка подач.

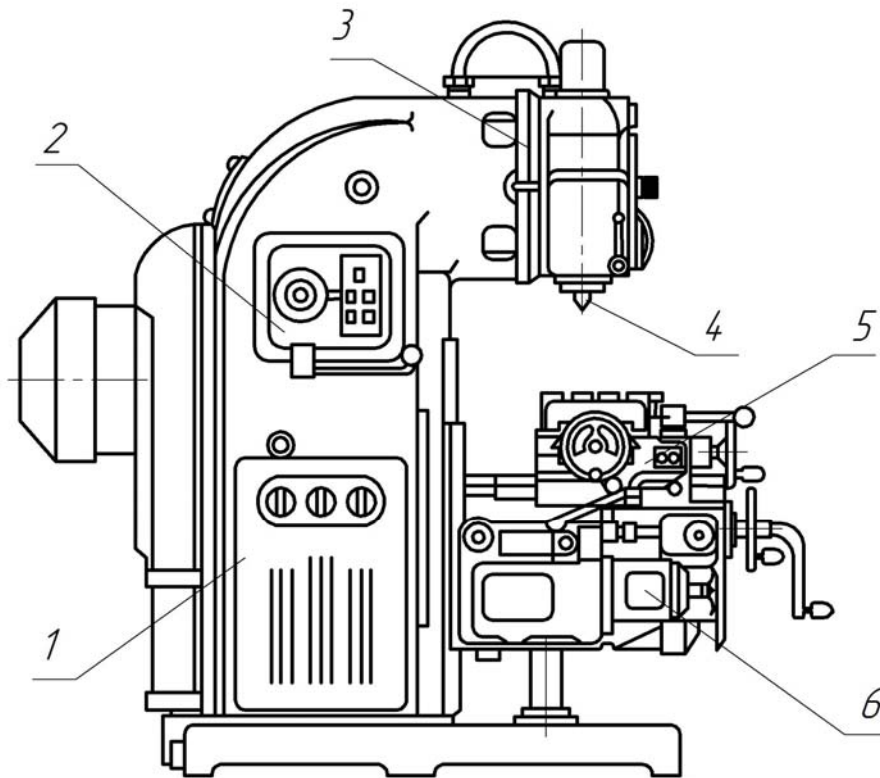


Рисунок 6.4 – Загальний вигляд вертикально-фрезерного верстата

На фрезерних верстатах обробляють горизонтальні, вертикальні й похилі площини, фасонні поверхні, уступи і пази різного профілю (рисунок 6.5).

Горизонтальні площини фрезерують на горизонтально-фрезерних верстатах циліндричними фрезами (рисунок 6.5а) і на вертикально-фрезерних верстатах – торцевими фрезами (рисунок 6.5б).

Вертикальні площини фрезерують на горизонтально-фрезерних верстатах торцевими фрезами (рисунок 6.5в) і кінцевими фрезами на вертикально-фрезерних верстатах (рисунок 6.5г).

Похилі площини та скоси фрезерують торцевими (рисунок 6.5д) і кінцевими (рисунок 6.5е) фрезами на вертикально-фрезерних верстатах, а також на горизонтально-фрезерних верстатах однокутовою фрезою (рисунок 6.5ж).

Комбіновані поверхні фрезерують набором фрез (рисунок 6.5з) на горизонтально-фрезерних верстатах.

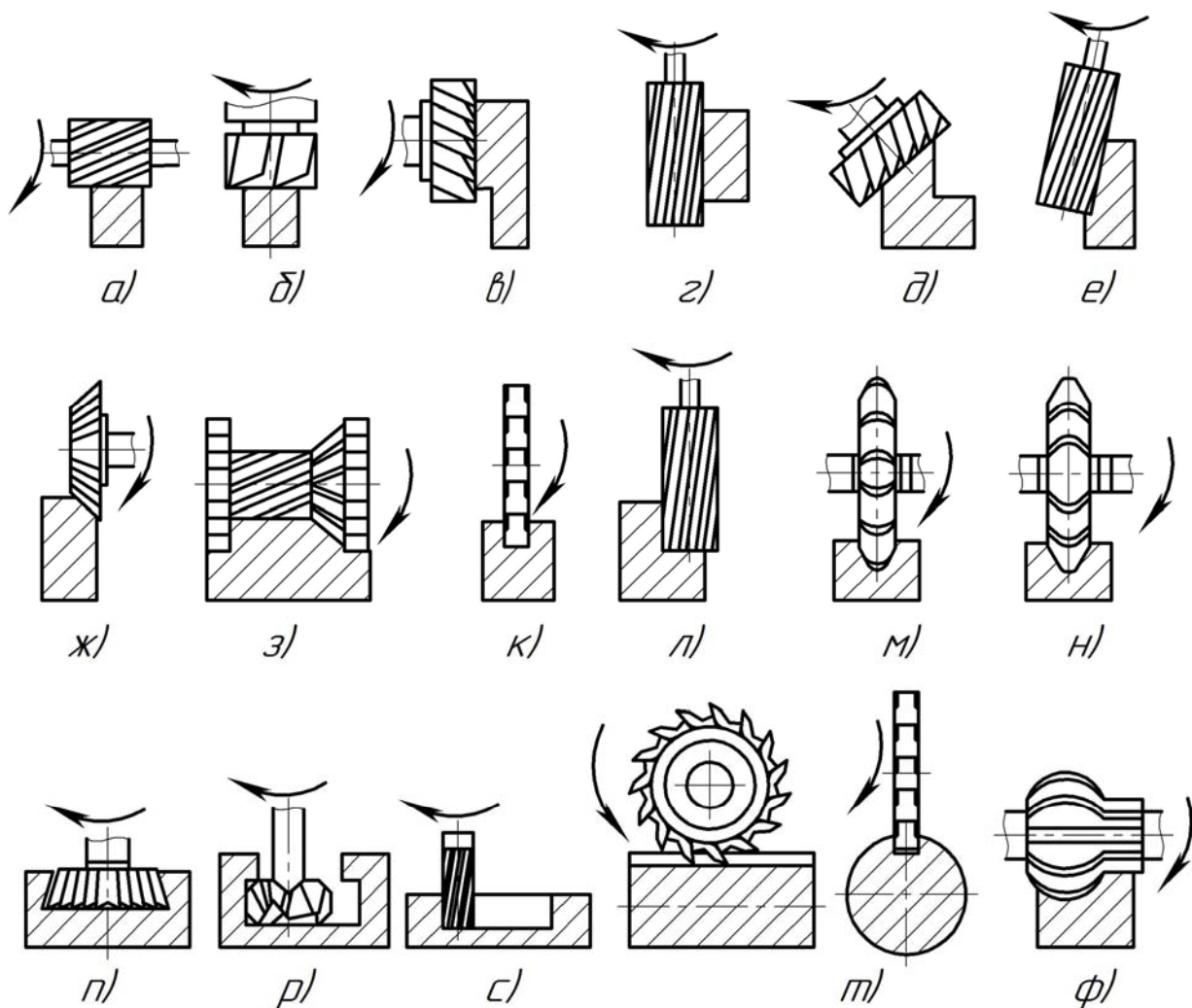


Рисунок 6.5 – Схеми обробки поверхонь на фрезерних верстатах

Уступи та прямокутні пази фрезерують дисковими (рисунок 6.5к) і кінцевими (рисунок 6.5л) фрезами на вертикально- і горизонтально-фрезерних верстатах.

Фасонні пази фрезерують фасонною дисковою фрезею (рисунок 6.5м), кутові пази – однокутовою та двокутною фрезами на горизонтально-фрезерних верстатах (рисунок 6.5н). Пази типу «ластівчиного хвоста» фрезерують на вертикально-фрезерних верстатах за два проходи: спочатку прямокутний паз – кінцевою фрезею, а потім скоси паза – кінцевою однокутовою фрезею (рисунок 6.5н); Т-подібні пази – теж за два проходи: спочатку паз прямокутного профілю кінцевою фрезею, потім нижню частину паза фрезею для Т-подібних пазів (рисунок 6.5р).

Шпонкові пази фрезерують кінцевими або шпонковими фрезами на вертикально-фрезерних верстатах (рисунок 6.5с).

Пази під сегментні шпонки фрезерують на горизонтально-фрезерних верстатах дисковими фрезами (рисунок 6.5т).

Фасонні поверхні отримують на горизонтально- та вертикально-фрезерних верстатах фасонними фрезами відповідного профілю (рисунок 6.5ф).

Крім того, на фрезерних верстатах можна обробляти деякі інші поверхні, іноді дуже складного профілю. Прикладом може бути виготовлення лопаток турбін або фрезерування коліс.

6.2.3. Обробка на свердлильних верстатах

Свердління – поширений метод отримання отворів у суцільному матеріалі. Свердлінням можна отримати наскрізні й глухі отвори, складні отвори, обробити попередньо отримані отвори з метою збільшення їхніх розмірів, підвищення точності і якості поверхні, нарізати різь.

Свердління здійснюють поєднанням обертового руху інструменту навколо осі та його поступального руху вздовж осі. Свердління виконують як за допомогою ручного та механізованого інструменту, так і на свердлильних верстатах.

Загальний вигляд вертикально-свердлильного верстата зображено на рисунку 6.6. На фундаментній плиті 1 змонтована колона 3. У верхній частині колони розташована коробка швидкостей 6, через яку шпиндель 4 з різальним інструментом передається обертовий рух. Поступальний рух інструменту надається через коробку подач 5. Заготовку встановлюють на столі 2.

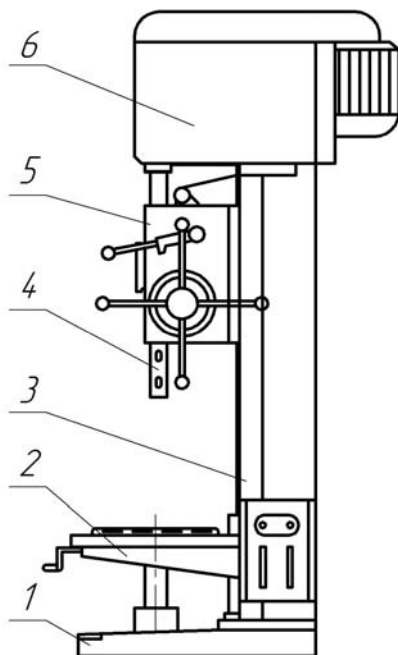


Рисунок 6.6 – Загальний вигляд вертикально-свердлильного верстата

На свердлильних верстатах виконують **свердління, розсвердлювання, зенкування, розкручування, цекування отворів, нарізування різі, обробку складних отворів** (рисунок 6.7).

Свердління. На рисунку 6.7а зображено свердління глухого отвору. Різальним інструментом у цьому випадку є **свердло**.

Розсвердлювання. Це процес збільшення діаметра раніше просвердленого отвору **свердлом** більшого діаметра (рисунок 6.7б).

Зенкування. Це обробка попередньо отриманих отворів для надання їм правильнішої геометричної форми, підвищення точності і якості поверхні багатолезовим різальним інструментом – **зенкером** (рисунок 6.7в).

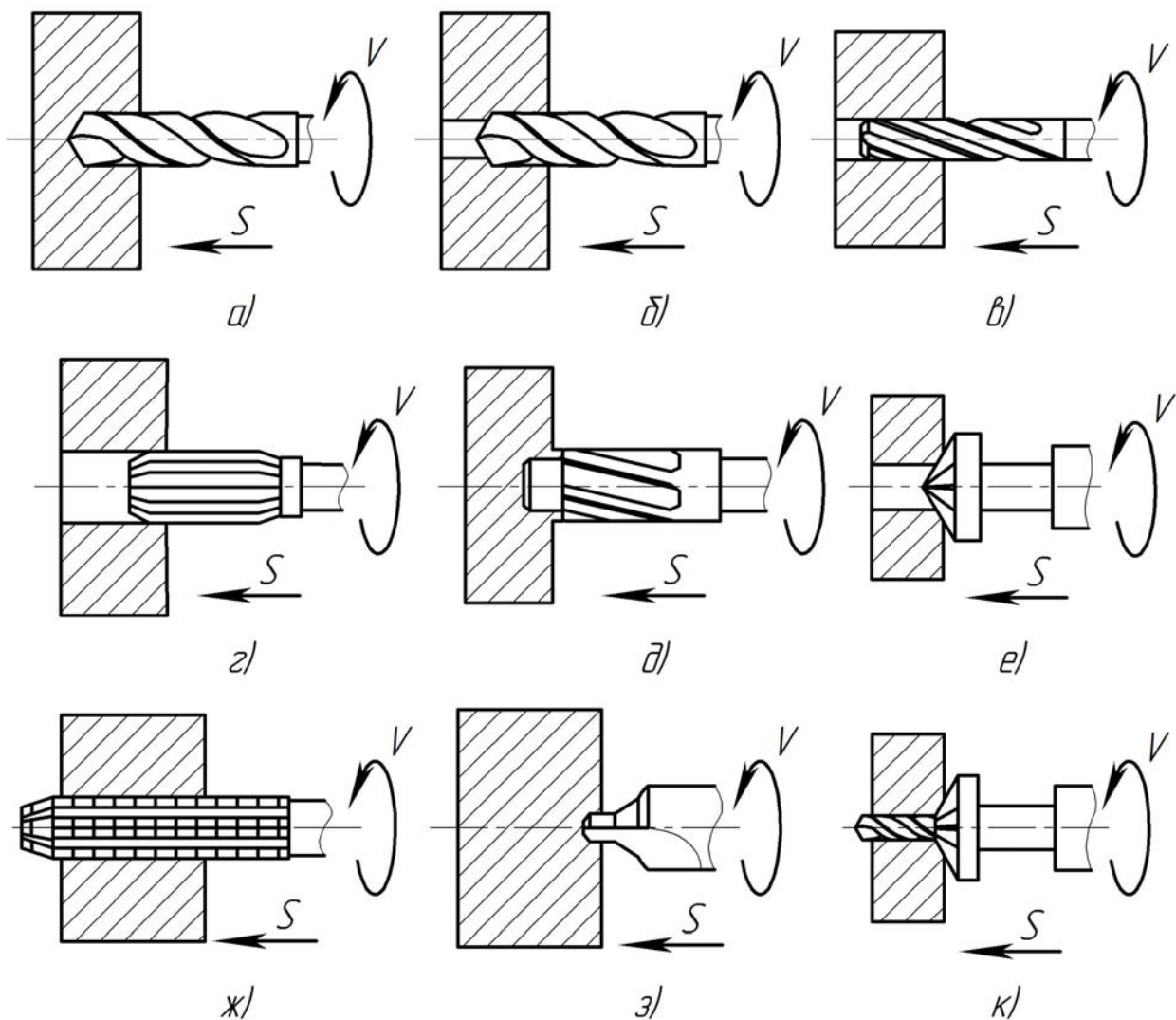


Рисунок 6.7 – Схеми обробки отворів на свердлильних верстатах

Розкручування. Це кінцева обробка циліндричного чи конічного отвору **розверткою** для отримання високого класу точності і малої шорсткості поверхні отвору (рисунок 6.7г).

Цекування. Це обробка торцевої поверхні отвору торцевим *зенкером* для досягнення перпендикулярності плоскої торцевої поверхні отвору до його осі.

Зенкування. Зенкуванням отримують у готових отворах циліндричні або конічні отвори під головки гвинтів, болтів заклепок тощо (рисунок 6.7д, е).

Нарізування різі. Це процес отримання на внутрішній циліндричній поверхні з допомогою *мітчика* гвинтової канавки, профіль якої відповідає профілю різальної частини інструменту (рисунок 6.7ж).

Свердління центрових отворів. Різновид свердлильної обробки для отримання спеціальних центрових отворів у деталях, призначених, зокрема, для обробки на токарних верстатах (рисунок 6.7з).

Обробка складних отворів. Складні отвори обробляють за допомогою комбінованого різального інструменту. Наприклад, для обробки двох поверхонь – циліндричної і конічної – використовують *комбінований зенкер* (рисунок 6.7к).

6.2.4. Обробка на розточувальних верстатах

Розточувальні верстати використовують в основному для обробки отворів з точно координованими осями у велико- і середньогабаритних заготовках корпусних деталей.

Існують *вертикально-розточувальні* та *горизонтально-розточувальні верстати*. Вертикально-розточувальний верстат за своїм компонованням подібний до вертикально-свердлильного верстата.

Горизонтально-розточувальний верстат (рисунок 6.8) складається зі станини 1, на якій встановлено стояк 8, на вертикальних направляючих якого змонтована шпиндельна бабка 7. У шпиндельній бабці розміщені коробка швидкостей і коробка подач. Шпиндель коробки швидкостей порожнистий, на ньому закріплена планшайба 5 з радіальним супортом 6. В середині порожнистого шпинделя змонтовано розточувальний шпиндель. Задній стояк 4 з підшипником 3 призначений для підтримки довгих розточувальних оправок. Заготовку встановлюють на поворотному столі 2.

На розточувальних верстатах обробляють *отвори, зовнішні циліндричні й плоскі поверхні, уступи, канавки, конічні отвори і нарізують різь*. Найпоширенішим видом обробки на таких верстатах є розточування отворів.

Розточувальні різці працюють у менш сприятливих умовах, ніж токарні. Тому для забезпечення високої точності обробки розточувальні верстати мають підвищену жорсткість.

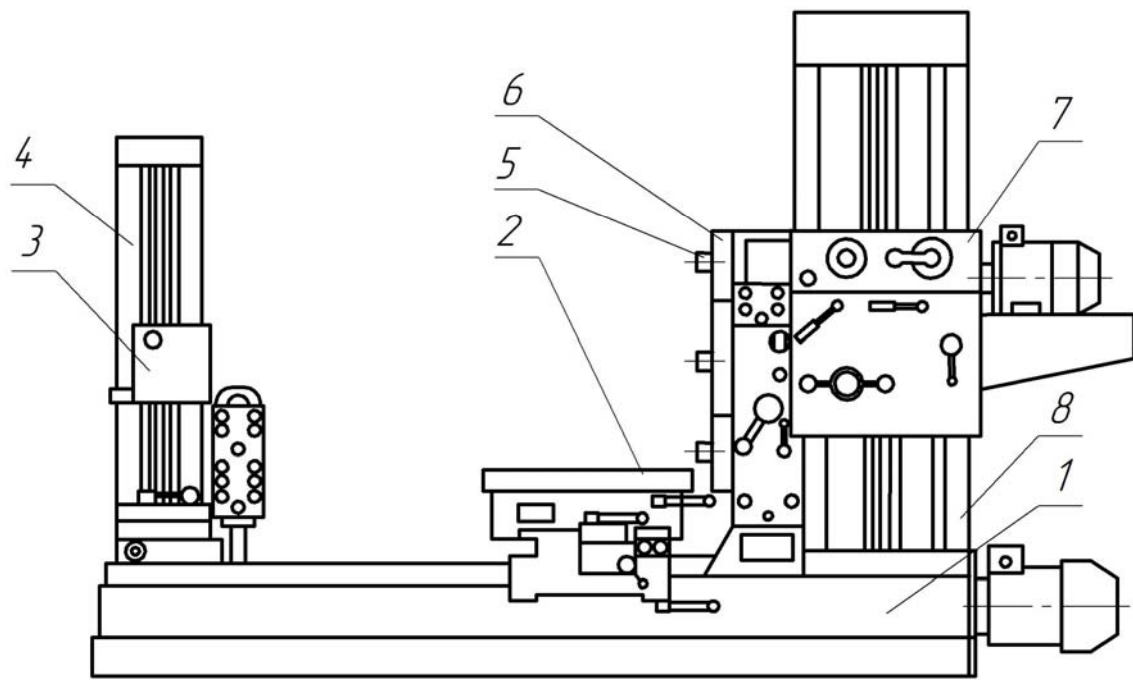


Рисунок 6.8 – Загальний вигляд горизонтально-розточувального верстата

6.2.5. Обробка на протяжних верстатах

Протягування – високопродуктивний метод обробки внутрішніх та зовнішніх поверхонь, який забезпечує високу точність форми та розмірів поверхонь, що обробляються.

Протягування здійснюють багатолезовим різальним інструментом – *протяжкою* під час її поступального руху відносно нерухомої заготовки.

Принцип протягування полягає у тому, що розмір кожного наступного зуба протяжки більший від попереднього, при цьому кожен зуб зрізує з поверхні заготовки, яка обробляється, стружку невеликої товщини, внаслідок чого поверхня має малу шорсткість. Не зважаючи на порівняно низьку швидкість різання під час протягування, *цей метод є високопродуктивним* унаслідок великої сумарної довжини різальних лез, які одночасно беруть участь у роботі.

На рисунку 6.9 зображено схему протягування. Під час протягування заготовка 2 торцевою частиною опирається на кронштейн верстата 1. Протяжку 3 протягують через отвір, який обробляють.

Операцію протягування здійснюють на протяжних верстатах, які відрізняються простотою конструкції та експлуатації. Це зумовлено тим, що форма поверхні під час обробки на протяжному верстаті залежить від форми різальних лез зубів інструмента.

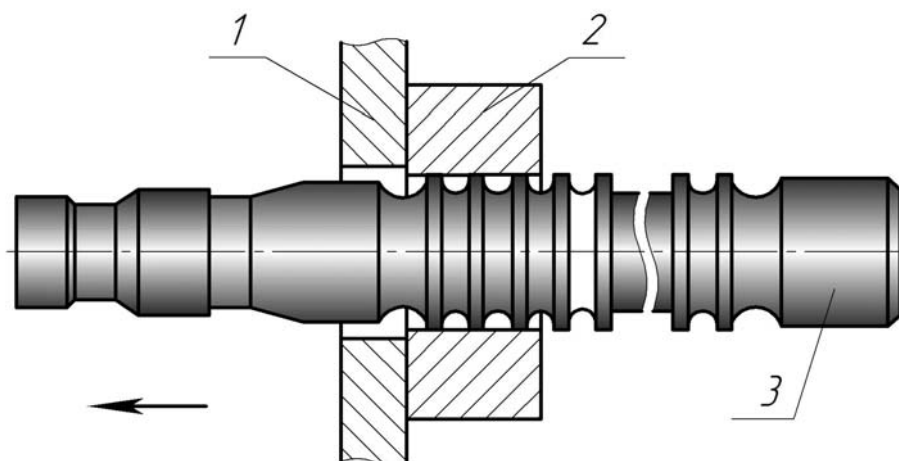


Рисунок 6.9 – Схема протягування

На рисунку 6.10 зображено горизонтально-протяжний верстат для внутрішнього протягування. Цей верстат складається зі станини 1, насосної станції 2, гідроциліндра 3, каретки 4, опорного кронштейна 5 і корита 6. Протяжку хвостовою частиною встановлюють в попередньо оброблений отвір заготовки і закріплюють у патроні каретки 4. Каретка здійснює поступальний рух за допомогою штока гідроциліндра. Заготовка при цьому опирається торцем на опорну поверхню кронштейна 5. При цьому протяжка рухається до тих пір, поки не вийде з отвору заготовки. Після закінчення протягування заготовка падає в корито.

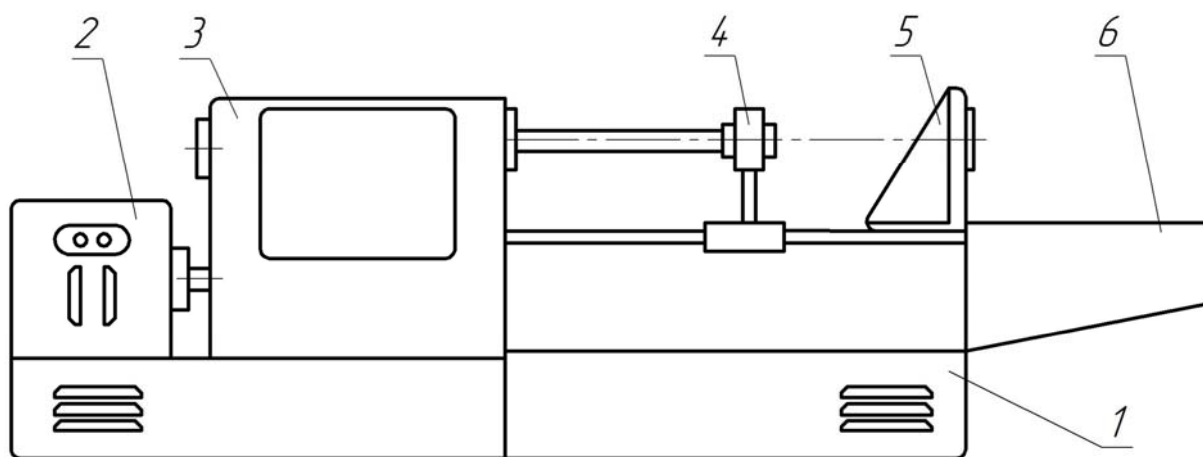


Рисунок 6.10 – Загальний вигляд протяжного верстата

Крім горизонтально-протяжних у промисловості широко використовують і вертикально-протяжні верстати.

На протяжних верстатах можна обробляти циліндричні та багатогранні отвори, шліцьові отвори, шпонкові та інші пази, зовнішні поверхні різної геометричної форми з прямолінійною твірною, а також циліндричні й конічні зубчасті колеса зовнішнього зачеплення.

6.2.6. Обробка на стругальних верстатах

До стругальних верстатів належать поперечно-, поздовжньо-стругальні і довбальні верстати. Їх використовують у серійному виробництві та допоміжних цехах машинобудівних заводів для обробки заготовок, коли довжина стругання не перевищує 1000 мм.

Загальний вигляд поперечно-стругального верстата зображено на рисунку 6.11. Фундаментна плита 1 призначена для встановлення й закріплення верстата на фундаментній основі. На плиті закріплена станина 2 з електродвигуном 8. У станині змонтовано коробку швидкостей верстата і колісний механізм або гідропривод, які забезпечують зворотно-поступальний рух повзуна 7 з вертикальним супортом 6. На супорті змонтовано різцетримач 5. По вертикальних направляючих станини переміщується траверса 3, на якій встановлено стіл 4 з Т-подібними пазами для закріплення заготовки.

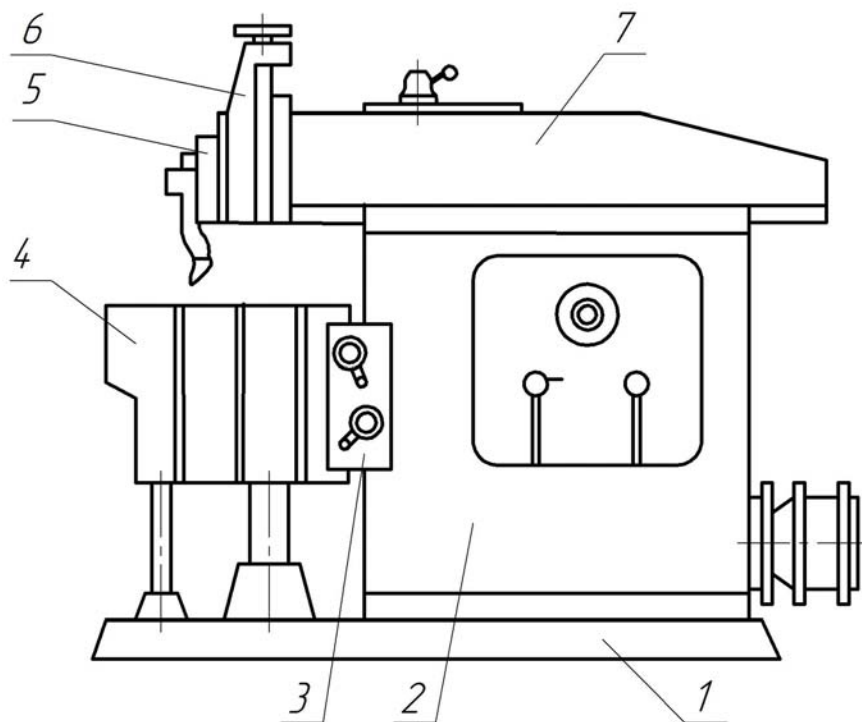


Рисунок 6.11 – Загальний вигляд поперечно-стругального верстата

На стругальних верстатах обробляють плоскі поверхні – горизонтальні, вертикальні, похилі; уступи; пази; рифлені та фасонні поверхні; розрізують заготовки. Верстати цього типу широко застосовують у важкому машинобудуванні та верстатобудуванні, коли необхідно обробляти габаритні важкі заготовки станин, корпусів, колон тощо. Через низьку продуктивність стругання в багатьох випадках замінюють фрезеруванням.

6.2.7. Шліфування і полірування

Шліфування – це стирання поверхні заготовки за допомогою скріпленого зв'язкою абразивного матеріалу. Мета – надати заготовці певної форми, скоригувати її розміри, зробити поверхню більш гладкою, а різальні кромки – гострішими. Як приклади можна навести видалення ливників і грубих нерівностей із виливків, поверхневої окалини перед куванням або зварюванням, зачищення задирок на деталях у прокатних і механічних цехах.

Полірування використовують для усунення поверхневих дефектів, таких як сліди від різального інструменту. Під час обробки еластичним кругом з м'яким абразивом на основі воску або консистентного мастила метал не знімається, але поверхня набуває дзеркального блиску.

Шліфування – найрізноманітніший із усіх методів механічної обробки, такій обробці піддають більшість матеріалів (переважно сталь, а також інші сплави і метали, дерево, пластмаси, камінь, скло, кераміку і т.ін.). Шліфування як поняття містить у собі способи і засоби отримання дуже гладких і блискучих поверхонь, як, наприклад, полірування, хонінгування, правка і притирання.

Використовувані інструменти – круги різноманітних розмірів, шліфувальні сегменти і головки, заточувальні бруски, напилки, полірувальні круги, ремені, диски і т.ін. У шліфувальних кругах абразивний матеріал скріплюється зв'язувальною речовиною у тверду пористу масу. У шліфувальних стрічках зв'язка міцно прикріплює абразив до еластичної основи. Полірувальні круги інших типів виготовляють з бавовняних або інших дисків, що зшиті разом.

Природні абразиви – це натуральний корунд або наждак (окисли алюмінію), діамант, пісковик, кремій і граніт у наш час значною мірою витіснені штучними – окисом алюмінію (електрокорунд), карбідом кремнію (карборунд) і синтетичними діамантами. Застосовують, зокрема для полірування, і багато дрібнозернистих матеріалів, наприклад крейду, пемзу, шліфувальну мастику на олов'ній основі та окис заліза.

У шліфувальних кругах найширше використовують окис алюмінію, карбід кремнію. Природні і штучні діаманти застосовують в особливо відповідальних випадках. Окис алюмінію, карбід кремнію, наждак, граніт і кремій є шліфувальними матеріалами і їх використовують для виготовлення шліфувальних стрічок.

Для виготовлення шліфувальних кругів використовуються як органічні, так і неорганічні зв'язувальні речовини. Основні неорганічні зв'язки – керамічний силікат і магнезит. Органічні – це фенол-формальдегідні або сечовинно-формальдегідні смоли, каучук і шелак.

Керамічні сполучні і фенольні смоли домінують у відповідних

групах. Діамантові круги можуть мати металеву зв'язку. Різні зв'язувальні речовини надають кругам різних властивостей, від них залежить і ступінь безпеки шліфувального інструменту.

Абразивні та шліфувальні стрічки і диски складаються з гнучкої паперової або тканинної основи, до якої за допомогою природного або синтетичного полімерного клею кріпиться абразив.

Для різних операцій, таких, *наприклад*, як плоске, кругле (включаючи безцентрове), внутрішнє, чорнове шліфування й обдирка, використовують різні верстати. Можна виокремити два основних види операцій – з ручним переміщенням шліфувального пристрою або заготовки з застосуванням машин з механізованою подачею і затискними патронами.

До загальних типів устаткування належать: плоскошліфувальні верстати; точильні колонки, полірувальні верстати; дискові шліфувальні й полірувальні верстати; внутрішшліфувальні, абразивно-відрізні верстати; безкінечні полірувальні ремені; ручні шліфувальні машини, багатоступінчасті полірувальні верстати.

Загальний вигляд плоскошліфувального верстата зображено на рисунку 6.12. Основою його є станина 1, до якої кріпиться стійка 2 зі шліфувальною бабкою 4. Заготовку встановлюють на стіл 3, який приводиться в рух гідроприводом 5.

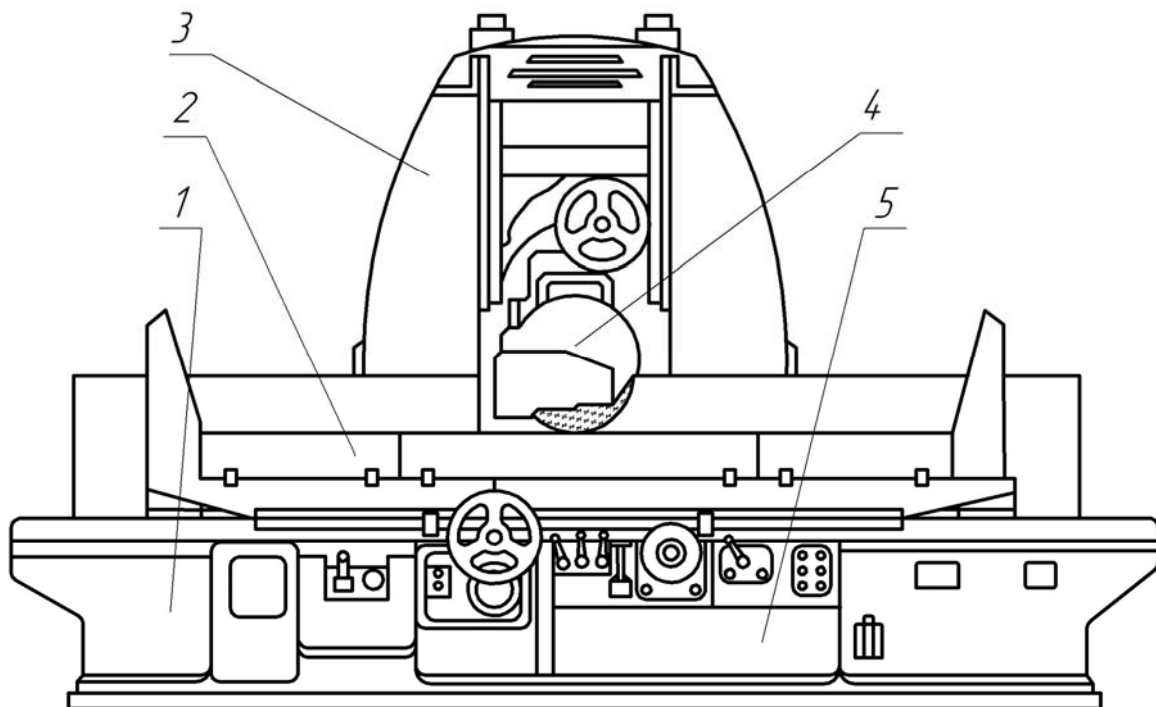


Рисунок 6.12 – Плоскошліфувальний верстат

Загальний вигляд безцентрово-шліфувального верстата зображено на рисунку 6.13.

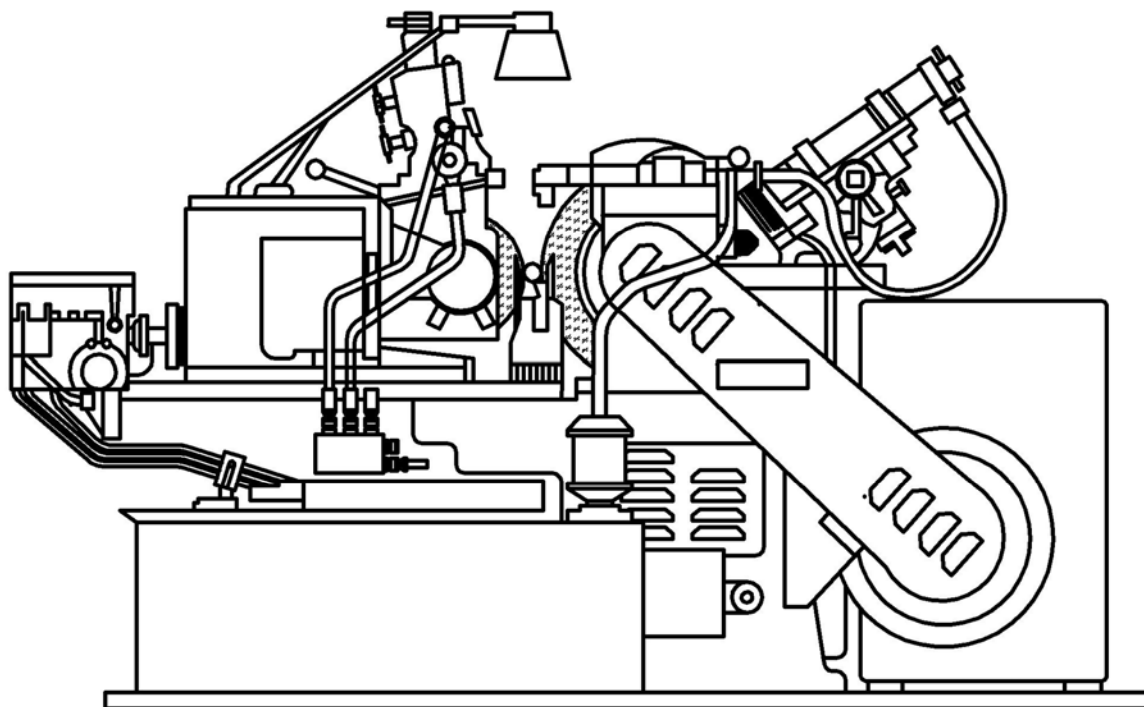


Рисунок 6.13 – Безцентрово-шліфувальний верстат

6.2.8. Обробка на верстатах з цифровим програмним керуванням

Верстати з цифровим програмним керуванням (ЦПК) призначені для високопродуктивної комплексної обробки заготовок різної складності.

Керуванням верстатом – це сукупність впливів на його механізми, що забезпечує виконання технологічного циклу оброблення.

Система керування верстатом – пристрій або сукупність пристроїв, які реалізують ці впливи.

Цифрове програмне керування – це управління, при якому програму задають у вигляді записаного на будь-який носій масиву інформації. Керуюча інформація для верстатів з ЦПК є дискретною і її оброблення в процесі керування здійснюється цифровими методами. Управління технологічними циклами найчастіше здійснюється за допомогою програмованих логічних контролерів, які реалізуються за принципами цифрових електронних обчислювальних пристроїв.

Технічні можливості верстатів із ЦПК зумовлені їх універсальністю, підвищеними жорсткістю, потужністю привода і точністю, багатоінструментальністю, автоматизацією циклу технологічних операцій, широким діапазоном частот обертання шпинделя і подач, режимів інтерполяції (обчислення проміжних точок траєкторії руху центра інструменту), скороченням допоміжного часу завдяки високим швидкостям допоміжних ходів і малим витратам часу на зміну інструменту.

Повна автоматизація циклу технологічної операції на верстатах з ЦПК під час використання промислових роботів, поворотних столів та інших пристроїв, дозволяє застосовувати багатOVERSTATNE обслуговування.

Подальше розширення можливостей верстатів з ЦПК нерозривно пов'язане з удосконаленням системи цифрового керування і з появою нових технологій, які дозволяють підвищити їх продуктивність. Системи ЦПК беруть на себе функції автоматичної компенсації зони нечутливості в приводах при русанні з місця й реверсуванні напрямку руху. При цьому підвищується точність обробки.

Широке застосування знаходять системи ЦПК з автоматичним регулюванням, адаптивні, які змінюють режими роботи верстата залежно від умов різання. Адаптивні системи підвищують продуктивність роботи верстата, точність оброблення, запобігають поломкам різального інструменту.

За технологічними можливостями верстати з ЦПК поділяють на такі групи:

- **верстати токарної групи**, на яких обробляють зовнішні та внутрішні поверхні заготовок типу тіл обертання із прямолінійними й криволінійними контурами, зі складними внутрішніми порожнинами, нарізують зовнішні та внутрішні різі;
- **верстати свердлильно-розточувальної групи**, на яких свердлять і розточують заготовки різних класів точності, можлива також комплексна свердлильно-розточувальна обробка;
- **верстати фрезерної групи** обробляють заготовки як прості конструкції, так і контури складної конфігурації, на них можлива комплексна обробка фрезеруванням, розточуванням, свердлінням.

На рисунку 6.14 зображено типовий токарний верстат з ЦПК. Він складається з тих самих частин, що й верстат з ручним керуванням, але для забезпечення виконання заданих функцій додатково оснащений приводами подач, пристроями автоматичної заміни інструменту та системою цифрового програмного керування.

Для використання в сучасних умовах найперспективнішими є багатоцільові верстати типу «Обробляючий центр», які володіють

високими технологічними можливостями і здатні працювати автономно або в складі автоматизованих дільниць. Підвищити ефективність обробки на цих верстатах дозволяє концентрація різнорідних операцій та зменшення кількості установів заготовок. На багатоцільових верстатах деталі можуть оброблятися в автоматичному циклі без перевстановлення, при цьому виключається ручна праця, зводяться до мінімуму міжопераційні, транспортні, контрольні, установочні та розмічувальні операції, а також складування та зберігання заготовок, відпадає необхідність у великій кількості спеціального обладнання.

