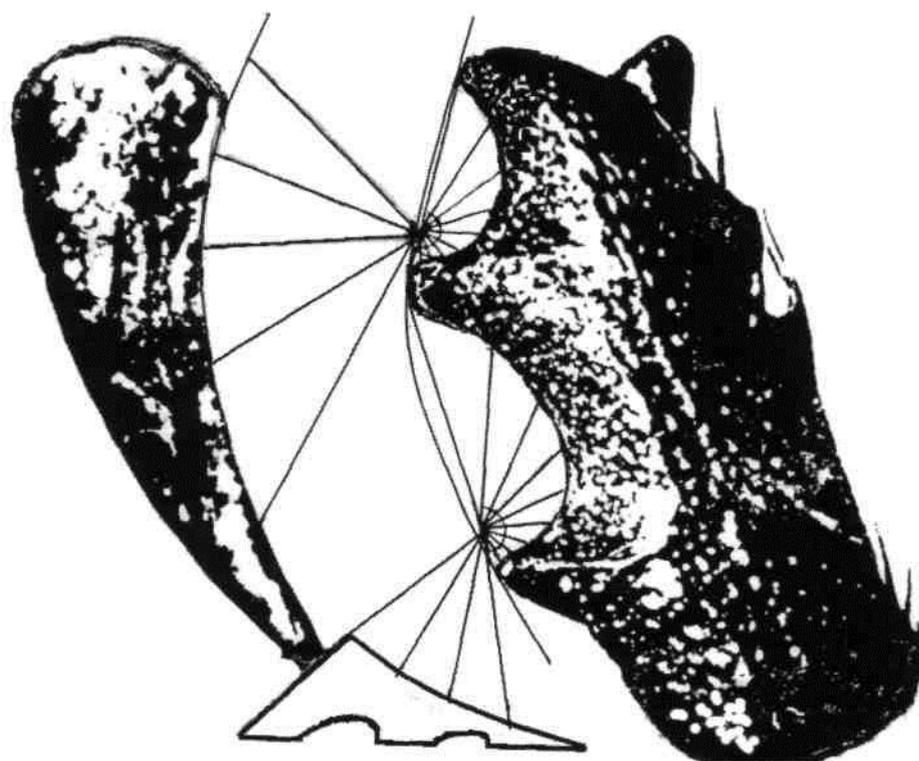


В.О. Дубровін, В.Г. Мироненко, М.Д. Мельничук, Л.Ф. Бабіцький,
В.В. Теслюк, В.Б. Онищенко, О.П. Слинко, С.В. Драгнев

Дизайн та ергономіка аграрної техніки



Київ – 2014

УДК 62-112:631.3
ББК 30.18
Д44

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки
України як навчальний посібник для студентів
вищих навчальних закладів
Лист №1/11-1435 від 03.02.2014 р.*

Дизайн та ергономіка аграрної техніки : [навч. посібник для студ. вищ. навч. закл.] / В.О. Дубровін, В.Г. Мироненко, М.Д. Мельничук, Л.Ф. Бабіцький, В.В. Теслюк, В.Б. Онищенко, О.П. Слинько, С.В. Драгнєв. – К: «Аграр Медіа Груп», 2014. – 157 с.

Проаналізовано тенденції розвитку аграрної техніки. Розглянуті основи технічного дизайну та ергономіки сільськогосподарського машинобудування. Висвітлено засади використання біоніки при конструюванні ґрунтообробної техніки. Особливу увагу приділено розгляду сучасних конструкцій машин і обладнання АПК.

Для студентів сільськогосподарських вузів зі спеціальності 6.050503 "Машинобудування".

**Валерій Олександрович Дубровін, Валентин Григорович Мироненко,
Максим Дмитрович Мельничук, Леонід Федорович Бабіцький,
Віктор Васильович Теслюк, Володимир Борисович Онищенко,
Олег Павлович Слинько, Семен Васильович Драгнєв**

ДИЗАЙН ТА ЕРГОНОМІКА АГРАРНОЇ ТЕХНІКИ **Навчальний посібник для вузів**

Рецензенти:

С.Ф. Пилипака завідувач кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України, д.т.н., професор.

М.К. Лінник – головний науковий співробітник ННЦ "Інститут механізації та електрифікації сільського господарства НААН України", д.с.-г.н., професор.

В.І. Кравчук директор Українського науково-дослідного інституту прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого, член-кореспондент НААН України, д.т.н., професор.

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Технічного навчально-наукового інституту Національного університету біоресурсів і природокористування України (протокол № 10 від 14 червня 2013 р.)

© В.О. Дубровін, В.Г. Мироненко, М.Д. Мельничук, Л.Ф. Бабіцький, В.В. Теслюк, В.Б. Онищенко, О.П. Слинько, С.В. Драгнєв, 2014

© Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2014

ЗМІСТ

Вступ	4
Розділ 1. Розвиток ринку аграрної техніки	5
1.1. Загальні поняття	5
1.2. Ринок аграрної техніки в Україні	7
1.3. Споживчі властивості сільськогосподарських машин і обладнання	9
1.4. Тенденції розвитку аграрної техніки	11
Розділ 2. Технічний дизайн	22
2.1. Загальні поняття	23
2.2. Стандарт і оточуюча дійсність	41
2.3. Функціональність і форма	43
2.4. Композиція в техніці	58
2.5. Колористика	69
2.6. Матеріали конструкції	77
2.7. Основні принципи дизайнерської діяльності	77
2.8. Значення дизайнерського рішення і його захист	81
Розділ 3. Основи ергономіки	85
3.1. Загальні поняття	85
3.2. Системи «людина-машина-середовище»	89
3.3. Організація робочого місця оператора	91
3.4. Врахування ергономічних вимог при конструюванні машин	95
3.5. Ергономічна оцінка якості машин та обладнання	103
Розділ 4. Основи біонічних досліджень	107
4.1. Моделювання властивостей середовища (грунту)	107
4.2. Конструювання робочих органів (грунтообробна техніка)	119
Література	157

ВСТУП

За площею орних земель (28,8 млн.га) і виробництвом більшості видів рослинницької продукції Україна входить у першу шістку країн Європи. У собівартості сільськогосподарської продукції частка технічного забезпечення технологій складає сьогодні від 16 до 24%. Подальший розвиток агропромислового комплексу України істотно залежить від матеріально-технічного рівня забезпечення галузі, зокрема, від стану ринку аграрної техніки і вітчизняного машинобудування.

Сучасна аграрна техніка повинна розроблятися із врахуванням функціональних, естетичних та ергономічних підходів. Фактором формоутворення сільськогосподарської техніки повинна бути відповідність функціональному призначенню, використаним матеріалам та конструктивній доцільності. Досягнути гармонії у формі можна досягнути за допомогою засобів композиції: пропорції, масштабності, симетрії (асиметрії), статичності (динамічності), ритму, контрасту, нюансу тощо. Цілий виріб утворюється з частин, частини характеризуються різними геометричними розмірами та знаходяться в певному відношенні одна від одної і до цілого.

У навчальному посібнику розглядаються основні положення дизайну – науки про художнє конструювання техніки, його категорії, їх властивості та якості. Вивчаються засоби і методи роботи над формою, композицією машини; здобуваються навички розробки символів функцій контролю та управління; проводиться ознайомлення з правом власності на розробки в галузі дизайну та основами її захисту.