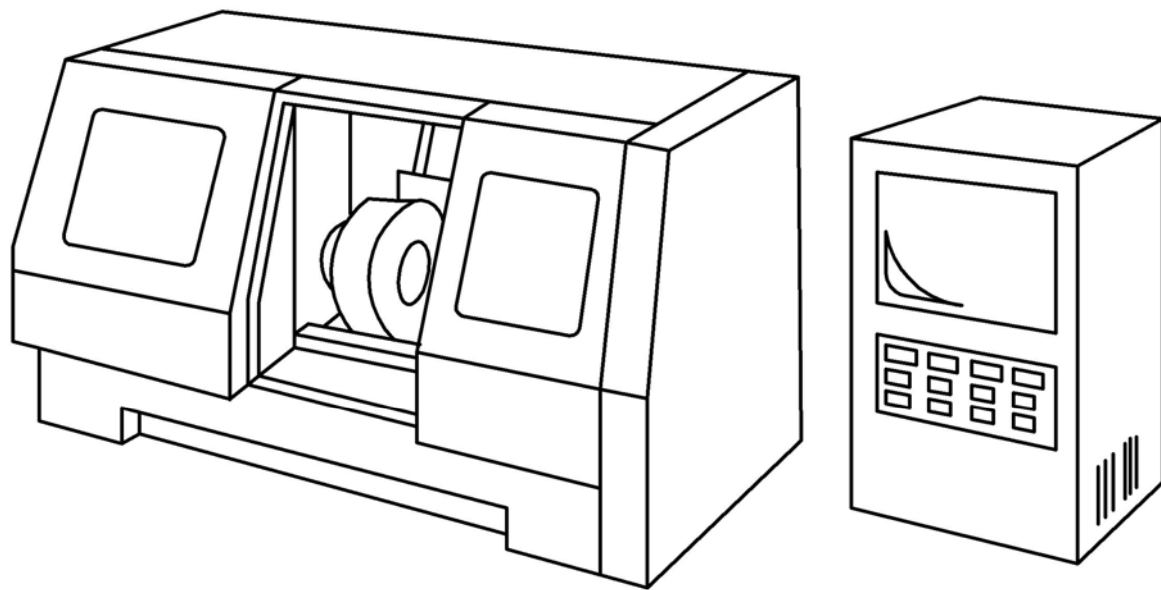


Рисунок 6.14 – Загальний вигляд токарного верстата з ЦПК

Багатоцільові верстати зазвичай оснащують пристроями автоматичної зміни інструментів з інструментальними магазинами на 20...70 інструментів. Ці магазини можна підібрати таким чином, що в них завжди досить запасу інструментів. Проте для забезпечення можливості обробки широкої номенклатури виробів деякі фірми створили зміні барабанні інструментальні магазини з роботизованим завантаженням.

Продуктивність багатоцільових верстатів може збільшуватися в результаті нарощування потужності головного привода, що дозволить використовувати високопродуктивні різальні інструменти та високопродуктивні режими різання, підвищити швидкості робочих і холостих ходів, застосовувати паралельні методи обробки, а також здійснювати суміщення допоміжного часу з машинним та їх максимальним скороченням.

6.3. Поверхнева обробка металів

Для того, щоб поверхні металевих виробів були стійкішими до корозії, щільніше прилягали одна до іншої і мали кращий вигляд, існують різноманітні методи обробки. Деякі вироби обробляють послідовним циклом, що складається з кількох таких методів.

Насамперед, вироби повинні бути очищені. Для цього застосовують багато засобів: *механічне шліфування, очищення щітками і полірування, знежирювання у парах розчинника, миття органічними розчинниками, «травлення» у концентрованих кислотних або лужних розчинах, електролітичне знежирювання*. Останнє полягає в зануренні деталей у ванни, що містять ціанід і концентрований луг, у яких електролітично утворені водень або кисень усувають жир. Очищення супроводжується відповідним промиванням і завершується сушінням виробів.

Основні процеси поверхневої обробки металів.

Електролітичне полірування. Цей метод використовують для отримання поверхні поліпшеного зовнішнього вигляду і відображальної здатності, для усунення зайвого металу (підгонки відповідних розмірів), для підготування поверхні до огляду з метою виявлення дефектів. Процес включає анодне розчинення плям, що залишаються на поверхні після знежирювання в парах розчинника і гарячого знежирювання лугами. Як електролітичні розчини часто використовують кислоти, тому обробка завершується ретельним промиванням.

Нанесення гальванічних покриттів. Гальванічне покриття – це хімічний або електрохімічний процес нанесення металевого шару на поверхню виробу, наприклад нікелю, для захисту від корозії, хрому для поліпшення властивостей поверхні або срібла і золота для прикраси. Іноді використовують неметалеві матеріали. Катод, яким є сам виріб, і анод – метал, що буде осаджуватися, занурюють у розчин електроліту (кислого, лужного або лужного із солями ціанідів і комплексами) і під'єднують до зовнішнього джерела постійного струму. Позитивно заряджені катіони анода направляються до катода, де відновлюються до металу й осаджуються тонким шаром. Процес продовжується, поки нове покриття не досягне потрібної товщини. Потім вироби миють, сушать і полірують.

Емалі та глазурі. Склоподібну емаль, або глазур, використовують для нанесення теплостійких, корозійностійких і стійких покриттів на метали (зазвичай сталь), з яких виготовляють різноманітний асортимент виробів, включаючи ванни, газові й електричні плити, кухонний посуд, резервуари-сховища та контейнери, електрообладнання. Крім того, емалі використовують у художньому оформленні кераміки, скла, у ювелірній справі.

Травлення. Хімічне травлення забезпечує сатиновану або матову оздобу поверхні. В основному його використовують як попереднє оброблення перед анодуванням, лакуванням, конверсійним покриттям, поліруванням або хімічним глянцюванням. Найчастіше травлення застосовують для алюмінію і нержавіючої сталі.

Алюміній травлять у лужних розчинах, що містять суміші їдкого натру, гідроокису калію, тринатрієвого фосфату і вуглекислого натрію, щоб запобігти утворенню осаду. Часто використовують гідроксид натрію з концентрацією від 10 до 40 г/л при температурі від +50 до +85°C.

Цинкування. Полягає в нанесенні тонкого шару цинку на різноманітні сталеві вироби для захисту від корозії. Щоб покриття міцно сполучилося з основним матеріалом, виріб повинен бути чистим, вільним від окислів. Перед тим як деталь потрапить у ванну для цинкування, потрібно виконати цілу низку технологічних операцій: очищення, промивання, сушіння або відпал. При гарячому цинкуванні виріб занурюють у ванну з розплавом цинку; електролітичне цинкування – це гальваностегія (описана вище).

Готові вироби зазвичай оцинковуються серійно, безупинний метод використовують для сталевих смуги, листа або дроту.

Термообробка. Це нагрівання й охолодження металу, що залишається у твердому стані, є, як правило, обов'язковою операцією. Майже завжди вона пов'язана з перетворенням кристалічної структури металу, у результаті чого змінюються його властивості (наприклад, відпал робить метал ковкішим, нагрівання і повільне охолодження зменшує його твердість, гартування збільшує її, низькотемпературне нагрівання знімає внутрішні напруження).

Відпал. Операція, що широко використовується перед наступною холодною обробкою металу для поліпшення його пластичності, зняття залишкових напружень. Відпал полягає у нагріванні до визначеної температури, витримуванні при цій температурі протягом заданого часу і подальшому охолодженні з регульованою швидкістю.

Зміцнення при старінні. Цей вид термообробки часто використовують для алюмінієво-мідних сплавів. Природне отвердіння, що відбувається в них, пришвидшується нагріванням приблизно до +180°C протягом приблизно однієї години.

Гомогенізація. Зазвичай її застосовують для виливків або деталей, спресованих із металевих порошків, призначена для того, щоб усунути або значно зменшити сегрегацію. Це досягається шляхом нагрівання до температури приблизно на 20 градусів нижчої від точки плавлення металу протягом двох або більше годин, за яким йде різке охолодження.

Нормалізація. Цей процес подібний до повного відпалу, забезпечує отримання однорідних механічних властивостей, а також збільшує пластичність і опір механічному навантаженню.

Гартування у рідкому середовищі і гартування з наступним відпуском. Збільшення твердості сплаву на основі заліза досягається гартуванням – нагріванням його вище інтервалу фазового перетворення і потім швидким охолодженням до кімнатної температури в оливі, воді або на повітрі. Вироби часто мають занадто високі внутрішні залишкові напруження і для збільшення міцності повинні пройти повторне нагрівання до температури нижче інтервалу перетворення й охолодження з заданою швидкістю.

Ступінчасте загартування (ізотермічне загартування з витримкою) – подібні процеси, що відрізняються лише тим, що виріб проходить гартування, наприклад, у сольовій або свинцевій ванні при температурі +400 °С.

Поверхнєве зміцнення і цементація. Цей прийом термообробки сплавів на основі заліза робить поверхню виробів твердою, тоді як їх серцевина залишається порівняно пластичною.

Металізація, або напилювання металу – засіб нанесення захисного покриття на механічно оброблену шорстку поверхню розпиленням крапель розплаву. Використовують для нарощування зношених поверхонь, утилізації погано оброблених деталей. Цей процес більш відомий як шопінг (Schooring), за іменем доктора Шоопінга, що винайшов його.

Фосфатування. Використовують здебільшого для маловуглецевої і оцинкованої сталі й алюмінію, щоб збільшити зчеплення та корозійну стійкість фарбових, масляних і парафінових покриттів. Фосфатування полягає у тому, що метал вступає в реакцію з розчином одного або кількох фосфатів заліза, цинку, марганцю, натрію або амонію. Розчини фосфату натрію й амонію використовують для спільного очищення й фосфатування.

Грунтування. Органічні грунти наносять на металеві поверхні, щоб підсилити зчеплення з фарбами, які наносяться пізніше, й уповільнити корозію на поверхні поділу фарба-метал. Грунти містять смоли, барвники й розчинники. Їх наносять на підготовлену поверхню пензлем, розпиленням, зануренням, валиком або за допомогою електрофорезу.

Полімерні покриття. Наносять на метали в рідкому вигляді, у вигляді порошків, що потім тверднуть або спікаються, або у вигляді готових листів, що нашаровуються на поверхню за допомогою клею. Найчастіше використовують поліетилен, поліаміди (нейлон) і полівінілхлорид.

6.4. Слюсарні роботи

Одним з найпоширеніших видів робіт, які виконують на підприємствах машинобудівного профілю, є **слюсарні**, тобто комплекс прийомів щодо складання й налагодження механізмів, а також обробки матеріалів ручними і механізованими інструментами.

Яким би високим не був ступінь автоматизації технологічних процесів машинобудування, практично жоден з них не обходиться без слюсарних робіт. Слюсарні роботи завершують верстатну обробку матеріалів. Складання та налагодження машин і механізмів також належать до слюсарних робіт.

Для виконання слюсарних робіт існує широкий набір інструментів та різноманітного оснащення. ***Слюсарний інструмент поділяють на ручний і механізований.*** До ручного інструменту відносять: молотки, викрутки, кернери, пробійники, зубила, ножиці для різання металу, напилки, надфілі, ключі гайкові одно- і двобічні, накидні, розвідні, мітчики, плашки, плоскогубці і т.ін.

Найбільшої продуктивності й точності робіт можна досягти за допомогою різного механізованого інструменту й пристроїв.

Механізований інструмент з електричним, пневматичним та гідравлічним приводами відзначається універсальністю і порівняно невеликими габаритами. За принципом роботи цей інструмент ***поділяють на такі групи:***

- ударної дії – клепальні та рубально-клепальні молотки, шабери, кернери, вібратори;
- обертової дії – свердлильні дрилі, шліфувальні машинки, гайковерти, викрутки;
- пресової дії – ножиці, пристрої для згинання різних профілів і труб;
- пістолети для фарбування, металізатори, віброшліфувальні установки.

Пристрої, які використовують для слюсарних робіт, за призначенням поділяють на такі види:

- для встановлення і з'єднання деталей;
- для кріплення базових деталей та складальних одиниць;
- для зняття й піднімання деталей;
- для зміни положення виробу, виконання особливо специфічних операцій;
- контрольні пристрої;
- пристрої-кондуктори, що дають змогу поєднати складання з контролем взаємного положення деталей, які складають;
- пристрої для випробувань тощо.

6.5. Кування і штампування

Отримання металевих виробів за допомогою прикладання зусиль стиску та розтягу – розповсюджений процес промислового виробництва.

Під час штампування метал фасонується в спеціальні профілі при температурі навколишнього повітря за допомогою зрізання, пресування і розтягу між штампами, як правило в результаті серії розрахованих ударних операцій. Холоднокатана сталь є вихідним матеріалом для штампування листових деталей для автомобільної, радіоелектронної та інших галузей промисловості. Приблизно 15 % робітників автомобільної промисловості зайняті в штампувальному виробництві.

Під час кування зусилля стиску прикладають до заготовки, нагрітої до високої температури, за допомогою однієї або двох послідовних операцій пресування. ***Профіль кінцевого виробу визначається формою порожнини штамп.*** У відкритих штампах, так само як при об'ємному штампуванні на молоті, заготовка стискається між одним штампом, прикріпленим до ковадла, і вертикальним прес-штоком. У закритих штампах, так само як при об'ємному штампуванні на пресі, заготовка стискається між нижнім і верхнім штампами, прикріпленими до прес-штока.

Під час об'ємного штампування на падаючому молоті використовують пару або стиснене повітря, що піднімають молот, який потім падає під впливом сили ваги або приводиться в дію тими ж парами чи стисненим повітрям. Кількість і сила ударів молота контролюються оператором вручну. Часто він утримує заготовку за холодний кінець і одночасно керує молотом. Раніше штампування на падаючому молоті становило приблизно дві третини всього об'ємного штампування, тепер ця технологія застосовується в менших обсягах.

При об'ємному штампуванні на пресі для надання виробу необхідної форми за допомогою одноразового повільного контрольованого ходу застосовують прес-шток із механічним або гідравлічним приводом.

Об'ємне штампування на пресі зазвичай автоматизоване. Воно може бути гарячим або виконуватися при нормальній температурі (холодне штампування, об'ємне штампування витискуванням).

Різновид кування за звичайною технологією – прокатування, при якому до заготовки, яку повертає оператор, прикладають постійне зусилля.

Найпоширеніша продукція об'ємного штампування зі сталі – високоміцні деталі машин, такі як вали, зубчасті колеса, болти і компоненти підвіски автомобілів та сільськогосподарські машини. Високоміцні компоненти авіаційної та космічної техніки (лонжерони, диски тощо) штампують з алюмінію, титану та легованої сталі.

6.6. Ливарне виробництво

Процес лиття – це заповнення розплавленим металом порожнини термостійкої виливниці, що має форму готової деталі. Для отримання внутрішньої порожнини в майбутньому виробі у виливниці встановлюють стрижень.

Процес литва передбачає виконання таких послідовних етапів:

- виготовлення моделі виробу;
- виготовлення форми і стрижнів, складання форми;
- плавлення і рафінування металу;
- розливання металу у форми;
- охолодження виливка;
- виймання металевого виливка з форми і звільнення його від стрижня;
- зняття зайвого металу з отриманого виливка.

Основні принципи ливарної технології за тисячі років змінилися незначно. Проте ціла низка її процесів стали механізованими, а окремі – автоматизованими. На зміну дерев'яним моделям прийшли металеві й пластмасові, розроблені нові матеріали для виробництва стрижнів і форм, застосовують широкий діапазон сплавів.

Найбільше відомий ливарний процес – литво чавуну в піскowo-глиняні форми.

Чавун, сталь, латунь і бронза – традиційні для литва сплави.

У найкрупнішому секторі ливарної промисловості виготовляють виливки із сірого чавуну і чавуну з кулеподібним графітом. У цехах з виробництва сірого чавуну використовують передільний чавун (нові чушки) для виготовлення стандартних чавунних виливків. У цехах з виробництва чавуну із кулеподібним графітом у ковші з розплавленим металом перед його розливанням додають магній, церій або інші присадки (часто називані ковшовими присадками).

Іншу частину ливарного сектора чорної металургії займає виробництво сталі й ковкого чавуну. Головні замовники найбільших заводів чорної металургії – автомобільна і будівельна промисловість, виробництво сільськогосподарських машин та знарядь. Кількість робітників, зайнятих у чавуноливварному виробництві, скорочується в міру того, як зменшуються розміри блоків циліндрів двигунів і з'являється можливість відливати їх в одній формі, а також у зв'язку з витісненням ливарного чавуну алюмінієм. У виробництві кольорових металів (особливо з алюмінієвих сплавів) і литві під тиском зайнята значна кількість робітників. Латунне виробництво (як загального профілю, так і з випуску сантехнічного обладнання) скорочується.

В останні роки в ливарному виробництві почали використовувати титан, хром, нікель, магній і навіть такі високотоксичні метали, як берилій, кадмій і торій.

У чавуноливарній справі в основному застосовують форми із суміші кременистого піску та глини. Рідше використовують стрижні, традиційно виготовлені із суміші кремнієвого піску та рослинних олив або цукрового піску. Розроблено також нові методи виробництва форм і стрижнів.

Технологічний процес отримання виливка: спершу відповідно до креслень створюють модель кінцевого металевго виливка. Так виготовляють стрижні, необхідні для отримання внутрішньої конфігурації готового виробу. Литво в піскові форми – найширше використовуваний метод, але застосовують й інші прийоми. До них належать такі: кокільне литво з використанням чавунних або сталевих форм; литво під тиском (розплавлений метал – часто легкий сплав – подають в металеву виливницю під тиском 70...7000 МПа); литво за моделями, що виплавляють (для кожного виливка виготовляють воскову модель, що покривають вогнетривким матеріалом, – вона стає формою). Для отримання алюмінієвих виливків використовують разові шаблони зі спіненого полістиролу в піськово-глиняній суміші.

Метали або сплави підготовляються в печі – карусельній, вагранці, відбивній, тигельній, електродуговій, індукційній електричній канального типу або індукційній тигельній (таблиця 6.1).

Розплавлений метал заливають у зібрану форму з ковша, або безпосередньо з печі. Після охолодження металу форму і стрижневий матеріал знімають і виливок очищають й обробляють (зняття ливників і випарів, дробоструменеве очищення, гідроструменеве очищення, а також інша абразивна обробка). В окремих випадках виливки піддають кінцевому доопрацюванню за допомогою зварювання, термообробки або фарбування.

Чавуноливарне виробництво. Схематично чавуноливарний завод складається з таких шести ділянок:

- 1) металоплавильної і металорозливної;
- 2) модельної;
- 3) формувальної;
- 4) стрижневої;
- 5) вибивних решіток/вибивання вставних постійних стрижнів;
- 6) очищення виливків.

На багатьох заводах майже всі процеси можуть виконуватися одночасно або послідовно в одній і тій самій робочій зоні.

У стандартному виробництві чавун проходить такі операції: плавлення, розливання, охолодження, вибивання, очищення і відвантаження кінцевої продукції.

Таблиця 6.1 – Типи ливарних печей

Піч	Опис
Вагранка	Висока вертикальна піч, відкрита зверху і з відкидним днищем. Її завантажують шарами коксу, вапняку і металу, які чергуються, розплавлений метал виливається з нижньої частини
Електродугова піч	Завантажують болванками, металобрухтом, сплавами металів та флюсом. Дуга, що розплавляє метал, виникає між трьома електродами і шихтою. Поверхня розплавленого металу покрита шлаком із флюсом для запобігання окислення металу і захисту верхньої частини печі від перегрівання. Після завершення процесу електроди піднімають, а піч нахиляють для виливання готового сплаву у ківш
Індукційна піч	Метал у ній розплавляється внаслідок проходження сильного струму через мідну обмотку зовні печі, у результаті чого шихта нагрівається до температури плавлення. Розплавлення металу відбувається від зовнішніх шарів шихти усередину
Тигельна піч	Тигель, у якому знаходиться шихта, нагрівається газовим або мазутним пальником. Після доведення сплаву до готовності тигель піднімається з печі і нахиляється для розливу у форми
Карусельна піч	Довга похила обертова циліндрична піч, що завантажується зверху і розігрівається в нижній частині
Піч каналного типу	Різновид індукційної печі
Відбивна піч	Горизонтальна піч, що складається з гірки, відділеної від шихти перевальною стіною (що називається полум'яним порогом), і труби на іншому кінці. При цьому контакт металу з твердим паливом не відбувається. Над гіркою і шихтою змонтовано аркове склепіння. На своєму шляху від гірки до труби полум'я нагріває метал, розплавляючи його

Цикл операцій із піском складається з підготовки формувальної суміші, формування, вибивання і знову підготовки суміші. Чавуноливарна промисловість значною мірою пов'язана з плавленням і рафінуванням металу у вагранках. Вагранки зазвичай встановлюють парами або групами, щоб дільниця не простоювала під час ремонту однієї з печей. Період експлуатації кожного агрегату залежить від стійкості вогнетривкого матеріалу і технічних умов. Зібрану форму переміщують конвеєром до дільниці заливання. Заливання здійснюють з ковша вручну з використанням механічного пристосування, із ковша, керованого з кабіни, або може бути автоматичним. Заповнена форма проходить на конвеєрі через охолоджувальний тунель із витяжною вентиляцією до вибивної решітки. У невеликих майстернях форми заливають на підлозі, там само відбувається вигоряння елементів.

Сталеливарне виробництво. Виробничий процес на сталеливарній дільниці аналогічний процесу на чавуноливарній, проте температура сталі значно вища.

Лиття легких сплавів. В алюмінієвому і магнієвому ливарному виробництві плавлення часто здійснюють у тигельних печах. Під час лиття алюмінію як флюс використовують флюорит. Для магнієвих сплавів як флюс застосовують хлорид барію.

Литво під тиском. Найпоширеніший метал для литва під тиском – алюмінієві сплави.

Прецизійне литво. Це виробництво засноване на застосуванні вогнетривких сумішей або литва по воскових моделях, що виплавляються. Моделі виготовляють за допомогою впорскування формувального воску у штамп. Їх покривають тонким вогнетривким порошком, що контактує з поверхнею форми. Віск виплавляється перед литвом або в процесі самого литва.

6.7. Зварювання металів

Термін «зварювання» означає з'єднання металевих виробів у стикових поверхнях, що стають пластичними або рідкими під впливом теплоти чи тиску (або того й іншого).

Безпосередні джерела теплоти:

- полум'я газу, що згоряє разом з повітрям або киснем;
- електрична дуга, що виникає між електродом і оброблюваною деталлю або між двома електродами;
- електричний опір, що виникає під час проходження струму між двома або більше оброблюваними деталями.

Інші джерела тепла для зварювання наведені у таблиці 6.2.

При газовому зварюванні й різанні кисень або повітря і газ подають у пальник, у якому вони змішуються перед згорянням. Газовий пальник зазвичай тримають у руках. Полум'я розплавляє поверхні деталей, що зварюються, з'єднуючи їх за допомогою пластичного плинного металу. Часто при цьому додають присадковий сплав, що має, як правило, нижчу температуру плавлення, ніж деталі, що з'єднуються. У цьому випадку деталі не нагріваються до температури плавлення (паяння твердим, м'яким припоєм). Використовують і хімічний флюс для запобігання окислювання і поліпшення якості з'єднання.

Під час дугового зварювання між електродом і деталями виникає дуга. Електрод під'єднують до джерела змінного або постійного струму. Оброблювані деталі сплавляються при температурі, що відповідає приблизно температурі плавлення. У місці з'єднання необхідно додавати метал, розплавляючи або електрод (процес з витратою електрода), або присадковий прутки, через який не пропускають електричний струм (процес без витрати електрода).

Частіше за все звичайне дугове зварювання виконують вручну за допомогою закріпленого в переносному електродотримачі електрода, який має покриття. Зварювання здійснюють також у напівавтоматичному або автоматичному режимах (наприклад, зварювання опором або з безупинною подачею електрода).

Таблиця 6.2 – Види зварювання

Зварювальний процес	Опис
1	2
Газове зварювання і газове різання	
Зварювання	Зварювальний пальник розплавляє металеві поверхні й присадковий прутки, створюючи з'єднання
Паяння середньоплавким припоєм	Дві металеві поверхні з'єднуються без розплавлювання основного металу. Нагрівання здійснюють полум'ям, за рахунок опору й індукції
Паяння легкоплавким припоєм	Аналогічно паянню середньоплавким припоєм, за винятком того, що температура плавлення присадкового прутка нижча
Кисневе різання металу	Під час різання метал нагрівається полум'ям кисневого пальника, який переміщується уздовж лінії різання, спрямованим у точку різання

Продовження таблиці 6.2

1	2
Газопресове зварювання	Деталі нагрівають потоком газу, що горить, за рахунок тиску відбувається гаряче з'єднання
Дугове зварювання в середовищі флюсу	
Дугове зварювання металевим електродом із захистом зони зварювання; ручне дугове зварювання; зварювання відкритою дугою	Використовують електрод, що складається з металевого осердя і флюсового покриття
Дугове зварювання під флюсом	На оброблювану деталь наносять шар гранульованого флюсу, після чого відбувається зварювання електродом без покриття. Дуга розплавляє флюс, створюючи з розплавленої маси захисний екран у зоні зварювання
Дугове зварювання в середовищі захисних газів	
Зварювання вольфрамовим електродом в інертному газі; дугове зварювання вольфрамовим електродом у газовому середовищі; дугове зварювання в середовищі гелію	Вольфрамовий електрод не розплавляється, в дугу вручну вводять присадковий метал матеріал, що утворює шов
Плазмове зварювання і плазмове зварювання напилюванням; дугове різання вольфрамовим електродом	Аналогічне зварюванню вольфрамовим електродом в інертному газі, за винятком того, що дуга і потік інертних газів проходять через невеликий отвір перед тим, як досягають оброблюваної деталі, створюючи плазму високо іонізованого газу
Зварювання трубчастим електродом; дугове зварювання в середовищі активного газу	Застосовують трубчасті електроди; використовують середовище діоксиду вуглецю

Продовження таблиці 6.2

1	2
Контактне зварювання методом опору	
Контактне зварювання методом електроопору (точкове, шовне, встик)	Від електродів на деталі, що з'єднуються, надходить сильний струм низької напруги. Під час нагрівання в зоні стику між ними виникає температура плавлення. Одночасно за рахунок тиску електродів відбувається проковування шва
Електрошлакове зварювання	Використовують для вертикального зварювання встик. Деталі встановлюють з зазором, з однієї або обох сторін з'єднання розміщують мідні пластини для створення кювети. Під шаром флюсу між електродами та металевою пластиною виникає дуга. Формується ванна рідкого металу, захищена розплавленим флюсом або шлаком. Поверхні, що зварюються, і електродний дріт оплавляються, утворюючи шов
Стикове контактне зварювання оплавленням	Дві металеві деталі приєднують до джерела струму низької напруги. Коли кінці деталей вступають у контакт, відбувається нагрівання до температури плавлення. Завдяки тиску здійснюється проковування шва
Інші зварювальні процеси	
Електронно-променеве зварювання	Деталі у вакуумній камері бомбардуються з електронної гармати пучком електронів при високій напрузі. Під час удару об поверхні, що з'єднуються, їх енергія перетворюється в теплоту, розплавляючи метал
Повітряно-дугове різання	Між кінцем вугільного електрода (у ручному електродотримачі з власною подачею стисненого повітря) і оброблюваною деталлю виникає дуга. Розплавлений метал відкидається потоком стисненого повітря

Кінець таблиці 6.2

1	2
Зварювання тертям	Виключно механічний спосіб зварювання, за якого одна деталь залишається в стаціонарному положенні, а інша знаходиться з нею в обертальному контакті під тиском. Після досягнення температури зварювання, обертання припиняється. Одночасно відбувається проковування шва
Лазерне зварювання й опрацювання на лазерному прошивальному верстаті	Лазерні промені знаходять високопрецизійне застосування, наприклад, для створення мініатюрних вузлів, мікротехнологій в електронній промисловості, філь'єр для виготовлення надтонких волокон. Лазерний пучок оплавляє оброблювані деталі і з'єднує їх
Термітне зварювання	У тиглі підпалюють суміш алюмінієвого порошку і порошку оксиду металу (заліза, міді і т.ін.), у результаті чого утворюється тепло, достатнє для плавлення. У тиглі пробивають отвір, розплав заливають у порожнину, що заварюється. Цей вид зварювання часто використовують для ремонту виливків або поковок

Тема 7
БЕЗПЕКА ПРАЦІ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ
ВИРОБНИЦТВІ ТА ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

- 7.1. Перевезення сільськогосподарських машин на залізничних платформах та у піввагонах**
- 7.2. Перевезення сільськогосподарських машин автомобільним транспортом**
- 7.3. Пересування сільськогосподарських машин та агрегатів по автомобільних, польових і сільських дорогах**
- 7.4. Безпека праці та забезпечення безпеки життєдіяльності**
 - 7.4.1. Завдання в галузі безпеки життєдіяльності**
 - 7.4.2. Вимоги безпеки до виробничого обладнання**
 - 7.4.3. Пожежна безпека**
 - 7.4.4. Електробезпека**
 - 7.4.5. Актуальні проблеми охорони навколишнього середовища**
- 7.5. Загальні вимоги безпеки до самохідних та причіпних сільськогосподарських машин**
- 7.6. Вимоги техніки безпеки під час експлуатації самохідних сільськогосподарських машин**
- 7.7. Вимоги техніки безпеки під час експлуатації причіпних сільськогосподарських машин та знарядь**



7.1. Перевезення сільськогосподарських машин на залізничних платформах та у піввагонах

Під час розробки сільськогосподарських машин і знарядь, як і будь-яких інших виробів, *необхідно врахувати те, що ці вироби необхідно буде доставити з заводу-виробника до споживача зі збереженням їх роботоздатності.*

Відстані, на які транспортують сільськогосподарські машини, – від десятків до декількох тисяч кілометрів.

Сільськогосподарські машини мають свої особливості – вони повинні виїжджати на поле і переїжджати з одного поля на інше з обов'язковим дотриманням при цьому вимог техніки безпеки.

Вимоги безпеки під час перевезення сільськогосподарських машин та їхні переїзди часто впливають на те, що конструкторам доводиться змінювати раніше задуману конструкцію в частині розділення її на окремі самостійні складальні вузли, регулювання ходової частини машини та ін. *Найкраще, якщо машини доставляють замовнику у зібраному і роботоздатному вигляді, тобто після прибуття і технічного огляду машини можуть вийти в поле і виконувати технологічний процес.*

Сільськогосподарські машини можна перевозити залізницями у зібраному, розібраному і напіврозібраному вигляді зі зняттям окремих вузлів, деталей, частин і розміщенням їх у вільних місцях на платформі. Деталі, вузли і частини сільськогосподарських машин, а також запасні частини та інструмент повинні бути упаковані у міцні дерев'яні суцільні ящики (глухі ящики) або несучі (гратчасті ящики) з обшивкою.

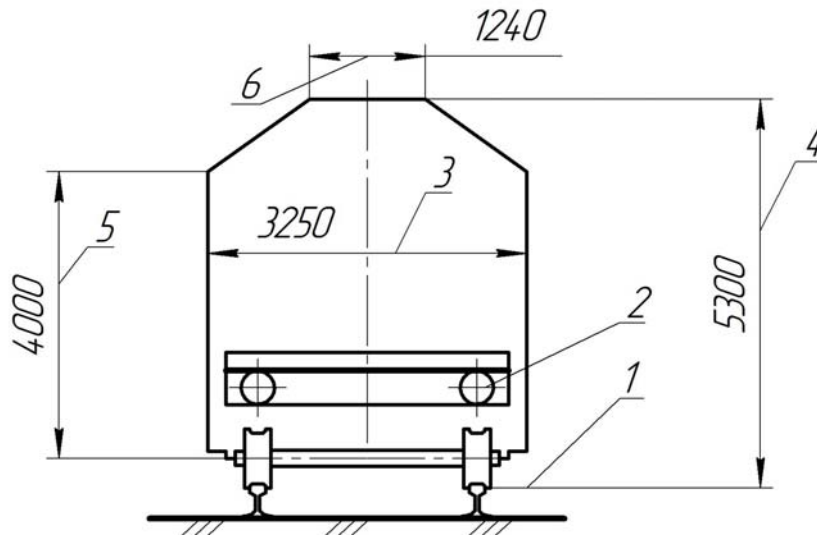
Завантаження і кріплення сільськогосподарських машин (у зібраному, розібраному або напіврозібраному вигляді), як вантажів, виконують у точній відповідності з технічними умовами завантаження і кріплення вантажів і з використанням вантажопідіймних вагонів, так щоб весь вантаж і окремі предмети вантажу були щільно укладені, надійно закріплені, міцно зв'язані і не виходили за межі встановленого габариту рухливого складу (рисунки 7.1).

Важливим є розміщення вантажу на платформі. **Головна вимога** – рівномірне розміщення вантажу на рухомому складі.

Рівномірність розміщення вантажів можна забезпечити, дотримуючись таких вимог:

- поздовжній зсув центру ваги вантажу від вертикальної площини, у якій знаходиться поперечна вісь рами вагона, має бути не більше однієї восьмої довжини бази вагона;
- навантаження на найбільше завантажену колісну пару або візок не має перевищувати половини вантажопідіймальності, встановленої для вагона даного типу;

- як виняток, допускається різниця в навантаженнях на колісні пари двовісних платформ не більш 4 т і на візки чотиривісних платформ не більше 10 т;
- поперечний зсув центру ваги штучних вантажів від вертикальної площини, у якій лежить поздовжня вісь вагона, допускається не більше 100 мм.



1 – рівень головки рейки; 2 – вид платформи з торця; 3 – найбільша ширина навантаження; 4 – найбільша висота навантаження; 5 – найбільша висота навантаження при повному використанні габариту ширини; 6 – найбільша ширина навантаження при повному використанні габариту висоти

Рисунок 7.1 – Габарити рухомого складу

На сільськогосподарські машини, як і на інші залізничні вантажі, на відкритому рухомому складі під час руху діють сила ваги машини (вантаж), поздовжня інерційна сила, сила вітру, горизонтальне поперечне і вертикальне динамічне навантаження, що виникають під час руху по залізничній колії. **Тому, щоб забезпечити необхідні умови доставки, виконують розрахунки стійкості вантажу на платформі, розрахунки на міцність всіх елементів кріплення вантажу на платформі.** Методика таких розрахунків викладена в «Технічних умовах навантаження і кріплення вантажів і використання вантажопідіймальності вагонів».

7.2. Перевезення сільськогосподарських машин автомобільним транспортом

Під час перевезення сільськогосподарських машин автомобільним транспортом необхідно суворо дотримуватися правил дорожнього руху в частині перевезення вантажів, а саме:

- маса транспортованих вантажів і розподіл навантаження по осях не повинні перевищувати розмірів, установлених підприємством-виробником для даного транспортного засобу;
- вантажі розміщати, і, за необхідності, закріплювати на транспортних засобах так, щоб вони не обмежували водіям оглядовість, не порушували стійкості транспортних засобів і не утруднювали керування ними, не закривали зовнішніх світлових приладів, світловідбивачів, номерних і розпізнавальних знаків, а також не перешкоджали сприйняттю сигналів, подаваних рукою.

Часто для кріплення окремого складального вузла або всієї сільськогосподарської машини на кузові автомашини, їх установлюють на так званому дерев'яному піддоні (салаках). Таким кріпленням краще забезпечується цілісність машини (вузла) під час перевезення і надійність кріплення на кузові автомашини.

Транспортований вантаж, тобто сільськогосподарська машина чи агрегат, повинен бути позначений так: вдень сигнальними щитками або прапорцями розміром 400х400 мм (із нанесенням по діагоналі червоних і білих смуг, що чергуються, шириною 50 мм); в темний час доби й в умовах недостатньої видимості – світловідбиваючими пристосуваннями або ліхтарями (спереду білого, ззаду червоного, збоку жовтогарячого кольорів), якщо він виступає за габарити транспортного засобу спереду або ззаду більше ніж на 1 м; якщо крайня точка його по ширині знаходиться на відстані більше 0,4 м від зовнішнього краю переднього або заднього габаритного вогнів.

У ДАІ повинен бути **отриманий дозвіл на рух транспортного засобу**, якщо його габарити з вантажем або без вантажу перевищують за висотою – 4 м від поверхні дороги, за шириною – 2,5 м, за довжиною – 20 м для автопоїзда з одним причепом і 24 м для автопоїзда з двома або більше причепами, або якщо вантаж виступає за задню точку габариту транспортного засобу більше ніж на 2 м.

7.3. Пересування сільськогосподарських машин та агрегатів по автомобільних, польових і сільських дорогах

Габаритні розміри тракторів і сільськогосподарських машин під час руху по дорогах загальної мережі не повинні бути більше 2,5 м завширшки і 4 м заввишки (ГОСТ 12.2.019-86).

Транспортні габаритні розміри машин, що призначені тільки для роботи в полі і виїзд яких на дороги загальної мережі є винятком, не повинні бути більше 4,4 м завширшки і 4 м заввишки. Машини, габарити яких перевищують зазначені розміри, повинні мати пристрої

(візок або інші засоби), що забезпечують транспортування в поперечному, поверненому або складеному вигляді з допустимими розмірами по ширині і по висоті.

Трактори і сільськогосподарські машини, габаритна ширина яких все ж перевищує встановлену, повинні бути обладнані сигнальними засобами відповідно до правил дорожнього руху і мати у верхній точці миготливий або безупинний сигнал жовтогарячого або жовтого кольору.

Машини, ширина яких перевищує габарити трактора, повинні бути обладнані світловідбивачами: задні світловідбивачі повинні бути червоного, передні – білого кольору (ГОСТ 12.2.111-85).

На причіпних, напівпричіпних і напівначіпних сільськогосподарських машинах, маса яких перевищує 50 % маси трактора, повинні бути обов'язково встановлені гальма. Привод робочих гальм має бути виконаний за однопровідною схемою, керованою з робочого місця тракториста, привод зупиночного гальма, якщо він передбачений, повинен розташовуватися на машині.

7.4. Безпека праці та забезпечення безпеки життєдіяльності

7.4.1. Завдання в галузі безпеки життєдіяльності

Межі небезпек у техносфері безупинно розширюються, а методи і засоби захисту від небезпек створюються та вдосконалюються зі значним запізненням.

Гостроту проблем безпеки праці практично завжди оцінювали за результатами впливу негативних факторів – кількістю жертв, матеріальними збитками.

Сформульовані на такій основі захисні заходи виявлялися і виявляються несвоєчасними, недостатніми і, як наслідок, малоефективними.

Необхідно навчитися прогнозувати негативні впливи та забезпечувати безпеку прийнятих рішень на стадії їх розроблення, а для захисту від діючих негативних факторів створювати й активно використовувати захисні засоби та заходи, всіляко обмежуючи зони дії і рівні впливу негативних факторів.

У сучасному розумінні **безпека життєдіяльності на підприємстві вивчає небезпеки виробничого середовища як в умовах повсякденної роботи, так і при виникненні надзвичайних ситуацій техногенного походження.** Реалізація цілей і завдань безпеки життєдіяльності на підприємстві містить такі **основні етапи:**

- ідентифікація та опис зон потенційного виникнення небезпек підприємства й окремих його складових (комунікацій, обладнання, приладів тощо);
- розроблення та реалізація найефективніших систем і методів захисту від небезпек;
- формування систем контролю небезпек і керування станом безпеки підприємства;
- розроблення й реалізація заходів для ліквідації наслідків прояву небезпек;
- організація навчання персоналу основам безпеки і підготовки фахівців з безпеки життєдіяльності.

7.4.2. Вимоги безпеки до виробничого обладнання

Виробниче технологічне обладнання, яке застосовують у машинобудуванні та під час здійснення виробничих процесів у всіх галузях промисловості, аграрного виробництва, експлуатації різноманітних машин та обладнання повинно відповідати вимогам ГОСТу 12.2.003-91, ДСТУ 7234:2011 (ГОСТу 12.2.049-84) та вимогам стандартів системи забезпечення безпеки праці.

Необхідно суворо дотримуватися регламентованих режимів експлуатації, які внесені в технічні умови на устаткування, проводити періодичні огляди, технічне обслуговування та ремонт обладнання.

Підвищений ступінь автоматизації металорізальних верстатів та їх ускладнення неминує призводять до збільшення кількості збоїв і відмов. Тому необхідна досконаліша система діагностики автоматизованого устаткування й інструментів.

За допомогою спеціальних датчиків і ПК здійснюється автоматичний безперервний контроль за роботою обладнання. Металорізальні верстати обладнують пристроями, що забезпечують автоматичні вимкнення обладнання у випадку поломки різального інструменту.

Сільськогосподарські машини та знаряддя також обладнують пристроями, які сигналізують про поломки або забивання окремих механізмів ґрунтом, рослинними рештками та добривами. Це створює можливості для відключення цих вузлів, щоб усунути неполадки.