Також описуються рекомендації по ергономічному забезпеченню конструювання, вивчення методик дослідження ергономічних властивостей оператора, методик оцінки мнемосхем автоматизованих систем управління, розміщення органів індикації та управління на пультах.

Розділ 1. РОЗВИТОК РИНКУ АГРАРНОЇ ТЕХНІКИ

1.1 Загальні поняття

Ринок аграрної техніки являє собою сукупність технічних засобів (енергетичних, сільськогосподарських машин і обладнання) та систему взаємозв'язків, що регулюють динаміку його зміни, включаючи процеси від початку розробки технічного засобу до моменту виходу його зі сфери активного використання.

Розвиток ринку на часовому відрізку АВ (рис.1.1), залежить від співвідношення процесів оновлення (Н) та інерційності (І).



Рис. 1.1 - Схема розвитку ринку аграрної техніки

Процеси оновлення (Н) спрямовують ринок техніки у перспективу, характеризуючи тривалість створення та виробничої адаптації нових технічних засобів.

Процеси інерційності (І) утримують ринок техніки на досягнутому рівні, відображуючи тривалість використання адаптованої техніки, яка обумовлена надійністю, довговічністю машин та ротацією сільськогосподарських культур у сівозмінах.

На динаміку ринку аграрної техніки безпосередньо впливають рівні загального розвитку техніки та агротехніки, методична база оцінки та вибору сільськогосподарських машин і обладнання, інші неформалізовані впливи. Вагомість впливу методики вибору нової сільськогосподарської техніки на розвиток ринку підвищується зі зростанням його місткості. Неформалізований залишок, як помилку прогнозу, приймають рівним 10%.

Отже, етап розвитку ринку, що характеризує послідовну зміну попереднього покоління аграрної техніки на наступне, оцінюється сумою:

$$E = H + I, \text{ років.} \quad (1.1)$$

У варіанті паралельного розвитку процесів відновлення та інерційності тривалість етапу розвитку Е дорівнює тривалості більшого за абсолютною величиною процесу (інерційності чи оновлення), тобто $E = H$ при $H > I$, чи $E = I$ при $I > H$.

Враховуючи викладене, зміна поколінь техніки в агропромисловому виробництві відбувається через кожні 10-18 років 1-2 роки. Коротші періоди трансформації техніки характерні для розвинутих країн, більш тривалі – для країн, у яких можливості оновлення технічного потенціалу аграрного виробництва менші за необхідні.

Показник (T_a) оновлення технічних засобів у розрахунку на один гектар орних земель – це абсолютна кількісна характеристика, що обумовлює щорічний рівень розвитку ринку сільськогосподарської техніки в будь-якій країні:

$$T_a = C_T / S_{O3}, \text{ грн/га}, \quad (1.2)$$

де C_T - вартість сільськогосподарської техніки, яка придбана на протязі року агровиробниками, грн; S_{O3} - відповідно площа орних земель, га. Показником (T_a) оновлення технічних засобів можна оцінювати також розвиток аграрної техніки будь-якого адміністративного регіону та сільськогосподарського підприємства.

У Європейському Економічному Співтоваристві показник оновлення технічних засобів (T_a) складає близько 130 євро на гектар, що в середньому у 5 разів більше, ніж в Україні.

Для відносної кількісної оцінки розвитку ринку аграрної техніки існує комплексний показник оперативного рівня оновлення техніки (K_o), який визначається відношенням вартості техніки (C_T), що придбана агровиробниками на протязі року, до вартості виробленої ними за рік сільськогосподарської продукції ($C_{пр}$):

$$K_o = (C_T / C_{пр}) 100, \%. \quad (1.3)$$

Комплексний показник оперативного рівня оновлення техніки (K_o) характеризує реальний стан щорічного відновлення машинно-тракторного парку для виробництва сільськогосподарської продукції.

У сучасних умовах раціональним значенням комплексного показника оперативного рівня оновлення техніки можна вважати $K_o = 8 \%$. Воно є характерним для розвинутих країн і свідчить про необхідність планомірного повного відновлення машино-тракторного парку сільськогосподарської техніки упродовж кожних 12 років.

Зниження показника K_o при скороченні інвестицій в нову техніку (C_T) веде до занепаду механізації сільськогосподарського виробництва, обумовлює наступне зменшення вартості валового сільськогосподарського продукту ($C_{пр}$). Підвищення комплексного показника K_o вище раціональних меж, призводить до збільшення частки вартості техніки в собівартості продукції, зниження прибутковості останньої, що є небажаним результатом.

Створення нової аграрної техніки сьогодні безпосередньо пов'язане з урахуванням загальних закономірностей розвитку її ринку. Значний потенціал України, як провідного європейського виробника сільськогосподарської продукції, можливо реалізувати лише за умов розвитку потужного вітчизняного сільськогосподарського машинобудування. В ринковій економіці кожна нова конструкція в галузі аграрної техніки повинна бути водночас доступною за

вартістю, відповідати функціональному призначенню, забезпечуватись відповідною сервісною інфраструктурою, мати сучасний дизайн та задовольняти вимоги ергономіки.

1.2 Ринок аграрної техніки в Україні

За станом на початок третього тисячоліття сільськогосподарське машинобудування України реалізує свою продукцію в обсязі близько 2,0 млрд. гривень на рік. У виробництві беруть участь 129 промислових підприємств і 19 проектно-конструкторських організацій. Ринок формується на основі внутрішньої пропозиції з боку вітчизняних машинобудівних заводів, які перебувають в процесі глибокого реформування і імпорту машин та обладнання з інших країн. Потенційна місткість ринку аграрної техніки України значно більша, ніж сьогодні, і складає близько 10% ринку ЄЕС.

На початку 90-х років ХХ століття вітчизняні машинобудівні заводи виготовляли приблизно 30% усієї технічної продукції для аграрної сфери, виробленої в країнах СНД. Але готових виробів – машин і устаткування – у цій кількості було всього 27%. Серед них – трактори класу тяги 3, буряко- і кукурудзозбиральні комбайни, плуги, сівалки, обприскувачі і т.п. Все інше, у вигляді елементної бази, комплектуючих вузлів і деталей, вивозилося на збирання в інші республіки, тобто експортувалося. Не виробляючи багато машин і устаткування на своїй території, Україна вимушено імпортувала зернозбиральні комбайни (100%), трактори тягових класів 1,4; 2 і 5 (100%), важкі дискові борони (100%) і т.д. Для збереження пріоритетів у розвитку аграрного виробництва необхідно було відповідним чином реформувати сільськогосподарське машинобудування, щоб:

підвищити рівень технологічної забезпеченості вітчизняними машинами й устаткуванням аграрного виробництва з 27 до 90%;

досягнути світового рівня технологій виготовлення і застосування вітчизняних енергетичних засобів і сільгосподарських машин.