Загальні вимоги, які висуваються до обладнання для виготовлення окремих деталей та вузлів відповідно до ГОСТу 12.3.025-85*, такі:

- розроблення технологічної документації, організація й виконання технологічних процесів обробки різанням повинні відповідати вимогам ДСТУ ГОСТ 3.1102:2014 (ГОСТу 3.1102-85);

- виробниче устаткування, яке використовується для обробки різанням, повинне відповідати вимогам ГОСТ 12.2.003-91 (ГОСТу 12.2.003-80) і ГОСТу 12.2.009-85;
- пристосування для обробки різанням повинні відповідати вимогам ГОСТу 12.2.029-88;
- конвеєри, призначені для міжопераційного переміщення вантажів у процесі обробки різанням, повинні відповідати вимогам ГОСТу 12.2.022-86.

Вимоги безпеки до технологічних процесів повинні виконуватися протягом усього технологічного процесу, включаючи операції технічного контролю, переміщення та міжопераційного складування.

7.4.3. Пожежна безпека

Пожежна безпека, відповідно до ГОСТу 12.1.004-91, повинна забезпечуватися системою запобігання пожежі, системою протипожежного захисту та організаційно-технічними заходами.

Небезпечними факторами пожежі, що впливають на людей, є:

- відкрите полум'я та іскри;
- підвищена температура навколишнього середовища;
- токсичні продукти горіння;
- дим;
- знижена концентрація кисню;
- наслідки руйнування й ушкодження об'єкта;
- небезпечні фактори, що проявляються в результаті вибуху.

Протипожежний захист повинен забезпечуватися:

- застосуванням засобів пожежогасіння і відповідних видів пожежної техніки;
- застосуванням автоматичних установок пожежної сигналізації і пожежогасіння;
- застосуванням основних будівельних конструкцій об'єктів з регламентованими межами вогнестійкості й межами поширення вогню;
- застосуванням просочення конструкцій об'єктів і нанесенням на їхні поверхні вогнестійких фарб;
- пристроями, що забезпечують обмежене поширення пожежі;
- організацією своєчасної евакуації людей.

7.4.4. Електробезпека

Електробезпека забезпечується дотриманням таких заходів (за ГОСТами 12.1.030-81, ДСТУ 7237:2011 (12.1.019-89)):

- розміщенням у зручному місці апаратів ручної або дистанційної дії, які дозволяють вмикати електрообладнання у мережу або вимикати його під час перерви в роботі або в аварійних ситуаціях;
- захистом електроприладів від самоувімкнення при раптовому відновленні живлення;
- захисним заземленням, зануленням, організацією захисного вимкнення механічних пристроїв і установок, які випадково можуть опинитися під напругою, прокладенням зовнішньої проводки усередині труби, металевого рукава, гумового шланга.

7.4.5. Актуальні проблеми охорони навколишнього середовища

Охорона навколишнього середовища поширюється не лише на осіб, безпосередньо зайнятих у виробництві, але й на всіх інших людей, усю флору й фауну, промислову й сільськогосподарську продукцію, предмети побуту – усе, що становить цінність для людини.

Настання епохи науково-технічної революції спричинило докорінні зміни в механіці й технології виробництва. Різке збільшення матеріальних витрат і енергетичних ресурсів призвело до багатократного зростання кількості виробничих відходів різних видів. У зв'язку з цим виникає необхідність посилення боротьби із забрудненням атмосфери, водного басейну, ґрунту.

Кінцевим етапом цієї боротьби повинно стати таке вдосконалювання технологій, яке зведе до мінімуму шкідливий вплив виробництва на атмосферу і навколишнє середовище.

У зв'язку з цим у сучасних умовах значно зростає відповідальність керівників і фахівців за вирішення завдань екології та утилізації відходів виробництва.

7.5. Загальні вимоги безпеки до самохідних та причіпних сільськогосподарських машин

Охорона праці використовує новітні досягнення науки і техніки, базується на теоретичних розробках з фізики, хімії, математики, електроніки, медицини, економіки та ін. У розробці питань охорони та

безпеки праці важливими є також ергономіка, інженерна психологія і фізіологія праці, технічна естетика.

На сьогодні в існуючих державних стандартах викладено принципи, головні вимоги безпеки. На основі державних стандартів за єдиною формою створюють галузеві стандарти, які конкретизують норми і правила охорони праці відповідно до умов даної галузі.

Відповідні стандарти встановлюють загальні вимоги, які забезпечують безпеку праці під час використання тракторів і машин за призначенням, під час технічного обслуговування, ремонту, транспортування і зберігання, а також загальні ергономічні вимоги до робочих місць операторів.

Охорона праці – це науковообґрунтована система законодавчих актів, соціально-економічних і санітарно-гігієнічних заходів, що забезпечують збереження здоров'я і працездатності людини у процесі її виробничої діяльності.

Основна мета охорони праці – створення здорових і безпечних умов праці в усіх галузях виробничої діяльності.

Конструктивне виконання сільськогосподарських машин та агрегатів і здійснення ними функціонального призначення повинні відповідати вимогам стандартів: ГОСТ 12.2.003-91, ГОСТ 12.3.002-75 – загальні вимоги безпеки; ГОСТ 12.1.004-91 – пожежна безпека; ДСТУ 7748:2015 (ГОСТ 12.1.008-76) – біологічна безпека; ГОСТ 12.4.026-2015 – вимоги до знаків безпеки; ГОСТ 12.2.042-2013 (ГОСТ 12.2.042-88) – вимоги до огороження та блокувань, а також до засобів малої механізації; ДСТУ 7234:2011 (ГОСТ 12.2.049-80) – ергономічні вимоги.

Додаткові вимоги, що не передбачені цими стандартами, встановлюють у стандартах і технічних умовах на агрегати конкретних типів.

Кути поперечної стійкості сільськогосподарських агрегатів такі:

- для машин в агрегаті з енергозасобом – не менше 30° ;
- для машин, використовуваних на базі тракторних причепів та напівпричепів, згідно з ДСТУ 3850-99 (ГОСТ-10000-75);
- для сільськогосподарських універсальних навантажувачів – згідно з технічними умовами.

Сільськогосподарські агрегати з колісними енергетичними засобами повинні мати навантаження на керовані колеса не менше 0,2 від експлуатаційної маси енергозасобу.

Для забезпечення поздовжньої стійкості і необхідного навантаження на керовані колеса допускається встановлення баластових вантажів, маса кожного не повинна перевищувати 20 кг.

Причіпні та напівпричіпні машини у відчепленому стані повинні зберігати стійкість при застосуванні до них зусиль не менше 200 Н.

Одновісні причіпні машини повинні мати регульовану опору на сніці.

Вимоги до габаритів агрегатів згідно з ГОСТ 12.2.019-2015.

Агрегати, ширина яких перевищує габарити енергозасобу, повинні бути обладнані світлоповертачами; задні світлоповертачі повинні бути червоного кольору, передні – білого. Розташування їх на агрегаті – згідно з вимогами.

Допускається замість світлоповертачів нанесення на елементи конструкції кругів, трикутників або прямокутників червоного або білого кольорів, вписаних у коло діаметром 100 мм.

Допускається також нанесення на елементи конструкції машини чергування червоних та білих або жовтих та чорних смуг під кутом 45° до вертикалі, які чергуються з відстанню між ними 50 мм. Їх можна наносити також на сигнальні щитки розміром не менше 250 мм x 250 мм. Смуги та фігури повинні бути виконані із світловідбиваючих матеріалів (фарба, плівка та ін.).

Механізми, які при агрегуванні з енергозасобом закривають прилади його світлової сигналізації, повинні бути обладнані власними приладами світлової сигналізації.

На машинах типу причепів або напівпричепів ззаду зліва має бути нанесений знак обмеження максимальної швидкості. Кольорове зображення знака – згідно з ГОСТ 10807-78; діаметр – від 160 до 250 мм, ширина кайми – 1/10 діаметра; на цих агрегатах повинна бути зазначена гранична вантажопідйомність.

Причіпні та напівпричіпні машини повинні мати жорсткі причіпні пристрої.

Сільськогосподарські агрегати та їх робочі органи мають бути обладнані механічними фіксаторами, які утримують їх у транспортному положенні.

Елементи конструкцій сільськогосподарських агрегатів повинні забезпечувати безпечний та зручний підхід до них при монтажі, технічному обслуговуванні та ремонті.

Елементи конструкції агрегатів не повинні обмежувати операторам огляду з робочих місць.

При розташуванні точок змащування у важкодоступних місцях застосовують пристрої дистанційного, централізованого подавання мастила або забезпечене одноразове змащення підшипників на весь міжремонтний термін роботи вузла. Місця розташування точок змащення повинні бути позначені кольоровими покажчиками, які відрізняються від загального кольору агрегату.

Машини повинні бути забезпечені комплектом інструменту, якщо він відсутній у комплекті енергозасобу, відповідно з нормативно-

технічною документацією, та мати спеціальний ящик або сумку для його зберігання.

Причіпні машини повинні бути укомплектовані противідкатними упорами під колеса.

Кольорове оформлення та фарбування агрегатів повинно відповідати таким вимогам:

- загальний фон кольору машини повинен відрізнятися від основного фону, на якому вона експлуатується (кольору приміщення, майданчиків, перероблюваних технологічних матеріалів та ін.);

- зовнішні поверхні машин, які у процесі експлуатації повинні постійно перебувати у полі зору операторів з їхніх робочих місць, необхідно покривати фарбою з матовою або з напівматовою фактурою, яка запобігає появі відбитих відблисків на робочих місцях;

- кольори частин машин, поверхні панелей, пульта та посту керування, органів керування та елементів, які повинні перебувати у полі зору операторів, повинні бути контрастними до іншого фону.

Вимоги до електрообладнання. Електрообладнання, виготовлене в складі машин, їх складових частин та електропроводка до обладнання, монтаж, налагодження та введення в експлуатацію повинні відповідати вимогам ГОСТ 27487-87, ДСТУ ISO 5022:2012 (ГОСТ 02.02.207.0) та конструкторській документації.

Рівень шуму на робочому місці операторів під час роботи машини не повинен перевищувати 80+2 Дб.

Максимальні зусилля опору переміщенню органів управління технологічним процесам не повинні перевищувати норм, наведених у ГОСТ 12.2.120-2005.

Показники вібраційного навантаження на операторів у межах робочого місця не повинні перевищувати санітарних норм вібраційного навантаження, наведених у ГОСТ 12.1.012:2008.

Кабіни сільськогосподарських машин повинні бути обладнані плафоном внутрішнього освітлення з автономним ввімкненням, вентилятором, обігрівачем, очисником скла, сонцезахисним пристроєм, дзеркалом заднього виду та підресорним сидінням, що регулюється у горизонтальному, вертикальному положенні і відповідно до маси оператора.

Машини комплектують термосом для питної води та футляром для медичної аптечки.

Для входу операторів на робоче місце машини повинні бути обладнані трапом, кабіна має бути обладнана замком для закривання дверей на ключ.

Запуск двигунів сільськогосподарських машин і тракторів повинен здійснюватися з кабіни операторів.

Капоты двигуна повинні бути обладнані ручками.

Машини повинні бути обладнані такими зовнішніми світловими приладами: вказівниками повороту; габаритними вогнями; стоп-сигналом; робочими фарами; транспортними фарами з лампами ближнього та дальнього світла; світловідбивачами.

Машини повинні бути обладнані аварійно-попереджувальною сигналізацією із світловим сигналом оранжевого або жовтого кольору.

На машинах, які мають вивантажувальні елеватори, повинна бути встановлена достатня кількість транспортних освітлювальних приладів для роботи у темний час доби.

Підтікання охолоджувальної рідини у з'єднаннях системи охолодження, палива у з'єднання паливної системи, мастила у з'єднаннях гідросистеми, а також мастила через сальники, прокладки, пробки не допускається.

Механізм блокування коробки перемикачів діапазонів швидкостей повинен при натискуванні на педаль блокування забезпечити перемикачів діапазонів і при відпущенні педалі виключити можливість вмикання або вимикання діапазону.

На видних місцях машини, місцях обслуговування або поблизу небезпечних місць повинні бути нанесені написи, знаки або таблички:

- табличка правил протипожежної безпеки;
- табличка строповки;
- напис «регулювання та очищення машини здійснювати тільки з непрацюючим двигуном»;
- написи «не стій під елеватором», «не стій під стрілою»;
- знак обмеження швидкості;
- знаки місць встановлення домкратів;
- знаки місць строповки;
- знаки попередження про небезпеку;
- знак обмеження габариту за шириною.

Місця розміщення табличок визначають відповідно до вимог креслення.

При натисканні на педаль заднього ходу повинен загортися «стоп-сигнал»; при поверненні педалі у нейтральне положення «стоп-сигнал» повинен відключатися. Фіксатор ручного сигналу повинен надійно фіксувати важіль гальма у загальному стані.

Вимоги до виробництва машин та знарядь. Виробничі процеси та обладнання, яке застосовують під час виготовлення машин, повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.002-91 та ГОСТ 12.2 003-91.

Параметри мікроклімату на робочих місцях під час виготовлення машини повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1.005-88.

Ефективність роботи вентиляції та освітленість робочих місць повинна відповідати вимогам санітарних норм.

Концентрація шкідливих та небезпечних речовин виробничого середовища на робочих місцях, мікроклімату виробничих приміщень, теплового випромінювання під час виготовлення машин не повинні перевищувати залежно від класу небезпеки, гранично допустимих згідно з ГОСТ 12.1.005-88.

Еквівалентні рівні шуму (шумове навантаження на робочу зміну) під час виготовлення машин не повинні перевищувати значень, які задаються ГОСТ 12.1.003-2014.

7.6. Вимоги техніки безпеки під час експлуатації самохідних сільськогосподарських машин

До робіт з технічного обслуговування, транспортування, обкатування і використання сільськогосподарських машин і тракторів *допускаються особи, які досягли 18 років, пройшли медичний огляд, спеціальну підготовку, інструктаж з техніки безпеки і протипожежної безпеки за наявності відповідного посвідчення.*

Нахили агрофону при роботі самохідних збиральних машин не повинні перевищувати 2°.

При одночасному обслуговуванні, ремонті машин кількома виконавцями необхідно призначити старшого групи, доручивши йому контроль за дотриманням правил техніки безпеки (черговості робіт).

У машинах і тракторах повинна бути аптечка з необхідними медикаментами.

Працювати необхідно у зручному одязі, щоб не допустити його потрапляння у рухомі частини машин.

Інструменти, прилади і обладнання для технічного обслуговування і ремонту повинні використовуватись тільки за своїм призначенням, бути справними і забезпечити безпечність проведення робіт.

Не допускається перевезення вантажів у бункерах машин.

Перед пуском машини потрібно впевнитися у справності механізму блокування пуску.

Перед пуском двигуна ручка перемикачів діапазонів повинна бути у нейтральному положенні, а педалі керування гідронасосом у одній площині, важіль керування гідронасосом повинен бути у вертикальному положенні, муфта приводу робочих органів повинна бути вимкнена.

Перед увімкненням передачі, а також початком руху водій повинен впевнитися у відсутності сторонніх осіб на машині або біля неї і дати попереджувальний звуковий сигнал.

Необхідно систематично перевіряти справність і надійність роботи гальм кермівного механізму перемикачів діапазонів. **Категорично забороняється працювати з несправним кермуванням, гальмівною системою, електроосвітленням і сигналізацією.**

Під час руху машини водій повинен знаходитися на сидінні. Забороняється перебування сторонніх осіб на працюючій машині або біля неї.

Забороняється очищати, ремонтувати або регулювати вузли під час руху машин.

Забороняється експлуатувати машини без запобіжних кожухів і огорож карданних, пасових і ланцюгових передач.

Надягати паси на шків і ланцюги на зірочки, а також змащувати підшипники під час роботи машини забороняється. Забороняється працювати на машині при ослаблених кріпленнях вузлів і агрегатів.

Забороняється торкатися руками робочих органів машини, коли двигун працює.

При роботі машини металеві труби гідроприводу на ходову частину можуть нагріватися до 80...100°C. Берегтися опіків!

При переведенні вивантажувальних транспортерів коренезбиральних чи навантажувальних машин з робочого у транспортне положення (або навпаки) попередньо необхідно впевнитися у наявності вільного простору, відсутності ліній електропередач, оскільки габаритний розмір транспортерів за висотою при переведенні може перевищувати 4 м.

Швидкість руху великогабаритних машин при значних нахилах дороги повинна бути до 4 км/год, поздовжнім кутом нахилу до 7 %.

На поворотах і розворотах швидкість машин потрібно зменшити до 3 км/год. При тривалих переїздах машин (більше 15...20 км) паси приводу робочих органів потрібно зняти.

Рух дорогами загального користування здійснювати відповідно до «Правил дорожнього руху» і з увімкненими безперервними маячками оранжевого або білого кольорів. Транспорт, швидкість якого дорівнює або перевищує максимальну швидкість руху машини, обганяти забороняється, особливо з настанням темноти.

Переїжджати у тунелях, через греблі, мости (якщо дозволяють габарити і вантажопідйомність) потрібно тільки на пониженій швидкості з увімкненими безперервними маячками.

Після зупинки машини необхідно обов'язково перевести ручку перемикачів діапазонів у нейтральне положення.

Замінюючи мастила, у перші 20...30 хв після зупинки двигуна, необхідно бути обережним, щоб уникнути опіків.

Щоб уникнути випадкового руху машин з місця, водії повинні перед виходом із кабіни при працюючому двигуні заблокувати педаль керування гідронасоса засувкою і загальмувати машину стоянковим гальмом.

Необхідно систематично перевіряти надійність роботи керма та гальм.

Всі види регулювань і технічного обслуговування виконують при вимкненому двигуні (крім деяких регулювань двигуна і діагностики).

Забороняється що-небудь робити під машиною, якщо копачі коренезбиральних машин чи жатки зернозбиральних машин підняті і під колеса не підставлені упори-клини.

Під час виконання робіт з ремонту чи технічного обслуговування на м'якому ґрунті під домкрат кладуть міцну дошку. Під час технічних оглядів або ремонту потрібно підняти одну із сторін машини, користуючись домкратом вантажопідйомністю не менше 5 т.

Не можна знаходитись під машиною, яка піднята на домкрат. Місця встановлення домкрата та опор для піднімання різних частин машини вказано на машині.

Буксирування сільськогосподарських машин здійснюють тільки при жорсткому зчіплюванні з увімкненою передачею коробки діапазонів згідно з «Правилами дорожнього руху».

Гальмування машини під час руху необхідно здійснювати зміною подачі основного насоса гідростатичної передачі трансмісії.

7.7. Вимоги техніки безпеки під час експлуатації причіпних сільськогосподарських машин та знарядь

Під час експлуатації причіпних та інших приєднаних сільськогосподарських машин та знарядь (плуги, культиватори, сівалки, обприскувачі, косарки, розкидачі добрив та інші) необхідно дотримуватися вимог безпеки. ***Забороняється знаходитись під час роботи попереду агрегатів, сидіти на будь-яких частинах таких машин чи перевозити на них вантажі і сторонні предмети.***

Під час роботи причіпних агрегатів та знарядь ***забороняється:***

- здійснювати регулювання робочих органів;
- змінювати показники норми висіву насіння, добрив, пестицидів;
- очищувати робочі органи від залишків ґрунту та технологічних матеріалів;
- заправляти насінням, добривами чи пестицидами технологічні місткості;
- сідати в трактор та виходити з нього;
- змінювати положення маркерів сівалок вручну.

Заправку агрегатів насінням, добривами та пестицидами необхідно виконувати у спеціальному одязі і використовуючи засоби захисту від

отрутохімікатів. Очищення робочих органів агрегатів та знарядь (сошники, стояки, лапи і т.ін.) необхідно виконувати відповідними штатними очисними пристосуваннями.

Монтажні роботи, технічне обслуговування агрегатів та знарядь, усунення несправностей необхідно здійснювати при вимкненому двигуні.

Забороняється перебувати між трактором і приєднаним знаряддям (культиватором, плугом, сівалкою, косаркою і т.ін.) під час їх монтажу на гідроначіпку трактора.

Транспортування агрегатів на великі відстані необхідно здійснювати тільки з позначенням їхніх габаритів відповідними знаками, які передбачені «Правилами дорожнього руху».

Вимоги техніки безпеки під час підготовки ґрунтообробних, посівних, збиральних чи інших сільськогосподарських агрегатів передбачають, що до роботи з ними допускаються особи, які ознайомлені з будовою агрегатів, їх регулюваннями та організацією виконання робіт.

Перед початком робіт необхідно:

- заїхати на регульовальний майданчик, відкинути підставки, опустити агрегат на опорні колеса;
- установити підпірки так, щоб вони торкалися майданчика, при цьому агрегат ними підтримується;
- установити необхідні регулювання: глибину обробітку для ґрунтообробних знарядь, глибину загортання насіння і норму висіву для посівних агрегатів та інше відповідно до заводської інструкції.

Такий порядок підготовки знарядь та агрегатів до роботи дозволить уникнути травматизму під час їх експлуатації.

Перед виїздом із регульовального майданчика переконавшись, що в зоні маневрування немає сторонніх осіб і об'єктів, що заважають руху.

Під час виконання технологічних процесів сільськогосподарськими знаряддями та агрегатами механізатори зобов'язані мати і використовувати індивідуальні засоби захисту.

Технічне обслуговування

Для підтримання причіпних та інших приєднаних сільськогосподарських знарядь та агрегатів у належному технічному стані виконують їх щозмінне технічне обслуговування одночасно з обслуговуванням трактора, з яким вони працюють. При встановленні на зберігання здійснюють післясезонне технічне обслуговування.

Під час виконання щозмінного технічного обслуговування добре очищають агрегати від ґрунту, бур'янів, та рослинних решток, залишків добрив, посівного матеріалу, пестицидів і т.ін. та оглядають стан кріплення всіх складальних одиниць і робочих органів; усі кріпильні з'єднання повинні бути надійно затягнуті і зафіксовані. Перевіряють тиск у

пневматичних шинах. Виявлені недоліки усувають. Всі тертьові поверхні змащують. Перевіряють та підтягують кріплення робочих органів (стояків, сошників і т.ін.), правильність встановлення та натяг ланцюгів, розміщення робочих органів, відсутність у бункерах насіння і добрив, іншого технологічного матеріалу, сторонніх предметів, змащують агрегати згідно з картами мащення.

Під час післясезонного технічного обслуговування, крім операцій щозмінного технічного обслуговування, робочі органи знарядь промивають у гасі і покривають захисним мастилом для запобігання іржавінню.

Правила зберігання.

Зберігання приєднаних сільськогосподарських знарядь та агрегатів здійснюють згідно з ГОСТ 7751-2009 (ГОСТ 7751-85).

Після закінчення польових робіт складові частини знарядь необхідно доставити до місця зберігання і виконати такі роботи: очистити від пилу, бруду і рослинних залишків; встановити на підставки; демонтувати гідроциліндри, ходові колеса, рукави високого тиску і здати на склад; змастити солідолом маслянки; нанести консерваційне мастило на робочі органи; відкриті місця гідросистем змастити солідолом і оберігати від потрапляння бруду і вологи; бункери насінневих і туковисівних апаратів очистити від насіння і мінеральних добрив; туковисівні апарати та їх бункери промити теплою водою, просушити, щільно закрити; бункери збиральних агрегатів очистити від решток технологічного матеріалу, ґрунту; місця із пошкодженою фарбою підфарбовують; тукопроводи знімають із сівалок, очищають від пилу, добрив, промивають теплою водою та підсушують; втулково-роликові ланцюги знімають, промивають у дизельному паливі і протягом 20 хв. проварюють у автолі; під час зберігання агрегатів у приміщенні ланцюги без натягу встановлюють на них, а на відкритих майданчиках здають на склад; зірочки, зубчасті передачі, різьбові з'єднання покривають антикорозійним мастилом; всі підшипники і тертьові поверхні змащують згідно з картою мащення; тиск у камерах пневматичних шин коліс знижують до 0,098 МПа; всі пружини розвантажують та змащують антикорозійним мастилом; електро-сигналізацію знімають і зберігають на складі після її очищення.

Зберігають сільськогосподарські знаряддя встановленими на підставки у закритому приміщенні або під навісом.

Транспортування агрегатів здійснюють згідно з «Правилами перевезення вантажів».

Тема 8
ОРГАНІЗАЦІЯ ТА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ
СПЕЦІАЛЬНОСТІ 208 «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»

- 8.1. Організація освітнього процесу на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин**
 - 8.1.1. Навчально-методичне забезпечення**
 - 8.1.2. Форми організації освітнього процесу**
- 8.2. Кадрове забезпечення освітнього процесу спеціальності 208 «Агроінженерія»**
- 8.3. Зміст підготовки фахівців спеціальності 208 «Агроінженерія»**
- 8.4. Освітньо-професійна програма підготовки бакалаврів спеціальності 208 «Агроінженерія»**
- 8.5. Освітні вимоги до випускників спеціальності 208 «Агроінженерія»**
- 8.6. Обов'язкова та вибіркова частини змісту освітньої програми підготовки бакалаврів спеціальності 208 «Агроінженерія»**
- 8.7. Атестація бакалаврів спеціальності 208 «Агроінженерія»**



8.1. Організація освітнього процесу на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин

8.1.1. Навчально-методичне забезпечення

Організація і планування освітнього процесу підготовки фахівців освітнього рівня «бакалавр» галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 208 «Агроінженерія» визначається ***Стандартом вищої освіти України, освітньо-професійною програмою, робочим навчальним планом, робочими програмами дисциплін, графіком освітнього процесу, розкладом занять*** за відповідними формами навчання, які затверджує кожного навчального року ректор, а також відповідним навчально-методичним забезпеченням.

Навчально-методичне забезпечення навчального процесу підготовки фахівців освітнього рівня «бакалавр» з галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 208 «Агроінженерія» містить: навчальні плани, робочі програми з усіх обов'язкових і вибіркових навчальних дисциплін, програми практик, підручники і навчальні посібники, методичні матеріали до семінарських, практичних і лабораторних занять, індивідуальні семестрові завдання для самостійної роботи студентів з навчальних дисциплін, матеріали для модульного контролю знань студентів, контрольні роботи з навчальних дисциплін для перевірки рівня засвоєння студентами навчального матеріалу, методичні матеріали для студентів з питань самостійного опрацювання фахової літератури для виконання курсових та кваліфікаційних робіт і проєктів.

Навчальні плани – це один із основних документів науково-методичного забезпечення освітнього процесу підготовки фахівців освітнього рівня «бакалавр» галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 208 «Агроінженерія». Ці документи розроблені на основі Стандарту вищої освіти України та Освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти і затверджені відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя». Відповідно до них здійснюється організація діяльності кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин з усіх її напрямків роботи. Керівництво університету, факультету і кафедри відстежує якісне виконання навчальних планів підготовки фахівців.

Для набуття студентами необхідного рівня практичної підготовки передбачено ***ознайомчу*** (після закінчення першого курсу), ***навчальну*** (після закінчення другого курсу), ***професійно-орієнтовану*** (після закінчення третього курсу) практики. Усі практики забезпечені робочими програмами, методичними вказівками до проходження і вимогами до оформлення звітів.

Кафедра має два філіали – на базі ВСП «Зборівський фаховий коледж» ТНТУ та Сільськогосподарського ТОВ «Україна» (с. Скорики, Тернопільського району Тернопільської області). На філіалах кафедри студенти, під керівництвом викладачів та провідних фахівців ТОВ «Україна», проходять практичну підготовку в умовах реального виробництва, набувають досвіду, підвищують кваліфікацію та апробують наукові розробки.

Організацію освітнього процесу освітнього рівня бакалавр забезпечують деканат і кафедра, які постійно (упродовж кожного семестру) здійснюють контроль якості навчання студентів, поетапно аналізують результати модульних контролів і, відповідно, вчасно реагують на негативні прояви в освітньому процесі.

Кафедра має тісні зв'язки з іншими кафедрами, які також беруть участь у підготовці фахівців цієї спеціальності та споріднених. Для оперативного обміну інформацією, організації співпраці у науковому та методичному плані викладачі використовують сучасні комунікаційні засоби, зокрема, електронну пошту та інтернет.

Використання комп'ютерної техніки в освітньому процесі здійснюється лише з ліцензійними програмними продуктами.

Кафедрою постійно ведеться пошук та впровадження новітніх технологій навчання. Викладачами кафедри з усіх закріплених дисциплін розроблені мультимедійні презентації, які застосовуються під час проведення лекційних, практичних і лабораторних занять з використанням наявної на кафедрі сучасної мультимедійної проекційної відеотехніки. Розроблено також інформаційні пакети для організації дистанційного навчання і самостійної роботи студентів.

З усіх дисциплін спеціальності викладачі кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин регулярно готують та видають посібники, конспекти лекцій та іншу навчально-методичну літературу. Ці матеріали розміщені у зручних для використання форматах у системі електронного навчання ATutor, а також в електронному каталозі інституційного репозитарію ELARTU науково-технічної бібліотеки ТНТУ. Це забезпечує студентам зручний доступ до відповідних матеріалів незалежно від часу проведення занять.

Електронні навчальні курси з дисциплін, які закріплені за кафедрою, проходять сертифікацію відповідно до «Положення про дистанційне навчання у ТНТУ імені Івана Пулюя» затвердженому наказом ректора 22 листопада 2006 року, Уніфікованим вимогам до електронних навчальних курсів у Тернопільському національному технічному університеті імені Іван Пулюя, «Положенню про визнання інформаційних ресурсів для електронного (дистанційного) навчання навчально-методичною працею» затвердженому наказом ректора 30 березня 2017 року та «Положенню про

сертифікацію інформаційних ресурсів для електронного навчання» затвердженому наказом ректора від 28 листопада 2019 року. Всі ці документи відповідають вимогам Міністерства освіти і науки України. Електронні навчальні курси розміщені на сервері дистанційного навчання ТНТУ ім. І. Пулюя.

У навчальному процесі студенти використовують локальні та глобальні інформаційні мережі. Для цього в лабораторіях кафедри створені всі необхідні умови, студенти мають можливість користуватися послугами інтернету. Під'єднання комп'ютерів кафедри до мережі інтернет здійснено за допомогою сучасного широкосмугового з'єднання на основі волоконно-оптичного кабелю. Для забезпечення доступу до мережі інтернет широкого кола студентів і співробітників на кафедрі змонтовано також бездротову мережу стандарту IEEE 802.11 (Wi-Fi).

Під час проведення практичних, лабораторних і семінарських занять зі студентами дистанційно (на випадок карантину, тощо) та зі студентами заочної форми навчання, а також для виконання завдань, що передбачені для самостійного вивчення, для студентів усіх форм навчання практикується застосування онлайн-конференцій BigBlueButton. Такі заняття проходять завдяки можливостям сервера дистанційного навчання ТНТУ ім. І. Пулюя.

Значна увага в освітньому процесі підготовки фахівців освітнього рівня «бакалавр» спеціальності 208 «Агроінженерія» приділяється комп'ютеризації, зокрема для навчання використовуються науково-дослідні програми типу SolidWorks, Ліра та інші. Ці програми призначені для обробки експериментальних даних, які отримані в процесі науково-дослідної роботи студентів та наукової роботи викладачів.

З метою навчання та контролю знань студентів використовується програмна оболонка сервера **дистанційного навчання** ТНТУ ім. І. Пулюя на основі системи ATutor, яка дає змогу для окремих дисциплін:

- вивчати теоретичні розділи;
- отримувати графічну інформацію з тем, що розглядаються;
- отримувати пояснення послідовності окремих складових операцій;
- здійснювати обмін інформацією в режимі онлайн за допомогою файлообмінника, чату, електронної пошти, блогу та форуму;
- виконувати онлайн віртуальні лабораторні та практичні роботи;
- оцінювати якість засвоєння та використання інформації, що підлягає вивченню;
- здійснювати комплексний, поточний та підсумковий контроль знань.

За ініціативою кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин між Тернопільським національним технічним університетом імені Івана Пулюя і провідними підприємствами західного регіону України

укладені **довготермінові угоди про співробітництво з підготовки фахівців**. Метою їх укладання є підвищення якості підготовки молодих спеціалістів, які навчаються на кафедрі. Відповідно до укладених угод ці підприємства зобов'язуються:

- надавати практичну допомогу в організації та проходження на своїх виробничих базах усіх видів практик;
- виділяти спеціалістів для керування практиками студентів;
- сприяти проходженню практик студентами в структурних підрозділах підприємства;
- виділяти необхідні приміщення й робочі місця для студентів, що проходять практику на виробничих базах;
- давати змогу використовувати резервне обладнання для виконання лабораторно-практичних занять, практики, курсового та дипломного проєктування на умовах узгоджених під час планування відповідних видів робіт;
- залучати студентів для вирішення виробничих питань, раціоналізаторської та винахідницької роботи, визначати перелік завдань на курсові та кваліфікаційні роботи згідно своїх потреб;
- брати участь у керуванні виконання студентами курсових та кваліфікаційних робіт;
- брати участь у роботі екзаменаційних комісій у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя;
- кращим студентам, за можливості, надавати матеріальне заохочення (тимчасове працевлаштування на роботу, іменні стипендії, тощо);
- сприяти створенню філіалів кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин на підприємстві;
- здійснювати конкурсний відбір та працевлаштовувати випускників кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

Кафедра співпрацює з підприємствами «Коломиясільмаш», «Рівнесільмаш», «Львівагроماشпроект», а також агропідприємствами м. Тернополя та області, які водночас є базами для проходження студентами практик (Тернопільська філія державної установи «Інститут охорони ґрунтів України, ТзОВ «Степ», ФГ «Збруч», ТзОВ «Універст ЛТД», ТОВ «Україна», ПП «Аропродсервіс Ярчівці», Приватна сільськогосподарська агрофірма «Нічлава»).

8.1.2. Форми організації освітнього процесу

Студенти спеціальності 208 «Агроінженерія» як і студенти більшості спеціальностей, підготовка за якими ведеться у ТНТУ, мають можливість

бути задіяними у **програмах академічної мобільності**, як національної кредитної, так і проходити навчання та практики за кордоном.

Особливості організації академічної мобільності студентів ТНТУ визначені «Положенням про академічну мобільність учасників освітнього процесу Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя» ухваленим на засіданні вченої ради університету від 25 листопада 2015 року. ***Положення регламентує діяльність університету щодо організації академічної мобільності учасників освітнього процесу на території України й за кордоном та розроблене з метою підвищення якості навчання та наукових досліджень***, а також реалізації Стратегії та концепції розвитку ТНТУ ім. Івана Пулюя.

Академічна мобільність – можливість учасників освітнього процесу навчатися, викладати, стажуватися чи проводити наукову діяльність в іншому вищому навчальному закладі (науковій установі) на території України чи поза її межами та може передбачати одночасне отримання кількох документів про освіту або сертифікатів про проходження навчання.

Метою академічної мобільності є підвищення якості вищої освіти, ефективності наукових досліджень, забезпечення конкурентоздатності випускників університету на ринках освітніх послуг і праці, залучення зарубіжного інтелектуального потенціалу до роботи в університеті, набуття студентами досвіду впровадження сучасних моделей створення та поширення знань й поглиблення інтеграційних процесів.

Основними завданнями академічної мобільності є:

- підвищення рівня теоретичної та практичної підготовки учасників освітнього процесу, набуття досвіду проведення науково-дослідної роботи та впровадження її результатів з використанням сучасного обладнання і технологій;
- надання можливості одночасного отримання студентам чи аспірантам двох документів про вищу освіту;
- підвищення рівня володіння іноземними мовами;
- посилення інтеграції освіти і науки, поглиблення знань щодо національних культур інших країн, а також поширення інформації про мову, культуру, освіту і науку України.

Формами академічної мобільності для учасників освітнього процесу, що здобувають освітні рівні молодшого бакалавра, бакалавра, магістра у вітчизняних вищих навчальних закладах, є:

- навчання за програмами академічної мобільності;
- мовне стажування;
- наукове стажування.

Право на академічну мобільність може бути реалізоване на підставі:

- міжнародних договорів про співпрацю в галузі освіти та науки;
- міжнародних програм та проєктів;
- договорів про співробітництво між ТНТУ та вітчизняним вищим навчальним закладом (науковою установою) або його основним структурним підрозділом;
- угод між ТНТУ та іноземними навчальними закладами (науковими установами) та їх основними структурними підрозділами, а також може бути реалізоване учасником освітнього процесу університету з власної ініціативи, підтриманої адміністрацією ТНТУ та керівництвом факультету, на основі індивідуальних запрошень та інших механізмів.

Реалізація академічної мобільності з власної ініціативи регулюється окремими угодами з освітніми та науковими закладами та організаціями, планами дій, відповідними договорами про співробітництво і додатками до них.

Вищі навчальні заклади, які уклали між собою угоду про співробітництво, надалі іменуються «заклади-партнери»

Адміністрація ТНТУ сприяє розвитку академічної мобільності і надає цій роботі адміністративну та ресурсну підтримку.

Міжнародна (зовнішня) академічна мобільність – це навчання, викладання, стажування та проведення досліджень у навчальних закладах (наукових установах) – партнерах поза межами України.

Внутрішня (національна) академічна мобільність – це навчання, викладання, стажування, проведення досліджень у навчальних закладах (наукових установах) – партнерах в межах України.

Ступенева мобільність – навчання у вищому навчальному закладі, відмінному від постійного місця навчання учасника освітнього процесу, з метою здобуття ступеня вищої освіти, що підтверджується документом (документами) про вищу освіту або про здобуття ступеня вищої освіти від двох або більше вищих навчальних закладів;

Кредитна мобільність – навчання у вищому навчальному закладі, відмінному від постійного місця навчання учасника освітнього процесу, з метою здобуття кредитів Європейської кредитної трансферно-накопичувальної системи та/або відповідних компетентностей, результатів навчання (без здобуття кредитів Європейської кредитної трансферно-накопичувальної системи), що будуть визнані у навчальному закладі постійного місця навчання вітчизняного чи іноземного учасника освітнього процесу. При цьому загальний період навчання для таких учасників за програмами кредитної мобільності залишається незмінним.

Організована академічна мобільність – передбачає організацію навчальним закладом поїздок учасників освітнього процесу, а також приїздів до навчального закладу, з метою реалізації освітніх та

дослідницьких програм, у тому числі спільно з партнерськими закладами та організаціями.

Індивідуальна академічна мобільність – це навчання, викладання, стажування та проведення досліджень у навчальних закладах (наукових установах) – партнерах з власної ініціативи з метою реалізації індивідуальних освітніх та дослідницьких програм.

Залікова одиниця (кредит) – одиниця вимірювання обсягу навчального навантаження здобувача вищої освіти, необхідного для досягнення визначених (очікуваних) результатів навчання. Обсяг одного кредиту ЄКТС становить 30 годин.

Угода про навчання може потребувати уточнень після прибуття учасника програми мобільності до закладу-партнера. У таких випадках до угоди про навчання впродовж 2 тижнів вносяться зміни, що затверджуються трьома сторонами: закладами-партнерами та студентом.

В угоді повинні бути зазначені навчальні дисципліни, які студент планує опанувати в іншому навчальному закладі, кількість кредитів ЄКТС, відведених для вивчення навчальних дисциплін (або модулів) та графік навчального процесу з вказаними термінами екзаменаційних сесій (датами видачі Академічних довідок (Transcript of records)).

Виписка навчальних досягнень (Transcript of Records) це документ, який засвідчує результати навчання та відображає успішність студента за списком дисциплін, які він вивчав, отримані кредити, оцінки (за національною шкалою, що використовується в навчальному закладі) і оцінки ЄКТС.

Угода про навчання разом з академічною довідкою (випискою), має на меті гарантувати повне визнання програми навчання учасника освітнього процесу, виконаної у закладах-партнерах.

Угода на проведення навчання (Staff Mobility for Teaching Mobility Agreement) укладається на час проведення академічної мобільності та має бути узгоджена закладами-партнерами, визначає період на проведення навчання, мету, зміст навчальної програми та очікувані результати.

Угода на стажування (Staff Mobility for Training Mobility Agreement) укладається на період академічної мобільності та має бути узгоджена закладами-партнерами. Вона визначає мету, зміст програми та очікувані результати.

Документ про рівень мовної підготовки.

Додаткові документи (листи підтримки, відгуки тощо).

Національна кредитна мобільність діє в рамках договорів про встановлення науково-освітніх відносин для задоволення потреб розвитку освіти і науки, укладених з Національним технічним університетом України «Київський політехнічний інститут»,

Національним університетом «Львівська політехніка», Луцьким національним технічним університетом, Вінницьким національним аграрним університетом, Харківським національним технічним університетом сільського господарства імені Петра Василенка.

Допускаються індивідуальні угоди про академічну мобільність для навчання та виконання досліджень в університетах та наукових установах України. До керівництва науковою роботою здобувачів залучають провідних фахівців університетів України на умовах індивідуальних договорів. Кредити, отримані в інших університетах України, перезараховуються відповідно до *довідки про академічну мобільність*.

Міжнародна кредитна мобільність

Метою міжнародної діяльності університету в цілому та кафедри зокрема, є підвищення ефективності співпраці з закладами вищої освіти, тобто ЗВО-партнерами, пошук, вивчення і застосування кращого закордонного досвіду науково-дослідної та навчально-методичної роботи, розширення мобільності науково-педагогічних працівників і студентів, адаптація до європейських та світових стандартів із збереженням кращих напрацювань національної освіти, підвищення іміджу університету в Україні та за її межами.