За минулий з 1990 року період в Україні проведено модернізацію більше 500 сільськогосподарських машин, освоєне серійне виробництво 265 нових найменувань аграрної техніки. У його структурі сьогодні переважають енергетичні засоби (55%). За останні роки типорозмірний ряд тракторів сільськогосподарського призначення розширився з 5 до 14 позицій, варіюючи потужністю двигуна в межах від 11 до 170 к.с., включаючи колісні і гусеничні модифікації ходових систем. Кілька енергетичних засобів розроблені на кооперативній основі з фірмами «Дойц» і «Кейс». У той же час, річне виробництво тракторів на Україні (5500 шт.) поки не задовольняє потреб сільського господарства. Поставлені на виробництво зернозбиральні комбайни «Лан» і «Славутич», пропускною здатністю 7-9 і 9-12 кг/с. З огляду на те, що маса зернових культур, що обмолочується, завантажує такі комбайни тільки на 60-70 %, ведуться роботи зі створення менш продуктивних машин, класів 3-5 і 5-7 кг/с. Зокрема, завод ім. Малишева разом з фірмою «New Holland – Bizon»

почав випуск комбайнів «Обрій». Незабаром вітчизняні виробники сільськогосподарської продукції зможуть повністю оновлювати свій машино-тракторний парк вітчизняними енергозасобами. В цілому, на початок 2000 року, вітчизняна техніка дозволяла на 90% забезпечувати сучасні технології власними засобами механізації сільськогосподарського виробництва.

В той же час, перепрофілювання і реорганізація виробничих підприємств галузі, незадовільне забезпечення оборотними коштами сільськогосподарських підприємств, призвели до істотного спаду виробництва. В даний час, технологічна потреба господарств аграрної галузі України кількісно не задоволена машинами і устаткуванням на 30-40%. Парк тракторів у порівнянні з 1990 роком скоротився в 2,2 рази, причому 40% з них складають трактори закордонного виробництва (К-700, МТЗ, Т-70, John Deere і т.д.), зернозбиральних комбайнів і сівалок – у 2,5, а культиваторів – у 8 разів. Це обумовлено складним економічним становищем споживачів сільськогосподарських машин в Україні та переходом агропромислових підприємств на ресурсозберігаючі технології й інтенсивні форми використання техніки.

Для порівняння, ринок Європейського Економічного Співтовариства (рис.1.2) забезпечує щорічне виробництво і реалізацію сільськогосподарських машин і енергетичних засобів на загальну суму \$ 18,8 млрд. Ці обсяги виконують порядку 5300 компаній-виробників техніки. Лідером ринку є Франція (22%), за нею впритул ”йдуть“ Італія і Німеччина[2]. Енергетичні засоби займають 38% обсягу, сільськогосподарські машини - 62%.

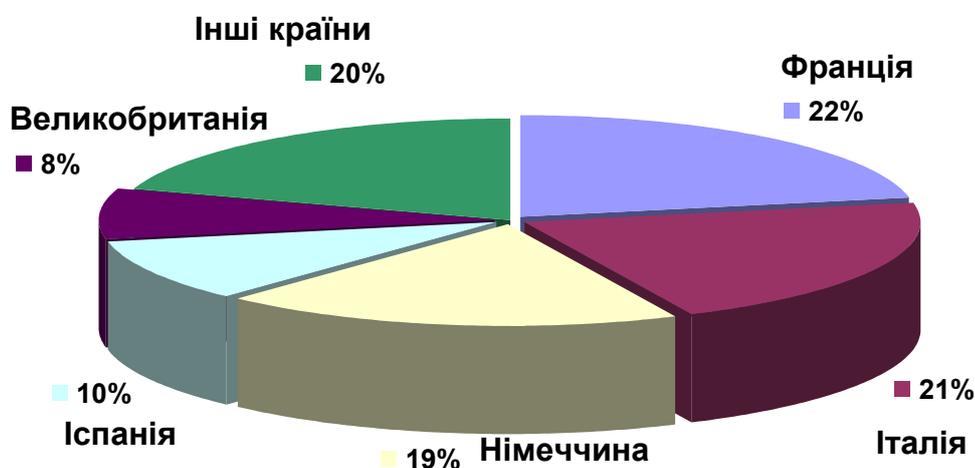


Рис. 1.2 – Діаграма розподілу основних виробників сільськогосподарської техніки на ринку ЄЕС

Спираючись на могутню базу сільськогосподарського машинобудування, Франція перевершує своїх європейських партнерів за валовим аграрним виробництвом, продукуючи 21,3% сільськогосподарської продукції ЄЕС (1998 р.). Висока ресурсозабезпеченість сільського господарства цієї країни

дозволяє їй бути лідером виробництва культур (табл. 1.1), що складають традиційні пріоритети в Україні.

Таким чином, ринок аграрної техніки України знаходиться сьогодні лише на початковому етапі розвитку, він потребує формування відповідних концептуальних підходів, щоб вийти на рівень вимог Європейського Економічного Співтовариства.

1.3 Споживчі властивості сільськогосподарських машин і обладнання

Процес оновлення техніки в Україні затримується внаслідок низької купівельної спроможності споживачів. Вона обумовлена, зокрема, значним диспаритетом цін на промислову і сільськогосподарську продукцію (рис.1.3).

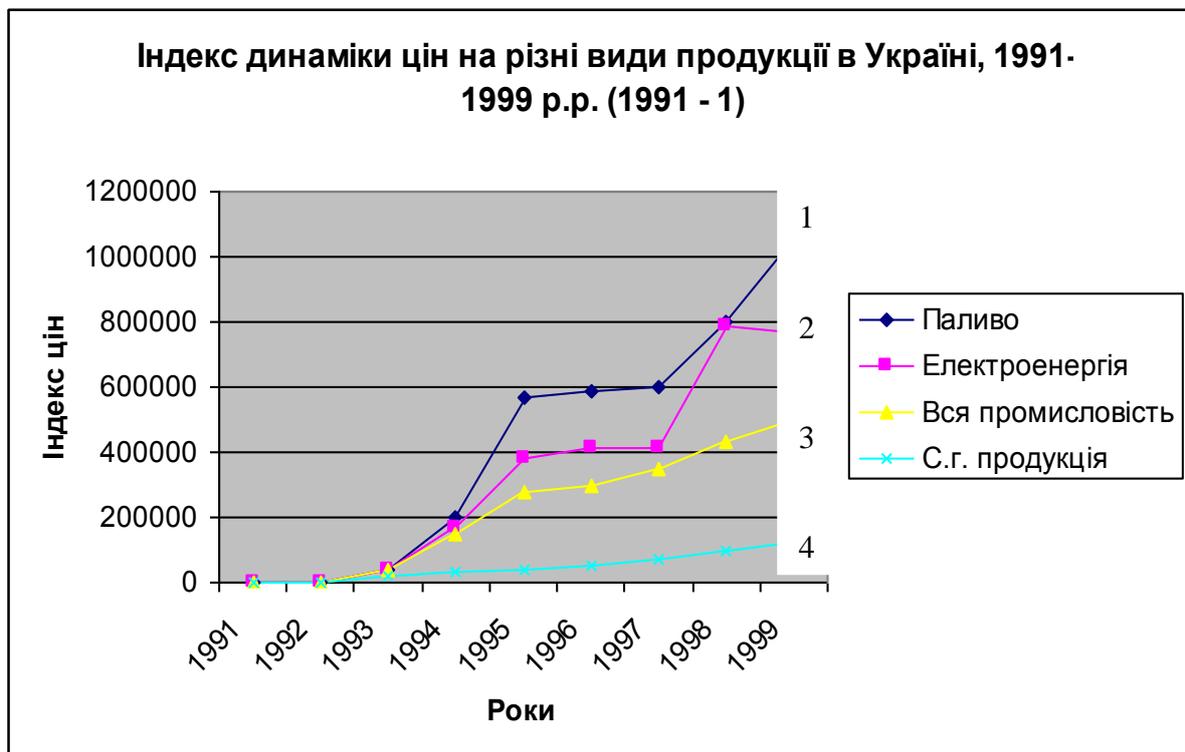


Рис. 1.3 – Індекс динаміки цін на різні види продукції в Україні
1 – паливо, 2 – електрична енергія, 3 – промислова продукція, 4 – сільськогосподарська продукція, ціни в 1992 році прийняті за одиницю [1].