Головними напрямками діяльності в сфері міжнародного співробітництва є:

- залучення науково-педагогічних працівників, магістрів та аспірантів до участі у міжнародних проєктах;
- співробітництво з міжнародними освітніми установами та агенціями;
- викладання для іноземних громадян в університеті;
- організація стажувань, підвищення кваліфікації викладачів та студентів, професійної практики студентів за кордоном;
- використання міжнародного досвіду в навчально-методичній та культурно-виховній роботі;
- сприяння науковій співпраці з іноземними колегами.

Академічна мобільність викладачів та студентів

В рамках проєкту Tempus Tacis JEP_26182_2005 «EU-UA Master Degree in Software Engineering» діє «Європейсько-Українська магістратура з програмного забезпечення», впроваджено узгоджені програми підготовки магістрів та докторів філософії, проводяться літні школи.

Розвиток спільних програм є одним з магістральних напрямків розвитку міжнародного співробітництва. Тому для університету актуальним залишається розширення сфери співробітництва з іноземними ЗВО-партнерами.

З 2011 року в ТНТУ започатковано один із найважливіших напрямків міжнародного співробітництва у галузі освіти – **програму двох**

дипломів, яка дає можливість студентам отримати український та закордонний диплом.

На сьогодні функціонує освітня магістерська програма з Державним університетом «Люблінська Політехніка», Опольська політехніка та узгоджуються навчальні плани з політехнікою у Лодзі (Польща). **Студенти мають можливість отримати два дипломи навчаючись у ТНТУ та ЗВО-партнері.** Широко впроваджується освітня Україно-німецька програма підготовки бакалаврів (Університет прикладних наук, м. Шмалькальден, Німеччина).

У 2015-2021 роках за програмою двох дипломів в іноземних ЗВО-партнерах навчалось більше ста студентів, зокрема, в університеті «Опольська Політехніка» (Польща) – 30 студентів; «Люблінська Політехніка» (Польща) – 45 студентів; в Університеті прикладних наук м. Шмалькальден (Німеччина) – 15 студентів.

3 січня 2014 року стартувала програма Європейського Союзу «Erasmus⁺», яка надає можливість **навчатися, проходити стажування чи викладати в іншій країні, що бере участь в програмі.** У Єврокомісії Erasmus назвали найуспішнішою освітню програму ЄС і важливим інструментом боротьби з молодіжним безробіттям. Першими університетами, з якими ТНТУ підписав міжінституційні угоди в рамках **програми академічної мобільності «Erasmus⁺» КА-107**, стали заклади вищої освіти Республіки Польща – Опольська Політехніка та Люблінська Політехніка. Впродовж наступних років університет впровадив **проекти кредитної мобільності** ще з 13 університетами – партнерами за програмою «Erasmus⁺».

Індивідуальна академічна мобільність можлива завдяки участі у програмах проекту «Erasmus⁺» КА-107, кредитна мобільність діє спільно з Господарською академією ім. Д. А. Ценова м. Свіштов (Болгарія), Університетом Південної Богемії (Чеська Республіка).

Індивідуальна академічна мобільність на конкурсній основі можлива за програмою ЄС Еразмус Мундус 545653-ЕМ-1-2013-1-PL-ERA MUNDUS-EMA21 «Ініціатива технічних університетів Кавказького та Атлантичного регіонів в забезпеченні високих освітніх стандартів».

Викладачі кафедри щорічно беруть участь у міжнародних конференціях, які організовують ВНЗ партнери.

За результатами проектів 2015-2021 років 32 студенти, 30 науково-педагогічних та адміністративних працівників нашого університету реалізували індивідуальну мобільність у рамках програми. На сьогодні серед ЗВО-партнерів ТНТУ у рамках програми «Erasmus⁺» напрямок КА1 є такі потужні університети як Університет Валенсії (Іспанія), Каунаський технологічний університет (Литва), Вроцлавський економічний

університет (Польща), Технічний університет Кошице (Словаччина) та багато інших.

З 2017 року студенти третього курсу ТНТУ мають можливість участі у конкурсному відборі програми *науково-дослідного стажування Mitacs Globalink Research Internship*, яка є міжнародною ініціативою для іноземних студентів третього курсу з Австралії, Бразилії, Китаю, Франції, Індії, Німеччини, Мексики, Саудівської Аравії, Тунісу та України для дослідницького стажування в Канаді.

З 2018 року в ТНТУ започатковано програму *семестрового навчання з Університетом «Люблінська політехніка»* (Польща), яка дає можливість студентам навчатись безкоштовно один семестр в іноземному закладі вищої освіти, відтак пропозицією скористалось більше 20 студентів різних спеціальностей нашого університету.

На сьогодні ТНТУ співпрацює з 91 закордонним закладом вищої освіти з 21 країни (Польща, Німеччина, Литва, Франція, Іспанія, Великобританія, Португалія, Естонія, Словенія, Туреччина, Грузія, Швеція, Румунія, Китай, Болгарія, Боснія і Герцеговина, Фінляндія, Азербайджан, США, Канада, Індія), з якими укладено угоди про співробітництво в освітній і науковій сферах.

Найплідніше розвивається наукова та академічна співпраця з Українським вільним університетом, Інститутом випробовування матеріалів Штутгартського університету (Німеччина), Технічним університетом «Вроцлавська політехніка», Жешувським політехнічним інститутом, Маріборським університетом (Словенія), Комп'єнським університетом та Університетом П'єра і Марії Кюрі (Франція), фірмами Cisco, Schneider-Electric, Microsoft, STElectronic та іншими. З науковцями Бірмінгемського університету (Великобританія) і Лулельського університету (Швеція), університетом Марібор (Словенія) здійснюються дослідження в галузі механіки руйнування. Налагоджено співробітництво з україно-китайським технопарком м. Цзинань (КНР).

На даний час в університеті функціонують **12 міжнародних освітніх центрів відомих світових компаній**, серед них: регіональна мережева академія CISCO; сертифікаційний центр VUE; регіональний навчальний центр Schneider Electric; академія Microsoft IT.

Міжнародні практики

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя одним із перших університетів Тернополя запропонував студентам проходження навчальної практики на провідних підприємствах Європи.

З 2007 року базою практики є компанія «Устронянка» (Польща) – відоме на теренах Європи підприємство харчової промисловості, один із

лідерів на ринку безалкогольних напоїв Польщі. В результаті тісної співпраці університету та компанії у лютому 2010 року в ТНТУ відкрито спільну лабораторію комп'ютерних систем і мереж, де студенти опановують основи програмування, комп'ютерних наук та автоматизації технологічних процесів, зокрема і в харчовій промисловості. Загалом за роки співробітництва більше 400 студентів ТНТУ пройшли практику на виробництві «Устроянка».

З 2010 року **триває співпраця з Асоціацією АПОЛЛО (Німеччина)**, яка займається проєктами в області екології, сільського господарства і розвитку села в Східній Європі (www.apollo-online.de). Асоціація була створена в 1991 році з ініціативи німецьких студентів для започаткування обміну і співробітництва між ЗВО та студентами Німеччини і Східної Європи.

З 2011 року розпочато співпрацю з об'єднанням «Німецька селянська спілка» (Німеччина).

З 2012 по 2021 рік 42 студенти пройшли практику за програмами АПОЛЛО та Німецького селянського союзу.

Перед проходженням практики студенти мають можливість пройти курси польської чи німецької мов.

Впродовж стажування-практики студенти підвищують кваліфікацію на автоматизованих фермерських підприємствах Німеччини, відвідують навчальні семінари, отримують можливість удосконалити володіння німецькою мовою під час проживання в німецьких родинах.

З 2012 року в університеті було **запроваджено програму практики «Агрімпульс»** для студентів, які зацікавлені в поглибленні теоретичних знань і набутті практичних навичок сільськогосподарського виробництва на овочевих та тваринницьких підприємствах німецькомовних кантонів Швейцарії. Можливістю практики за програмою «Агрімпульс» скористалось 43 студенти університету.

З 2014 року в рамках підписаних угод з Солотською вищою школою та Вищою школою інженерії та економіки в Слупську (Польща) **розпочато програми мовного стажування та фахових практик студентів.**

З року в рік ТНТУ розширює географію пропонованих студентам практик.

З 2016 року, відповідно до угоди з Асоціацією підприємців району Таураге (Литовська Республіка), студенти університету мають можливість стажування на підприємствах Республіки Литва, зокрема: UAB «Televizijos komunikacijos», «Autoezeruona II», «Z1B0SA» JSC, «Apastata» JSC, «Tauru kedras» JSC, UAB «Molupis ir Ko», UAB «Lenktas medis», UAB «Вгетепа». За період 2016-2021 років практику в Литовських компаніях пройшли більше 100 студентів.

У 2016-2017 роках університетом підписано угоди ще з двома польськими компаніями «Т.В.Fruit» та «Meprozet», які дозволяють студентам університету проходити практику та стажування під час літніх канікул.

8.2. Кадрове забезпечення освітнього процесу спеціальності 208 «Агроінженерія»

Науково-педагогічний персонал (8 викладачів) кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин забезпечує навчально-методичну роботу з 18 дисциплін фахової підготовки студентів спеціальності 208 «Агроінженерія» (загальна кількість дисциплін 32).

Із викладачів кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин підготовку фахівців освітнього рівня «бакалавр» з галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 208 «Агроінженерія» виконують на постійній основі 8 осіб: доцент, д.т.н. – 1; доцент, к.т.н. – 5; старший викладач, к.т.н. – 1; старший викладач – 1.

У підготовці бакалаврів за спеціальністю 208 «Агроінженерія», окрім викладачів кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин, беруть участь викладачі інших кафедр університету для викладання циклів загальної та професійної підготовки (кафедри філософії, української та іноземних мов, фізики, вищої математики та ін.).

Реалізацію освітньої програми спеціальності 208 «Агроінженерія» забезпечують науково-педагогічні працівники ТНТУ, що працюють в університеті на постійній основі.

Загалом, викладання лекційних годин дисциплін загальної та професійної підготовки здійснюють 28 (100 %) науково-педагогічних працівників, з них 28 – штатних (100 %); 24 з них (85,7 %) мають наукові ступені та вчені звання, у т.ч.: 4 (14,3 %) – доктори наук, професори та науково-педагогічні працівники зі стажем педагогічної роботи більше 10 років; 20 (71,4 %) – кандидати наук, доценти.

Викладання лекційних годин дисциплін циклу загальної підготовки здійснюють 26 (100 %) штатних науково-педагогічних працівників, з них 23 (88,5 %) мають наукові ступені, вчені звання, у т.ч.: 3 (11,5 %) – доктори наук, професори; 20 (77 %) – кандидати наук, доценти. Викладання лекційних годин дисциплін професійної підготовки здійснюють 8 (100 %) штатних науково-педагогічних працівників, з них 6 (75 %) мають наукові ступені, вчені звання, у т.ч.: 1 (12,5 %) – доктор наук; 5 (62,5 %) – кандидати наук, доценти.

Викладачі, що беруть участь у підготовці бакалаврів спеціальності 208 «Агроінженерія», працюють у таких напрямках: навчальний, навчально-методичний, науково-дослідний та профорієнтаційний. Для підвищення рівня освітнього процесу працюють постійно діючі методичні семінари, на яких розглядаються важливі проблеми методології, методики викладання.

8.3. Зміст підготовки фахівців спеціальності 208 «Агроінженерія»

Зміст підготовки фахівців освітнього рівня «бакалавр» з галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 208 «Агроінженерія» за повний термін їх навчання – три роки і десять місяців, визначають такі документи:

- **освітня програма** підготовки фахівців освітнього рівня «бакалавр» з галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 208 «Агроінженерія», розроблена на основі Стандарту вищої освіти України;
- **навчальні плани** підготовки фахівців освітнього рівня «бакалавр» з галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 208 «Агроінженерія», розроблені відповідно до освітньої програми.

Освітня програма і навчальні плани регламентують:

- обов’язкову частину підготовки фахівців освітнього рівня бакалавр зі спеціальності 208 «Агроінженерія»;
- рекомендований перелік навчальних дисциплін підготовки бакалаврів спеціальності 208 «Агроінженерія»;
- нормативний термін навчання;
- форми атестації фахівців.

Навчальні плани підготовки фахівців передбачають також вибіркову частину за вказаним освітнім рівнем і спеціальністю.

Програма підготовки фахівців освітнього рівня «бакалавр» триває 3 роки 10 місяців по два семестри у кожному навчальному році. Ця програма містить ознайомчу (після першого курсу), навчальну (після другого курсу) та професійно-орієнтовану (після третього курсу) практики тривалістю два тижні кожна.

Порядок проходження практик та обсяги робіт під час них регламентуються відповідними програмами практик, методичними рекомендаціями до їхнього проходження та відповідає встановленим вимогам.

Навчальне навантаження на студентів не перевищує: I курс – 24 години на тиждень; II, III, IV курси – 22 години на тиждень. Впродовж кожного семестру студенти вивчають не більше восьми навчальних дисциплін.

Види практичної підготовки та її обсяг визначаються переліком знань та вмінь, які мають набути студенти, що необхідні для вирішення соціально-професійних завдань.

Студенти мають можливість користуватись такими бібліотечними фондами: науково-технічною бібліотекою ТНТУ, обласною науково-технічною бібліотекою, технічною бібліотекою Тернопільського центру стандартизації, метрології та сертифікації та ін.

Для інформаційно-методичного забезпечення дисциплін підготовки фахівців спеціальності 208 «Агроінженерія» викладачі кафедри готують і видають спеціалізовані навчальні посібники, курси лекцій, навчально-методичні розробки і вказівки. Для зручного доступу студентів до навчальних матеріалів у ТНТУ створено фонд навчально-методичних матеріалів в електронному вигляді, який розміщений в інституційному репозитарію ELARTU науково-технічної бібліотеки університету. Значна частина навчально-методичної літератури, яка розроблена викладачами кафедри, розміщена на сайті електронного навчання ТНТУ на відповідних навчальних дисциплінах. Усі ці заходи дозволяють повністю методично забезпечити всі види занять з усіх дисциплін підготовки студентів спеціальності 208 «Агроінженерія».

В освітньому процесі використовується однорангова локальна мережа інтернет. Це забезпечує централізоване зберігання важливих даних та документів, оптимізацію освітнього процесу з можливістю проведення навчальних занять у режимі он-лайн під час необхідності дистанційного навчання, а також використання програм віддаленого контролю за результатами навчання студентів і можливості спільної роботи в мережі.

Підготовка фахівців освітнього рівня «бакалавр» спеціальності 208 «Агроінженерія» завершується виконанням і захистом кваліфікаційної роботи бакалавра.

Керівниками кваліфікаційних робіт бакалаврів призначають викладачів кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин. Тематика кваліфікаційних робіт бакалаврів повністю відповідає підготовці фахівців спеціальності 208 «Агроінженерія».

Для атестації випускників освітнього рівня (надалі ОР) «бакалавр» створюють **екзаменаційні комісії**, головами яких призначають досвідчених фахівців у галузі агровиробництва.

Рецензентами кваліфікаційних робіт бакалаврів призначають кваліфікованих спеціалістів у даній галузі, переважно к.т.н., доцентів.

Кваліфікаційні роботи повинні відображати здатність авторів розв'язувати складні спеціалізовані інженерні завдання та прикладні завдання, пов'язані з ефективним застосуванням сільськогосподарської техніки і механізованих технологій в агропромисловому виробництві.

У кваліфікаційних роботах не може бути академічного плагіату, фальсифікації та списування.

Кваліфікаційні роботи оприлюднюється в електронному вигляді у репозитарії ТНТУ.

Оприлюднення кваліфікаційних робіт, що містять інформацію з обмеженим доступом, здійснюється відповідно до вимог чинного законодавства.

Щорічно, за результатами захистів кваліфікаційних робіт (проектів), екзаменаційна комісія (надалі ЕК) робить висновки щодо рекомендації найкращих робіт до впровадження у виробництво. Умовою рекомендації до впровадження є високий професійний рівень виконання, корисність для підприємства здійснених розробок щодо підвищення ефективності діяльності та успішність представлення студентом роботи (проекту). Студенти-випускники можуть також виконувати кваліфікаційні роботи на замовлення агропідприємств, також використовувати у своїх роботах результати проходження практик.

Працевлаштування випускників кафедри здійснюється на основі підписаних угод з підприємствами м. Тернополя і області та інших регіонів. У даний час спостерігається тенденція залучення студентів старших курсів для роботи в позаурочний час у різних комерційних структурах, фірмах, де студенти продовжують працювати після закінчення університету. У зв'язку з вищезазначеним, процес адаптації молодих спеціалістів значно спрощується та прискорюється.

8.4. Освітня (освітньо-професійна) програма підготовки бакалавра зі спеціальності 208 «Агроінженерія»

Освітня програма (надалі ОП) підготовки бакалавра зі спеціальності 208 «Агроінженерія» розроблена на основі Стандарту вищої освіти України. ОП є нормативним документом, в якому узагальнено зміст освіти, відображено цілі освітньої та професійної підготовки, визначено місце фахівця в структурі господарства держави та вміщено компетентності, що визначають специфіку підготовки бакалавра зі спеціальності та результати навчання. Ці результати виражають, що саме студенти повинні знати, розуміти та бути здатними виконувати після успішного завершення освітньої програми. Компетентності ОП узгоджені

між собою та відповідають дескрипторам Національної рамки кваліфікацій.

Освітня програма встановлює:

- нормативну частину змісту навчання бакалавра галузі знань **20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 208 «Агроінженерія»** на факультеті інженерії машин, споруд та технологій Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, її інформаційний обсяг та рівень засвоєння у процесі підготовки фахівців;
- рекомендований перелік навчальних дисциплін підготовки фахівців за вказаною спеціальністю;
- нормативний термін навчання;
- форми атестації.

Цей документ поширюється на органи управління вищою освітою та заклади вищої освіти, де готуються фахівці освітнього рівня бакалавр.

Узагальнений об'єкт діяльності випускників спеціальності 208 «Агроінженерія» – низовий рівень управління виробництвами агропромислових підприємств різних форм власності.

Перелік нормативних документів, на яких базується освітня програма:

- Стандарт вищої освіти України [Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/208-agroinzheneriya-bakalavr.pdf>];
- Закон України «Про вищу освіту» від 01.07.2014 № 1556-VII. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>;
- Закон України «Про освіту» від 05.09.2017 № 2145-VIII. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>;
- Закон України «Про ліцензування видів господарської діяльності» від 02.03.2015 № 222-VIII. [Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/222-19>];
- Постанова Кабінету Міністрів України від 29.04.2015 № 266 «Про затвердження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти» (зі змінами);
- Наказ Міністерства освіти і науки України від 1 червня 2017 р. № 600 (у редакції наказу Міністерства освіти і науки України від 21 грудня 2017 р. № 1648) «Про затвердження та введення в дію Методичних рекомендацій щодо розроблення стандартів вищої освіти»;
- Національний класифікатор України: «Класифікатор професій» ДК 003:2010. – Київ: Вид-во «Соцінформ», 2010.

Основні сфери використання бакалаврів спеціальності 208 «Агроінженерія» – компетенція фахівця базового рівня дозволяє виконувати обов'язки механіка, техніка, диспетчера, техніка-механіка

сільськогосподарського (лісогосподарського) виробництва, лаборанта, техніка-лаборанта, агротехніка, техніка-агрохіміка, техніка-технолога, майстра виробничого навчання, майстра структурного підрозділу та інші.

Місця працевлаштування: підприємства агропромислового комплексу, сервісного обслуговування машин, машинобудівного спрямування, переробки сільськогосподарської продукції, лабораторії тощо.

Можливість навчання за програмою другого циклу FQ-EHEA, 7 рівня EQF-LLL та 8 рівня НРК. Набуття додаткових кваліфікацій в системі післядипломної освіти.

8.5. Освітні вимоги до випускників спеціальності

208 «Агроінженерія»

Загальні вимоги. Підготовка фахівців ОР «бакалавр» здійснюється упродовж трьох років десяти місяців навчання (240 кредитів) на базі повної загальної середньої освіти або упродовж двох років десяти місяців на основі ОР «фаховий молодший бакалавр» (ОКР «молодший спеціаліст»). Студенти вивчають обов'язкові гуманітарні, соціально-економічні, фундаментальні та професійно-орієнтовані дисципліни.

Метою освітньої програми є підготовка фахівців, здатних розв'язувати спеціалізовані завдання та прикладні завдання, пов'язані з застосуванням сільськогосподарської техніки і механізованих технологій виробництва, первинної обробки, зберігання та транспортування сільськогосподарської продукції, технічного обслуговування та усунення відмов, управління механізованими технологічними процесами, виробничими підрозділами, які здійснюють технічне забезпечення агропромислового підприємства.

Об'єкт вивчення та діяльності (основний фокус освітньої програми) – явища та процеси, пов'язані з ефективним функціонуванням сільськогосподарської техніки і механізованими технологіями в агропромисловому виробництві.

Особливість освітньої програми – це інтеграція загально-технічної та спеціальної технічної підготовки під час дослідження явищ та процесів, пов'язаних з ефективним функціонуванням сільськогосподарської техніки і механізованими технологіями в агропромисловому виробництві.

Бакалавр спеціальності «Агроінженерія» за час навчання повинен засвоїти такі програмні компетентності: інтегральна, загальні, спеціальні.

Інтегральна компетентність полягає у здатності розв'язувати складні спеціалізовані завдання та практичні проблеми у галузі агропромислового виробництва, що передбачає застосування певних знань та вмінь, технологічних методів та прийомів і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

До загальних компетентностей відносять:

- здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні;
- здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя;
- цінування та повага до різноманітності та мультикультурності;
- здатність спілкуватися українською мовою як усно, так і письмово;
- здатність спілкуватися іноземною мовою;
- знання та розуміння предметної області та розуміння професії;
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- здатність будувати моделі систем предметної області.

До спеціальних (фахових) компетентностей відносять:

- здатність використовувати у фаховій діяльності знання будови і технічних характеристик сільськогосподарської техніки для моделювання технологічних процесів аграрного виробництва;
- здатність проектувати механізовані технологічні процеси сільськогосподарського виробництва, використовуючи основи природничих наук;
- здатність використовувати основи механіки твердого тіла і рідини, матеріалознавства і міцності матеріалів для опанування будови та теорії сільськогосподарської техніки;
- здатність до конструювання машин на основі графічних моделей просторових форм та інструментів автоматизованого проектування;
- здатність використовувати теоретичні основи та базові методи термодинаміки і гідравліки для визначення і вирішення інженерних завдань;

- здатність вибирати і використовувати механізовані технології, в тому числі в системі точного землеробства; проєктувати та управляти технологічними процесами й системами виробництва, первинної обробки, зберігання, транспортування та забезпечення якості сільськогосподарської продукції відповідно до конкретних умов аграрного виробництва;
- здатність комплектувати оптимальні сільськогосподарські агрегати, технологічні лінії та комплекси машин;
- здатність до використання технічних засобів автоматики і систем автоматизації технологічних процесів в аграрному виробництві;
- здатність виконувати монтаж, налагодження, діагностування та випробування сільськогосподарської техніки, технологічного обладнання, систем керування і забезпечувати якість цих робіт;
- здатність організовувати використання сільськогосподарської техніки відповідно до вимог екології, принципів оптимального природокористування й охорони довкілля.
- здатність планувати і здійснювати технічне обслуговування та усувати відмови сільськогосподарської техніки та технологічного обладнання;
- здатність аналізувати та систематизувати науково-технічну інформацію для організації матеріально-технічного забезпечення аграрного виробництва;
- здатність організовувати роботу та забезпечувати адміністративне управління виробничими підрозділами, які здійснюють технічне забезпечення агропромислового виробництва відповідно до реалізації правових вимог безпеки життєдіяльності і охорони праці;
- аналізувати показники техногенних та природних небезпек, а також планувати і виконувати відповідні захисні заходи;
- здатність здійснювати економічне обґрунтування доцільності застосування технологій та технічних засобів в агропромисловому виробництві, інженерно-технічних заходів з підтримання машинно-тракторного парку, фермської та іншої сільськогосподарської техніки в працездатному стані;
- здатність застосовувати сучасне програмне забезпечення для моделювання елементів агровиробництва.

Дані компетентності забезпечують зміст **результатів навчання**:

- РН 1. Володіти гуманітарними, природничо-науковими та професійними знаннями; формулювати ідеї, концепції з метою використання у професійній діяльності.
- РН 2. Застосовувати міжнародні та національні стандарти і практики в професійній діяльності.

- РН 3. Усвідомлювати цінність захисту незалежності, територіальної цілісності та демократичного устрою України.
- РН 4. Знати основні історичні етапи розвитку предметної області.
- РН 5. Знати роль і місце агроінженерії в агропромисловому виробництві.
- РН 6. Формулювати нові ідеї та концепції розвитку агропромислового виробництва.
- РН 7. Розв'язувати складні інженерно-технічні задачі, пов'язані з функціонуванням сільськогосподарської техніки та технологічними процесами виробництва, зберігання, обробки та транспортування сільськогосподарської продукції.
- РН 8. Оцінювати та аргументувати значимість отриманих результатів випробувань сільськогосподарської техніки.
- РН 9. Виявляти, узагальнювати та вирішувати проблеми, що виникають у процесі професійної діяльності, та формувати у майбутнього фахівця почуття відповідальності за виконувану роботу.
- РН 10. Демонструвати повагу до етичних принципів, своєю поведінкою впроваджувати етичні норми взаємовідносин у колективі, які сприяють досягненню виробничої мети. Проявляти самостійність і відповідальність у роботі.
- РН 11. Виконувати експериментальні дослідження роботи сільськогосподарської техніки в конкретних умовах використання, здійснювати патентний пошук.
- РН 12. Вибирати машини та обладнання і режими їх роботи у механізованих технологічних процесах рослинництва, тваринництва, первинної обробки сільськогосподарської продукції. Проектувати технологічні процеси та обґрунтовувати комплекси машин для механізованого виробництва сільськогосподарської продукції. Розробляти операційні карти для виконання механізованих технологічних процесів.
- РН 13. Описувати будову та пояснювати принцип дії сільськогосподарської техніки. Вибирати робочі органи машин відповідно до ґрунтово-кліматичних умов та особливостей сільськогосподарських матеріалів.
- РН 14. Відтворювати деталі машин у графічному вигляді згідно з вимогами системи конструкторської документації. Застосовувати вимірювальний інструмент для визначення параметрів деталей машин.
- РН 15. Визначати показники якості технологічних процесів, машин та обладнання і вибирати методи їх визначення згідно з нормативною документацією.

- РН 16. Розуміти принцип дії машин та систем, теплові режими машин та обладнання аграрного виробництва. Визначати параметри режимів роботи гідравлічних систем та теплоенергетичних установок сільськогосподарського призначення.
- РН 17. Вибирати та застосовувати механізовані технології відповідно до агрокліматичних умов та обґрунтовувати технології за економічними та якісними критеріями.
- РН 18. Застосовувати закони електротехніки для пояснення будови і принципу дії електричних машин. Визначати параметри електроприводу машин та обладнання сільськогосподарського призначення. Вибирати і використовувати системи автоматизації та контролю технологічних процесів в аграрному виробництві.
- РН 19. Застосовувати стратегії та системи відновлення працездатності тракторів, комбайнів, автомобілів, сільськогосподарських машин та обладнання. Складати плани-графіки виконання ремонтно-обслуговуючих робіт. Виконувати операції діагностування, технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки.
- РН 20. Оцінювати роботу машин і засобів механізації аграрного виробництва за критеріями екологічності та ефективності природокористування. Розробляти заходи зі зниження негативного впливу сільськогосподарської техніки на екосистему.
- РН 21. Визначати склад та обсяги механізованих робіт, потребу в пально-мастильних матеріалах та запасних частинах.
- РН 22. Визначати чисельні значення показників оцінювання стану охорони праці в галузях сільського господарства. Розробляти заходи з охорони праці і безпеки життєдіяльності відповідно до правових вимог законодавства.
- РН 23. Аналізувати ринок продукції та сільськогосподарської техніки. Складати бізнес-плани виробництва сільськогосподарської продукції. Виконувати економічне обґрунтування технологічних процесів, технологій, матеріально-технічного забезпечення аграрного виробництва. Застосовувати методи управління проектами виробництва продукції рослинництва та тваринництва.
- РН 24. Організовувати виробничий процес підрозділів з технічного забезпечення агропромислових виробництв.
- РН 25. Застосовувати на практиці сучасні геоінформаційні технології та результати моделювання елементів агровиробництва під час проектування засобів та технологій вирощування сільськогосподарських культур.

8.6. Обов'язкова та вибіркова частини змісту освітньої програми підготовки бакалавра зі спеціальності 208 «Агроінженерія»

Освітня програма містить такі частини підготовки:

- обов'язкова (інваріантна);
- вибіркова (варіативна).

Розподіл змісту освітньої програми за навчальними дисциплінами, тобто освітніми компонентами (надалі ОК) підготовки бакалавра та максимальний навчальний час за циклами підготовки, наведено у таблиці 8.1.

Обов'язкова частина змісту освіти за освітньою програмою підготовки бакалавра з агроінженерії складається із *циклів загальної та професійної підготовки*.

До *циклу загальної підготовки* відносять спеціальні дисципліни, які забезпечують набуття знань та вмінь, необхідних для виконання професійних завдань, і дисципліни гуманітарного та соціально-економічного спрямування, що забезпечують набуття знань та вмінь, необхідних для вирішення соціально-професійних завдань.

Цикл професійної підготовки містить фахові дисципліни і формується на основі сукупності професійних компетентностей рівнів сформованості знань та вмінь і має на меті набуття та закріплення студентами вмінь та знань, необхідних для вирішення професійних і соціально-професійних завдань.

Навчальне навантаження в навчальному плані розподілене з розрахунку 30 кредитів на кожен семестр і не більше 24 годин аудиторних занять на тиждень навчання (I курс) та 22 годин аудиторних занять на тиждень (II, III, IV курс).

Види практичної підготовки та її обсяг визначаються переліком знань та вмінь, які мають набути студенти, в тому числі під час проходження практик.

Дисципліни обов'язкової частини навчальної програми повинні забезпечити компетентності результатів навчання. Забезпечення результатів навчання (надалі РН) відповідно навчальним дисциплінам (освітнім компонентам (ОК)) наведено в таблиці 8.2.

Вибіркова частина змісту освіти за освітньою програмою підготовки бакалавра з агроінженерії формується з дисциплін позначених ВБ (див. табл. 8.1) і вміщає цикли загальної і професійної підготовки. *Вибіркову частину студенти вибирають самостійно за своїми вподобаннями з переліку запропонованих навчальним закладом.* Вибіркова частина має бути не менше 60 кредитів.

Послідовність вивчення компонент освітніх програм (навчальних дисциплін) по курсах і семестрах наведена в таблиці 8.3.

Таблиця 8.1 – Компоненти освітньої програми
бакалавра з агроінженерії

од н/д	Компоненти освітньої програми (навчальні дисципліни, курсові проєкти (роботи), практики, кваліфікаційна робота)	Кількість кредитів	Форма підсумкового контролю
1	2	3	4
Обов'язкові компоненти ОП			
ОК-1	Агрозахист	6,0	залік
ОК-2	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	4,0	екзамен
ОК-3	Вища математика	15,0	екзамен, залік
ОК-4	Вступ до фаху	4,0	залік
ОК-5	Деталі машин і ПТО	8,0	екзамен
ОК-6	Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка	4,0	залік
ОК-7	Інженерна графіка та CAD системи	9,0	екзамен, диф.залік
ОК-8	Іноземна мова професійного спрямування	6,0	екзамен
ОК-9	Історія та культура України	5,0	екзамен
ОК-10	Механіка рідин і газів, гідро- та пневмопривід	4,0	залік
ОК-11	Опір матеріалів	9,0	екзамен
ОК-12	Основи програмування	4,0	екзамен
ОК-13	Основи теплотехніки	5,0	екзамен
ОК-14	Теорія механізмів і машин	4,0	екзамен
ОК-15	Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень	4,0	залік
ОК-16	Техноекологія та цивільна безпека	4,0	залік
ОК-17	Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство	8,0	екзамен
ОК-18	Українська мова (за професійним спрямуванням)	5,0	екзамен
ОК-19	Фізика	12,0	екзамен
ОК-20	Філософія	4,0	екзамен
ОК-21	Експлуатація сільськогосподарських машин	6,0	екзамен
ОК-22	Машини та обладнання для тваринництва	8,5	екзамен
ОК-23	Курсовий проєкт з дисципліни «Машини та обладнання для тваринництва»	1,0	диф.залік

Закінчення таблиці 8.1

1	2	3	4
ОК-24	Організація і технологія механізованих робіт	7,0	екзамен
ОК-25	Курсовий проєкт з дисципліни «Організація і технологія механізованих робіт»	1,0	диф.залік
ОК-26	Ремонт сільськогосподарської техніки	4,0	екзамен
ОК-27	Сільськогосподарські машини: конструкції та розрахунок	8,0	екзамен
ОК-28	Курсовий проєкт з дисципліни «Сільськогосподарські машини: конструкції та розрахунок»	1,0	диф.залік
ОК-29	Ознайомча практика	3,0	диф.залік
ОК-30	Навчальна практика	3,0	диф.залік
ОК-31	Професійно-орієнтована практика	3,0	диф.залік
Загальний обсяг обов'язкових компонент:		169,5	
Вибіркові компоненти ОП			
ВБ-1	Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання	4,0	екзамен
ВБ-2	Іноземна мова професійно-ділового спрямування	10,0	екзамен
ВБ-3	Основи права	3,0	залік
ВБ-4	Теоретична механіка	5,0	екзамен
ВБ-5	Автоматизована робота сільськогосподарських машин	4,0	екзамен
ВБ-6	Енергетичні засоби сільськогосподарського виробництва	9,0	екзамен
ВБ-7	Основи агрономії	6,0	залік
ВБ-8	Прикладні програми в агроінженерії	6,5	екзамен
ВБ-9	Технічний сервіс в агровиробництві	4,0	залік
ВБ-10	Технології вирощування сільськогосподарських культур	6,0	екзамен
ВБ-11	Технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції	4,0	залік
Загальний обсяг вибірових компонент:		61,5	
Державна атестація			
ДР	Виконання та захист кваліфікаційної роботи бакалавра	9,0	
ЗАГАЛЬНИЙ ОБСЯГ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ		240	

Таблиця 8.2 – Забезпечення результатів навчання (РН) відповідним навчальним дисциплінам (ОК)

	ОК-1	ОК-2	ОК-3	ОК-4	ОК-5	ОК-6	ОК-7	ОК-8	ОК-9	ОК-10	ОК-11	ОК-12	ОК-13	ОК-14	ОК-15	ОК-16	ОК-17	ОК-18	ОК-19	ОК-20	ОК-21
РН-1	+		+						+										+		
РН-2					+												+				
РН-3									+												
РН-4				+					+												+
РН-5	+			+																	
РН-6																					
РН-7					+						+			+							
РН-8																					
РН-9																+					
РН-10									+												
РН-11														+							
РН-12																					
РН-13																					+
РН-14					+		+														
РН-15																					+
РН-16										+											
РН-17																					
РН-18						+															
РН-19																					
РН-20		+														+					
РН-21																					+
РН-22		+														+					
РН-23															+						
РН-24																					
РН-25																					

Закінчення таблиця 8.2 – Забезпечення результатів навчання (РН)
відповідним навчальним дисциплінам (ОК)

	ОК-22	ОК-23	ОК-24	ОК-25	ОК-26	ОК-27	ОК-28	ОК-29	ОК-30	ОК-31	ВБ-1	ВБ-2	ВБ-3	ВБ-4	ВБ-5	ВБ-6	ВБ-7	ВБ-8	ВБ-9	ВБ-10	ВБ-11
РН-1																				+	
РН-2											+					+		+	+		
РН-3													+								
РН-4																					
РН-5						+	+										+				
РН-6	+	+	+	+																	+
РН-7			+	+		+	+							+		+					
РН-8					+	+	+								+						
РН-9													+				+		+		
РН-10												+	+								
РН-11					+	+	+								+						
РН-12	+	+	+	+												+				+	+
РН-13			+	+		+	+									+			+		
РН-14																		+			
РН-15			+	+	+																
РН-16																					
РН-17			+	+													+			+	
РН-18															+						
РН-19					+														+		
РН-20																+					
РН-21			+	+															+		
РН-22																					
РН-23																					
РН-24			+	+	+														+		
РН-25																					

Таблиця 8.3 – Опис логічної послідовності вивчення компонент освітньої програми

Структурно-логічна схема освітньої програми							
1 курс				2 курс			
1 семестр		2 семестр		3 семестр		4 семестр	
ОК-1	ОК-3	ОК-3	ОК-7	ОК-3	ОК-8	ОК-11	ОК-13
ОК-4	ОК-7	ОК-8	ОК-9	ОК-11	ОК-17	ОК-18	ОК-19
ОК-8	ОК-9	ОК-16	ОК-17	ОК-18	ОК-19	ОК-30	ВБ-1
ОК-12		ОК-19	ОК-29	ОК-20	ВБ-4	ВБ-2	ВБ-3
						ВБ-7	
3 курс				4 курс			
5 семестр		6 семестр		7 семестр		8 семестр	
ОК-2	ОК-5	ОК-5	ОК-22	ОК-21	ОК-22	ОК-15	ОК-21
ОК-6	ОК-10	ОК-27	ОК-28	ОК-23	ОК-24	ОК-24	ОК-25
ОК-14	ОК-18	ОК-31	ВБ-2	ВБ-2	ВБ-5	ОК-26	ВБ-2
ОК-27	ВБ-2	ВБ-6	ВБ-8	ВБ-6	ВБ-10	ВБ-9	ВБ-11
		КП		КП		КП	

12.7. Атестація бакалавра зі спеціальності 208 «Агроінженерія»

Атестація бакалавра спеціальності 208 «Агроінженерія» передбачає виконання кваліфікаційної роботи бакалавра.

Кваліфікаційні роботи повинні відображати здатність авторів розв'язувати складні спеціалізовані інженерні завдання та прикладні завдання, пов'язані з ефективним застосуванням сільськогосподарської техніки і механізованих технологій в агропромисловому виробництві.

У кваліфікаційних роботах не може бути академічного плагіату, фальсифікації та списування.

Кваліфікаційні роботи оприлюднюється в електронному вигляді у репозитарії ТНТУ. Оприлюднення кваліфікаційних робіт, що містять інформацію з обмеженим доступом, здійснюється відповідно до вимог чинного законодавства.

За результатами захистів кваліфікаційних робіт, екзаменаційна комісія робить висновки щодо рекомендації найкращих робіт до впровадження у виробництво. Умовою рекомендації до впровадження є високий професійний рівень виконання, корисність для підприємства

здійснених розробок щодо підвищення ефективності діяльності та успішність представлення студентом роботи. Студенти-випускники можуть виконувати кваліфікаційні роботи на замовлення агропідприємств, а також використовувати у своїх роботах результати проходження практик.

За результатами захисту кваліфікаційної роботи бакалавра Екзаменаційна комісія приймає рішення про присвоєння випускнику кваліфікації ***Бакалавр з агроінженерії***.



Тема 9
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЗАСТОСУВАННЯ
КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ АНАЛІЗУ І ПЛАНУВАННЯ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

- 9.1. Інформаційні технології у конструюванні машин
- 9.2. Комп'ютер у діяльності технолога сільськогосподарського виробництва
- 9.3. Практичне використання персональних комп'ютерів у виробничих умовах аграрного підприємства
 - 9.3.1. Складання паспорта поля
 - 9.3.2. Складання «Книги історії полів сівозміни»
- 9.4. Застосування ПК для планування врожайності сільськогосподарських культур і розрахунку доз добрив під запланований урожай
- 9.5. Ведення обліку у фермерських господарствах.
Журнал реєстрації господарських операцій



9.1. Інформаційні технології у конструюванні машин

За останні десятиріччя інформаційні технології набули такого глобального поширення, що зараз без них уже важко уявити життя сучасної людини. На сучасному етапі можна без особливих труднощів навести приклади використання інформаційних технологій в усіх галузях. Відповідно змінилися вимоги до знань та вмінь фахівців. Традиційні методи роботи все частіше замінюють знання і вміння користуватися існуючими інформаційними технологіями в кожній професійній сфері. Це насамперед стосується фахівців у галузі машинобудування й металообробки. У ній створені **системи автоматичного проектування (CAD), системи автоматизованого проектування технологічних процесів (CAM), технології забезпечення життєвого циклу виробу (CALS).**

До появи комп'ютерів все проектування нових машин (виробів) здійснювалось за так званою **паперовою технологією**. Будь-яке конструкторське бюро було залом з рядами креслярських столів-кульманів, за якими конструктори розробляли креслення нових виробів на папері. Далі ці креслення копіювали на кальку і потім тиражували їх. **Вся документація зберігалася на папері.** Всі інженерні розрахунки виконували за допомогою арифмометрів і логарифмічних лінійок. Під час виготовлення дослідних зразків виробів і їх серійного виробництва налагодження верстатів здійснювали вручну. Далі проводили натурні випробування виготовлених дослідних зразків. За їх результатами вносили необхідні зміни в конструкцію, коректували креслення і починали підготовку до серійного випуску виробу.

З появою комп'ютерів багато етапів створення нових виробів піддалися корінним змінам. Стало можливим перейти на **безпаперову технологію. Комп'ютер**, оснащений відповідними програмами, **спільно з принтером, плоттером і графічним планшетом (дигітайзером)** замінив собою кульман, папір, олівець, арифмометр і логарифмічну лінійку. Застосування комп'ютерів дозволило автоматизувати і значно прискорити інженерні розрахунки.

Використання сучасних комп'ютерних технологій дозволяє істотно скоротити тривалість проектно-конструкторських робіт, по-новому реалізувати проектні процедури і в результаті отримати ефективніші технічні рішення.

Апаратне забезпечення автоматизованих робочих місць (надалі АРМ) для працівників різних професій мало відрізняється одне від одного. Його **основою є професійний комп'ютер**. Головна відмінність полягає в їх програмному забезпеченні, яке й відрізняє, наприклад, АРМ інженера-проектувальника від АРМ інженера-технолога.

Новітні комп'ютерні технології дозволяють організувати

автоматизоване робоче місце конструктора-проектувальника. Системи автоматизованого проектування (надалі САПР), застосовують для вирішення різноманітних інженерних і конструкторських завдань.

Застосування САПР-технологій дозволяє скоротити час на виконання проектів і випуск виробів, зменшити можливі помилки, підвищити якість конструкторської документації, а при використанні програмно-керованого устаткування – готувати необхідні для цього дані в потрібному форматі. Повний спектр завдань, що вирішуються з допомогою САПР, надзвичайно широкий і програм, призначених для цього, розроблено досить багато.

Для створення нових інженерних конструкцій широко застосовують математичне моделювання (машинний експеримент) – моделювання реально існуючих об'єктів, яке здійснюється засобами мови математики і логіки за допомогою комп'ютерів.

Математичне моделювання базується на створенні й дослідженні на комп'ютері математичної моделі реальної системи – сукупності математичних співвідношень (рівнянь), що описують цю систему. Рівняння (математична модель) разом з програмою їх розв'язку вводять у комп'ютер і, імітуючи різні значення вхідних (відносно до системи, яка досліджується) сигналів і умов роботи системи, визначають величини, що характеризують поведінку системи.

Математичне моделювання, на відміну від матеріального (експериментального, наочного), є теоретичним, таким, що відбувається тільки в комп'ютері, а не в реальності. Воно дозволяє обійтися без складного, дорогого або небезпечного експерименту.

Математичне моделювання процесу або явища не може дати повного знання про нього. Це особливо істотно у випадку, коли об'єкти математичного моделювання мають різну природу. ***Тому іноді математичне моделювання доповнюють створенням натурної моделі.***

На зміну інформаційній підтримці окремих етапів створення інженерних конструкцій у кінці 20-го століття прийшла ідеологія ведення бізнесу CALS (Continuous Acquisition and Support) або, в сучаснішому викладі, PLM (Product Lifecycle Management). ***За терміном «життєвий цикл» («Life cycle») стоять два поняття – «маркетинговий життєвий цикл» (МЖЦ) і «функціональний життєвий цикл» (ФЖЦ).*** МЖЦ стосується поведінки певного виду продукції на ринку і ***завершується моральним старінням і зняттям з виробництва,*** а ФЖЦ пов'язаний з функціональним призначенням виробів і ***завершується фізичним зношенням і утилізацією.***

Сьогодні виробництво складних виробів стало неможливим без забезпечення інформаційної підтримки на всіх стадіях їхнього життєвого циклу. **Інформаційна підтримка** – це цілий комплекс питань, що

включає автоматизацію процесів проектування, забезпечення технологічних процесів виробництва, автоматизацію управлінської діяльності підприємств, створення електронної експлуатаційної документації, впровадження автоматизованих систем замовлення запасних частин і так далі.

Важливу роль у життєвому циклі відіграє **маркетинг – система управління, заснована на комплексному аналізі виробничо-збутової діяльності і дії на неї з метою отримання прибутку**. Маркетинг включає товарну, цінову політику, а також політику просування товару і продажів.

Основними принципами сучасного маркетингу є:

- виробництво продукції, засноване на точному знанні потреб покупця, ринкової ситуації і реальних можливостей фірми;
- ефективне вирішення проблем споживача;
- націленість фірми на довготерміновий комерційний успіх;
- активний вплив на формування потреб ринку.

Проектування і виробництво нерозривно пов'язані між собою.

Конструктори розробляють геометрію виробів, встановлюють технічні вимоги і оформляють конструкторську документацію.

Технологи забезпечують виготовлення виробів з урахуванням специфіки виробництва, технічних процесів і устаткування.

Електронний опис виробів дає вичерпний опис спроектованих виробів і фактично замінює паперову конструкторську документацію. На його основі з'являється можливість автоматизованого проектування технологічних процесів. Таким чином, виконується ще один **принцип CALS – принцип безпаперового представлення інформації**.

Організація технологічного процесу виготовлення дослідних зразків і серійного виробництва виробів здійснюється за допомогою систем автоматизованого проектування технологічних процесів, так званих **CAM-систем** (Computer Aided Manufacturing). Вони забезпечують найраціональніший вибір верстатного обладнання, інструментів і режимів обробки деталей.

Комплексні вирішення при цьому базуються на передових технологіях гібридного моделювання, інтегрованих засобах електронного документообігу, а також на широкому спектрі спеціалізованих модулів, серед яких важливе місце займають програми для віртуального моделювання процесів механічної та електроерозійної обробки з виходом на верстати з цифровим програмним керуванням.

У сучасному машино- й приладобудуванні відбувається ускладнення продукції, що виробляється, номенклатура її збільшується, а серійність виробництва зменшується. Це приводить до значного збільшення обсягів і термінів виконання робіт у сфері конструкторсько-технологічної підготовки виробництва. Вимоги ринкової економіки змушують

підприємства постійно покращувати споживчі властивості і якість виробів, а терміни їх випуску максимально скорочувати.

Це викликало до життя **концепцію наскрізного циклу проектування і виробництва «від ідеї до металу»**. Суть її полягає в тому, що **комп'ютерні системи й устаткування повинні розглядатися як єдиний інформаційний технологічний процес від проектування до виготовлення виробів**. Наскрізний цикл складається з блоків CAD/CAM/CAE/PDM. CAM-системи є частиною цієї більш загальної концепції.

Так інформаційні технології в машинобудуванні і металообробленні з важливого, але допоміжного засобу сьогодні перетворилися на головну організуючу силу – реальну наскрізну автоматизацію виробничих процесів.

9.2. Комп'ютер у діяльності технолога сільськогосподарського виробництва

Розвиток комп'ютерної техніки та її програмного забезпечення – одна із характерних рис сучасного періоду розвитку суспільства. **Технології, основним компонентом яких є комп'ютер, проникають практично в усі сфери людської діяльності.**

Комп'ютери стали неодмінним атрибутом фахівців пізнавальних галузей діяльності людини, в тому числі у сільському господарстві.

Персональні комп'ютери (надалі ПК) – це надзвичайно потужні інструменти, які призначені для полегшення і підвищення продуктивності розумової діяльності людини. На сьогодні комп'ютери стали широко доступними, так само, як і будь-які інші побутові пристрої. Вони є практично повсюдно. Їх застосовують у різноманітних сферах господарської діяльності, у тому числі і сільськогосподарському виробництві.

Сфера застосування ПК визначається їх технічними можливостями, які полягають у спроможності фіксувати і тривалий час зберігати великі обсяги інформації у вигляді текстів, таблиць, малюнків тощо. В будь-який час можна використати цю інформацію з різною метою: як довідковий матеріал, як вихідні дані для подальших розрахунків, автоматизації діловодства, бухгалтерського обліку і фінансової звітності тощо.

Рекомендації для реалізації на практиці можливостей застосування ПК: сучасний IBM-сумісний ПК, що працює під управлінням операційної системи Windows, та пакет прикладних програм MS Office.

Проаналізуємо для вирішення яких завдань і з якою метою можна застосувати ПК (персональний комп'ютер) в умовах сучасного сільсько-господарського виробництва.

9.3. Практичне використання персональних комп'ютерів у виробничих умовах аграрного підприємства

У сільськогосподарському виробництві ПК можна застосувати для накопичення і систематизації різних даних, наприклад: створення електронних аналогів «Книги історії полів» та «Паспортів полів». Такі дані можна представляти у вигляді таблиць. *Інформацію, зібрану в цих джерелах можна використовувати для:*

- програмування урожайності сільськогосподарських культур;
- визначення потреби у мінеральних добривах під запланований урожай;
- розроблення річного плану заходів для захисту сільськогосподарських культур від хвороб, шкідників, бур'янів тощо.

9.3.1. Складання паспорта поля

Кожне аграрне господарство, незалежно від форми власності, повинне мати **паспорти полів та ґрунтові карти** (рисунки 14.1), на яких позначені всі типи і підтипи ґрунтів, що входять до складу землекористування цього господарства. У цих документах для встановлення особливостей ґрунтового покриву кожного господарства регулярно проводять ґрунтові обстеження, які є основою для складання ґрунтових карт.

Для практичної діяльності у господарствах краще мати **крупномасштабні картограми** (картосхеми), які виготовляють як доповнення до ґрунтових карт. **На таких картограмах відмічають основні агрохімічні показники всіх типів ґрунтів даного господарства:**

- вміст основних елементів живлення (азот N, фосфор P, калій K);
- вміст гумусу;
- кислотність ґрунту;
- ступінь насичення основами (суму увібраних основ);
- забезпеченість мікроелементами;
- зараження радіонуклідами і важкими металами і т. ін.

Такі дослідження здійснюють філії Інституту захисту ґрунтів. Також для повноти стану сільськогосподарських угідь складають **спеціальні картограми, на яких відмічають:**

- чисельно-видовий склад бур'янів;
- вміст насіння бур'янів в орному шарі ґрунту;
- заселеність шкідниками та зараженість хворобами.

Ґрунтова карта та всі картограми обов'язково повинні мати **пояснювальні записки**, у яких наводять ґрунтовну агровиробничу характеристику ґрунтів господарства і рекомендації для покращення їх використання.



Рисунок 9.1 – Приклад зображення карти полів господарства

9.3.2. Складання «Книги історії полів сівозміни»

Книга історії полів – це документ, у якому описують всі заходи для підвищення родючості ґрунту для кожного поля і урожайності запропонованих до вирощування сільськогосподарських культур, тобто як у період освоєння сівозміни, так і в наступні роки.

У загальній частині «Книги...» записують схему вибраної сівозміни, запроектовану схему обробітку ґрунту і систему удобрення в сівозміні.

У другій частині «Книги...» для кожного поля записують відомості про сільськогосподарські культури, які були висіяні на полі, їх урожайність та в хронологічному порядку – відомості про всі виконані заходи з обробітку ґрунту, ці заходи описують із зазначенням якості і часу виконання кожної операції. У кінці наводять дані про наявність шкідників і збудників хвороб, про види, норми і терміни внесення добрив.

Книга історії полів необхідна для точного і перспективного планування сільськогосподарського виробництва, розміщення культур за попередниками, правильного планування агрозаходів по окремих полях сівозміни, складання технологічних карт.

Приклад застосування ПК в сільськогосподарському виробництві – спрощення розрахунків потреби у мінеральних добривах на запланований урожай (*методика викладена в посібниках з основ агрономії*).

Цей метод можна реалізувати в середовищі MS Excel, що входить до складу програмного пакета Microsoft office, який є практично у кожному сучасному ПК, що підтримує роботу операційної системи Windows.

9.4. Застосування ПК для планування врожайності сільськогосподарських культур

і розрахунку доз добрив під запланований урожай

Планування врожайності сільськогосподарських культур – це обґрунтування рівня, досягнутого у попередні роки, і розрахунок приростів урожайності завдяки внесенню більших доз добрив, посіву високоякісного насіння, виконанню робіт з обробітку ґрунту та сівби у кращі агротехнічні терміни, здійсненню заходів боротьби зі шкідниками і хворобами рослин у конкретному сільськогосподарському підприємстві. Приріст урожайності окремо завдяки кожному фактору, а також за сукупної дії кількох факторів при різному поєднанні та ступені інтенсивності їх застосування можна обчислити за допомогою математичних методів. Для цього застосовують ПК.

Найзручніше практично визначити показники планової врожайності сільськогосподарських культур на основі досягнутого рівня за попередні роки. Переважно застосовують два методи розрахунку планової врожайності: **статистичної екстраполяції та ковзних коефіцієнтів.** Вибір їх обумовлений доступністю математичної моделі для аналізу, простотою переносу розрахунків у різні системи програмування.

Найпростіше це робити у вигляді таблиць у середовищі Excel.

На практиці трапляється, що результати, отримані за допомогою одного із методів розрахунку, не відповідають реальності. **Наприклад,** планова врожайність значно перевищує дані за попередні роки або,

навпаки, значно нижча. Щоб уникнути цього потрібно ще раз проаналізувати вихідні дані. Причиною невідповідності можуть бути дані за один рік, інколи декілька, які вирізняються із загальної картини врожайності. Трапляється, що врожайність значно нижча від середньої через несприятливі погодні умови. Тому дані за такий рік можна вважати нетиповими і не брати їх до уваги в розрахунках.

Доцільно виконувати розрахунки хоча б двома методами. Відносна похибка різниці між даними, отриманими різними методами, не повинна перевищувати 5 %. Більшу похибку дає метод ковзних коефіцієнтів.

Наприклад, за методом статистичної екстраполяції врожайність зернових на плановий рік становитиме 30,3 ц/га, за методом ковзних коефіцієнтів – 28,86 ц/га. Результати відрізняються на 1,44 ц/га, похибка становить 5 %. Отже, результати розрахунків обома методами задовольняють прийнятій точності.

Для отримання достовірних даних для розрахунків планування врожайності необхідним є моніторинг стану посівів протягом усього періоду вирощування сільськогосподарських культур, а особливо стан полів на момент збору врожаю. Для цього застосовують різні системи спостереження, які є у збиральних машинах (рисунк 9.2), також можливості диференційованого внесення добрив у перод вегетації за допомогою агродронів (рисунк 9.3), щоб не травмувати посіви колісними агрегатами.



Рисунок 9.2 – Моніторинг стану врожайності посівів



Рисунок 9.3 – Диференційоване внесення добрив на посівах сільськогосподарських культур із застосуванням агродронів

Для покращення стану посівів перспективним є застосування електронних систем розпізнавання бур'янів (рисунок 9.4) на посівах сільськогосподарських культур на ранніх стадіях розвитку з метою їх знищення, не пошкоджуючи сходи культурних рослин та застосування електророботів (рисунок 9.5) для боротьби з бур'янами.



Рисунок 9.4 – Розпізнавання бур'янів на посівах сільськогосподарських культур на ранніх стадіях розвитку



Рисунок 9.5 – Застосування електророботів для боротьби з бур'янами

9.5. Ведення обліку у фермерських господарствах.

Журнал реєстрації господарських операцій

Для успішного ведення господарства необхідним є визначення різних планових показників, але надзвичайно важливе значення має облік та аналіз господарської діяльності. Ведення бухгалтерського, фінансового та інших форм обліку є досить трудомістким процесом. Автоматизація обліку на базі застосування ПК набагато спрощує цю роботу і заощаджує значну кількість часу.

Основними документами бухгалтерського обліку в аграрному (фермерському) господарстві є:

- **«Відомість обліку основних засобів господарства»;**
- **«Відомість обліку витрат виробництва господарства»;**
- **«Журнал реєстрації господарських операцій».**

Бухгалтерський облік у фермерських господарствах виконують у **«Журналі реєстрації господарських операцій»** (таблиця 9.1). Облік здійснюють за простою схемою, яка виглядає так

$$П = Д - В, \quad (9.1)$$

де $П$ – прибуток (чистий дохід);

$Д$ – дохід (виручка від реалізації, робіт, послуг);

$В$ – витрати матеріальних і фінансових ресурсів.

Дані в «Журнал реєстрації...» (див. табл. 9.1). записують безпосередньо із документів.

В графі 4 «Витрати» відображають витрати протягом звітного періоду. До них належать: вартість придбаних нафтопродуктів, добрив і засобів захисту, запасних частин, сировини та інших матеріалів, послуги агросервісних та інших сторонніх підприємств і організацій. Сюди ж відносять витрати на ремонт майна, оплату праці найманих працівників, на соціальне страхування і платежі із страхування майна.

Матеріальні ресурси власного виробництва (корми, насіння), використані в господарстві, до витрат не належать. У цій графі не обліковують витрати капітального характеру, зокрема, на будівництво виробничих об'єктів, придбання машин. Ці витрати відносять на збільшення вартості основних засобів.

У графі 5 «Доходи» показують усі грошові надходження у господарство без ПДВ. Це виручка від реалізації продукції, товарів, матеріалів і основних засобів, виконання на замовлення робіт та надання послуг, доходи на вкладений пай, страхові відшкодування, одержану пеню тощо. Якщо надходження є у вигляді перерахунків, то їх заносять у графу 8 чи 10, або 12.

Таблиця 9.1 – Журнал реєстрації сільськогосподарських операцій

№ з/п	Дата	Зміст операції та номер документа	Витрати	Доходи	Розрахунки з бюджетом		Розрахунки з організаціями і особами	
					перераховано, зараховано	належить	борг господарству	борг господарства
1	2	3	4	5	6	7	8	9

№ з/п	Розрахунковий рахунок		Готівка		Власний капітал (статутний фонд)		Основні засоби		Знос основних засобів		Витрати за рахунок доходу
	надійшло	вибуло	отримано	витрачено	зменшення	збільшення	зменшення	збільшення	зменшення	збільшення	
1	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

У графі 7 зазначають суми податків та інших платежів, які мають бути перераховані, а в графі 6 – погашення боргу перерахуванням грошей із рахунку в банку чи зарахування деяких платежів.

У графі 8 відображають заборгованість, яку має сплатити господарству інша юридична чи фізична особа, а також суми, перераховані господарством для погашення власної заборгованості іншим організаціям (особам).

У графі 9 зазначають виникнення заборгованості господарства та погашення боргу іншими організаціями.

Контроль за станом розрахунків із конкретними юридичними і фізичними особами здійснюють порівнянням сум нарахування та оплати у графах 6 і 7 або 8 і 9.

Суму нарахувань оплати праці записують у графах 4 і 9, а відрахування прибуткового податку – в графах 7 і 8, інші відрахування – в графах 8-9. Суму власної оплати праці записують у графах 8 і 13, а перерахування утримань – у графах 6 чи 8 та у графі 11.

Відрахування на соціальні заходи відображають у графі 4 та графі 11 (якщо гроші перераховані) чи 7 (якщо платежі не переведені).

Податки та інші платежі згідно із законодавством записують у графи 4 та 7 або 8. Платежі господарства до бюджету за рахунок доходу (плата

за землю, податок за власний транспорт тощо) відображають у графі 20, сплановані суми записують, відповідно, в графах 6 чи 8 та 11.

Придбання товарно-матеріальних цінностей чи отримання послуг включають до витрат (графа 4). Погашення заборгованості постачальнику відображають у графах 8 та 11. При реалізації власної продукції виручку (без ПДВ) заносять у графу 5, а у графу 7 – ПДВ. Загальну суму заборгованості покупців – у графу 8.

Різниця між графами 6 і 7 показує суму ПДВ та інших платежів, які господарство має перерахувати до бюджету, або в іншому випадку – отримати кошти з бюджету.

Наприкінці звітного періоду визначають стан заборгованості господарства. Для цього у графах 8 і 9 зіставляють виникнення заборгованості та її погашення кожною юридичною і фізичною особами, а у графах 6 і 7 – кожним податком до бюджету. Суму заборгованості записують після підсумку операцій за рік.

Облік коротко- і довготривалих кредитів відображають у графах 8 та 9, якщо позику використано на погашення заборгованості іншій організації, або у графу 10, якщо позику зараховано на розрахунковий рахунок. Суму погашеного кредиту відображають у графах 8 та 11.

Рух грошових засобів обліковують у графах 10 та 11 і 12 та 13. У графах 10 і 12 показують надходження грошей на розрахунковий рахунок або готівки безпосередньо фермеру, у графах 11 і 13 – списання грошей із розрахункового рахунку. Різниця між графами 10 та 11 і графами 12 та 13 свідчить про наявність грошей у фермера.

Придбання основних засобів відображають у графах: 16 – вартість об'єкта без ПДВ; 6 – суму ПДВ; 9 – загальну суму заборгованості постачальників. Погашення заборгованості – у графах 8 та 11 або 13, якщо платежі здійснюють готівкою.

Витрати на будівництво записують у графу 16.

Амортизацію (зношення) включають у витрати у графі 4 і 19.

Балансову, вартість об'єкта показують у графі 17, суму зношення – у графі 18.

Вартість матеріалів, отриманих під час ліквідації основних засобів, включаючи і продукцію від забою тварин основного стада, записують у графах 5 та 4, а при використанні матеріалів безпосередньо для будівництва нових об'єктів – у графах 5 і 16.

Придбання молодняка тварин протягом року відображають у графах 4 і 9 або 13, при вибутті (реалізації) – відповідно у графах 5, 8, 10 чи 12, при переведенні в основне стадо – у графах 5 і 16.

Всі записи в «Журналі...» повинні бути документально підтверджені чи обґрунтовані.

Індивідуальний облік основних засобів і об'єктів здійснюють у «Відомості обліку основних засобів» (таблиця 9.2).

Таблиця 9.2 – Відомість обліку основних засобів

№ з/п	Вид основних засобів	Коротка характеристика об'єкта	Решта на початок року		Рух основних засобів							
					Надходження					Вибуття		
			кількість	сума	дата та № документа	кількість	сума	дооцінка на:		дата та № документа	кількість	сума
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

№ з/п	Решта на кінець року		Амортизація (знос) основних засобів									
	кількість	сума	Сума зносу об'єктів на початок року	Норма амортизації, %	Сума зносу		З якого місяця	Збільшення (+)	Зменшення (-)	Уточнена сума зносу при переоцінці на:		Прізвище, підпис
					на рік	на місяць						
1	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

Основні засоби, які надходять у господарство протягом року, записують у **«Відомість...»** (див. табл. 9.2), а щодо вибулих з різних причин – зазначають ліквідацію чи продаж. Облік орендованих основних засобів здійснюють по окремих сторінках **«Відомості...»**, де поряд із передбаченими у **«Відомості...»** реквізитами вносять дані про орендатора, термін оренди тощо. Записи у графі 16 при цьому не роблять.

Витрати на конкретні об'єкти у господарстві вносять у **«Відомість обліку витрат виробництва»** (таблиця 9.3). У неї записують дані про здійснені витрати з початку робіт, зазначаючи окремо суми сплаченого ПДВ при надходженні матеріалів і обладнання. Сюди вносять дані про виконання робіт (надання послуг) сторонніми організаціями. Після закінчення будівництва об'єкти (без суми ПДВ) оприбутковують у складі діючих основних засобів і відображають у графах 16 і 17 **«Журналу...»** та **«Відомості обліку основних засобів»**.

**Таблиця 9.3 – Відомість обліку витрат виробництва
селянського (фермерського) господарства**

№ з/п	Види виробництва чи витрат	Сума витрат							Списано	Доходи	Дата і підпис
		Оплата праці	Матеріали	Послуги зі сторони	Амортизація	...	Інші	Всього			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Фінансовий результат діяльності господарства визначають як різницю між отриманими доходами (підсумок граfi 5) і витратами (графa 4) «Журналу реєстрації господарської діяльності». Цю суму коректують на величину зміни вартості залишків матеріальних запасів, готової продукції та незавершеного виробництва.

Різницю між обсягом наявних залишків на кінець і початок року додають до розміру отриманого доходу або мінусують, якщо вона має від’ємне значення.

Вартість продукції власного виробництва, яка спожита членами фермерського господарства, а також грошові засоби і товаро-матеріальні цінності для членів сім’ї додають до доходу. Це є валовий дохід фермера і членів його сім’ї.

Для підрахунку прибутку від власного доходу віднімають нараховані суми заробітку фермера та членів його сім’ї з відрахуваннями, а також витрати на утримання сім’ї фермера (графa 20 «Журналу...»). Отримані результати направляють на поновлення (зменшення) капіталу фермерського господарства. До власного капіталу, що був на кінець року, додають дохід і зменшення його за рахунок витрат, виконаних за рахунок доходу. В результаті отримуємо загальну суму власного капіталу фермерського господарства.

Цей метод теж можна реалізувати на ПК за допомогою табличного процесора MS Excel.

ВИКОРИСТАНІ ТА РЕКОМЕНДОВАНІ ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

1. Стандарт вищої освіти України [Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/208-agroinzheneriya-bakalavr.pdf>].
2. Закон України «Про вищу освіту» від 01.07.2014 № 1556-VII. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>
3. Закон України «Про освіту» від 05.09.2017 № 2145-VIII. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>
4. Закон України «Про ліцензування видів господарської діяльності» від 02.03.2015 № 222-VIII. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/222-19>
5. Постанова Кабінету Міністрів України від 29.04.2015 № 266 «Про затвердження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти» (зі змінами).
6. Наказ Міністерства освіти і науки України від 1 червня 2017 р. № 600 (у редакції наказу Міністерства освіти і науки України від 21 грудня 2017 р. № 1648) «Про затвердження та введення в дію Методичних рекомендацій щодо розроблення стандартів вищої освіти».
7. Національний класифікатор України: «Класифікатор професій» ДК 003:2010. Київ: Вид-во «Соцінформ», 2010.
8. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. К.: Урожай, 1994. 447 с.
9. Гевко Б.М. Технологія обробки на верстатах з ЧПК: навч. посібник / Б.М. Гевко, А.В. Матвійчук. Тернопіль: ТДТУ, 2004. 131 с.
10. Гевко Р.Б. Системи доочищення коренеплодів при їх механізованому збиранні. Монографія /Р.Б. Гевко, І.Г. Ткаченко, Р.М. Рогатинський, С.В. Синій та ін. Тернопіль: Осадца Ю.В., 2020. 216 с.
11. Гогіташвілі Г.Г., Лапін В.М. Основи охорони праці. Львів: Новий світ, 2000. 230 с.
12. Довбуш А.Д., Хомик Н.І. Опір матеріалів: навчально-методичний посібник до виконання курсової роботи для студентів напрямів підготовки «Машинобудування», «Інженерна механіка», «Зварювання», «Автомобільний транспорт» денної та заочної форм навчання. Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулую, 2014. 191 с.
13. Довбуш Т.А., Хомик Н.І., Довбуш А.Д. Методи проектування сільськогосподарських машин: навчально-методичний посібник до курсового проектування. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. 72 с.
14. Желєзна А.М. Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань: навч. посібник / А.М. Желєзна, В.А. Кирилович. К.: Кондор, 2004. 796 с.
15. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: навч. посібник / В.В. Хільчевський, С.Є. Кондратюк, В.О. Степаненко, К.Г. Лопатько. К.: Либідь, 2002. 328 с.

16. Машины для збирання зернових та технічних культур. Посібник. /За ред. В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника. Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2009. 296 с.
17. Погорелый Л.В., Татьяна Н.В. Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз. К.: Феникс, 2004. 232 с.
18. Проектування сільськогосподарських машин. Частина 1. Плуги загального призначення / За ред. М.В. Бакума. Харків, 2003. 336 с.
19. Рибак Т.І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин. Тернопіль: Збруч, 2003. 332 с.
20. Рибак Т.І. Підвищення надійності сільськогосподарських машин. Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2012. 278 с.
21. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні / П.О. Руденко. К.: Вища школа, 1993. 414 с.
22. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» / За ред. М.І. Черновола. Кн. 1: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний; За ред. М.І. Черновола. К.: Урожай, 2001. 384 с.
23. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» / За ред. М.І. Черновола. Кн. 2: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, Т.І. Рибак, В.М. Кропівний; За ред. М.І. Черновола. К.: Урожай, 2001. 382 с.
24. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» / За ред. М.І. Черновола. Кн. 3: Машини та обладнання для переробки зерна та насіння / П.В. Сисолін, М.М. Петренко, М.О. Свірень; За ред. М.І. Черновола. К.: Фенікс, 2007. 432 с.
25. Сільськогосподарські машини. Частина 2. Машини для внесення добрив. У 2-х. т. /За ред. М.В. Бакума. Харків: ХНТУСГ, 2008. Т. 1. 285 с.
26. Сільськогосподарські машини. Частина 2. Машини для внесення добрив. У 2-х. т. /За ред. М.В. Бакума. Харків: ХНТУСГ, 2008. Т. 2. 288 с.
27. Сільськогосподарські машини. Частина 3. Посівні машини. / За ред. М.В. Бакума. Харків: ПП «Черв'як», 2005. 332 с.
28. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2004. 544 с.
29. Сільськогосподарські машини / Комаристов В.Ю., Дунай М.Ф. К.: Вища школа, 1987. 486 с.
30. Стецишин П.О. та ін. Посібник технолога сільськогосподарських підприємств різних форм власності. /П.О. Стецишин, В.В. Пиндус, В.О. Краснянська, В.М. Трішин, В.В. Рекуненко, М.К. Ціломудрий, Л.М. Грищенко. К.: Український центр духовної культури, 2002. 244 с.

31. Ткаченко І.Г. Технологія машинобудування: вступ до спеціальності / І.Г. Ткаченко, Ю.Б. Капаціла, Ю.Є. Паливода. Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2013. 84 с.
32. Хомик Н.І., Цьонь О.П. Вступ до спеціальності: навчально-методичний посібник для студентів напряму підготовки 6.050503 «Машинобудування» з професійною орієнтацією на спеціальність 7.05050312 (8.05050312) «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» денної та заочної форм навчання. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. 224 с.
33. Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Довбуш Т.А., Рубінець Н.А. Прикладна механіка і основи конструювання: навчально-методичний посібник до розрахунково-графічної роботи. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. 116 с.
34. Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Цьонь О.П. Деталі машин. Курс лекцій для студентів заочної форми навчання. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 160 с.
35. Хомик Н.І., Олексюк В.П., Цьонь О.П. Механізація переробки та зберігання сільськогосподарської продукції. Курс лекцій. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 288 с.
36. Хомик Н.І., Гаврон Н.Б., Рубінець Н.А. Технологія виробництва і переробки сільськогосподарської продукції: курс лекцій. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 248 с.
37. Хомик Н.І., Сташків М.Я., Олексюк В.П. Методичний посібник до дипломного проектування для студентів денної та заочної форм навчання напряму підготовки 6.050503 «Машинобудування» з професійним спрямуванням на спеціальність «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» (7.05050312, 8.05050312) для здобуття освітньо-кваліфікаційних рівнів «бакалавр», «спеціаліст», «магістр». Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 172 с.
38. Хомик Н.І., Цьонь Г.Б., Довбуш Т.А., Олексюк В.П. Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій) Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 232 с.
39. Хомик Н.І., Цьонь Г.Б., Довбуш Т.А., Антончак Н.А. Основи агрономії: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 320 с.
40. Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Олексюк В.П. Машини та обладнання для тваринництва. Навчальний посібник (курс лекцій). Частина перша. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 240 с.
41. Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Олексюк В.П. Машини та обладнання для тваринництва. Навчальний посібник (курс лекцій). Частина друга. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 246 с.
42. Чумак М.Г. Матеріали та технологія машинобудування / М.Г. Чумак. К.: Либідь, 2000. 368 с.

ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

А

Абразивні матеріали, абразиви – тверді порошкоподібні речовини (природні і штучні), що застосовуються для механічної обробки металів, сплавів, гірських порід, скла, дорогоцінних каменів тощо.

Автомат – пристрій (сукупність пристроїв), що виконує за заданою програмою без безпосередньої участі людини всі операції в процесах отримання, перетворення, передавання і використання (розподілу) енергії, матеріалів або інформації. Програма автомата задається в його конструкції або ззовні за допомогою перфокарт, магнітних стрічок і т.ін. (ЕОМ, ПК, верстат з ЦПУ), копіїв або моделюючими пристроями.

Автоматизація виробництва – вищий рівень розвитку машинної техніки, коли регулювання й управління виробничими процесами здійснюються без участі людини, а лише під її контролем. Сучасний стан розвитку автоматизації виробництва привів до появи якісно нової системи технологічних машин із засобами керування, що базуються на застосуванні електронних обчислювальних машин, програмованих логічних контролерів, інтелектуальних засобів вимірювання і контролю, інформаційно об'єднаних промисловими мережами. Автоматизація виробництва – один із головних напрямів науково-технічного прогресу.

Автоматизація виробничих процесів – це комплекс заходів з розроблення нових прогресивних технологічних процесів і проектування на їхній основі високопродуктивного технологічного обладнання, яке здійснює робочі та допоміжні процеси без безпосередньої участі людини і які забезпечують постійне зростання продуктивності праці.

Авторське свідоцтво – документ, що засвідчує юридичне право автора.

Агрегат (лат. aggregate – приєднувати) – у техніці: – сукупність двох і більше конструктивно об'єднаних різнотипних машин: генераторів, двигунів, апаратів, що діють спільно (наприклад, турбогенератор – об'єднана установка парової турбіни та електричного генератора); – складальна одиниця, що має повну взаємозамінність, яку можна скласти окремо від інших частин виробу чи виробу в цілому і яка може виконувати призначену функцію у виробі або діяти самостійно (наприклад, автомобільний двигун); – турбоагрегат – жорстко з'єднані на одному валу турбіна й робоча машина (електричний генератор, насос, компресор тощо). Терміном «агрегат» користуються також для означення окремих допоміжних елементів машин, наприклад, карбюратора як агрегата двигуна внутрішнього згорання.

Агрегатування – це метод конструювання машин (знарядь, виробів), який побудований на такому поділі його на складові частини (складальні одиниці і деталі), при якому забезпечуються найбільш раціональні засоби виробництва, експлуатаційного обслуговування, ремонту і надалі багатократне використання його складових частин під час розробки нових виконань машин (виробів), наприклад, у сільськогосподарських машинах це корпуси плугів, сошники сівалок, висівні апарати сівалок, сегментні ріжучі апарати косарок та ін.).

Агротермін (агросрок) – час, протягом якого потрібно виконати операцію, керуючись даними агрономічної науки.

Агротехніка – система прийомів вирощування сільськогосподарських культур. Рівень агротехніки визначається ступенем розвитку суспільства; кожній історичній епосі, кожному суспільному ладу властива своя агротехніка.

Агротехнічна вимога – це документ, складений спеціалістами сільськогосподарського виробництва.

Адаптація товару – передбачає внесення відповідних змін до споживчих цінностей товару внаслідок впливу специфічних факторів, умов, традицій, культури народу певної країни, окремого регіону, місцевості, а також застосування активних, ефективніших методів організації торгівлі.

Апаратура (англ. apparatus, нім. Apparatur) – сукупність функціонально різноманітних вимірювальних приладів і допоміжних пристроїв та пристосувань, спеціально підібраних для виконання певного технічного завдання.

Б

Бабка – назва вузла, який використовується в багатьох видах металорізальних верстатів. Бабка призначається для точного підтримання і переміщення деталі, яка обробляється, відносно різального інструменту або оброблюваної поверхні. Розташовується і кріпиться на станині.

База – поверхня або сукупність поверхонь, вісь або точка, які належать виробу чи заготовці, і використовуються для базування.

Базування – надання заготовці або виробу необхідного положення відносно обраної системи координат.

Безвідмовність – властивість об'єкта безперервно зберігати роботоздатність протягом певного часу.

Борона – знаряддя для поверхневого обробітку ґрунту (боронування) і догляду за сільськогосподарськими рослинами.

Брак виробничий – продукція, передавання якої споживачу не допускається через наявність дефектів. До браку можуть бути віднесені вироби, напівфабрикати, деталі тощо, що не відповідають за якістю, стандартами, технічними умовами та іншими нормами технічної документації. Виробничий брак призводить до зайвих витрат матеріалів, інструменту, електроенергії та палива, погіршує використання виробничих потужностей, порушує виробничий процес, зменшує кількість продукції, знижує продуктивність праці, підвищує собівартість продукції. Виробничий брак може виникати через наявність прихованого дефекту в матеріалі, що обробляється; застосування матеріалів неналежної якості; помилок у технічній документації; порушення технологічних процесів; невідповідності кваліфікації робітників тощо.

Бронза (давнє **спиж**) – сплав міді, та інших металів, чи неметалів. Здебільшого до складу бронзи входить олово. Частка олова у бронзах може становити від 1,25 до 10 %. Серед неметалевих сполук найчастіше до складу бронзи входить фосфор. Типова бронза має склад: 94,65 % – мідь, 5 % – олово, 0,35 % – фосфор. Фосфор надає бронзам додаткової пружності, твердості та збільшує корозостійкість. Температура плавлення бронзи в межах 990...1190°C.

В

Вал відбору потужності (ВВП, російською ВОМ) – механізм силової передачі, за допомогою якого частина потужності двигуна трактора, самохідного шасі, автомобіля спеціального призначення використовується для приведення в дію робочих органів причіпних, начіпних або стаціонарних машин. Момент ВВП, що крутить, передає один з валів силової передачі, наприклад, первинний або проміжний вал коробки швидкостей, або безпосередньо вал двигуна.

Верстатобудування – провідна галузь машинобудування, що створює для всіх галузей народного господарства металообробні і деревообробні верстати, автоматичні і напіваавтоматичні лінії, комплекси автоматичного виробництва для виготовлення машин, устаткування і виробів з металу і ін. конструкційних матеріалів, ковальсько-пресове, ливарне і деревообробне устаткування.

Верстат із ЦПК – автоматизований на базі обчислювальної техніки верстат, що виконує повторювані операції, у тому числі на конвеєрних виробничих лініях.

Взаємозамінність – придатність об'єкта (машини, приладу, механізму, деталі тощо) до використання замість іншого без змін для виконання однакових вимог під час складання, ремонту чи заміни. Ідея взаємозамінності визрівала в головах багатьох інженерів і винахідників розвинених країн Європи і Америки. Першими з них у другій половині XVIII століття були американський винахідник Елі Уїтні, тульські зброярі та французький інженер Леблан. Повністю взаємозамінними називаються деталі і вузли, що встановлюються при складанні без додаткових операцій та обробки, без регулювання та підбору. Повна взаємозамінність можлива тільки коли розміри, форма, механічні, електричні й інші якісні і кількісні характеристики деталей і складальних одиниць після виготовлення перебувають у заданих межах і зібрані вироби задовольняють технічні вимоги. При повній взаємозамінності спрощується процес складання, а також ремонт виробів, тому що будь-яка зношена чи поламана деталь або складальна одиниця може бути замінена новою (запасною). Повну взаємозамінність економічно доцільно застосовувати для деталей, виготовлених з допусками квалітетів не вище 6-го. **Неповна взаємозамінність.** Іноді для задоволення експлуатаційних вимог необхідно виготовляти деталі і складальні одиниці з економічно недоцільними чи технологічно важкодосяжними допусками. Такий випадок називають неповною (*обмеженою*) взаємозамінністю. У разі неповної взаємозамінності для отримання необхідної точності складання застосовують: – груповий підбір деталей (*селективне складання*) – метод складання машин і механізмів, при якому здійснюють відповідний підбір деталей, що працюють у парі (деталі, які надходять для складання, сортують за розмірними групами, всередині яких деталі, що з'єднуються (охоплювана і охоплювальна) мають найсприятливіші для з'єднання дійсні розміри); – регулювання положення деяких частин виробів – необхідні характеристики досягаються регулюванням спеціального елемента шляхом зміни місця, положення або введення додаткового елемента; – припасування деталей – для досягнення заданих властивостей конструкції змінюють параметри елемента (заздалегідь призначеного) до необхідних значень для успішного збирання.

Вигляд – сукупність зовнішніх ознак, особливостей когось, чогось, що створює відповідне враження.

Виливок – (або відливка, англ. casting) – заготовка виробу або готовий виріб, отриманий при заливанні рідкого матеріалу в ливарну форму, в якій він твердіє. Розрізняють виливки-напівфабрикати: – чушки (виливанці), призначені для наступного переплавлення; – злитки, оброблювані тиском; – фасонні, що піддають, як правило, обробці різанням. Виливки як готові вироби тільки очищують і фарбують. Матеріалами для виливків можуть бути будь-які метали та їхні сплави, а також гірські породи, шлаки, скло, пластмаси тощо.

Винахід – технічне рішення, що має новизну, суттєві відмінності та економічний ефект. Визнаний офіційними експертами винахід може отримати правову охорону від держави і стати об'єктом промислової власності, що засвідчується особливим правоохоронним документом, який має назву «патент».

Винахідник – людина, яка створює нові винаходи, здебільшого, технічні пристрої або методи. Хоча деякі винахідники можуть бути також ученими, більшість з них – інженери, які створюють технічні новинки на базі відкриттів інших вчених. Часто винахідники покращують існуючі пристрої або комбінують їх для створення нових корисних пристроїв. Для заохочення винахідницької діяльності була створена система патентів, що видаються компетентними державними органами, які засвідчують пріоритет винаходу, авторство та виняткове право на винахід. Здібність до винахідництва можна розвивати. Розроблена теорія вирішення винахідницьких завдань (ТРИЗ), що пропонує величезну базу учбових завдань, типові прийоми рішення та безліч інших інструментів, необхідних для вирішення конкретного завдання.

Випробування у техніці та фізиці – експериментальне визначення кількісних і (або) якісних характеристик властивостей об'єкта випробувань за результатом впливу на нього під час моделювання чи функціонування.