З іншого боку, нові сільськогосподарські машини та обладнання часто не відповідають сучасним вимогам ринку аграрної техніки, мають недостатній рівень споживчих якостей. Тобто, навіть при наявності необхідних коштів для оновлення машино-тракторного парку, виробник сільськогосподарської продукції не завжди обиратиме вітчизняні машини та обладнання.

Структурну схему споживчих властивостей сільськогосподарської техніки з умовною вагомістю окремих її елементів наведено на рис. 1.4. Вона передбачає їх поділ на три основні групи властивостей, що характеризують якість, сервіс та вартість для будь-якої машини чи обладнання аграрного призначення. Властивості якості, сервісу та вартості аграрної техніки

взаємопов'язані у нових конструктивних рішеннях і в комплексі визначають їх конкурентоспроможність.

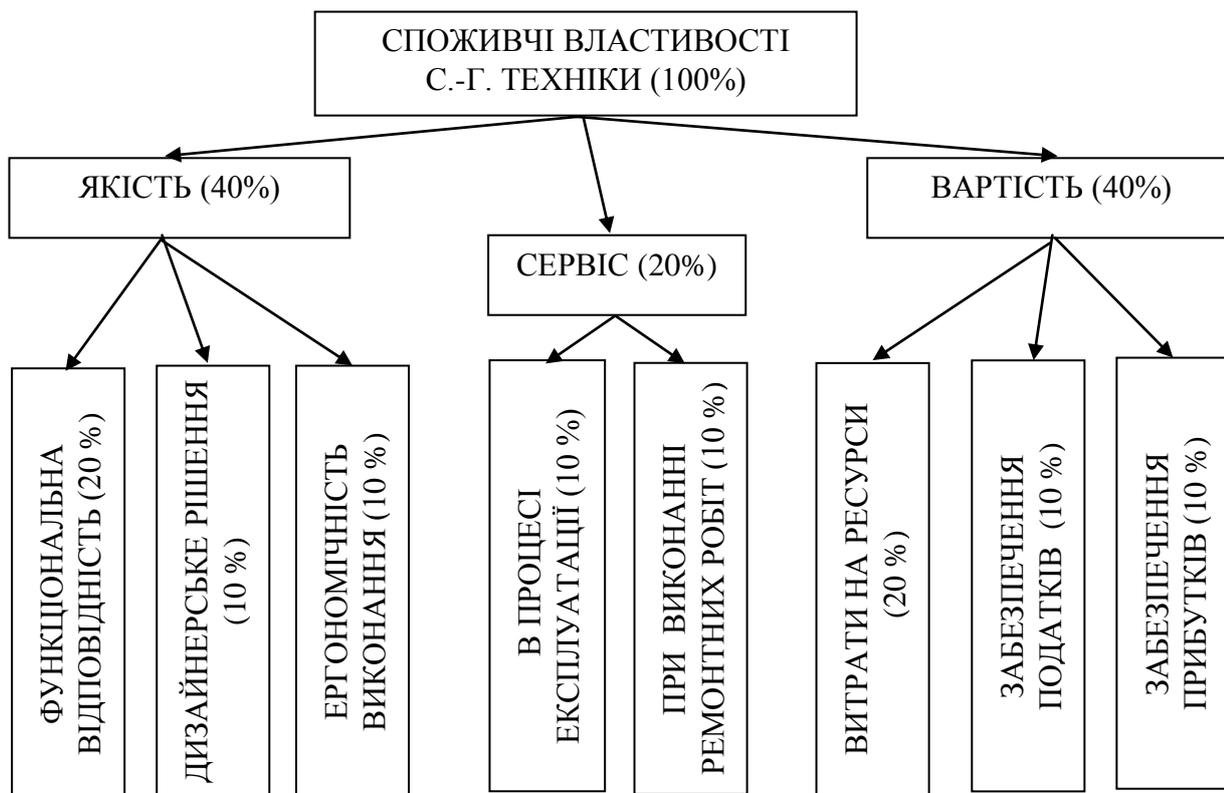


Рис.1.4 – Структурна схема споживчих властивостей сільськогосподарської техніки

Група властивостей, що характеризують якість, поділяється на підгрупи функціональної відповідності, дизайнерського рішення та ергономічність виконання (з врахуванням екологічного аспекту). Функціональна відповідність – це властивість конструкції, що обумовлює рівень задоволення агротехнічних вимог, її надійність і довговічність з огляду на нормативні обсяги в умовах застосування. *Дизайнерське рішення* – це художньо-конструкторський образ, що гармонійно поєднує технічні, технологічні та естетичні особливості конструкції, відображає її неповторність у сучасних умовах. *Ергономічність виконання* – комплекс властивостей конструкції, що відображує її відповідність санітарно-гігієнічним нормативам, вимогам зручності і безпеки роботи оператора в системі “людина-машина-навколишнє середовище”.

Група властивостей сервісу, пов'язаних з обслуговуванням конструкції, характеризує наявність та рівень якості сервісного забезпечення експлуатації та ремонту сільськогосподарської техніки. Рівень обслуговування в процесі експлуатації обумовлений періодичністю ТО, простотою чи складністю, доступністю та необхідним часом його виконання для даного технічного об'єкту. Рівень ремонтно-обслуговуючої бази визначає якість ремонту та відновлення техніки, ступінь підвищення залишкового ресурсу за умови

економічної доцільності, наявність, розгалуженість та рівень організації роботи ремонтно-обслуговуючих підприємств.

Група властивостей, пов'язаних з вартістю конструкції, включає необхідні витрати на різні ресурси (енергетичні, матеріальні, людські тощо), фінансове забезпечення податків та прибутків.

Важливим комплексним критерієм оцінки споживчих властивостей нової техніки (технології) є її економічна ефективність - прибуток на одиницю реалізованої продукції:

$$\Pi = B - C, \quad (1.4)$$

де Π , B , C - прибуток, вартість та собівартість нової техніки (технології), відповідно, в гривнях на одиницю реалізованої продукції.

1.4 Тенденції розвитку аграрної техніки

Тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарських машин сприяють підвищенню їх рівня споживчих властивостей. Структурну схему основних сучасних тенденцій розвитку аграрної техніки наведено на рис. 1.5.



Рис. 1.5 – Структурна схема основних тенденцій розвитку аграрної техніки

Керування якістю сільськогосподарської продукції – основна тенденція, що являє собою перехід до нового покоління машин та обладнання з технічними засобами контролю та керування робочими процесами для забезпечення заданої якості і безпеки сільськогосподарської продукції.