Виріб – предмет або набір предметів, що виготовляються на підприємстві. Виріб є результатом виробничого процесу. Залежно від призначення вироби поділяють на: – вироби основного виробництва – готова продукція, що призначена для постачання (реалізації) споживачам; – вироби допоміжного виробництва – вироби, призначені для власних потреб підприємства і служать для виготовлення виробів основного виробництва.

Виробнича база – сукупність найбільш активних елементів підприємства у наданні послуг чи виробництві туристичного продукту з дотриманням певних технологій. До складу виробничої бази входять лише ті види знарядь і засобів праці, які беруть безпосередню участь у виробничих технологіях. Це дає можливість: по-перше, виокремлювати особливі сукупні характеристики, що впливають з об'єктивно необхідного техніко-технологічного розвитку виробництва; по-друге, виявляти взаємозв'язки, пріоритети, чинники і способи оновлення та підвищення ефективності системного функціонування технологічних процесів, а отже, і відповідного розвитку виробничої бази.

Виробнича дільниця (надалі в. д.) – ланка у виробничій структурі промислового підприємства (цеху), призначена для виконання технологічно або предметно однорідних робіт; сукупність робочих місць на єдиній території. На підприємствах з цеховою структурою кілька дільниць входять до складу цеху. При безцеховій структурі управління виробництвом в. д. є адміністративно відокремленою одиницею підприємства. Очолює в. д. начальник або майстер, який повністю відповідає за її виробничо-господарську діяльність. В. д. є одним з осередків впровадження господарського розрахунку.

Виробнича кооперація (надалі в. к.) – форма виробничих, міжвиробничих і міжгалузевих зв'язків. Базується на юридично оформленій єдності суб'єктів кооперації (виробничих підприємств, об'єднань регіональних, міжрегіональних або міжнаціональних, об'єднаних чи розмежованих, конкретизованих, спеціалізованих за певними виробничо-технологічними ознаками) щодо спільних дій для створення матеріальних благ, зокрема виробництва особливо важливої, надскладної продукції, великомасштабного будівництва, реалізації крупномасштабних державних і міждержавних проектів. Це один із шляхів удосконалення суспільної організації виробництва, його спеціалізації, концентрації, вдосконалення технології, впровадження досягнень науково-технічного прогресу, раціонального використання ресурсів і зростання ефективності і прибутковості. В. к. буває тимчасова й постійна,

за рівнем спеціалізації – предметна (головне підприємство отримує від інших підприємств готову продукцію для комплектування певного виду продукції), подетальна.

Виробничий потенціал – це система матеріальних та трудових факторів, які забезпечують досягнення мети виробництва.

Виробничий процес – сукупність усіх дій людей і знарядь виробництва, необхідних для виготовлення або ремонту виробів, що виготовляються. До виробничого процесу входять не тільки основні, безпосередньо пов'язані з виготовленням деталей і складанням виробів, а й усі допоміжні процеси, що забезпечують можливість виготовлення продукції.

Вихідна заготовка – заготовка перед першою технологічною операцією. Заготовки отримують методами лиття, штампування, кування, прокату та ін.

Відливка (виливок) – виріб або заготовка, отримані технологічним методом лиття.

Відмова – подія, яка полягає в порушенні роботоздатності об'єкта.

Відновлюваний об'єкт – об'єкт, ремонтпридатність якого підлягає відновленню.

Відпалювання (відпал) – вид термообробки, який полягає в нагріванні матеріалу (метал тощо) до температури вище критичної точки, тривалій витримці за цієї температури і подальшому повільному охолодженні. Основними видами відпалювання є гомогенізувальне, графітизувальне, перекристалізаційне, рекристалізаційне, релаксаційне та сфероїдизувальне. Графітизувальне та сфероїдизувальне відпалювання характерне тільки для сталей. Відпалювання підвищує пластичність, зменшує внутрішні напруження, знижує твердість сталей.

Відпуск – вид термообробки, суть його у нагріванні до температури, нижчої за 973 К, витримування та повільне охолодження на повітрі. Розрізняють три види відпуску: низький (нагрівання до температури 473 К; середній (573...773 К); високий (773...973 К). Після відпуску дещо зменшуються твердість і внутрішні напруження, збільшуються пластичність і в'язкість сталей. Це спричиняє зміна структур після відпуску. Структура мартенситу сталі переходить відповідно в структуру трооститу і сорбіту. Чим вища температура відпуску, тим менша твердість відпущеної сталі і тим більша її пластичність та в'язкість. Відпуск, в основному, проводять після загартування для зняття внутрішніх напружень. Низький відпуск застосовують під час виготовлення різального інструменту, вимірювального інструменту, цементованих деталей та ін; середній – під час виробництва ковальських штампів, пружин, ресор; високий – для багатьох деталей, що зазнають дії високих напружень (осі автомобілів, шатуни і т.ін.).

Встановлення – процес базування і закріплення заготовки або виробу.

Вузол – складальна одиниця, яка може збиратися окремо від інших складових частин машини або механізму і яка може виконувати певні функції у výroбах одного призначення тільки спільно з іншими складовими частинами. Вузол залежно від конструкції може складатися з окремих деталей або вузлів (складальних одиниць) і деталей. Технологічна особливість вузла – можливість його складання незалежно від інших частин виробу. Іноді складальні одиниці не збігаються з функціональними (за призначенням) частинами виробу. Наприклад, якщо змашувальна система або система охолодження не може бути зібрана окремо від інших елементів двигуна, то ці системи не належатимуть до його вузлів (складальних одиниць). Характерними прикладами вузлів можуть бути зварні корпуси, гідро- та пневмоциліндри, планетарні

механізми, гальмівні пристрої, шпindelьні блоки, обгінні муфти, запобіжні клапани тощо. **Вузли (складальні одиниці) бувають першого, другого і вищих порядків.** Автомобіль можна розчленувати на складальні одиниці першого порядку: двигун у зборі з муфтою зчеплення, ходова частина, корпус. У свою чергу, двигун у зборі з муфтою зчеплення складається з двох складальних одиниць другого порядку: двигуна і муфти зчеплення. Складальні одиниці третього порядку – масляний насос, паливний насос, стартер – агрегати, встановлені на двигуні.

Г

Гальванічне покриття – це процес покриття одного металу іншим за допомогою осадження його з водяних розчинів солей під дією електричного струму. Вироби, що покриваються, є катодами, анодом є допоміжний електрод, підключений до позитивного полюса джерела струму.

Гартування – це зміцнювальна термічна обробка, яка полягає в нагріванні сталей до температури вищої критичної точки, витримці і подальшому охолодженні зі швидкістю більшою ніж критична. Мета гартування – отримати мартенситну структуру з рівномірним розподілом вуглецю і підвищити твердість і міцність сталі. Головні параметри процесу гартування: – температура нагрівання; – час витримки; – середовище, в якому нагрівають виріб; – швидкість охолодження; – режим відпуску.

Геометричні моделі – це схеми, які відображають робочий процес, виконуваний робочими органами машин, використовують у вигляді геометричних фігур.

Гладка оранка – це оранка, яка дозволяє отримати рівну поверхню без яскраво виражених горбів і борозен.

Гнучке автоматизоване виробництво – це виробнича система (лінія, ділянка, цех, завод), у якій реалізується комплексно-автоматизоване групове багатомономенклатурне виробництво, оперативно перебудовуване в певному параметричному діапазоні продукції. Робота всіх його функціональних комплексів синхронізується як єдине ціле багаторівневою автоматизованою системою управління. Таким чином, гнучке автоматизоване виробництво – організаційно-технічна виробнича система, що дозволяє в багатомономенклатурному дрібносерійному і серійному виробництві замінити з мінімальними витратами і за короткий термін продукцію, що випускається, на нову.

Головна вимога до сільськогосподарських машин – технологічний процес, який вони виконують, має відповідати завданню підвищення родючості ґрунту та сприяти розвитку рослинництва і тваринництва.

Графічний планшет або дигітайзер (від англ. graphics tablet або graphics pad, drawing tablet, digitizing tablet, digitizer) – периферійний пристрій для вводу планшетного типу, призначений для введення інформації у цифровій формі. Графічний планшет складається з електронного планшета, на якому може бути прямокутне меню та курсор. Він має власну систему координат, і під час переміщення курсора по планшету координати руху по його поверхні передаються в комп'ютер. Ці дані стають координатами точкового об'єкта або однією з точок або лінії або полігону. Розміри планшета варіюються від А6 до А0.

Графопобудовник, графобудівник (англ. plotter) – пристрій, призначений для виведення даних в графічній формі на папір. Найчастіше це широкоформатний, струменевий принтер, зорієнтований на друк аркушів формату А0, А1, А2, А3, А4

тощо різної товщини (від 80 г/м², ватманів, напівватманів тощо). Використовується для друку як у чорно-білому так і в кольоровому варіантах, креслень, схем, карт, рекламних плакатів, цінників великого формату (наприклад, на вікнах супермаркетів). Особливості: великі об'єми чорнильних, можливість підключення СНПЧ (Система Неперервної Подачі Чорнил) для ще більших обсягів друку, «гаряча» заміна чорнильних та картриджа. Також може бути обладнаний голівкою з лезом, або спеціальним пером, а вивід інформації здійснюється шляхом нарізання матеріалу по кривих лініях (на оракалі, плівках для термопереносу тощо). Дані на плоттер подаються з програм, призначених для роботи з векторною графікою (Corel Draw, Adobe Illustrator тощо). Найчастіше використовується в рекламних цілях для створення банерів, рекламних щитів, написів.

Г

Грунтування металу – якщо ґрунт містить перетворювач іржі, то під час його використання допускається наявність іржі на поверхні, що фарбується. Ґрунт наноситься пензлем, валиком або розпиленням при кімнатній температурі. Якщо виріб буде експлуатуватися поза приміщенням, то краще застосовувати ґрунт по металу, який призначений для зовнішніх робіт. Як правило, цей ґрунт можна використовувати і як фінішне покриття.

Д

Дескриптор – лексична одиниця (слово, словосполучення) інформаційно-пошукової мови, яка призначена для опису основного смислового змісту документів.

Деталь – виріб, виготовлений з однорідного матеріалу без складальних операцій.

Деталь машини – виріб, виготовлений з однорідного за найменуванням і маркою ма-теріалу без використання складальних операцій, складова частина механізму, машини і т. ін.

Деформація ґрунту – це здатність змінювати форму і об'єм під дією зовнішніх зусиль, які не призводять до критичних руйнувань зразків ґрунту.

Дизайн – художнє конструювання.

Дипломна робота – кваліфікаційна (випускна) робота, призначена для об'єктивного контролю ступеня сформованості знань та умінь розв'язувати типові завдання діяльності, які, в основному, віднесені в освітньо-кваліфікаційних характеристиках до організаційної, управлінської і виконавської (технологічної, операторської) робочих функцій. Дипломні (кваліфікаційні) проекти (роботи) виконуються на завершальному етапі навчання студентів і передбачають: – систематизацію, закріплення, розширення теоретичних і практичних знань зі спеціальності та застосування їх під час розв'язання конкретних наукових, технічних, економічних, виробничих та інших завдань; – розвиток навичок самостійної роботи й оволодіння методикою дослідження та експерименту, пов'язаних з темою проекту (роботи).

Дипломний проект, дипломна робота – це індивідуальне завдання науково-дослідницького, творчого чи проектно-конструкторського характеру, яке виконується студентом на завершальному етапі фахової підготовки і є однією з форм виявлення теоретичних і практичних знань, вміння їх застосовувати для розв'язування

конкретних наукових, технічних, економічних, соціальних та виробничих завдань. Дипломні проекти виконують, як правило, студенти-випускники технічних, технологічних та інших споріднених спеціальностей.

Дисципліна (лат. *Disciplina* – навчання, виховання) – багатозначне поняття. Навчальний предмет або курс також називають цим поняттям.

Дифузійний відпал сталі (гомогенізація) – застосовується тоді, коли сталь має внутрішньокристалічну ліквідацію. Вирівнювання складу в зернах аустеніту досягається дифузією вуглецю та інших домішок у твердому стані, поряд з самодифузією заліза. За результатами відпалу, сталь стає однорідною за складом (гомогенною), тому дифузійний відпал називають також гомогенізацією. Температура гомогенізації повинна бути досить високою, проте не можна допускати перепаду, оплавлення зерен. Якщо допустити перепад, то кисень повітря окислює залізо, проникаючи в його товщу, утворюються кристаліти, роз'єднані окисними оболонками. Перепад усунути не можна, тому перепадені заготовки є остаточним шлаком.

Добрива – органічні й неорганічні речовини, які застосовують для поліпшення умов живлення культурних рослин з метою підвищення врожаю й поліпшення його якості.

Довговічність₁ – властивість об'єкта зберігати роботоздатність тривалий час до настання граничного стану.

Довговічність₂ – властивість виробу зберігати працездатність до граничного стану з необхідними перервами для технічного обслуговування і ремонтів. Граничний стан виробу визначається залежно від його схемно-конструктивних особливостей, режиму експлуатації і сфери використання. Для багатьох виробів (наприклад, освітлювальні лампи, шестерні, вузли побутових електро- і радіоприладів), що не ремонтуються, граничний стан збігається з відмовою. У ряді випадків граничний стан визначається досягненням періоду підвищеної інтенсивності відмов. Якщо не можна заздалегідь отримати відомості про зміну інтенсивності відмов, граничний стан виробу визначається безпосереднім обстеженням його стану в процесі експлуатації.

Документація – сукупність офіційно визнаних, взаємопов'язаних та складених у визначеній формі документів, які містять передбачувану інформацію про виріб, процес або діяльність певного підприємства. Відповідно до галузі застосування документація поділяється на бухгалтерську, конструкторську, нормативну, технічну, товарну тощо. Вимоги до переліку документів визначаються **технічним завданням**, до вмісту документів – **стандартами** або додатково та окремо погодженими документами.

Допоміжний перехід – закінчена частина технологічної операції, що складається з дій людини та/або обладнання, які не супроводжуються зміною форми, розмірів і шорсткості поверхні, але необхідні для виконання технологічного переходу (наприклад, встановлення заготовки).

Допоміжний хід – закінчена частина технологічного переходу, яка складається з однократного переміщення інструмента відносно заготовки, необхідного для підготовки робочого ходу.

Допуск – різниця між найбільшим і найменшим граничними значеннями (розмірів, маси), задається на геометричні розміри деталей, механічні, фізичні і хімічні властивості. Призначається (вибирається), виходячи з технологічної точності або вимог до виробу. Будь-яке значення, яке вкладається у заданий інтервал, є допустимим.

Дослідний зразок – зразок продукції, виготовлений за наново розробленою документацією для перевірки шляхом випробувань відповідності її заданим технічним вимогам з метою прийняття рішення про можливість впровадження у виробництво і використання за призначенням.

Дослідник – людина, яка веде дослідження, займається науковими дослідженнями, вивченням, спостереженням, аналізом чого-небудь, сприяє отриманню нових знань. Дослідник займається дослідженням, пошуком знань, використовуючи будь-який систематичний метод (наприклад, науковий метод), з метою встановлення фактів. У більш вузькому сенсі дослідник – це людина, яка проводить досліди. Наприклад, аграрні дослідники проводять досліди з вирощування сільськогосподарських культур, виведення нових сортів тощо. Дослідники можуть працювати в наукових, промислових, навчальних, державних або приватних закладах та установах. Також можуть займатися приватними, особистими дослідженнями.

Дублікат – це копії першотворів. Вони дозволяють отримати ідентичне відтворення першотвору, що забезпечує зняття з них копій.

Е

Електроерозійна обробка (англ. EDM – Electric discharge machining) – різновид електрофізичної обробки, характеризується тим, що зміна форми, розмірів та якості поверхні заготовки з електропровідного матеріалу відбувається під дією електричних (іскрового чи дугового) розрядів. Електроерозійна обробка базується на використанні контрольованого руйнування електропровідного матеріалу під дією електричних розрядів між двома електродами, тобто це вид механообробки з використанням електричної ерозії.

Електроліти (англ. electrolytes, нім. Elektrolyte m, pl) – речовини, розплави або розчини, які проводять електричний струм внаслідок дисоціації на іони, проте самі речовини не проводять електричний струм.

Електрофорез – рух дисперсних твердих частинок, рідинних крапель або газових пухирців, іонів тощо, завислих в рідинному або газоподібному середовищі в електричному полі постійного струму під дією електрокінетичних сил, що виникають завдяки утворенню подвійного електричного шару на границі розділу фаз.

Емаль (склиця) – склоподібний матеріал, що використовується для художнього декорування та технічної обробки виробів із металу. У мистецтві емаль використовується у техніці емалювання. Емаль складається із солей, оксидів металів та силікатів, що при випалюванні за високої температури (500...800°C) формують однорідну масу, яка здатна утворювати стійкий зв'язок із металом основи. Найпростіша емаль, що використовується з давніх-давен, складається з суміші кремнію, піску, оксиду свинцю, соди (поташу) і бури. Оксид свинцю та поташ (або сода) є необхідними для покращення блиску емалі, кількість свинцю також визначає її твердість. Бура сприяє кращому змішуванню з окисами металів, які надають емалі різнокольорового забарвлення. Бура та сода також визначають еластичність емалі (бура зменшує еластичність, а поташ, чи сода – збільшує). Всі компоненти повинні знаходитися у відповідному балансі, щоб коефіцієнт розширення емалі був близький до коефіцієнту розширення металу основи. Існує дві основні форми емалі – прозора та непрозора. Під час виробництва емаль спікається у склоподібну масу, яка потім подрібнюється і перетирається на дрібний порошок. Розрізняють кілька типів емалі: непрозора, напівпрозора, прозора, опалесцентна.

Енергетичний засіб – це засоби, які поділяють на рухомі (мобільні), обмежено рухомі і стаціонарні.

Енергоємність валового внутрішнього продукту – узагальнюючий макроекономічний показник, що характеризує рівень витрат паливно-енергетичних ресурсів на одиницю виробленого валового внутрішнього продукту. Одна з фундаментальних характеристик для економіки кожної країни.

Ескізний проект – сукупність конструкторських документів, які повинні вміщувати принципові конструктивні рішення, що дають загальне уявлення про будову і принцип роботи машини, а також дані, які визначають призначення, основні параметри і габаритні розміри машини, що розробляється.

Ж

Жорсткість – здатність конструкції протистояти небажаним коливальним процесам і особливо зони резонансних частот, запобігати деформаціям конструкції. Досягається розрахунками на основі механіки й опору матеріалів.

З

Завод – багатопрофільне підприємство з повним циклом – від генерованої конструкторської ідеї до виготовлення готової продукції.

Загартування – вид термообробки, суть його у нагріванні до високої температури, витримуванні і швидкому охолодженні (у воді, мінеральній оліві та інших охолоджувачах). Є такі види загартування: в одному охолоджувачі; перервне; ступінчасте; ізотермічне; поверхневе та ін. Загартування сталей забезпечує підвищення твердості, виникнення внутрішніх напружень і зменшення пластичності. Твердість збільшується у зв'язку з виникненням таких структур: сорбіт, троостит, мартенсит. Практично загартуванню піддаються середньо- і високовуглецеві сталі.

Задня бабка – елемент металорізальних верстатів (переважно токарної групи). Призначена для підтримки оброблюваної заготовки під час роботи в центрах, а також для закріплення інструментів під час обробки отворів (свердел, зенкерів, розверток) і нарізування різьб (мітчиків, плашок).

Заготовка – предмет праці, з якого зміною форми, розмірів, властивостей поверхні і/або матеріалу виготовляють деталь.

Засіб вимірювань – технічний засіб, що використовується для вимірювань і має нормовані метрологічні характеристики.

Зварювання (англ. welding; нім. schweißen) – технологічний процес утворення нероз'ємного з'єднання між матеріалами при їх нагріванні та/або пластичному деформуванні за рахунок встановлення міжмолекулярних і міжатомних зв'язків. Відомо близько 70 способів зварювання. В основу їхньої класифікації покладено дві ознаки: агрегатний стан матеріалу в зоні зварювання та вид енергії, яка використовується для утворення з'єднання.

Зенкер (нім. Senker) – багатолезовий осьовий різальний інструмент для підвищення точності форми отвору та збільшення його діаметра. Обробка зенкером носить назву зенкерування. Працює зенкер так само, як і свердло, здійснюючи обертальний рух навколо осі, а поступальний – вздовж осі отвору. Зенкер має форму стрижня з різальною і калібрувальною частинами. На відміну від свердла, у зенкера зазвичай є від 3 до 6 різальних ребер. Порівняно із свердлом зенкер має більшу стійкість і механічну жорсткість та забезпечує вищу точність обробки та меншу

шорсткість поверхні після обробки. Багатолезовий різальний інструмент для обробки вхідної частини отворів в деталях з метою отримання конічних або циліндричних заглиблень, опорних площин навколо отворів або зняття фасок центрових отворів називають зенківками.

Зенкерування (від нім. Senken – проходити, поглиблювати (шахту)) – вид механічної обробки різанням, під час якої відбувається обробка циліндричних і конічних отворів у деталях з метою збільшення їхнього діаметра, покращення точності та якості (шорсткості) поверхонь. Зенкерування належить до напівчистових видів обробки різанням. Термін може вживатись у кількох значеннях, близьких між собою за суттю: 1. (англ. hole-enlarging) у значенні обробки поверхонь попередньо просвердлених, отриманих штампуванням або литвом; 2. (англ. hole truing) як проміжна операція після свердління перед розверчуванням. 3. (англ. spot-tacing, squaring) у значенні зенкування – центрування, торцювання (цекування). Зенківки застосовуються для виготовлення внутрішніх фасок. Зенківки можуть мати кути 30° , 45° , 60° , 75° . Для зенкерування використовують зенкери. Швидкість різання при зенкеруванні залежить від матеріалу заготовки та різальної частини інструмента і в середньому становить $V=30\ldots 80$ м/хв при подачі $S=0,5\ldots 1,5$ мм/об. Зенкерування забезпечує точність обробки отвору 8...11-го квалітетів при шорсткості поверхні $Ra=1,0\ldots 2,5$ мкм.

Зносостійкість – (англ. wear resistance; нім. Verschleissfestigkeit) – властивість матеріалу чинити опір зношуванню за визначених умов тертя, яка оцінюється величиною, оберненою швидкості зношування чи інтенсивності зношування. Швидкість зношування – відношення величини зносу до часу зношування. Інтенсивність зношування – відношення величини зносу до шляху тертя, вздовж якого відбувалося зношування. Шлях тертя – відстань, що проходить точка поверхні тертя одного тіла по поверхні іншого тіла. Зносостійкість залежить від виду, складу і структури матеріалу, твердості поверхневих шарів, шорсткості і технології обробки деталі, контактних зусиль, стану і наявності змащування у зоні контакту поверхонь тертя. Відносна зносостійкість – безрозмірний показник, що характеризує співвідношення абсолютних величин зносу двох матеріалів, один з яких прийнятий за еталон.

Зубило – ударно-різальний інструмент для обробки металу та будівельних матеріалів (бетону, цегли, каменю). При наданні зубилу ударного зусилля з боку бойкової частини (затильника) за допомогою молотка, кувалди, відбійного молотка, рубального молотка, бетонолома чи перфоратора різальна крайка зубила впливає на оброблюваний матеріал, розрізаючи чи розколюючи його.

Зчіпка – те саме, що зчеп. Для приєднання до тракторів борін і культиваторів застосовують спеціальні пристрої – зчіпки. Зчіпки з двох і навіть трьох жаток застосовують на збиранні високоврожайних хлібів, на великих масивах.

I

Інженер – особа, що професійно займається інженерією, тобто на основі поєднання прикладних наукових знань, математики та винахідництва знаходить нові вирішення технічних проблем.

Інструкція – правовий акт, який створюється органами державного управління для встановлення правил, що регулюють організаційні, науково-технічні, технологічні, фінансові та інші спеціальні сторони діяльності та відносин установ,

закладів, підприємств, службових осіб. Інструкція має реквізити, назву виду документа (інструкція); гриф затвердження; заголовок (сюди іноді входить назва документа); дата; індекс; місце видання; текст; підпис; види погодження. Текст викладається у вказівно-наказовому стилі з формулюваннями типу «повинен», «слід», «необхідно», «не дозволено». Текст документа має бути стислий, точний, зрозумілий, оскільки він призначений для постійного користування. Зміст викладається від 2-ої, 3-ої особи, рідше – у безособовій формі.

Інструкція з експлуатації (настанова) – документ, у якому викладено відомості, необхідні для правильної експлуатації (використання, транспортування, зберігання і технічного обслуговування) виробу (установки) та підтримання його (її) в постійній готовності до дії.

Інструмент (лат. instrumentum – знаряддя) – технологічне оснащення (знаряддя або пристрій), які в процесі праці безпосередньо стикаються з предметом праці з метою зміни чи контролю його форми, стану, властивостей тощо.

Інструментальна промисловість – галузь машинобудування, що випускає інструмент, – ріжучий, вимірювальний, слюсарно-монтажний, затискний, напилки і технологічне оснащення (пристосування, штампи, прес-форми і т.ін.).

Інтенсивна технологія – це комплекс агротехнічних прийомів вирощування сільськогосподарських культур, технологічних засобів і операцій, які спрямовані на максимально повне використання біологічного потенціалу продуктивності культур (їхніх сортів і гібридів) за рахунок підвищення ефективності використання природних і антропогенних його факторів при мінімізації трудових і матеріальних ресурсів. Інтенсивні технології ґрунтуються на управлінні процесом формування врожаю, який забезпечує скорочення розриву між потенційною і реальною продуктивністю сільськогосподарських культур. Суть їх полягає в оптимізації факторів урожайності протягом усього періоду вегетації рослин. Якщо при традиційній технології матеріально-технічні ресурси забезпечуються виходячи із можливостей, які є в даному конкретному підприємстві, то при інтенсивній технології – із потреби в них для отримання запрограмованого рівня врожаю з меншими витратами на одиницю продукції.

Інформаційна підтримка – це одна з переваг, які надаються членам Асоціації, створена для того, аби про новини компаній-членів, їх дослідження та публікації з легкістю дізнавалася багатотисячна аудиторія членів Асоціації, її партнери та дипломатична спільнота.

Інформаційна технологія – це комплекс взаємозалежних, наукових, технологічних, інженерних дисциплін, що вивчають методи ефективної організації праці людей, зайнятих опрацюванням і збереженням інформації; обчислювальну техніку, методи організації і взаємодії з людьми та виробничим устаткуванням, практичні додатки, а також пов'язані з усім цим соціальні, економічні та культурні проблеми. Інформаційна технологія – цілеспрямована організована сукупність інформаційних процесів з використанням засобів обчислювальної техніки, що забезпечують високу швидкість обробки даних, швидкий пошук інформації, розосередження даних, доступ до джерел інформації незалежно від місця їх розташування.

Інформаційний пакет – документ, який містить загальну інформацію про університет, назву напрямів, спеціальностей, спеціалізацій спеціальностей, анотації (змістові модулі) із зазначенням обов'язкових та вибіркових курсів, методики і

технології викладання, залікові кредити, форми та умови проведення контрольних заходів, опис системи оцінювання якості освіти тощо.

Інформаційні технології, ІТ, інформаційно-комунікаційні технології (Information and Communication Technologies, ICT) – сукупність методів, виробничих процесів і програмно-технічних засобів, інтегрованих з метою збирання, опрацювання, зберігання, розповсюдження, показу і використання інформації в інтересах її користувачів. Технології, що забезпечують та підтримують інформаційні процеси, тобто процеси пошуку, збору, передачі, збереження, накопичення, тиражування інформації та процедури доступу до неї.

К

Карбюризатор (від фр. carburer – збагачувати вуглецем) – речовина (тверда, рідка або газоподібна), за допомогою якої збагачують вуглецем поверхню сталевих виробів при цементації. Твердий карбюризатор – деревне вугілля, просочене розчинами мінеральних солей: вуглекислими барієм, кальцієм тощо. За ГОСТ 2407-83 постачається у вигляді зерен розміром 3,6...10 мм, покритих плівкою вуглекислого барію, масова частка якого становить $20 \pm 2\%$. Як газоподібний карбюризатор може використовуватись очищений природний газ, пропан або бутан. До рідких карбюризаторів належать гас, синтин, триетаноламін.

Карта ескізів – технологічний документ, що містить ескізи, схеми і таблиці, необхідні для виконання технологічного процесу, операції технологічного переходу або ремонту виробу (включаючи контроль і переміщення).

Каучук – еластичний матеріал, який отримують при коагуляції латексу каучуконосних рослин, головним чином бразильської гевеї, що росте в тропічних країнах. Основний компонент – поліізопрен – вуглеводневе полімерне хімічне з'єднання. З вулканізованих каучуків отримують міцну й еластичну гуму. Застосовується для електроізоляції, виробництва шин, амортизаторів, виробів санітарії і гігієни та ін.

Кваліфікація (від англ. quality – якість) – це: – наявність підготовки, професійних знань, навичок та досвіду, які дають можливість особі належним чином проводити певні дії; – рівень підготовленості, майстерності, ступінь готовності до виконання праці за визначеною спеціальністю чи посадою, що визначається розрядом, класом чи іншими атестаційними категоріями.

Кернер (англ. centre-punch; нім. Körner m, Ankörner m) – ручний слюсарний інструмент у вигляді загостреного сталевого стрижня, яким розмічують заготовки по попередньо проведених лініях розмітки перед подальшою обробкою, наносячи заглиблення (керни). Керни переважно роблять для того, щоб лінії розмітки були виразно помітні при подальшій обробці а також для уникнення прослизання свердла по поверхні матеріалу на початку свердління отвору. Це допомагає домогтися більшої точності розташування отворів під час свердління. Керніння проводиться ударами молотка по протилежній ударній частині кернера. Кернери виготовляють з інструментальних вуглецевих чи легованих сталей У7А, У8А, 7ХФ або 8ХФ. Робочу частину кернерів (конус) термічно обробляють на довжині 15...30 мм до твердості HRC 55...59, а ударну частину – на довжині 15...25 мм до твердості HRC 40...45. Середня частина кернера має рифлення (накатку) для зручності тримання під час роботи. Розрізняють кернери звичайні, спеціальні, пружинні (механічні), електричні тощо.

Кібернетична машина – це машина, що замінює або імітує різні механічні, фізіологічні або біологічні процеси, що притаманні людині і живій природі, та яка має елементи штучного інтелекту.

Кінематична схема – це елемент робочої конструкторської документації.

Ключ гайковий – це інструмент для різьбового з'єднання (роз'єднання) закручуванням (розкручуванням) болтів, гайок та інших видів кріплення. Ключі поділяють на дві групи: ті, що охоплюють і охоплювані. Розмір зіву (отвору) стандартизований. Існує широкий діапазон різновидів гайкових ключів: ріжкові, накидні, комбіновані, з храповим механізмом, торцеві, шестигранні та ін. Ключі гайкові мають широкий діапазон застосування, але використовуються переважно в автотехніці і автомобілебудуванні.

Ключ гайковий комбінований – це ключ, один робочий профіль якого повністю охоплює кріпильний елемент, інший робочий профіль якого охоплює кріпильний елемент з двох або трьох сторін. Має О- і U-подібну форму. О-подібна сторона може мати храповий (реверсивний) механізм.

Ключ гайковий накидний – це ключ, робочий профіль якого повністю охоплює кріпильний елемент (болт, гайку чи інші). Має О-подібну форму. Переважно накидні ключі двосторонні, з близькими за розміром робочими ділянками.

Ключ гайковий ріжковий – це ключ, робочий профіль якого охоплює кріпильну деталь з двох або трьох сторін. Має U-подібну форму. Переважно ріжкові ключі двосторонні, з близькими за розміром робочими ділянками. Робоча ділянка ключа повернена під кутом 30° до поздовжньої осі інструменту, що забезпечує більший робочий діапазон в місцях з обмеженим доступом.

Ключ гайковий ударний – це переважно накидний односторонній гайковий ключ, який завдяки своїй посиленій конструкції дозволяє прикладати ударні зусилля при розкручуванні (закручуванні) кріплення.

Ключ з храповим механізмом – це комбінований гайковий ключ, який має в накидній частині вбудований храповий механізм для зручнішої роботи з кріпленням.

Ключ розвідний – це різновид гайкових ключів, що дозволяє за допомогою одного ключа працювати з широким діапазоном розмірів кріплень завдяки пересувній губці.

Коефіцієнт готовності – імовірність того, що об'єкт виявиться працездатним у довільний момент часу, крім запланованих періодів, протягом яких використання об'єкта за призначенням не передбачено.

Коефіцієнт корисної дії плуга – це відношення опору технологічного процесу до повного тягового опору.

Коефіцієнт питомого опору – коефіцієнт, що характеризує здатність ґрунту опиратися дії робочого органа.

Комбайн – це машинний агрегат, який є сукупністю робочих машин, що одночасно виконують декілька різнохарактерних операцій. Як правило, цикл виконуваних комбайном операцій закінчується випуском готової продукції. Найширше різні типи комбайнів застосовуються в сільському господарстві (зерновий, картоплезбиральний, бурякозбиральний і ін.) і в гірській справі (прохідницький).

Комбінована машина – машина, яка може одночасно виконувати кілька операцій.

Комп'ютер (від англ. computer; лат. computator – обчислювач, лат. computatrum – рахувати – обчислювач) – багатозначний термін, найчастіше вживається для означення програмно керованого електронного пристрою обробки інформації. Разом з

тим, це може бути будь-який механічний, немеханічний (електронний) пристрій (або навіть людина), призначені для проведення обчислень. Обчислення можуть відбуватися дискретно або безперервно у часі. У вузькому значенні – електронний цифровий програмований пристрій (електронна обчислювальна машина) для проведення обчислень, а також приймання, обробки, зберігання і видачі інформації заздалегідь визначеним алгоритмом. Наразі практично всі існуючі на сьогодні комп'ютери є електронно-обчислювальними машинами.

Комп'ютерний принтер (англ. printer – друкер) – периферійний друкувальний пристрій, що підключається до комп'ютера і має змогу друкувати текстову та іншу графічну інформацію на папері. Процес друку називається «виведенням до друку», а отриманий документ – роздруківкою або твердою копією. Принтер має перетворювач цифрової інформації (текст, фото, графіка), що зберігається в запам'ятовувальних пристроях комп'ютера, фотоапарата та цифрової пам'яті особливою машинною мовою. За технологією друку принтери поділяють на матричні, струменеві, лазерні й сублімаційні, а за колірністю друку – на кольорові й монохромні. Монохромні принтери можуть друкувати зображення, що має кілька градацій одного кольору, зазвичай, чорного (хоча зрідка застосовують інші кольори: синій, червоний чи зелений). Із розвитком комп'ютерних технологій крім монохромних набули поширення принтери, що можуть друкувати майже весь спектр кольорів, видимий людським оком. Такі принтери називають «кольоровими». Матричні принтери застосовують як спеціалізовані для друку на рулонах паперу в лабораторіях, банках, бухгалтеріях, для друку на багатошарових бланках (наприклад, паспорти, авіаквитки), а також, коли важливий саме факт друку ударом. Набули поширення багатофункціональні пристрої, в яких об'єднано принтер і сканер. Здебільшого вони мають функції копіювального апарата, а іноді – також і факса. Таке поєднання зручне в роботі. Широкоформатні (A3, A2) принтери іноді помилково називають плоттерами.

Комплекс – це два або більше специфічні вироби, не з'єднані на підприємстві з їх виготовлення, але призначені для виконання взаємозв'язаних функцій (наприклад, комплекс машин).

Комплекс машин – сукупність сільськогосподарських машин, здатних виконати протягом року всі заплановані операції з виробництва продуктів будь-якої галузі господарства в оптимальні агротехнічні строки з мінімальними затратами праці.

Комплексна механізація і автоматизація виробництва (англ. complete mechanization and automation of production, full mechanization and automation of production, integrated mechanization and automation; нім. Vollmechanisierung und Automatisierung der Erzeugung (Produktion f) – головний напрямок науково-технічного прогресу, вищий ступінь механізації виробництва, при якому ручна праця замінюється як на основних, так і на допоміжних взаємопов'язаних операціях. При К.м.а.в. ручним залишається тільки управління технологічними процесами, які виконуються механізованими комплексами.

Комплексно-механізований процес – це процес, при якому ручна праця як на основних, так і на допоміжних операціях, транспортних і складських роботах замінюється роботою машин і механізмів, а вручну здійснюється лише керування машинами і механізмами.

Комплект – два або більше вироби, не з'єднаних на підприємстві за їх виготовленням, призначені для виконання взаємозв'язаних функцій і мають допоміжний характер (наприклад, комплект інструмента).

Конвеєр (англ. conveyor; нім. Rutsche, Stetigförderer, Fördere, Fließband) – машина безперервної дії, призначена для транспортування насипних і штучних вантажів – корисних копалин, породи, закладальних матеріалів та ін. Широко застосовується в кар'єрах, на шахтах, збагачувальних фабриках.

Кондуктор в техніці (від лат. conduco – збираю, переводжу) – один з видів технологічного оснащення або верстатних пристосувань, який забезпечує підвід або направлення інструмента до деталі в місці або місцях, визначених конструктором; шаблон. Під час роботи з кондуктором деталь розташовується в кондукторі або під кондуктором так, що напрямні кондуктора визначають положення різального інструменту відносно оброблюваної деталі. Використання кондукторів позбавляє необхідності багаторазової розмітки та забезпечує точність виконання операцій, що повторюються. Кондуктор, який забезпечує фіксацію деталі та інструмента іноді називають «станок».

Конкурентоспроможність – це комплексна характеристика товарів, яка визначає його переваги на ринку порівняно з аналогічними товарами-конкурентами за ступенем задоволення потреби та витратами на це задоволення.

Конструктивна спадкоємність – це використання під час проектування машин (виробів) попереднього досвіду машинобудування даного профілю або суміжних галузей, введення в проєктований виріб усього корисного, що є в існуючих конструкціях машин.

Конструктор – людина (особа), у більшості випадків («як правило») – інженер, що у результаті процесу конструювання створює проєкт певного об'єкта техніки. Створюваний конструктором (у взаємодії з іншими конструкторами, оскільки майже завжди це є колектив-ний процес) проєкт (найчастіше це комплект креслень та іншої технічної документації) повинен забезпечувати можливість виготовлення (спорудження) необхідного об'єкта.

Конструкція – будова, взаємне розміщення частин будь-якої деталі, машини, приладу, які визначаються їхнім призначенням.

Конструкція виробу – сукупність властивостей виробу, яку характеризують склад його частин, призначення, взаємна розташованість, форма, розміри і матеріали складових частин та види з'єднання їх між собою.

Конструкція сільськогосподарських машин – це будова та взаємне розміщення складових елементів (вузлів і деталей), які визначають призначення машини.

Конструкторська документація (КД) – частина технічної документації у вигляді графічних і текстових документів, котрі в сукупності або окремо визначають склад і будову виробу та містять необхідні дані для його розробки, виготовлення, контролю, експлуатації, ремонту та утилізації. **Система конструкторської документації** (СКД) – комплекс національних стандартів, які встановлюють взаємопов'язані правила розробляння, оформлювання та обігу конструкторської документації. В Україні СКД базується на Єдиній системі конструкторської документації – комплексі державних та міждержавних стандартів.

Конструювання – процес створення конструктором проєкту певного об'єкта техніки,

що полягає у визначенні форми, розмірів, взаємного розташування й параметрів частин й елементів конструкції об'єкта, його складових (агрегатів, систем, вузлів тощо), способу їхнього з'єднання, вибору матеріалів окремих елементів та розробки конструкторської документації. Кінцевим результатом конструювання є технічний

проект (найчастіше це комплект креслеників та іншої технічної документації) який повинен забезпечувати можливість виготовлення (створення), експлуатації та утилізації необхідного об'єкта.

Контроль (фр. *contrôle, by contrerôle* – подвійний список) – одна з основних функцій системи управління. Контроль здійснюється на основі спостереження за поведінкою керованої системи з метою забезпечення оптимального її функціонування (вимірювання досягнутих результатів і співвіднесення їх із очікуваними результатами). На основі даних контролю здійснюється адаптація системи, тобто прийняття оптимальних управлінських рішень. **Попередній контроль** – реалізація (не створення, а саме реалізація) певних правил, процедур і ліній поведінки. **Поточний контроль** здійснюється безпосередньо в ході проведення робіт, він базується на вимірюванні фактичних результатів, отриманих після проведення роботи, спрямованої на досягнення бажаних цілей. **Підсумковий контроль** здійснюється після проведення усіх робіт; дає керівництву організації інформацію, необхідну для планування у випадку, якщо аналогічні роботи передбачається проводити в майбутньому і сприяє мотивації (досягнення певного рівня результативності).

Контрольно-випробувальна станція – сільськогосподарське підприємство (господарство), в якому проводиться вирощування ремонтних плідників сільськогосподарських тварин та всебічна їх оцінка за походженням і власною продуктивністю: ростом, розвитком, типом будови тіла, приростами живої маси, статеву активністю, спермопродуктивністю тощо. За ветеринарними вимогами контрольно-випробувальна станція прирівнюється до біопідприємства закритого типу.

Конференція – заздалегідь заплановане, організоване зібрання людей для обговорення певної проблематики, яка визначена заздалегідь. Існує багато видів конференцій. **Мирна конференція** – міжнародне зібрання представників різних країн, як правило, скликана для вироблення і підписання умов післявоєнного устрою, а також обговорення проблем обмеження зростання озброєнь і пошуку мирних способів вирішення міжнародних суперечок та конфліктів. **Наукова конференція** – великі збори, нарада представників різних установ, країн, груп. **Телеконференція** – дистанційне спілкування групи людей, що знаходяться у різних локаціях, з обміном звуковою та відеоінформацією. **Бізнес-конференція** – збори представників однієї або кількох компаній з метою обговорення результатів співпраці у сфері бізнесу, обговорення проблем, які виникають під час реалізації бізнес-ідеї, шляхів вирішення цих проблем, покращення взаємодії. Такі збори зазвичай проводяться в обладнаних конференц-залах з використанням спеціального обладнання для конференцій (проектори, екрани, системи синхронного перекладу та ін.) **Пресконференція** – організована зустріч журналістів із представниками компаній, організацій або окремими персонами.

Кооперація (лат. *cooperatio*) – це форма організації економічної діяльності людей і організацій для спільного досягнення загальних цілей або задоволення потреб. Використовується також для позначення характеру економічних та політичних взаємин. Кооперація є системою, що складається з кооперативів та їх об'єднань, мета якої – сприяння членам кооперації у сфері виробництва, торгівлі і фінансів. Кооперація розглядається як третій сектор економіки, разом із приватним (індивідуальним) і державним (централізованим) секторами економіки (народного господарства). У ринковій економіці виступає як «третя сила» або «третя альтернатива» приватному і державному підприємству. Кооперація об'єднує в собі

економічну діяльність і суспільний рух. В основі діяльності кооперації лежать кооперативні принципи, прийняті Міжнародним Кооперативним Альянсом. Основні форми кооперації – кредитна кооперація, страхова кооперація, споживча кооперація, виробнича кооперація (масловиробнича кооперація, сільськогосподарська кооперація, будівельна кооперація).

Копії – це документи, виконані засобом, який забезпечує їхню ідентичність із першотвором або дублікатом. Копії призначені для безпосереднього використання під час розробки конструкторської документації, виробництва виробів, їхньої експлуатації і ремонту.

Коробка передач, коробка перемикавання передач, КП, КПП (англ. gear box) – агрегат (як правило – шестерні) різних промислових механізмів, як наприклад, верстатів і трансмісій. Іноді коробку передач називають трансмісією. Трапляється, що трансмісія складається тільки з коробки передач, але в загальному випадку коробка передач – лише її частина.

Коробка подач – механізм металорізального верстата, призначений для зміни подачі; складається з зубчатих передач, що перемикаються і розміщені в корпусі (коробці). Зокрема, ланцюгова подача велосипеда – приклад коробки подач.

Коробка швидкостей – механізм, яким регулюють, змінюючи передаточне відношення, частоту обертання веденого вала в приводах металорізальних верстатів, бурових установок тощо. Такі механізми бувають з зубчастими передачами, що їх перемикають, або з варіаторами.

Корозія металів – процес хімічного руйнування металів і сплавів при їх взаємодії з зовнішнім середовищем: повітрям, водою, розчинами електролітів тощо. Розрізняють два види корозії: хімічну і електрохімічну.

Критерії проектування (цільові функції) – математичне вираження результату і мети проектування.

Критерій оптимальності – характерний показник розв'язку задачі, за значенням якого оцінюється оптимальність знайденого рішення, тобто максимальне задоволення поставлених вимог.

Кульман – прилад (здвоєний шарнірний паралелограм із зрівноважувальними пружинами) для проведення паралельних ліній на кресленнях. Від назви фірми «Кульман».

Культиватор – це сільськогосподарська техніка, призначена для обслуговування городніх ділянок, садів, парків і квітників.

Л

Лабораторія (середньовічна лат. laboratorium, від лат. laboro – працюю) – багатозначний термін, що, залежно від контексту, може означати: – спеціально обладнане та устатковане приладами, машинами, пристроями, мережами приміщення або транспортний засіб (наприклад, автомобіль, вагон потяга, літак, гелікоптер, субмарина тощо) для наукових досліджень, навчальних робіт, контрольних аналізів та випробувань; – установу або її відділ, що проводить експериментальну науково-дослідницьку та навчальну роботу; – внутрішні творчі процеси, внутрішню діяльність кого-небудь, наприклад, творча лабораторія дослідника, митця тощо.

Латунь, мосяж – сплав міді та цинку. До її складу також можуть входити інші метали чи неметали. Частка цинку у латуні може бути відносно високою (понад 36%). Мідь і цинк розчиняються один в одному у будь-яких пропорціях, але, незважаючи на

процентне співвідношення міді і цинку, латуні вважають сплавами на основі міді. Латуні із вмістом цинку до 36 % називають однофазними сплавами, або альфа-сплавами. Вони чудово піддаються холодним методам обробки. Латуні із вмістом цинку понад 37 % називають двофазними сплавами, або бета-сплавами. Вони добре піддаються гарячим методам обробки. Латуні із низьким вмістом цинку (менше, ніж 20 %) найчастіше використовуються для виробництва прикрас та виготовлення трубок. Латунь досить добре зварюється і прокатується. Має жовтий колір і відмінно полірується. Вісмут і свинець шкідливо впливають на латунь, оскільки зменшують здатність до деформування у гарячому стані.

Литво – технологічний процес виготовлення виливка, суть якого в заповненні ливарної форми розплавленим матеріалом (ливарним сплавом, пластмасою, деякими гірськими породами) і подальшій обробці отриманих після затвердіння виробів.

Ліцензія (лат. *licentia* – дозвіл) – це документ, що демонструє певний дозвіл. Документ державного зразка, що засвідчує право ліцензіата на провадження зазначеного в ньому виду господарської діяльності протягом визначеного терміну за умови виконання ліцензійних умов.

М

Маніпулятор (англ. *manipulator*; нім. *Manipulator m*) – прилад або пристосування для регулювання складних виробничих процесів, який під управлінням оператора виконує дії (маніпуляції), аналогічні діям руки людини, або діє автоматично. Наприклад: а) пристрій для роботи на віддалі з радіоактивними речовинами (на АЕС, збагачувальних фабриках, у космосі, під водою, у хімічно активних середовищах і т.ін.); б) автоматичні (програмні) маніпулятори – промислові роботи – задіяні на збиральних операціях у машинобудуванні тощо; в) гідравлічно керований механічний важіль, встановлений у передній частині вільно плаваючого автономного заглибного судна з екіпажем. Прості маніпулятори можуть пересуватися вгору і вниз тільки в межах обмеженої дуги; складні механізми приводяться в дію за допомогою контрольного важеля керування. Типовий простий маніпулятор для захоплення може піднімати до 65 кг, але деякі системи здатні підіймати до 200 кг.

Маркетинг (англ. *marketing*) – це діяльність, спрямована на створення попиту та досягнення цілей підприємства через максимальне задоволення потреб споживачів.

Маршрутна карта – технологічний документ, що містить опис технологічного процесу виготовлення чи ремонту виробу (включаючи контроль і переміщення) за всіма операціями різних видів і технологічної послідовності з зазначенням даних про обладнання, оснащення, матеріальні і трудові нормативи.

Математичне моделювання – це засіб вивчення реального об'єкта, процесу або системи шляхом їх заміни математичної моделлю, більш зручною для експериментального дослідження за допомогою ПК.

Математична модель – це схематичне й аналітичне зображення досліджуваного технологічного процесу, виконуваного робочими органами машин або їх окремих елементів.

Маточина (діалектичне **колодиця**) – центральна частина обертової деталі механізму чи машини (махового колеса, шків, зубчастого колеса, гребного гвинта судна тощо), що має отвір для посадки на вал або вісь. Маточина з ободом колеса може з'єднуватись за допомогою спиць або диска.

Машина (від лат. *machina*, від дав.-гр. *Μηχανή* – пристрій, засіб, знаряддя) – технічний об’єкт, який складається із взаємопов’язаних функціональних частин (деталей, вузлів, пристроїв, механізмів та ін.), що використовує енергію для виконання покладених на нього функцій. Традиційно під машиною розуміють технічну систему, яка виконує або допомагає у виконанні якогось виду роботи. Проста машина – механізм, який перетворює напрям або величину сили без споживання енергії.

Машинобудування – найважливіша комплексна галузь обробної промисловості, включає верстатобудування, приладобудування, енергетичне, металургійне, хімічне і сільськогосподарське машинобудування.

Машинний експеримент – моделювання реально існуючих об’єктів, яке здійснюється засобами мови математики і логіки за допомогою комп’ютерів.

Машинно-тракторний агрегат – об’єднання джерела енергії (тягача) і машини, що виконує технологічний процес.

Меліорація (лат. *melioratio* – поліпшення, від лат. *melior* – кращий) – цілеспрямоване поліпшення властивостей природно-територіальних комплексів з метою оптимального використання потенціалу ґрунтів, вод, клімату, рельєфу та рослинності. Меліорація відрізняється від звичайних агротехнічних прийомів тривалим й інтенсивнішим впливом на об’єкти меліорації.

Металізація – метод модифікації властивостей поверхні виробів нанесенням на його поверхню шару металу. Металізації піддаються як неметалеві поверхні (скло, бетон, пластмаса), так і металеві. В останньому випадку металізацією наноситься інший матеріал, наприклад, твердіший або корозійностійкий (хромування, цинкування, алітування). Часто «металізацією» називають напилення металу газотермічними методами.

Металорізальний верстат – машина для розмірної обробки заготовок, в основному зняттям стружки. Крім металевих заготовок зі сталі та чавуну на верстатах обробляють також деталі з кольорових сплавів, пластмас й інших матеріалів. До верстатів відносять і технологічне устаткування, що використовує для обробки електрофізичні і електрохімічні методи, електронний або лазерний промінь, поверхневе пластичне деформування та деякі інші види обробки. Крім основної робочої операції, пов’язаної зі зміною форми та розмірів заготовки, на верстаті необхідно здійснювати допоміжні операції для зміни заготовок, їхнього затискування, виміру, операції зі зміни різального інструменту, контролю його стану та стану всього верстата.

Метод випробувань – правила застосування певних принципів і засобів випробувань.

Метод прогнозування – спосіб дослідження об’єкта прогнозування, що спрямований на розробку прогнозу.

Методика випробувань – організаційно-методичний документ, обов’язковий для виконання, в якому міститься опис методу, умов та засобів випробувань, правил добору і або виготовлення зразків, алгоритми виконання операцій для визначення однієї чи декількох взаємопов’язаних характеристик властивостей об’єкта, форми подання даних та оцінювання точності, вірогідності результатів, вимоги техніки безпеки та охорони навколишнього середовища.

Метрологія (грецька *μέτρον* – міра, *λόγος* – слово, вчення) – це наука про вимірювання, методи забезпечення їх єдності та способи досягнення необхідної точності. Основне її завдання – установлення одиниць вимірювань фізичних величин,

відтворення їх з допомогою еталонів, а також розроблення методів передачі розмірів одиниць вимірювань від національних еталонів через робочі еталони до робочих засобів вимірювань. Розрізняють теоретичну, прикладну (практичну) і загальну метрологію. Крім того, введення поняття «загальна» метрологія дало поштовх до появи ряду «галузевих» метрологій, наприклад, медичної, будівельної, спортивної, гравітаційно-релятивістської тощо. Новий Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність», що набрав чинності з 2016 року, визначає метрологію як науку про вимірювання та їх застосування.

Механізація виробництва (надалі м. в.) – заміна ручних засобів праці машинами і механізмами з використанням для їхньої дії різних видів енергії, тяга в галузях матеріального виробництва або процесах трудової діяльності. М. в. охоплює також сферу розумової праці. Основні цілі М. в. – підвищення продуктивності праці і звільнення людини від виконання важких, трудомістких і втомливих операцій. М. в. сприяє раціональному і економному витрачання сировини, матеріалів й енергії, зниженню собівартості і підвищенню якості продукції. Поряд з удосконаленням і оновленням технічних засобів і технології М. в. нерозривно пов'язана з підвищенням рівня кваліфікації і організації виробництва, зміною кваліфікації працівників, використанням методів наукової організації праці. М. в. є одним з головних напрямів технічного прогресу, забезпечує розвиток продуктивних сил і служить матеріальною основою для підвищення ефективності суспільного виробництва, що розвивається інтенсивними методами.

Механічна обробка – обробка заготовок із різних матеріалів за допомогою фізичної дії різної природи з метою створення виробу за заданими розмірами або проміжної заготовки для подальших технологічних операцій.

Механічний транспортний засіб – транспортний засіб, що приводиться в рух з допомогою двигуна. Цей термін поширюється на трактори, самохідні машини і механізми (крім транспортних засобів, робочий об'єм двигуна яких не перевищує 50 см³), а також тролейбуси та транспортні засоби з електродвигуном потужністю понад 3 кВт.

Мікроконтролер (англ. microcontroller) – виконана у вигляді мікросхеми спеціалізована мікропроцесорна система, що включає мікропроцесор, блоки пам'яті для збереження коду програм і даних, порти вводу-виводу і блоки зі спеціальними функціями (лічильники, компаратори, АЦП та інші). Використовується для керування електронними пристроями. По суті, це однокристальний комп'ютер, здатний виконувати прості завдання. Використання однієї мікросхеми значно знижує розміри, енергоспоживання і вартість пристроїв, побудованих на базі мікроконтролерів. Мікроконтролери можна зустріти в багатьох сучасних приладах, таких як телефони, пральні машини, вони відповідають за роботу двигунів і систем гальмування сучасних автомобілів, з їх допомогою створюються системи контролю і системи збору інформації. Переважна більшість процесорів, що випускаються у світі, – мікроконтролери.

Мітчик – різальний інструмент, призначений для нарізання внутрішньої різьби в глухих та наскрізних отворах.

Міцність – здатність конструкції до сприйняття внутрішніх і зовнішніх сил. Досягається розрахунками на основі опору матеріалів.

Мобільна машина – машина, робочий процес якої відбувається під час її руху.

Модернізація (від французького moderne – новий, сучасний) – зміна в конструкції машини відповідно до нових вимог.

Моніторинг (англ. monitoring, нім. Monitoring n) – комплекс наукових, технічних, технологічних, організаційних та інших засобів, які забезпечують систематичний контроль (стеження) за станом та тенденціями розвитку природних, техногенних та суспільних процесів. Методологічно моніторинг – це проведення низки однотипних замірів досліджуваного об'єкта і подальший аналіз, оцінка, порівняння отриманих результатів для виявлення певних закономірностей, тенденцій, змінних і їх динаміки.

Монтована машина – машина, яка не має спільної рами і складаються з окремих складених одиниць, які кріпляться на трактор.

Н

Навички – дії, які виконуються під час здійснення певної діяльності, а завдяки багаторазовим повторенням стають автоматичними і виконуються без усвідомленого контролю.

Навісна (начіпна) машина – машина, яка в робочому стані спирається на власний колісний хід, а в транспортному стані спирається на трактор.

Надійність – властивість машини (складальної одиниці) протягом установленого часу в певних умовах виконувати задані функції зі збереженням в заданих межах експлуатаційних показників.

Надійність – комплексна властивість, що поєднує чотири інші:

1. **Безвідмовність** – властивість машини зберігати працездатність при експлуатації протягом визначеного часу (наробітку) без вимушених перерв. Показники безвідмовності визначають дослідним методом. Проводять спостереження за групою машин і визначають: імовірність безвідмовної роботи, середній наробіток до відмови, інтенсивність відмов і наробіток на відмову.

2. **Довговічність** – властивість машини (складальної одиниці) зберігати працездатність із необхідними перервами для технічного обслуговування й ремонту до граничного стану, зазначеного в нормативно-технічній документації. Довговічність буває: фізична, моральна і техніко-економічна. Фізична довговічність визначається терміном служби машини до її гранично допустимого зносу. Моральна довговічність характеризує той термін служби, досягнувши якого машина певної марки і певного технічного оформлення стає економічно не вигідною. Вона обумовлюється технічним ресурсом. Техніко-економічна довговічність визначає термін служби машини (проміжний між фізичною і моральною довговічністю), за межами якого проведення ремонту машини економічно не вигідне. Кількісно довговічність оцінюється технічним ресурсом.

3. **Ремонтопридатність** – властивість машини (складальної одиниці), яка полягає в її пристосованості до попередження, виявлення та усунення відмов, пошкоджень і несправностей шляхом проведення технічних обслуговувань і ремонтів. За своїм змістом ремонтпридатність – експлуатаційно-технічна властивість машини, що характеризує пристосованість її конструкції до ремонтно-обслуговуючих робіт (контроль технічного стану машини і її складових частин, регулювання з'єднань, виявлення та усунення відмов і ушкоджень, попереджувальна заміна деталей і складальних одиниць, що втратили працездатність, і т.ін.), проведення технічного обслуговування й ремонту, усунення відмов у період експлуатації. Цей показник надійності піддається перевіркам, проведеним на машино-випробувальних станціях, заводах-виробниках, ремонтних підприємствах і в

господарствах, що експлуатують машини. За питомими витратами часу простою, трудовими затратами і вартістю проведених технічних заходів оцінюють рівень ремонтпридатності машини.

4. Збережуваність – властивість машини (складальної одиниці) безперервно зберігати справний і працездатний стан протягом експлуатації та транспортування.

Надфіль – невеликий напилок з дрібною насічкою, виготовлений із сталевого дроту.

Направляюча поверхня плужного корпусу – крива, що розташована у вертикальній площині і перпендикулярна до леза лемеша.

Нарізь, різь (англ. thread; нім. Gewinde) – гвинтова канавка на циліндричній або конічній поверхні чого-небудь. Рівномірно розташовані виступи або западини постійного перетину, що утворені на бічній циліндричній або конічній поверхні по гвинтовій лінії з постійним кроком. Різь є основним елементом різьбового з'єднання, гвинтової передачі та черв'яка зубчасто-гвинтової передачі.

Натурні моделі або експериментальні зразки – це моделі, які розроблені із метою виконання досліджень (випробувань) окремих робочих органів або їхніх елементів, для перевірки та оцінювання їхньої працездатності, а також для уточнення окремих параметрів машини (виробу) та її конструктивного рішення.

Науковий пошук – особливий вид наукового дослідження, у результаті якого виходять принципово нові результати, що мають значення наукових відкриттів нових закономірностей. Науковий пошук відрізняється від інформаційного пошуку (дослідницької роботи, що не має завдання збільшити наукову інформованість суспільства), і від розробки проблем (пізнавальної діяльності, спрямованої на визначення можливих модифікацій дії відомих закономірностей у різних умовах).

Науково-технічний прогрес – це поступальний рух науки і техніки, еволюційний розвиток усіх елементів продуктивних сил виробництва на основі широкого пізнання і освоєння зовнішніх сил природи; це об'єктивна, постійнодіюча закономірність розвитку матеріального виробництва, результатом якої є послідовне вдосконалення техніки, технології та організації виробництва, підвищення його ефективності. Водночас, відомо, що 60...70% від усіх наукових розробок у виробництво взагалі ніколи не впроваджується. Тобто науково-дослідний процес охоплює значно більший обсяг знань, ніж та його частина, яка є виходом науково-технічного прогресу в практику.

Начіпний пристрій – служить для приєднання до трактора начіпних сільськогосподарських машин – це система, яка розміщена позаду трактора. Основне призначення гідравлічної начіпної системи – управління начіпними машинами (їх підйом і опускання, фіксація в певному положенні, регулювання глибини обробітку ґрунту, висоти розміщення маніпулятора та інше).

Номінальне тягове зусилля трактора – це таке максимальне тягове зусилля, при якому трактор, що рухається по стерні зернових культур (за нормальної щільності і вологості ґрунту), має найбільший чи близький до нього тяговий ККД за умови, що втрати на буксування рушія (коефіцієнт буксування) становлять допустиму за агротехнічними вимогами межу (трактори гусеничні – 3...5 %).

Нормалізація – вид термообробки, суть його у нагріванні до високої температури, витримуванні й повільному охолодженні на повітрі. Нормалізація доводить сталь до дрібнозернистої та однорідної структури. Твердість і міцність сталі після нормалізації вищі, ніж після відпалу.

Нормалізація сталі – вид термічної обробки сталі, що полягає у нагріванні сталей до певної температури з наступним охолодженням на повітрі. При нормалізації відбувається перекристалізація сталі, котра усуває крупнозернисту структуру, отриману під час литва чи кування. Цей вид термообробки часто замінює відпал для низьковуглецевих сталей (0,2...0,3% C), а для середньовуглецевих сталей (0,3...0,5% C) – гартування і високий відпуск.

Нормальні умови випробувань – умови випробувань, встановлені нормативними документами для даного виду продукції.

О

Об'єкт випробувань – продукція, яка підлягає випробуванням.

Обробка матеріалів різанням – технологічний процес надання матеріалу-заготовці необхідної форми і конфігурації за допомогою різного різального інструмента. За ДСТУ 2391-94: обробка різанням – вид механічної обробки, яка полягає в утворенні нових поверхонь шляхом відділення поверхневих шарів матеріалу з утворенням стружки.

Обробний центр – верстат, призначений для комплексної обробки деталей і може використовуватися в різних галузях промисловості.

Окалина (жужелиця, циндра) – продукт окиснення поверхні металу у газовому середовищі. Зазвичай окалиною називають продукт окиснення лише заліза і його сплавів. У широкому сенсі слова окалиною можна вважати утворення на поверхні будь-якого металу його хімічної сполуки не тільки з киснем, але й іншими окислювачами, наприклад, сіркою, азотом і т. д.

Операційна карта – технологічний документ, що містить опис технологічної операції із зазначенням переходів, режимів обробки і даних про засоби технологічного оснащення.

Операційний припуск – припуск, що знімається під час виконання технологічної операції.

Операція – закінчена частина технологічного процесу обробки однієї або кількох одночасно оброблюваних заготовок, яка виконується на одному робочому місці одним робітником або бригадою.

Операція технологічна – (англ. production operation, нім. technologische Operation) – окрема частина технологічного процесу, сукупність робочих дій (прийомів), що характеризується однорідністю технологічного змісту і єдністю предмету праці, застосовуваного інструмента (устаткування) і робочих пристосувань. Виконується на одному робочому місці.

Оптимізація₁ – (англ. optimisation, нім. Optimierung) – процес надання будь-чому найвигідніших характеристик, співвідношень (наприклад, оптимізація виробничих процесів і виробництва). Завдання оптимізації сформульоване, якщо задані: критерій оптимальності (економічний; технологічні вимоги – вихід продукту, вміст домішок у ньому та ін.); параметри, що варіюються (наприклад, температура, тиск, величини вхідних потоків у процесах переробки гірничої та ін. сировини), зміна яких дозволяє впливати на ефективність процесу; математична модель процесу; обмеження, пов'язані з економічними та конструктивними умовами, можливостями апаратури, вимогами вибухобезпеки та ін.

Оптимізація₂ – процес вибору найкращого способу розв'язання завдання з можливих варіантів, а також процес приведення системи в найкращий стан.

Організація (від грец. *ργανον* – інструмент) – цільове об'єднання ресурсів для досягнення певної мети. Частіше всього термін вживається для означення соціальної групи, яка розподіляє виконання завдань між учасниками для досягнення певної колективної мети. Організації, створені людиною (людьми), характеризуються наявністю людини як активного ресурсу. Для організацій, створених людиною, характерна наявність функцій управління і планування. Необхідно відзначити, що організація, що входить у більшу організацію, є для останньої ресурсом.

Оригінал – це документи, виготовлені на будь-якому матеріалі: папір, тканина та ін., які використовують для виготовлення на їх основі документів-першотворів.

Оснащення, оснастка (англ. *equipment, rigging, setup, tool set, tacking*, нім. *Ausrüstung* f) – сукупність усіх необхідних технічних засобів підприємства, галузі і т.ін.

Основа формоутворення машин – композиція (упорядкування, поєднання). Композиції досягають засобами, до яких відносять пропорцію і пропорційність, масштаб і масштабність, контраст, нюанс і тотожність, ритм, тіні і пластику.

II

Параметр₁ – показник чи величина, що характеризує властивість машини або пристрою.

Параметр₂ – це узагальнена назва певної фізичної, геометричної чи іншої властивості пристрою (процесу). Це можуть бути, наприклад, розмір, швидкість, електрична напруга тощо. Вивченням видів параметрів, вимірюваннями, методами і засобами забезпечення їх єдності та способами досягнення необхідної точності займається метрологія.

Параметр у техніці або технічний параметр – характеристика окремої властивості об'єкта або процесу, яка допускає кількісну оцінку.

Патент – документ, що засвідчує визнання пропозиції винаходом, пріоритет винаходу і виключне право на нього.

Першотвори-документи. Виготовляють на будь-якому матеріалі, що дозволяє багатократне отримання з них копій, і підписані особами, що беруть участь у розробці цих документів.

Пересувна машина – машина, яка має колісний хід і перевозиться з однієї позиції на іншу для обробки потрібного матеріалу.

Пестициди (від лат. *pestis* – зараза, *caedo* – вбиваю) – це хімікати, які використовуються в сільському господарстві і садівництві для боротьби зі шкідниками (шкідливими або небажаними мікроорганізмами, рослинами і тваринами). Хімічна сполука, яка використовується для захисту рослин, сільськогосподарських продуктів і боротьби з переносниками небезпечних захворювань.

Підприємство – самостійний суб'єкт господарювання, створений компетентним органом державної влади або органом місцевого самоврядування, чи іншими суб'єктами для задоволення суспільних та особистих потреб шляхом систематичного здійснення виробничої, науково-дослідної, торгівельної, іншої господарської діяльності в порядку, передбаченому Господарським кодексом України та іншими законами. Підприємство – організація для підприємницької діяльності.

Підручник – видання, що містить систематичний виклад навчальної дисципліни (її розділу, частини), що відповідає навчальній програмі та офіційно

затверджене як видання цього виду. Для нього характерна строгість і точність відбору і викладу матеріалу, чітка структура, спадкоємність, тематична та методична єдність. Підручники одночасно виконують функції навчальні, виховні і розвивальні. В них передбачені компоненти, розраховані на закріплення пройденого матеріалу.

План випробувань – сукупність даних про вид випробування, обсяг партії продукції, що випробовується, вибірок чи проб, контрольні параметри та правила прийняття рішень.

Планшайба (нім. Planscheibe) – пристрій у вигляді фланця, який встановлюється на шпинделі металорізальних верстатів (токарних, розточних і т.ін.), на якому закріплюється оброблювана заготовка або різальний інструмент, і призначена для передачі обертального руху. Планшайбою називають також круглий стіл карусельного верстата, що обертається.

Плашка – (англ. ram1, threading die; нім. Backe f) – інструмент для нарізання різьби на зовнішніх циліндричних поверхнях деталей.

Плуг – це сільськогосподарське знаряддя з широким металевим лемешем або диском для оранки ґрунту.

Позиція – фіксоване положення, яке займає незмінно закріплена заготовка або складальна одиниця спільно з пристосуванням відносно інструмента або нерухомої частини обладнання для виконання певної частини операції. Операція може бути виконана за один або кілька переходів.

Показник кінематичного режиму роботи робочого органу – відношення колової швидкості розглядуваної точки робочого органу до швидкості руху машини.

Поковка – виріб або заготовка, отримані технологічним методом кування.

Полімер (грец. πολυ – багато; μέρος – частина – складається з багатьох частин) – природні та штучні сполуки, молекули яких складаються з великої кількості повторюваних однакових або різних за будовою атомних угруповань, з'єднаних між собою хімічними або координаційними зв'язками в довгі лінійні або розгалужені ланцюги. Структурні одиниці, з яких складаються полімери, називають мономерами.

Полірування – механічна або ручна викінчувальна обробка виробів, що надає їхній поверхні високої чистоти і дзеркального блиску. Металеві вироби обробляють на полірувальних верстатах, вдаються також до електролітичної та електромеханічної обробки. Полірування виробів з деревини полягає у нанесенні на них розчину прозорої смоли і подальшому натиранні поверхонь або лако-фарбових покриттів. Поверхню виробів з каменю обробляють зволженим повстяним кругом, на який нанесено полірувальний порошок. Пластмасові вироби полірують у барабанах, куди разом з ними завантажують полірувальну суміш – наприклад, тонко подрібнену пемзу, просочену машинним чи вазеліновим маслом, або на полірувальних верстатах.

Полози верстата – деталь верстата, призначена для переміщення інструмента в двох напрямках.

Посадова інструкція – документ, що регламентує організаційно-правове становище працівника в структурному підрозділі, що забезпечує умови для його ефективної праці. ***Посадова інструкція – це обов'язковий кадровий документ.***

Потокова лінія – сукупність робочих місць, розміщених за порядком здійснення технологічного процесу і пов'язаних між собою спеціальним міжопераційним транспортом – конвеєром.

Похибка встановлення – відхилення фактично досягнутого положення заготовки або виробу при встановленні від запланованого.

Працездатний стан – стан об’єкта, який характеризується його здатністю виконувати усі потрібні функції.

Працездатність або **працездатний стан** – стан виробу (машини, деталі), при якому він спроможний виконувати певні функції при збереженні значень параметрів в межах, заданих нормативно-технічною документацією та/або конструкторською документацією. Властивість елемента або системи безперервно зберігати працездатність при певних умовах експлуатації (до настання першої відмови у роботі) називається безвідмовністю.

Привод – пристрій для приведення в дію різних технологічних машин за допомогою двигуна, стисненого повітря, рідини або пружин.

Прийом – закінчена сукупність дій людини, які застосовуються при виконанні переходу чи його частини, об’єднаних одним цільовим призначенням.

Прикладні наукові дослідження – наукова і науково-технічна діяльність, спрямована на отримання і використання знань для практичних цілей – розробка нових виробів, нових матеріалів, технологій та технологічного обладнання, нових методів лікування хвороб, медичних препаратів та медичного обладнання, нових сільськогосподарських культур, нових порід свійських тварин та промислових риб, нових технологій сільгоспвиробництва, пошук покладів корисних копалин.

Прилад (англ. device, apparatus, appliance; нім. Gerät n, Vorrichtung f, Einrichtung f) – технічна конструкція, що уможливорює виконання певного процесу і призначена для визначених цілей (наприклад, для перетворення енергії, виконання певної механічної роботи, перетворення інформації), що має специфічну форму будови (часто є групою з’єднаних між собою частин, які утворюють функціональну цілісність) залежно від виконуваних параметрів роботи та цільового призначення.

Принципова схема₁ – схема, яка відображає повний склад елементів машини та зв’язок між ними і дає детальну уяву про машину.

Принципова схема₂ – це основний робочий конструкторський документ тільки для тієї групи конструкторів й інших спеціалістів, що безпосередньо беруть участь у розробці машини (виробу), тому що за цією схемою виконують усю подальшу розробку робочих креслень на машину (виріб).

Припуск у металообробці – шар металу, надлишковий відносно розмірів майбутнього виробу, що його знімають із заготовки в процесі механічної обробки. За ДСТУ 2391-94: припуск – шар матеріалу, який усувають з поверхні заготовки з метою досягнення заданих властивостей оброблюваної поверхні. Він дорівнює різниці відповідних розмірів заготовки і готового виробу.

Притирання – метод чистової абразивної обробки поверхонь деталей шліфувальними порошками чи пастами, за якого обробний інструмент і заготовка одночасно здійснюють відносний рух із швидкостями одного порядку, або в разі нерухомості одного з них інший здійснює складний рух.

Причіп або **причеп** – транспортний засіб без двигуна, який рухається тільки з’єднаним з іншим транспортним засобом. До цього виду транспортних засобів належать також напівпричепа і причепа-розпуски.

Причіпна машина – машина, яка приєднується до трактора ззаду, забезпечена колісним ходом, на який спирається як у робочому, так і в транспортному стані.

Причіпна сільськогосподарська машина – машина, яка приєднується до трактора за допомогою причіпного пристрою для переміщення по полю і одночасного виконання с.-г. операції. Як правило, має самостійну ходову частину.

Пробійник – ручний інструмент для пробивання невеликих отворів. Невеликі отвори в тонкому листовому металі пробивають пробійниками (борідками). Пробійник – це сталевий стрижень, робочий кінець якого заточений полого на конус.

Прогнозування – дослідницький процес, у результаті якого отримують ймовірні дані про майбутній стан прогнозованого об'єкта.

Програмовані логічні контролери – електронний пристрій, який використовується для автоматизації технологічних процесів, таких як, керування конвеєрною лінією, насосами на станціях водопостачання, верстатами з цифровим програмним керуванням тощо.

Програмування – це процес проектування, написання, тестування, і підтримки комп'ютерних програм. Програмування поєднує в собі елементи інженерії (існує навіть відповідна спеціальна галузь інженерії – програмна інженерія (англ. software engineering), фундаментальних наук (перш за все математики) і мистецтва. У широкому значенні програмування використовується у значенні створення програми дій або алгоритмів та навчання людей або пристроїв діяти за алгоритмами.

Продуктивність машини – кількість сировини, проміжного продукту або кінцевої продукції, яка обробляється машиною за одиницю часу.

Проектування – процес створення проекту, прототипу майбутнього об'єкта, стану та способів його виготовлення. У проектуванні застосовують системний підхід, який полягає у встановленні структури системи, типу зв'язків, визначенні атрибутів, аналізуванні впливів зовнішнього середовища. В техніці – розроблення проектної, конструкторської та іншої технічної документації, призначеної для забезпечення будівництва, створення нових видів та зразків. У процесі проектування виконуються технічні та економічні розрахунки, схеми, графіки, пояснювальні записки, кошториси, калькуляції та описи.

Проектування у техніці – розробка проектної, конструкторської та іншої технічної документації, призначеної для забезпечення будівництва, створення нових видів та зразків. В процесі проектування виконуються технічні та економічні розрахунки, схеми, графіки, пояснювальні записки, кошториси, калькуляції та описи.

Проектування сільськогосподарських машин – це розробка механізованих засобів для виконання відповідних видів технологічних процесів у сільськогосподарському виробництві.

Проектування сільськогосподарських машин та агрегатів – це розробка механізованих засобів для виконання відповідних технологічних процесів (обробіток ґрунту, сівба, догляд за посівами, збирання врожаю і т.ін.) у сільськогосподарському виробництві. На особливості конструкцій сільськогосподарських машин впливають умови їх експлуатації.

Прокатування – це вид обробки, під час якої заготовка обтискується двома обертовими валками прокатного стану. Метал при прокатуванні деформується на невеликій ділянці, що називається зоною деформації.

Промисловий потенціал – це частина виробничого потенціалу, що характеризує ресурсний потенціал виробництва.

Промисловий робот – (англ. industrial robot) – багатоцільовий маніпуляційний робот, що складається з механічного маніпулятора і перепрограмовуваної системи керування, який застосовується для переміщення об'єктів в просторі трьох і більше координат та для виконання різноманітних виробничих процесів. За ДСТУ 2879-94: промисловий робот – автоматична машина, стаціонарна чи пересувна, з виконавчим пристроєм у вигляді маніпулятора, який має декілька ступенів рухомості, і

перепрограмовуваним пристроєм програмного керування для виконання у виробничому процесі рухових і керувальних функцій. **Промислові роботи є важливими компонентами автоматизованих гнучких виробничих систем** (ГВС), які дозволяють збільшити продуктивність праці. Типове застосування роботів стосується таких операцій, як зварювання, фарбування, складання, вибірка та встановлення, пакування, контроль продукції та випробування, котрі виконуються з високою надійністю, швидкістю і точністю.

Проміжний припуск – припуск, що знімається під час виконання одного технологічного переходу.

Протягування – операція механічної обробки, в якій використовується багатолезовий інструмент – протяжка. Протяжка – це стрижень з різальними зубцями на поверхні. В повзуні горизонтально-протяжного верстату закріплюється протяжка, яка пропущена через отвір деталі, що обертається. Протяжка за допомогою повзуна переміщується поступально, при цьому метал знімається малими шарами кожним зубцем протяжки. Висота зубців протяжки поступово збільшується і діаметр отвору розточується. Протягуванням можна обробляти внутрішні і зовнішні поверхні з використанням протяжок різного профілю.

Протяжка – багатолезовий інструмент, леза різальної ділянки якого розміщені одне за одним у напрямі головного руху різання, виступають одне над одним у напрямі, перпендикулярному до напрямку цього руху, який здійснюється без руху подавання.

Процес проектування сільськогосподарської машини – це розробка конструкторської й іншої технічної документації, призначеної для створення нових видів і зразків сільськогосподарських машин і знарядь. Під час проектування виконують технічні та економічні розрахунки, схеми, графіки, макети, складають пояснювальні записки, специфікації й описи.

Р

Рафінування металів – очищення первинних (чорнових) металів від домішок. Чорнові метали, що отримуються з сировини, містять 96...99 % основного металу, решта припадає на домішки. Такі метали не можуть використовуватися промисловістю через низькі фізико-хімічні і механічні властивості. Домішки, що містяться в чорнових металах, можуть мати власну цінність. Так, вартість золота і срібла, що витягують з міді, повністю окупає всі витрати на рафінування. Розрізняють 3 основних методи рафінування: пірометалургійний, електролітичний і хімічний. В основі всіх методів лежить відмінність властивостей елементів, що розділяються: температур плавлення, щільності, електронегативності тощо. Для отримання чистих металів нерідко використовують послідовно декілька методів рафінування.

Револьверна головка – пристрій у вигляді барабана або диска для закріплення на ньому декількох деталей, які обробляються.

Реконструкція, модернізація – це переобладнання існуючих виробничих потужностей, пов'язане з удосконаленням виробництва і підвищенням його техніко-економічного рівня на основі науково-технічних досягнень, що здійснюється за комплексним проектом реконструкції підприємства з метою збільшення виробничих потужностей, поліпшення якості та зміни номенклатури продукції при поліпшенні умов праці та охорони навколишнього природного середовища.

Ремонтований об'єкт – об'єкт, справність і ремонтпридатність якого підлягає відновленню.

Ремонтопридатність – властивість об'єкта пристосовуватись до попередження відмов шляхом проведення ремонтів і технічного обслуговування.

Ритм випуску – кількість виробів або заготовок певних найменувань, типорозмірів і виконань, що виготовляються за одиницю часу.

Різець токарний – клиноподібний різальний інструмент, який під час обробки заглиблюється в тіло заготовки й поступово знімає стружку.

Робоча конструкторська документація (РКД) – це документація, до якої відносять креслення; схеми; текстові описи до схеми; специфікації; технічні умови до виробу; інструкції з експлуатації і ремонту виробу та ін.

За способом виконання і характером використання робочу *конструкторську документацію поділяють на: оригінали, першотвори-документи, дублікати, копії.*

Робоче місце – це первинна ланка виробництва, зона прикладання праці одного або кількох (якщо робоче місце колективне) виконавців, визначена на підставі трудових та інших чинних норм і облаштована необхідними засобами для трудової діяльності.

Робочий орган – пристрій, який під час роботи діє на матеріал, що обробляється (грунт, рослини тощо).

Робочі органи – деталі або вузли машини, які безпосередньо діють на матеріал в процесі його обробки.

Робочий орган машини – це вузол або елемент машини, який безпосередньо впливає на оброблюваний (перероблюваний) матеріал, щоб виконати або забезпечити виконання необхідного технологічного процесу роботи машини.

Робочий процес машини – це сукупність послідовних дій робочих органів машини для досягнення необхідних результатів.

Робочий хід – закінчена частина технологічного переходу, яка складається з однократного переміщення інструмента відносно заготовки, що супроводжується зміною форми, розмірів, шорсткості поверхні та властивостей заготовки.

Розвертка – багатолезовий осьовий різальний інструмент для підвищення точності форми та розмірів отвору та зменшення шорсткості поверхні після попередньої обробки свердлом, зенкером або розточувальним різцем. Квалітет точності отворів після розвертування (обробки розверткою) становить IT6...IT9, а шорсткість поверхні – $Ra=1,25...0,32$ мкм. При цьому найкращі результати досягаються у випадку дворазового розвертування, коли перше розвертування знімає 2/3 припуску, а друге – решту. Такі ж показники можна отримати при шліфуванні, однак після розвертування якість обробленої поверхні вища, тому що на шліфованій поверхні залишаються частки абразиву, які призводять до прискореного зношування деталей, що з'єднуються. Висока якість обробки забезпечується тим, що розвертка має велике число різальних лез (4...14) і знімає малий припуск. Розвертка виконує обробку при своєму обертанні і одночасному поступальному русі вздовж осі отвору. Вона дозволяє зняти тонкий шар матеріалу (десяті...соті долі міліметра) з високою точністю. Крім циліндричних отворів розвертають конічні отвори (наприклад, під інструментальні конуси) спеціальними конічними розвертками.

Розрахункова схема – це один з різновидів кінематичної схеми. На розрахунковій схемі вказують місця прикладення і характер навантажень на елементи виробу, наприклад, у вигляді векторів сил зовнішнього навантаження і реакцій.

Розробка креслень – один із основних фінішних етапів роботи над створенням конструкції виробу, тому виконувати ці роботи потрібно так, щоб забезпечити розробку креслень із мінімальною кількістю помилок.

Розсвердлювання – процес збільшення свердлом діаметра наявних отворів.