Якість сільськогосподарської продукції залежить від багатьох елементів. Її, як найважливіший кінцевий результат, формують складові, що реалізують біопотенціал сільськогосподарських культур. Реалізація цього біопотенціалу обумовлена декількома чинниками [12], у тому числі і технічними (рис.1.6).

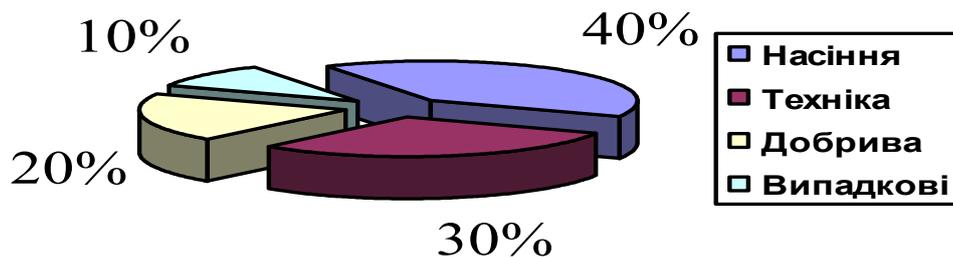


Рис.1.6 – Основні чинники реалізації біопотенціалу сільськогосподарських культур

Технічні чинники в механізованих технологіях виробництва продукції рослинництва впливають на рівень реалізації біопотенціалу рослин двояко. У різні періоди вегетації, при збиранні й зберіганні сільськогосподарських культур технічний вплив виявляється як у змінах врожайності культурних рослин, так і перемінах втрат врожаю. Тому, основні технологічні операції з виробництва продукції рослинництва і їх технічне забезпечення можна умовно представити як дві окремі групи впливу – на врожайність сільськогосподарських культур та втрати врожаю. До першої групи відносимо технологічні операції і машини з:

- обробітку ґрунту – з вагомистю впливу на врожайність на рівні 25%;
- внесення добрив – 50%;
- посіву – 25%.

До другої групи – технологічні операції і машини з:

- захисту рослин – вагомисть впливу складає близько 40%;
- збирання – 30%;
- первинної переробки і зберігання – 30%.

Якщо на кінцевий результат виробництва сільськогосподарської продукції (її кількість, якість і безпечність) кожна з груп технологічних операцій і їх технічного забезпечення впливає рівнозначно (50/50), то стає можливим комплексно оцінити основні технологічні впливи, що пов'язані з аграрною технікою (рис.1.7). У цьому випадку стає очевидним, які групи машин, у першу чергу, можуть вплинути на перспективи одержання визначеного врожаю з необхідними показниками якості продукції.

Оцінка вагомості впливу окремих груп машин при виробництві того чи іншого з видів сільськогосподарських ресурсів стає одним з важливих кроків при виборі шляхів розвитку сільськогосподарського машинобудування у світі.

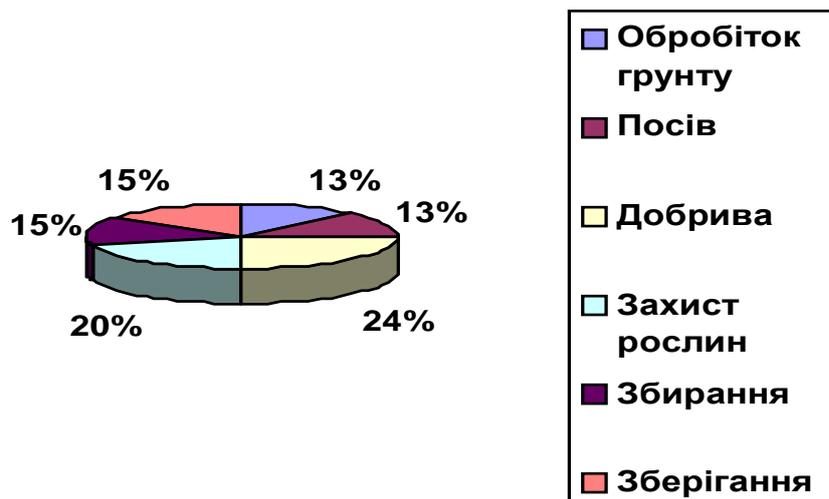


Рис. 1.7 – Вагомість впливу окремих груп машин на врожай сільськогосподарських культур

Відповідне технічне забезпечення процесів виробництва і керування якістю сільськогосподарської продукції об'єднує у собі, крім основних технологічних комплексів машин, ще й додаткове обладнання – для моніторингу поточного стану навколишнього середовища, культурних рослин й оперативного керування робочими процесами, що їх виконують технічні засоби.

Одним з найбільш характерних проявів даної тенденції є розвиток концепції „точного землеробства” на основі карт та сенсор-технологій з відповідним технічним забезпеченням. Створені в останні 10-15 років системи контролю та керування технологічними операціями з можливістю локально-дозованого внесення добрив та засобів захисту рослин дозволяють докорінно змінити підходи при застосуванні технологічних матеріалів, підвищити їх ефективність у 1,3-2,5 рази. Це стало поштовхом до цільового запровадження на сучасних машинах засобів оперативного контролю з відповідними виконавчими механізмами, а на енергетичних засобах – спеціалізованих блоків керування робочими процесами (рис. 1.8).



Рис. 1.8 – Загальний вигляд блоку керування робочими процесами посівного комплексу «Термінатор»

Одночасне існування технологій і техніки екстенсивного, інтенсивного та рівня “точного землеробства” окреслює об’єктивну необхідність випуску різнопланових сільськогосподарських машин для забезпечення поточних потреб агропромислового виробництва, з прогнозованим поступовим переходом на більш високі рівні.

Освоєння нових видів сільськогосподарської продукції – тенденція, що відображує розширення можливостей застосування техніки для виробництва нових видів сільськогосподарської продукції.

Динаміка зміни цін на різні види продукції (рис.1.3) на ринку України свідчить про необхідність пошуку нових напрямків розвитку аграрної техніки та сільськогосподарського машинобудування. У зв’язку зі зростанням цін на паливо та інші енергетичні ресурси доцільною виявляється розробка сучасних технологій і технічних засобів для використання первинної й вторинної сільськогосподарської продукції в якості альтернативних джерел енергії. Досвід провідних країн Європи та Америки свідчить на користь вирощування ріпаку, інших енергетичних культур для виробництва рідких (метилового ефіру та етанолу), твердих (гранули, полети з рослинної сировини, великогабаритні тюки та рулони з соломи тощо) і газоподібних біопалив [2]. До створення сучасного обладнання з альтернативного енергетичного забезпечення сільської місцевості стимулюють прийняті у країнах Європейського Союзу плани покриття у 2010 році до 10% власних потреб за рахунок відновлюваних джерел енергії. Європейські директиви водночас супроводжуються суворими обмеженнями для агропромислового виробництва щодо рівня викидів шкідливих газів та інших відходів у навколишнє середовище. Для вирішення подібних проблем, що виникають у процесі функціонування будь-якої тваринницької ферми промислового типу, необхідною умовою є реалізація її комплексного самозабезпечення у межах кожного окремого проекту (рис. 1.9).