С

Самохідне шасі (с. ш.) – саморушна машина для кріплення начіпного устаткування, використовуваного в сільському господарстві. С. ш. випускаються на базі тракторів і відрізняються від них тим, що двигун і силова передача у багатьох С. ш. розташовані в задній частині шасі, а його передня частина виконана у вигляді відкритої одно- або двобрусної рами для кріплення начіпних машин і знарядь. Силовий агрегат на самохідному шасі в основному – дизель. Управління начіпними знаряддями – за допомогою гідравлічної системи.

Свердління – поширений технологічний метод отримання отворів різанням, вид механічної обробки матеріалів різанням, при якому за допомогою спеціального різального інструменту (свердла), що обертається, отримують отвори різного діаметру і глибини або багатогранні отвори різного перетину і глибини. Рух різання (головний рух) при свердлінні – обертальний рух, рух подачі – поступальний. Як інструмент при свердлінні застосовуються свердла. Найпоширеніші з них – спіральні, призначені для свердління і розсвердлення отворів, глибина яких не перевищує 10 діаметрів свердла. Шорсткість поверхні після свердління $Ra=12,5\ldots6,3$ мкм, точність згідно з 11...14 квалітетами. Для отримання точніших отворів (8...9 квалітет) із шорсткістю поверхні $Ra=6,3\ldots3,2$ мкм застосовують зенкери.

Свердло – дворізцевий, інколи однорізцевий осьовий різальний інструмент для утворення отвору у суцільному матеріалі та /або збільшення діаметра наявного отвору з однією або двома різальними крайками.

Сегрегація – (англ. segregation; нім. Seigerung, Segregation, Entmischung) – взаємне переміщення зерен неоднорідного сипучого матеріалу під впливом зовнішніх сил з саморозподілом їх за висотою та периферією шару матеріалу залежно від їхніх розмірів, форми та густини. Має значення у гравітаційних процесах збагачення корисних копалин.

Сезонне технічне обслуговування (СТО) – виконують двічі на рік для підготування автомобілів до експлуатації в холодну й теплу пору року й, як правило, суміщають з черговим технічним обслуговуванням. СТО передбачає: заміну сезонних сортів мастильних матеріалів і охолоджувальних рідин; промивання відповідних систем; установлення або зняття утеплювачів і приладів передпускового підігрівання двигунів; інші роботи.

Селекціонер – це особа, яка вивела чи винайшла і вдосконалила сорт. Селекціонер – це, перш за все, вчений-біолог, володіє величезними знаннями в галузі таких наук, як генетика, систематика рослин і тварин, анатомія, фізіологія та багатьох інших.

Сертифікація – діяльність уповноважених органів з підтвердження відповідності товару (роботи, послуги) обов'язковим вимогам стандарту і видачі документа відповідності. Для сертифікації продукції використовуються різні нормативно-технічні документи, стандарти, а щодо експортної продукції, крім перелічених, міжнародні і національні стандарти інших країн.

Сила тяги клина – зовнішня сила, що необхідна для врівноваження рівнодійної сил опору ґрунту, що діють на клин.

Система автоматизованого проєктування (САП або САПР) або автоматизована система проєктування (АСП) – автоматизована система, призначена для автоматизації технологічного процесу проєктування виробу, кінцевим результатом якого є комплект проєктно-конструкторської документації, достатньої для виготовлення та подальшої експлуатації об'єкта проєктування. Реалізується на базі спеціального програмного забезпечення, автоматизованих банків даних, широкого набору периферійних пристроїв.

Система машин – це номенклатура сільськогосподарських машин, тракторів та обладнання, які випускаються промисловістю, підлягають розробці та необхідні для повної механізації й автоматизації усіх видів робіт у сільськогосподарському виробництві для максимального зниження затрат праці і підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва.

Система машин у сільськогосподарському виробництві – це набір окремих робочих машин, які доповнюють одна одну і виконують послідовно технологічні операції при виробництві тих чи інших продуктів. Системи машин створюються для виробництва окремих видів продукції. За підрахунками науково-дослідних установ, для сільського господарства в цілому потрібно понад 4 тис. найменувань технічних засобів.

Сільськогосподарський агрегат – поєднання робочих машин з джерелом енергії, що призначене для виконання однієї або кількох операцій одночасно.

Сільськогосподарські машини – це пристрої, які відповідним чином об'єднують у єдиний комплекс установлені на них робочі органи, кожний з яких виконує окрему функціональну операцію або дію, а в сукупності – одну безперервну технологічну операцію в сільськогосподарському виробництві (наприклад, сімба, збирання цукрових буряків, скошування зернових культур у валки та ін.).

Складальна одиниця – виріб із складових частин, які підлягають з'єднанню на підприємстві, що її виготовляє.

Сорт – це створена сукупність однорідних за морфологічними ознаками і біологічними властивостями рослин, які походять від однієї або кількох родоначальних рослин і здатні успадковувати свою ботаніко-біологічну однорідність.

Спеціалізація – набуття особою здатностей виконувати окремі завдання та обов'язки, які мають особливості, в межах спеціальності.

Спеціалізація виробництва – форма суспільного поділу праці, що виражається в поділі старих і формуванні нових галузей виробництва, а також в розподілі праці всередині галузей.

Спеціальність (лат. *specialis* – особливий; від *species* – род, вид) – комплекс набутих людиною знань і практичних навичок, що дає їй можливість займатися певним родом занять у якійсь галузі діяльності. Окрема відособлена галузь науки, техніки, майстерності, мистецтва тощо. Будь-яка самостійна професія, основна кваліфікація, а також сукупність знань, умінь, навичок із певної галузі знань та практичної діяльності, набутих у процесі цілеспрямованої підготовки і досвіду практичної роботи і підтверджених відповідним документом про освіту.

Стагнація – депресія, застій – традиційна фаза економічного розвитку держав з ринковою економікою, для якої характерні певний спад ділової активності і кон'юнктури, незначний ріст безробіття та зниження цін. Стагнація періодично охоплює економіку тієї чи іншої країни і, зазвичай, настає за економічною кризою, хоча може бути і наслідком зумисних дій держави, пов'язаних з виводом економіки зі стану «перегріву». Періодичність і тривалість стагнації не визначені. Стагнація

долається за допомогою посилення державно-правового регулювання. Стагнація означає низькі темпи економічного зростання, тобто зменшення обсягу національного виробництва у поєднанні з циклічним безробіттям.

Стажування – навчання персоналу на робочому місці під керівництвом відповідальної особи після теоретичної підготовки або одночасно з нею з метою практичного оволодіння спеціальністю, адаптації до об'єктів обслуговування та керування, набуття навичок швидкого орієнтування на робочому місці та інших прийомів роботи. Відповідно до Закону України «Про вищу освіту» стажування – це набуття особою досвіду виконання завдань та обов'язків певної спеціальності. Трудове законодавство визначає стажування, як навчання на виробництві. Стажування передбачає засвоєння кращого вітчизняного та зарубіжного досвіду, набуття практичних умінь і навичок щодо виконання обов'язків на займаній посаді або на посаді вищого рівня. **Необхідно розрізняти такі поняття як випробувальний термін та стажування, оскільки стажування проводиться до початку прийому на роботу, а випробування – в процесі роботи.** Оскільки стажування – це навчання, то воно може бути платним і безоплатним, оплачуватися як за рахунок підприємства-роботодавця, так і за рахунок працівника.

Стандартизація – діяльність, що полягає в установленні положень для загального та неодноразового використання щодо наявних чи потенційних завдань і спрямована на досягнення оптимального ступеня впорядкованості в певній сфері.

Сталь чи криця – (англ. steel; нім. Stahl) – деформований (ковкий) сплав заліза з вуглецем, який містить до 2,14 % вуглецю і домішки (кремній, марганець, сірка, фосфор та гази). За вмістом вуглецю сталі поділяють на дві групи: – м'яка сталь, або технічне залізо (містить до 0,3 % вуглецю); – тверда сталь (містить від 0,3 до 2,14 % вуглецю).

Станина – це опора (основа) машини, призначена для встановлення і монтажу всіх її вузлів.

Станина верстата – основна корпусна частина агрегату (машини, верстата), на якій монтують усі вузли й деталі

Стаціонарна машина – машина, яка встановлюється в одному місці і обробляє матеріал, що подається до неї транспортними засобами.

Створення форми машини – це специфічна творча діяльність конструктора, її називають **художнє конструювання**, або **дизайн**. Дизайн машини повинен вирішувати соціально-економічні завдання щодо привабливого вигляду машин (виробу), а також забезпечення виконання ергономічних та екологічних вимог.

Стругання – це процес різання деревини з прямолінійним рухом різця (чи заготовки), при якому оброблена поверхня і площа різання співпадають. За напрямом руху різального органу відносно волокон деревини розрізняють стругання поперечне і подовжнє. Найбільше практичне значення мають процеси поперечного стругання з метою отримання листового шпону з гарною текстурою для облицювання виробів з деревини (меблів, плит та ін.).

Стружка, інколи **остружок** – тонкий шар матеріалу, який утворюється під час обробки різанням. Основні види стружок були встановлені проф. І.А. Тіме. Не зважаючи на велике їх різноманіття, типовими є три види: стружка надлому, відколювання, зливна. Стружка надлому утворюється переважно під час обробки крихких металів (чавуну, бронзи) і неметалевих матеріалів (мармуру, скла, каміння і т.ін.). Стружка надлому складається з окремих дрібних елементів, які дуже слабо пов'язані між собою. Стружка відколювання утворюється під час обробки твердих і

середньої твердості металів на великих подачах, з малими швидкостями різання і з малим переднім кутом інструмента. Зовні вона відрізняється від стружки надлому тим, що її елементи на деякій довжині поєднані між собою у вигляді стрічки з шорсткою зовнішньою поверхнею й рівнішою нижньою поверхнею. Зливна стружка утворюється під час обробки в'язких матеріалів на малих подачах, великими швидкостями різання із великим переднім кутом. Зливна стружка має верхній бік матового кольору з великою кількістю дрібних зубців, а нижня має гладкий і блискучий вигляд.

Структура сільськогосподарських машин – це сукупність стійких зв'язків між елементами машин, які забезпечують їхню цілісність й тотожність самих собі.

Структурна схема – схема, яка визначає основні функціональні частини машини, їхнє призначення та взаємозв'язки.

Супорт (англ. support, від лат. supporto – підтримую) – основний вузол металорізального верстата (зазвичай токарного і стругального), який призначений для закріплення різального інструмента або заготовки і передачі при роботі руху подачі. Супорт забезпечує високу точність встановлення заготовки і робочого руху.

Схема базування – схема розташування опорних точок на базах заготовки чи виробу.

Т

Такт випуску – інтервал часу, через який періодично проводиться випуск виробів або заготовок певного найменування, типорозміру і виконання.

Тенденція – в широкому значенні – незворотні зміни певної спрямованості, що визначаються через реалізацію конкретних умов за законами функціонування.

Термічна обробка – технологічний процес, суть якого полягає у зміні структури металів і сплавів при нагріванні, витримці та охолодженні, згідно зі спеціальним режимом, і тим самим, у зміні властивостей останніх. Наприклад, в основі термічної обробки сталей лежить перекристалізація аустеніту під час охолодження. Перекристалізація може відбутися дифузійним або бездифузійним способами. Залежно від переохолодження аустеніт може перетворюватися у різні структури з різними властивостями. Повний дифузійний розпад аустеніту відбувається при незначному переохолодженні. У цьому випадку утворюється пластинчастий перліт (механічна суміш фериту і цементиту вторинного). Якщо переохолодження збільшити до 373...393 К, пластинки фериту і цементиту встигають вирости тільки до товщини 0,25...0,30 мкм, таку структуру називають сорбітом. Твердість сорбіту вища за твердість перліту. Коли переохолодження досягає 453...473 К, ріст пластинок припиняється на товщині 0,1...0,15 мкм, така структура називається трооститом. Твердість трооститу вища від твердості сорбіту. При значному переохолодженні аустеніту (до 513 К) дифузійний розпад його стає неможливим, перекристалізація має бездифузійний характер. У такому випадку утворюється перенасичений твердий розчин вуглецю в α -залізі, який називається мартенситом. Твердість мартенситу вища від твердості трооститу. Розрізняють такі види термічної обробки: відпалювання, нормалізація, загартування і відпуск.

Термін служби – це такий вид служби, після досягнення якого експлуатація об'єкта припиняється.

Техніка безпеки – це система організаційних і технічних засобів, які запобігають дії на працівників небезпечних виробничих чинників. У небезпечних

зонах постійно діють або періодично виникають чинники, небезпечні для життя і здоров'я людини.

Технічна документація – система графічних і текстових документів, необхідних і достатніх для безпосереднього використання на усіх стадіях життєвого циклу продукції (конструюванні, виготовленні та експлуатації промислових виробів; при проектуванні, зведенні і експлуатації будівель і споруд; при розробці технологічних процесів виробництва; при розробці та використанні програмного забезпечення). До технічної документації належать: – конструкторська документація – сукупність конструкторських документів, які містять потрібні у загальному випадку дані, згідно з якими розробляють, виготовляють, контролюють, приймають, постачають, експлуатують та ремонтують виріб; – технологічна документація – сукупність документів, які визначають технологічний процес виготовлення виробу; – програмна документація – сукупність документів, що містять відомості, необхідні для розробки, виготовлення, супроводу та експлуатації програм.

Технічна пропозиція₁ – сукупність конструкторських документів, які вміщують технічні й техніко-економічні обґрунтування доцільності розробки документації сільськогосподарських машин на основі аналізу «Технічного завдання».

Технічна пропозиція₂ – це сукупність конструкторських документів, які містять технічні і техніко-економічні обґрунтування доцільності розробки документації виробу на основі аналізу технічного завдання замовника і різних варіантів можливих рішень виробу, порівняльного оцінювання рішень з урахуванням конструктивних та експлуатаційних особливостей розроблюваного й існуючих виробів, а також патентні дослідження.

Технічне завдання₁ – це вихідний документ для початку розробки нового виробу (машини).

Технічне завдання₂ – компромісний документ між спеціалістами сільськогоспо-дарського виробництва (замовником) і спеціалістами-машинобудівниками (виконавцем) з виконання вихідних вимог, враховуючи конкретні умови виробництва техніки, яка замовляється, її ціну та ін.

Технічне завдання₃ (ТЗ) – (англ. scope statements та англ. statement of work; SOW) – документ, що встановлює основне призначення, показники якості, техніко-економічні та спеціальні вимоги до виробу, обсягу, стадії розробки та складу конструкторської документації. Технічне завдання є вихідним документом для проектування споруди чи промислового комплексу, конструювання технічного пристрою (приладу, машини, системи керування тощо), розробки автоматизованої системи, створення програмного продукту або проведення науково-дослідних робіт (НДР), відповідно до якого проводиться виготовлення, приймання при введенні в дію та експлуатація відповідного об'єкта. Згідно з ГОСТ 34.602-89, ТЗ є основним документом, що визначає вимоги і порядок створення (розвитку або модернізації) інформаційної системи, відповідно до якого проводиться її розробка і приймання при введенні в дію.

Технічне обслуговування (ТО) – це комплекс операцій (операція) для підтримання автомобіля (транспортного засобу) в працездатному чи справному стані під час використання його за призначенням, стоянки, зберігання або транспортування. ТО як профілактичний захід здійснюється примусово в плановому порядку через точно встановлені періоди використання автомобіля.

Технічний контроль – це перевірка відповідності об'єкта (продукції або процесу, від якого залежить її якість) встановленим технічним вимогам.

Технічний проект₁ – сукупність конструкторських документів, які повинні вміщувати кінцеві технічні рішення, що дають повне уявлення про будову машини, яка розробляється, і вихідні дані для розробки робочої конструкторської документації.

Технічний проект₂ – стадія розробки виробу і проектна конструкторська документація, яка містить остаточне технічне рішення і дає повне уявлення про будову розроблюваного виробу або стадія створення автоматизованої системи. Технічний проект розробляється на підставі затвердженого завдання на проектування та техніко-економічного обґрунтування.

Технічні умови – це документ, що входить у комплект технічної документації на промисловий виріб (зокрема сільськогосподарську машину). У ТУ на сільськогосподарську машину вказують: комплекс технічних вимог до виробу відповідно до агротехнічного виробництва; правила приймання і постачання; методи контролю; умови експлуатації; умови транспортування і збереження.

Технологічна документація (англ. technological documentation) – комплекс текстових і графічних документів, котрі визначають окремо або в сукупності технологічність виготовлення або ремонту виробу (включаючи контроль і транспортування) і що містить необхідні дані для організації виробництва. Є одним з важливих видів технічної документації. Згідно з ДСТУ 3278-95: технологічна документація – сукупність документів, які визначають технологічний процес виготовлення виробу. Комплекс стандартів і керівних нормативних документів, що встановлюють взаємопов'язані правила і положення щодо порядку розробки, комплектації, оформлення та обігу технологічної документації, що застосовується при виготовленні та ремонті виробів має назву «Єдина система технологічної документації» (ЄСТД).

Технологічні документи загального призначення – маршрутна карта – це технологічний документ, що містить маршрутний або маршрутно-операційний опис операцій виготовлення чи ремонту виробу (його елементів), включаючи контроль і переміщення по усіх операціях у технологічній послідовності з вказівкою даних про обладнання, технологічне оснащення, матеріальні нормативи та трудові затрати; – карта ескізів – графічний документ, що містить ескізи, схеми та таблиці, призначені для пояснення проведення технологічного процесу, операцій або переходу виготовлення (ремонтів виробу), включаючи контроль і переміщення; – технологічна інструкція – це технологічний документ, що містить опис технологічних процесів, методів і прийомів, що повторюються під час виготовлення або ремонту виробу, правил експлуатації засобів технічного оснащення; – комплектувальна карта – це технологічний документ, що містить дані про деталі, складальні одиниці та матеріали, що входять до комплекту виробу; – відомості: складальних одиниць, оснащення, матеріалів та ін.

Технологічні документи спеціального призначення – операційна карта – це технологічний документ, що містить опис технологічної операції з вказуванням послідовного виконання переходів, даних про засоби технологічного оснащення, режими та трудові затрати. Карти розробляють щодо усіх операцій в умовах серійного та масового виробництва і доповнюють маршрутною картою; – карта технологічного процесу – це технологічний документ, що містить операційний опис технологічного процесу виготовлення або ремонту виробу (його складових частин) в технологічній послідовності щодо усіх операцій одного виду робіт, з вказуванням

переходів, технологічних режимів і даних про засоби оснащення, матеріальні та трудові нормативи.

Технологічна інструкція – технологічний документ, що містить опис прийомів роботи або технологічних процесів виготовлення чи ремонту виробу (включаючи контроль і переміщення), правил експлуатації засобів технічного оснащення, описи фізичних і хімічних явищ, що виникають при окремих операціях.

Технологічний метод – сукупність правил, що визначають послідовність і зміст дій при виконанні формоутворення, обробки або складання, переміщення, включаючи технічний контроль, випробування в технологічному процесі виготовлення або ремонту, встановлених безвідносно до найменування, типорозміру або виконання виробу.

Технологічний перехід – закінчена частина операції, яка характеризується незмінністю оброблюваної поверхні, різального інструменту і режиму роботи верстата (частота обертання, подача і глибина різання).

Технологічний процес₁ – (англ. manufacturing process, фр. processus technologique) – це частина виробничого процесу, що вміщує дії зі зміни та/або визначення стану предмета праці, тобто безпосередньо пов'язана зі зміною форми, розмірів і властивостей оброблюваної заготовки, що виконуються в певній послідовності.

Технологічний процес₂ – частина виробничого процесу, сукупність технологічних операцій, які виконуються планомірно й послідовно в часі й просторі над однорідними або аналогічними предметами, у результаті яких змінюється агрегатний стан, місце розташування чи властивості предмета праці (наприклад, гірської породи), що має закінчений за виробничим призначенням характер.

Технологічний спосіб виробництва (ТСВ) – це історично визначений спосіб поєднання різних компонентів у системі продуктивних сил, насамперед людини та технічних засобів праці.

Технологічність конструкції виробу – сукупність властивостей конструкції виробу, які забезпечують його виготовлення, ремонт і технічне обслуговування за найбільш ефективною технологією порівняно з однотипними конструкціями того ж призначення за однакових умов їх виготовлення і експлуатації і при одних і тих же показниках якості. Вживання ефективної технології передбачає оптимальні витрати праці, матеріалів, засобів, часу при технологічній підготовці виробництва, в процесі виготовлення, експлуатації і ремонту, включаючи підготовку виробу до функціонування, контроль його працездатності, профілактичне обслуговування.

Технологія – комплекс наукових та інженерних знань, реалізованих у прийомах праці, наборах матеріальних, технічних, енергетичних, трудових факторів виробництва, засобах їх об'єднання для створення продукту або послуги, що відповідають певним вимогам.

Типова методика випробувань – методика випробувань, яка встановлює загальні вимоги до проведення випробувань групи однорідної продукції.

Токарна обробка – технологічний процес, під час якого різець зі спеціальною різальною кромкою зменшує діаметр виробу, який обробляється.

Точіння – це технологічна операція, мета якої – отримання деталі з поверхнями тіл обертання. Процес різання ід час точіння відбувається при обертальному русі заготовки або різця і подачі уподовж або упоперек осі обертання. За напрямом подачі відносно осі обертання заготовки розрізняють подовжнє (осьове) точіння і поперечне. При осьовому точінні заготовка має обертальний рух, а різцю надають руху подачі,

спрямованого уздовж осі обертання заготовки. При цьому зрізується безперервна гвинтова стружка постійного перерізу. Осьове точіння підрозділяється на чорнове і чистове. Для чорнкової обробки деталі точінням застосовують різці із закругленою різальною кромкою радіусом 10...30 мм. При чистовому точінні використовують різці з прямолінійною головною різальною кромкою, розташованою під кутом 40...50° до осі обертання заготовки.

Точність обробки – ступінь відповідності геометричних параметрів обробленої деталі параметрам, заданим на кресленні.

Травлення – обробка поверхні металу, скла тощо розчинами кислот або солей для розчинення частини поверхні. Використовується у друкарстві, ювелірній справі, обробці скла для нанесення зображення, при виготовленні друкованих плат.

Трактор – (англ. tractor, лат. трахо – тягну) – безрейковий транспортний засіб, що використовується як тягач. Відрізняється низькою швидкістю і великою силою тяги. Широко застосовується в сільському господарстві для оранки ґрунту та переміщення несамохідних знарядь та машин. Трактор може бути обладнаний начіпними та напівначіпними знаряддями.

Тренд – не цілком точна графічна залежність залежної змінної від незалежної; він характеризує довготривалу тенденцію зміни явища під час прогнозування.

Трудомісткість – показник, що характеризує витрати робочого часу на виробництво певної споживної вартості або на виконання конкретної технологічної операції. **Показник трудомісткості є зворотним показнику продуктивності праці, визначає ефективність використання одного з головних виробничих ресурсів – робочої сили.** На величину трудомісткості впливають такі чинники: технічний рівень виробництва (фондоозброєність праці і енергоозброєність праці, корисні властивості предметів праці, технологія), кваліфікація працівників, організація і умови праці, складність продукції, що виготовляється та ін.

Тягова характеристика енергетичних засобів – графік, тобто ряд параметрів, що характеризують роботу енергетичного засобу залежно від режиму завантаження.

Тяговий клас тракторів – технічна характеристика тракторів, обумовлена найбільшим тяговим зусиллям, яке розвиває трактор на стерні колосових нормальної вологості та твердості при певному буксуванні (для гусеничних – не більше 3 %, колісних 4 × 4 – не більше 14 %, колісних 4 × 2 – не більше 16 %).

У

Умови випробувань – сукупність чинників, що діють на об'єкт, і режимів функціонування об'єкта під час випробувань.

Умови експлуатації – сукупність факторів, що діють на виріб під час його експлуатації і впливають на функціонування й працездатність цього виробу. Відповідно до діапазону й ступеня впливу факторів, умови експлуатації поділяють на: **нормальні, робочі і граничні. Нормальні умови експлуатації** – сукупність факторів, що встановлені нормативно-технічною документацією як номінальні. У таких умовах похибки обладнання близькі до нормативних, що можуть бути визначені й гарантуватися. Ці умови є базою, відносно якої виявляються зміни властивостей виробу в інших умовах. Зазвичай це параметри: температура – +25°C ± 10°C; атмосферний тиск – 750 ± 30 мм рт. ст.; відносна вологість – 65 ± 15%. **Робочі умови експлуатації** – сукупність факторів, межі яких нормують (регламентують, гарантують) характеристики показників якості виробів, зазначених у технічних вимогах та іншій технічній документації. **Граничні умови експлуатації** характеризують екстремальні

значення факторів, за яких вироби витримують навантаження без руйнування й погіршення якості.

Універсальна машина – машина, яка може виконати в різні календарні строки різні операції.

Уніфікація у техніці (від лат. unus – один, лат. facio – роблю; об'єднання) – найпоширеніший та ефективний метод стандартизації, який передбачає зведення об'єктів до однотипності на основі встановлення раціональної кількості їх різновидів. У. сприяє розвитку спеціалізації виробництва, комплексної механізації та автоматизації. Уніфікація полягає у виборі оптимальної кількості або в раціональному скороченні кількості типів, видів, параметрів і розмірів об'єктів однакового чи близького функціонального призначення. Уніфікація спрямована на зменшення кількості різновидів об'єктів комбінуванням двох і більше їх характеристик. Об'єктами уніфікації можуть бути різні вироби: матеріали, деталі, вузли, схеми, прилади, пристрої, агрегати, машини. Уніфікація виробів супроводжується виявленням оптимальних конструкторсько-технологічних рішень та типізацією шляхом комбінування (поєднанням) найбільш вдалим конструкторсько-технологічних рішень.

Ущільнення ґрунту – це ущільнення ґрунту, коли його частинки стискаються разом, зменшуючи поровий простір між ними.

Ф

Фази розвитку рослин – протягом життя рослини її зовнішні ознаки змінюються, причому зміна їх відбувається в певній послідовності. Увесь цикл послідовних змін зовнішніх ознак називають розвитком рослини. Окремі етапи розвитку – сходи, утворення листя, поява бутонів, цвітіння, формування плодів, дозрівання – називаються фазами розвитку рослин.

Фактор – змінна величина, що впливає на процес, який вивчається.

Фах (багатозначний термін, від нім. Fach) – спеціальність, професія, наукова дисципліна, галузь. Вид заняття, трудової (професійної) діяльності, що вимагає певної підготовки і є основним засобом до існування.

Фахівець, спеціаліст, професіонал, майстер (англ. master, foreman, expert, нім. Fachmann) – людина, яка володіє спеціальними знаннями й навичками в будь-якій галузі; – людина, яка має спеціальність; – людина, яка добре знає будь-що, майстер своєї справи; – фахівець з якогось ремесла; – керівник окремої ділянки виробництва; – той, хто досяг високої майстерності, досконалості у своїй роботі, творчості.

Ферма (фр. ferme, від лат. firmus – міцний, сильний) – несуча геометрично незмінна конструкція, що складається з прямолінійних стрижнів, вузлові з'єднання яких у розрахунках вважаються шарнірними. Не зважаючи на те, що стрижні у вузлах ферм з'єднуються жорстко зварюванням, болтами, заклепками чи є монолітною конструкцією, експерименти показують, що згинальні моменти в прямолінійних стержнях значно менші, порівняно з поздовжніми зусиллями. Тому у практичних розрахунках згинальними моментами нехтують і при побудові розрахункової схеми ферми допускають, що у вузлах встановлені ідеальні циліндричні шарніри.

Філь'єра – калібрувальна деталь еструзійних або волочильних машин. Філь'єра для виробництва хімічних волокон виготовляється з тугоплавких металів – платини, нержавіючої сталі та ін. – у формі циліндричного ковпачка або диска з тонкими отворами. Через ці отвори продавлюють розплавлену масу і отримують нитки. Філь'єри високопродуктивних ливарних автоматів для масового виробництва свинцевих плombs і цинкових ронделів виготовляють з бронзи (переважно

олов'янистої). Філь'єри використовуються при виготовленні порошкового дроту, який виробляють з тонкої сталевий стрічки шляхом згортання її в трубку і протягування через калібрований отвір-філь'єру. Філь'єра також є формуючим елементом плівково-полімерного екструдера, екструдера харчових продуктів і т.ін.

Флюс – речовина, що додається до розплавленого металу для знімання його окисів і сторонніх шлаків, чи під час паяння для запобігання окислення поверхні металу. Залежно від температури плавлення металу чи температури паяння, найчастіше використовують такі флюси: вапняк, силікати, бура, борна кислота, каніфоль.

Фосфатування – це утворення на поверхні чорних металів захисної плівки, що має добрі антикорозійні властивості й може бути доброю основою під фарбу. Застосовують два способи фосфатування: холодне (+18°C) і гаряче (+97...99°C).

Фреза – багатолезовий різальний інструмент, зубці якого послідовно вступають у контакт з оброблювальною поверхнею. Залежно від призначення та виду поверхонь для фрезерування застосовують фрези різних конструкцій, типів, з різним матеріалом різальної кромки.

Фрезерування – один із найпродуктивніших методів обробки. Головний рух (рух різання) під час фрезерування – обертальний, його здійснює фреза, рух подачі – прямолінійний. Фрезеруванням можна отримати деталь точністю за 6...12 квалітетом шорсткістю до $Ra=0,8$ мкм. Фрезерування здійснюється за допомогою багатозубого інструмента фрези.

Функціональна схема – схема, яка пояснює процеси, що відбуваються у машині.

Функціональна схема машини (знаряддя) – це конструкторський документ, на якому умовними графічними позначеннями показують складові частини машини або знаряддя (структуру знаряддя) і розкривають процеси, що відбуваються у машині (знарядді) та її окремих частинах.

X

Хімізація – це один з важливих напрямів взаємодії людини і природи, через яку відбувається інтенсифікація кругообігу речовин у природі, відповідно, підвищення продуктивності природно-ресурсного потенціалу, збереження родючості ґрунтів, боротьба з хворобами та шкідниками рослин, бур'янами.

Ходова частина (англ. running gear; нім. Laufwerk n) – сукупність елементів шасі – рами, основи машин, механізмів та пристроїв.

Хонінгування – вид абразивної обробки матеріалів із застосуванням хонінгувальних головок (хони). Хонінгування в основному застосовується для обробки внутрішніх циліндричних поверхонь поєднанням обертального й зворотно-поступального руху хона із закріпленими на ньому розсувними абразивними брусками з рясним зрошенням оброблюваної поверхні мастильно-охолоджувальною рідиною. Один із видів чистових і викінчувальних обробок різанням. Дозволяє отримати отвір із відхиленням від циліндричності до 5 мкм і шорсткістю поверхні $Ra=0,63...0,04$ мкм. Хонінгування зовнішніх поверхонь здійснюється на спеціалізованих верстатах (горизонтально-хонінгувальні) або модернізованих (шліфувальних, горизонтально-розточувальних), продуктивність при цьому, порівняно з суперфінішуванням, в 2...4 рази вища завдяки більшій кількості брусків і великих тисків.

Художнє конструювання – новий метод проектування виробів промислового виробництва, впровадження якого має забезпечувати високу якість продукції.

Ц

Цеківка – металорізальний інструмент у вигляді голівки з ріжучими зубами на торцевій поверхні, різновид зенкера. Цеківка має нижню гладку направляючу частину, що вставляється в отвір, довкола якого виробляється обробка, що дозволяє витримувати взаємну перпендикулярність отримуваної поверхні і осі отвору.

Цекування – вид механічної обробки різанням – обробка поверхні деталі довкола отвору (різновид зенкерування), призначена для утворення площини або заглиблень під голівку гвинта, шайбу, накладне кільце і т.ін.

Цементация сталі – вид хіміко-термічної обробки, що полягає у поверхневому дифузійному насиченні маловуглецевої сталі вуглецем з метою підвищення твердості та зносостійкості. Цементация з наступною термічною обробкою одночасно підвищує і границю витривалості. Цементации піддають маловуглецеві (з вмістом вуглецю зазвичай до 0,2 %) і леговані сталі. Процес у разі використання твердого карбюризатора проводиться при температурах +900...950°C, при газовій цементации (газоподібний карбюризатор) – при +850...900°C. Після цементации вироби піддають термообробці (гартуванню), що приводить до утворення мартенситної фази у поверхневому шарі виробу (гартування на мартенсит) з наступним відпуском для зняття внутрішніх напружень.

Цех – це організаційно відособлений підрозділ підприємства, що складається з низки виробничих і допоміжних ділянок та обслуговувальних ланок. Цех виконує визначені обмежені виробничі функції, зумовлені характером кооперації праці всередині підприємства. На більшості промислових підприємств цех є їхньою основною структурною одиницею. Частина дрібних і середніх підприємств може бути побудована як безцехова структура. У цьому разі підприємство поділяється безпосередньо на виробничі ділянки. Деякі найбільші підприємства в організаційно-адміністративному відношенні будуються за корпусною системою на основі об'єднання під єдиним керівництвом багатьох цехів і господарств.

Цехи (нім. Zunft, також нім. Zech) – закриті корпоративні спілки, що склалися з членів, належних до одного або кількох зближених ремісничих фахів, поширені в містах Західної Європи, починаючи з XI-XII століття.

Цикл технологічної операції – інтервал календарного часу від початку до кінця періодично повторюваної технологічної операції незалежно від кількості виробів, які одночасно ремонтуються або виготовляються.

Циклоїда – плоска трансцендентна крива.

Цифрове програмне керування – керування, при якому програму задають у вигляді записаного на будь-який носій масиву інформації.

Ч

Часткова автоматизация – автоматизация будь-якої частини повністю механізованого виробничого процесу зі збереженням ручного керування іншою частиною операцій цього процесу.

Частота обертання – величина, що дорівнює відношенню числа обертів деталі, заготовки чи інструменту до часу обертання.

Чавун – сплав заліза з вуглецем, який може містити від 2,14 до 6,67% вуглецю. Чисте залізо має обмежене застосування. В техніці зазвичай використовують сплави заліза з вуглецем, які поділяють на сталі і чавуни. Сталі містять до 2% вуглецю, а чавуни – від 2,14 до 4% вуглецю і навіть більше.

Чизелювання ґрунту або безполицевий спосіб обробітку ґрунту – спосіб обробітку ґрунту без обертання його орного шару, який виконується плоскорізними, чизельними й дисковими знаряддями.

Чорнозем – тип ґрунту, що розвивається в умовах субореального слабоаридного клімату з добре вираженою сезонною контрастністю під степовою і лучно-степовою рослинністю на пористих карбонатних породах – лесах і лесовидних суглинках. Чорноземи поширені переважно на платформних рівнинах, але зустрічаються також островами серед інших ґрунтів у міжгірських западинах, улоговинах і на слабоеродованих схилах гірських систем. Формування чорноземів зумовлене особливостями біологічного колообігу – великою кількістю хімічних елементів, які залучаються у щорічні процеси утворення і трансформації органічної речовини, надходженням основної маси решток всередину ґрунту, активною участю в розкладанні рослинних решток бактерій, актиноміцетів, безхребетних.

III

Шабєр (від нім. schaben – скоблити) – слюсарний інструмент у вигляді стрижня з різальними кромками, що використовується для здійснення операції шабрування (зняття з поверхонь деталей тонких шарів матеріалу). Має вигляд металевого плоского, фасонного три-, або чотиригранного загостреного вістря 20...400 мм довжиною. Виготовляється з інструментальних сталей У10, У12А. Різальний кінець шабера загартовують без відпуску до 64...66 HRC. Використовується для доведення точених деталей – зняття гострих країв, облою. В ювелірній справі широко використовується для згладжування гострих країв металевих заготовок, поверхонь, розширення отворів, зняття нерівностей на поверхні ювелірних виробів.

Шарнір (фр. charnière, нім. Scharnier) – рухоме з'єднання тіл (наприклад, деталей механізму) чи будівельної конструкції, що допускає їх взаємні повороти або обертання, зазвичай на обмежені кути. **Класифікація шарнірів:** – **циліндричний шарнір** в теорії машин і механізмів називають обертовою кінематичною парою та виконують у вигляді цапфи, що обертається у підшипнику ковзання чи кочення; – **сферичний (кульовий) шарнір** в теорії машин і механізмів називають сферичною кінематичною парою і виконують у вигляді кулі, що входить в кульову виточку, або у вигляді сферичного підшипника кочення; – **універсаль-ний (карданний) шарнір** (шарнір нерівних кутових швидкостей або асинхронний шарнір), що складається з двох чи трьох послідовно з'єднаних циліндричних шарнірів, осі обертання котрих перетинаються в одній точці і дозволяють передавати обертання між валами, що перетинаються під змінним кутом до 40...45°, до цього типу належать **шарнір Гука, пластинчастий та пружний шарніри**; – **шарнір рівних кутових швидкостей (синхронний шарнір)** дозволяє обертовому валу передавати крутний момент під змінним у часі кутом, з постійною швидкістю обертання й без суттєвих варіацій тертя, до цього типу належать подвійний карданний шарнір (карданний вал), кульковий шарнір з радіальними ділильними рівцями («Бірфільд», «Рцеппа»), сухариковий шарнір та ін.

Швидкість різання – це швидкість руху інструмента під час металообробки деталей.

Шихта – суміш вихідних матеріалів у заданому кількісному співвідношенні, наприклад, суміш матеріалів (руди, шлаку, коксу, вугілля і т.ін.), що їх переробляють у металургійних, хімічних та інших технологічних процесах. При спіканні шихти у металургійній печі з руди виплавляють чистий метал.

Шліфування – один із продуктивних методів обробки різних поверхонь заготовок інструментом, що має вигляд тіла обертання, різальними елементами якого є безліч дуже твердих абразивних зерен, скріпленого зв'язкою. Шліфування проводиться на спеціальних шліфувально-полірувальних верстатах з використанням повстяних, бязевих чи фетрових кругів. Абразивний матеріал (наждак, корунд, електрокорунд) наноситься на круг за допомогою столярного клею. Особливістю шліфування є одночасне мікрорізання декількома зернами, кожне з яких має 2...3 ріжучі леза й більше. Чим більше зерен беруть участь у різанні, тим менша шорсткість обробленої поверхні. Існують також заточувальні верстати, на яких власноруч заточують ріжучий інструмент: свердла, фрези, токарні різці тощо.

Шліц у техніці (від нім. Schlitz – розріз) – поздовжній виступ або паз для з'єднання вала з деталями машини; проріз під викрутку в головці гвинта.

Шліцьове (зубчасте) з'єднання – з'єднання вала (охоплюваної поверхні) та отвору маточини деталі (охоплюючої поверхні) за допомогою паралельних до осі вала (отвору) шліців (зубів) і впадин (пазів), рівномірно розміщених на їх циліндричних поверхнях.

Шорсткість поверхні – характеристика нерівностей, виражена у цифрових величинах, що визначають ступінь їхнього відхилення на базовій довжині від теоретично гладких поверхонь заданої геометричної форми. Шорсткість поверхні – важливий показник у технічній характеристиці виробу та точності його виготовлення, що впливає на експлуатаційні властивості деталей і вузлів машин – стійкість до зносу поверхонь тертя, витривалість, корозійну стійкість, збереження натягу у з'єднаннях.

Шпindelь (нім. веретено) – деталь машин, що обертається. Вал металорізального верстата, який передає обертання інструменту або оброблюваній заготовці.

Штамп (нім. stampfe, від італ. stampa – печатка, друк) – готовий зразок, шаблон.

Штампована заготовка – виріб або заготовка, отримані технологічним методом штампування.

Штамування – процес обробки матеріалів тиском – пластичне деформування заготовки в штампах з витіканням металу, обмеженого розмірами штампувального простору. Під час штампування відбувається формоутворення без зняття стружки, забезпечується висока точність виробів при високій продуктивності праці. **Гарячим штампуванням** називають процес отримання поковок за допомогою спеціального обладнання – штампів. **Молотовий штамп** – це два сталевих бойки (**матриця** і **пуансон**), що мають в площині роз'єму виїмки, які відповідають конфігурації деталі. Під дією сили удару молота або тиску преса нагріта заготовка деформується і заповнює порожнину штампа. В результаті штампування отримують деталь, що за формою і розмірами відповідає формі і розмірам штампу. Холодне штампування здійснюється без попереднього підігрівання металу. Найчастіше застосовують листове холодне штампування, матеріалом для якого є тонкі листи (товщиною 5...6 мм), стрічки, прутки з м'якої вуглецевої і легованої сталі, кольорових металів і їх сплавів. Холодним штампуванням виготовляють як плоскі, так і вигнуті вироби (ковпаки, днища залізничних цистерн, деталі котлів і т.ін.).

Я

Якість машини – це сукупність властивостей, що визначають її здатність виконувати свої функції відповідно до ергономічних, естетичних, економічних та інших вимог.

**Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя**

Кафедра технічної механіки та сільськогосподарських машин

**Хомик Надія Ігорівна
Цьонь Ганна Богданівна
Довбуш Тарас Анатолійович
Блозва Ігор Йосипович
Довбуш Анатолій Дмитрович**

ВСТУП ДО ФАХУ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія»

Редактор: Софія Федак

Комп'ютерний набір: Надія Хомик, Ганна Цьонь

Графічне оформлення: Андрій Радчук, Ігор Шуст, Максим Щолоков