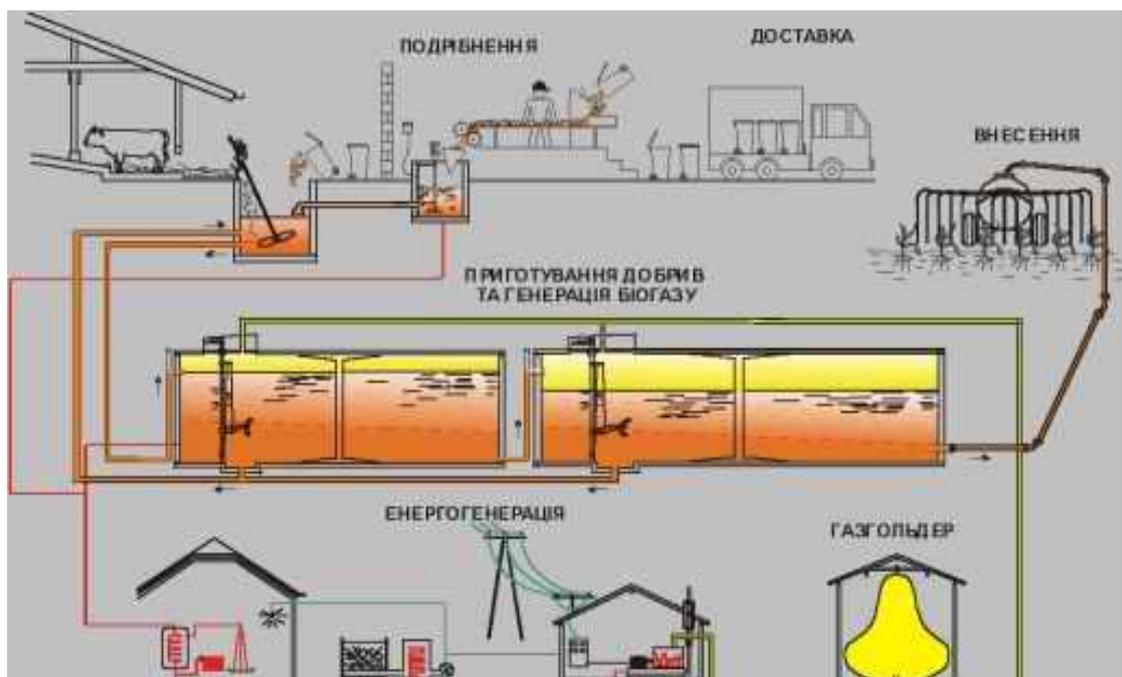


Рис.1.9 – Схема біогазової установки на тваринницькій фермі

Існують й інші реальні шляхи використання сільськогосподарської сировини для нехарчових потреб. Кожен з них потребує відповідного технічного забезпечення.

Зокрема, для ефективного вирощування сільськогосподарських культур (рис.1.6) необхідними представляються відповідні інвестиції в насіння високої репродукції, добрива тощо. Хімічні препарати є досить дорогими (витрати на них сягають до 70% собівартості продукції). Тому, у світі відбувається цільовий пошук технологій та технічних засобів для виробництва біологічних та комплексних органо-мінеральних стимуляторів росту, засобів живлення і захисту рослин, а також технологічного забезпечення для застосування „зелених добрив” – сидеральних сільськогосподарських культур, що є одним з важливих елементів перспективних систем «органічного землеробства». Біодобрива (тверді й рідкі) представляють собою один з варіантів нехарчової продукції агропромислового комплексу. Їх запровадження в практику сільськогосподарського виробництва потребує розвитку відповідного спеціалізованого технологічного обладнання. Для внесення рідких біодобрив використовуються сучасні самохідні обприскувачі (рис. 1.10).

Отже, диспаритет цін на сільськогосподарську та інші види продукції, що існує в Україні, обумовлює доцільність розширення виробництва біопалив та біодобрив, освоєння використання новітніх технологій і техніки в АПК. Розвиток цих напрямків робить сільськогосподарську продукцію аналогом енергетичної або промислової.



Рис.1.10 – Загальний вигляд самохідного обприскувача John Deere 4730

Ресурсозбереження – тенденція, що обумовлює вибір техніки та технологій з врахуванням можливої економії усіх видів ресурсів, що задіяні у їх виконанні, починаючи від формування технічного проекту до його реалізації.

Ресурсозбереження підпорядковане загальним завданням забезпечення якості сільськогосподарської продукції і реалізується в основному шляхами диференціації та адаптації нової техніки в конкретних умовах для виконання вимог вирощування сільськогосподарських культур і тварин.

Поступовий перехід на нове співвідношення різних типів ґрунтообробних машин для основного обробітку (рис. 1.11), що відбувся за останні 20-25 років в Україні, дозволив знизити відповідні енергетичні витрати господарств на 20-25%, зберегти в посушливих умовах до 20% вологи та зменшити на силових землях водну ерозію на 25-35% тощо.

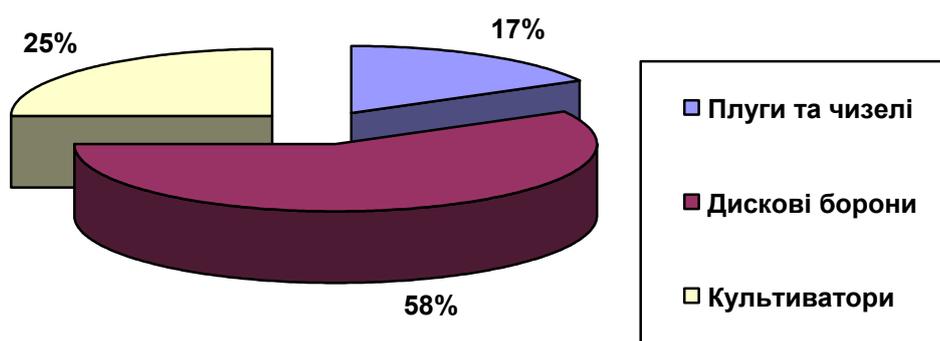


Рис. 1.11 – Застосування машин для основного обробітку ґрунту в Україні

Найчастіше в практиці застосовують енергетичний аналіз для визначення ефективності технологій і технічних засобів вирощування сільськогосподарських культур та тварин. Наприклад, порівнянням можливих варіантів технічного виконання процесу збирання соломи озимої пшениці з застосуванням машин вітчизняного виробництва, встановлено переваги її пресування в рулони. Використання агрегатів, що включають у свій склад рулонні преси, дозволяє економити не лише енергетичні, але й трудові та фінансові ресурси, сприяє створенню нових ресурсозберігаючих механізованих технологій виробництва сільськогосподарської продукції.

Ресурсозбереження в широкому розумінні цього поняття виступає важливим критерієм вибору механізованих технологій та техніки. Розрахунки бізнес-планів щодо створення нової техніки обов'язково повинні містити аналіз можливих варіантів технічного забезпечення технологій виробництва сільськогосподарської продукції в межах конкуруючих сівозмін та враховувати їх можливий вплив на довкілля.

Екологізація – тенденція, яка визначає процеси переходу до нового покоління техніки зі зменшеним антропогенним впливом на навколишнє середовище та розвитку спеціалізованих технічних засобів для відновлення і захисту природних ресурсів агропромислового комплексу й суміжних галузей виробництва.

Будь-яке зменшення антропогенного впливу на навколишнє середовище зі збереженням агро- і зоотехнічної ефективності наближає агропромислове

виробництво до гармонії з природою. *Екологічна техніка* – новий крок у розвитку сільськогосподарського машинобудування. Складні сучасні агроекосистеми потребують новітніх комплексів машин. Зокрема, ґрунтозахисна контурно-меліоративна система землеробства, яку рекомендовано запровадити на схилах від 3° до 7°, що складають понад третину посівних площ в Україні, базується на спеціалізованому комплексі машин, серед яких терасери, ротаційні струги, плуги з поглиблювачами тощо.

Важливим елементом екологізації сучасних технологій служить застосування біометоду, що потребує створення відповідних біотехнологічних виробництв, оригінального обладнання для забезпечення складних процесів відтворення, зберігання та розповсюдження біологічних об'єктів у штучному і природному середовищах (рис. 1.12).

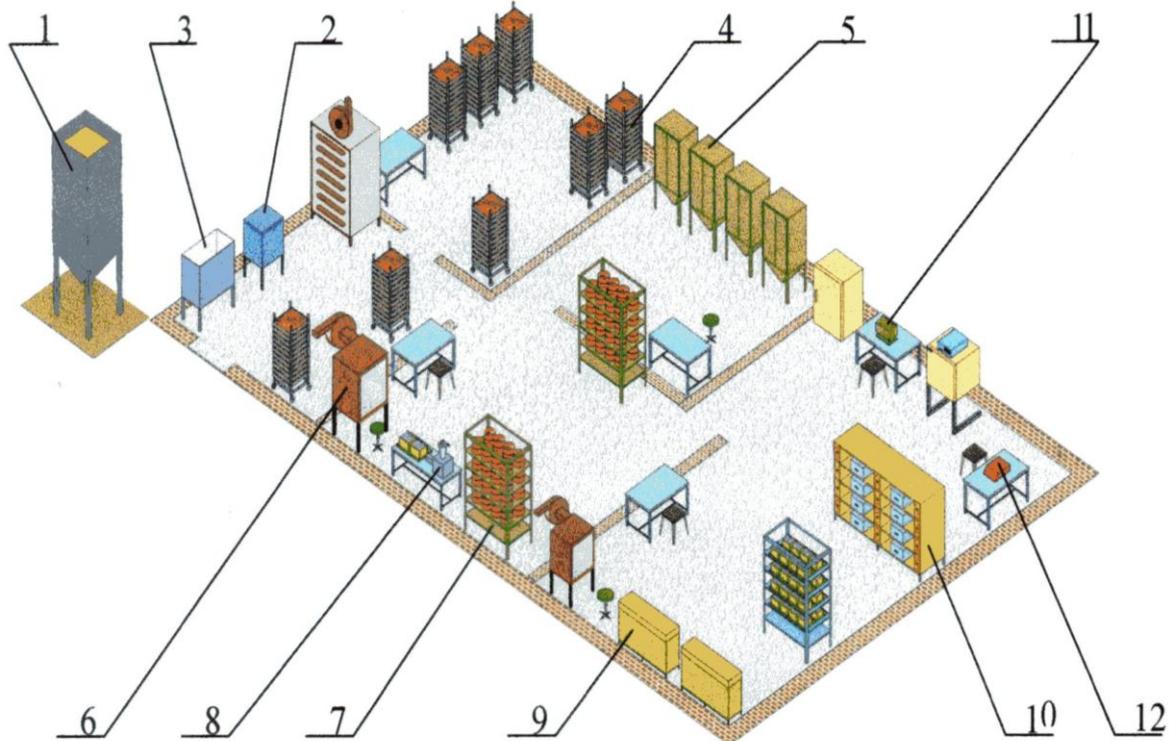


Рис. 1.12 – Схема біофабрики з промислового виробництва трихограми
 1 – бункер для зберігання зерна; 2 – кондиціонер зерна; 3 – ємкість технологічна; 4 – стелаж зараження; 5 – бокс сітотрожний; 6 – шафа витяжна виробнича; 7 – стелаж для сажків; 8 – калібратор яєць зернової молі; 9 – термостат ентомологічний; 10 – мультиплікатор для трихограми; 11- пристрій для розподілу яєць зернової молі; 12 – визначник якості трихограми.

Особливого технічного забезпечення потребують новітні екобіотехнології виробництва клонуваних і трансгенних рослин та інших специфічних біоматеріалів. Їх реалізація стає можливою при комплексному врахуванні сучасних досягнень в біологічних, хімічних, ветеринарних, технічних та суміжних з ними галузях науки. Враховуючи спрямованість реалізації нових розробок біоінженерії в різних сферах агропромислового виробництва,

створення відповідного обладнання безпосередньо входить у коло професійних інтересів галузі сільськогосподарського машинобудування.

Диференціація – тенденція, що характеризує розподіл технічних засобів та технологій в залежності від умов застосування.

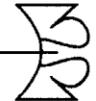
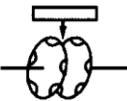
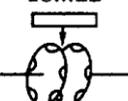
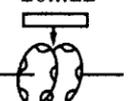
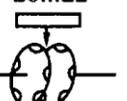
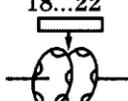
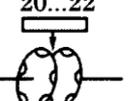
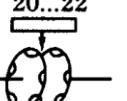
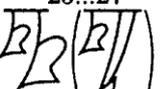
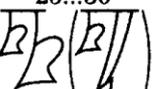
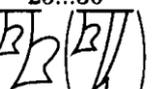
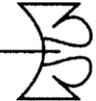
Диференціація зумовлена різноманіттям умов виробництва і специфікою вимог вирощуваних сільськогосподарських культур (тварин) до аграрної техніки. Основні вимоги різних культурних рослин до ґрунтового середовища (табл. 1.1) висвітлюють об'єктивну необхідність вибіркового використання тих або інших робочих органів, що забезпечить одержання відповідних характеристик при штучному машинному формуванні орного шару ґрунту.

Таблиця 1.1 – Вимоги сільськогосподарських культур до ґрунтового середовища

Найменування показника, одиниця виміру	Пшениця	Соняшник	Цукрові буряки	Картопля
Потужність родючого шару ґрунту, см	22	35	35	25
Глибина основного обробітку ґрунту, см	20...22	25...32	28...35	24...25
Глибина загорання насіння, см	3...8	4...8	3...5	6...12
Щільність наднасінного шару, г/см ³	1,19	1,08	1,00	0,90
Щільність піднасінного шару, г/см ³	1,19...1,27	1,08...1,23	1,14...1,25	1,10...1,20
Глибина загорання добрив, см	5...15	15...30	15...28	10...20
Шар ґрунту по глибині (см), де розміщена основна (%) маса коріння	0...20 80	0...27 80	0...35 85	0...25 75
Питома потреба у поживних речовинах, кг/ т :				
азоту	32	71	5...6	5
фосфору	11	28	1,5...2,0	2
калію	16	162	6,0...7,5	9

З урахуванням основних вимог сільськогосподарських культур до ґрунтового середовища (табл. 1.1) та зональних ґрунтово-кліматичних особливостей України сформовано систему диференціації технічних засобів основного обробітку ґрунту (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Система диференціації технічних засобів основного обробітку ґрунту

Група культур	Сільськогосподарські культури. Їх частка, %	Символи ґрунтообробних машин Глибина обробітку, см		
		Полісся	Лісостеп	Степ
1-ша	Озимі зернові 28,6	18...22 	20...22 	20...22 
2-га	Кукурудза 15,2	*25...27 	25...30 	25...30 
1-ша	Багаторічні трави 13,5	18...22 	20...22 	20...22 
1-ша	Ярі зернові 10,8	18...22 	20...22 	20...22 
2-га	Цукровий буряк	*25...27 	25...35 	25...35 
1-ша	Зернобобові 5,0	18...22 	20...22 	20...22 
2-га	Картоплі й овочі 4,5	*25...27 	25...30 	25...30 
2-га	Соняшник 3,3	—	25...32 	25...32 
1-ша	Круп'яні 1,9	18...22 	20...22 	20...22 
1-ша	Льон 0,8	18...22 	18...22 	—

Зауважимо, що наявність широкого спектру енергетичних засобів, сільськогосподарських машин та їх агрегатів на ринку техніки обумовлює необхідність створення та використання спеціалізованих, приведених у відповідність, банків даних та програм оптимізації технологій і технічного забезпечення машинно-тракторного парку господарств. Це дозволяє реально

втілювати принципи диференційованого вибору технічних засобів у агропромисловому виробництві.

Підкреслимо, що і диференціація, і адаптивність є складовими елементами загальної тенденції вдосконалення аграрної техніки в рамках розвитку ресурсозбереження.

Адаптивність – тенденція, що характеризує можливості гнучкого пристосуванню нової техніки до змінних умов її використання.

Мінливість умов застосування аграрної техніки (мозаїчність властивостей ґрунтового середовища в межах одного поля, особливості агротехніки окремих сортів і гібридів культурних рослин, нерівномірність засмічення посівів, поверхні й орного шару ґрунту бур'янами, шкідниками і хворобами тощо) вимагає відповідної гнучкої поточної зміни технологічних параметрів сучасних технічних засобів, без складних конструктивних перетворень, зі збереженням якості виконання технологічних процесів. Зміни показників, що описують умови роботи технічних засобів в агропромисловому виробництві, варіюють у дуже широких межах - від кількох відсотків до величин, що відрізняються від базової характеристики на 2-3 порядки. Тому, адаптивність машин відіграє важливу роль з вирівнювання показників якості виконання технологічних операцій і може забезпечуватись, як правило, при умові застосування відповідних засобів оперативного контролю та керування.

Одними з найбільш часто вживаних засобів адаптації сучасних ґрунтообробних агрегатів до змінних умов експлуатації є системи автоматичного регулювання (САР), що встановлюють на тракторі (рис. 1.13).



Рис. 1.13 – Орний агрегат Valmet + ПНЯ-4-42, обладнаний САР, в роботі

Сучасні моделі САР мають позиційний, силовий або комбінований режими роботи. Вибір тієї чи іншої установки САР обумовлений технологічними або

енергетичними завданнями, що визначають певний рівень якості виконання процесу обробки ґрунту. У режимі позиційного регулювання САР забезпечує найменші коливання робочої глибини обробки відносно встановленої, а при силовому – витримує в заданих межах тягове зусилля трактора за рахунок поточної корекції положення ґрунтообробної машини.

Прикладами реалізації тенденції адаптивності в розвитку аграрної техніки є також застосування орних агрегатів з плавним регулюванням ширини захвату, сівалок й машин для внесення мінеральних добрив з центральними дозаторами (рис. 1.14), що дозволяють безступінчасто змінювати витрату технологічних матеріалів у процесі роботи, тощо.

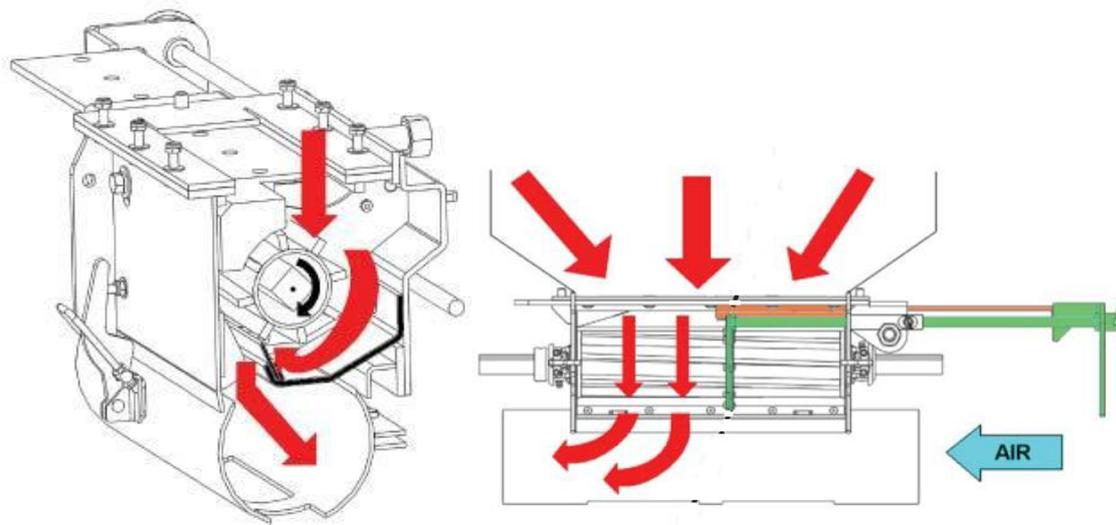


Рис. 1.14 – Схема центрального дозатора з можливістю адаптивного регулювання витрати технологічного матеріалу

Необхідно зауважити, що означені тенденції розвитку сучасних технологій виробництва сільськогосподарської продукції та конструкцій технічних засобів взаємно доповнюють і збагачують одна одну. Їх необхідно сприймати й, при можливості, застосовувати у комплексній взаємодії. Загалом, вони обумовлені сучасними досягненнями науки і техніки, відображують процес поступового наближення адаптивних властивостей машин до змінних умов їх застосування та адекватного задоволення поточних вимог вирощуваних сільськогосподарських культур для підвищення якості та безпеки агропромислової продукції.

Розділ 2. ТЕХНІЧНИЙ ДИЗАЙН

На початку третього тисячоліття однією з глобальних тенденцій розвитку людства стає поступовий перехід на новий рівень якості та безпеки продукції. Набувають динамічного розвитку процеси створення всебічно досконалих предметів побутового, виробничого та соціального призначення. Це відбувається у більшості сфер діяльності людини – у будівництві, промисловості, сільському господарстві, медицині, науці, освіті, культурі й мистецтві. Характерною рисою будь-якого з високоякісних предметів матеріального виробництва є гармонійне поєднання в його конструкції утилітарної та естетичної складових. На широкій ниві генерування новітньої продукції високої якості існують не лише загальні закономірності й підходи, але і специфічні особливості у кожній з галузей реалізації, які потребують відповідного врахування.

Якість аграрної техніки характеризують (рис. 1.4) за допомогою категорій функціональної відповідності, дизайнерського рішення та ергономічності її виконання (з врахуванням екологічного аспекту). Проте, саме дизайнерське рішення визначально обумовлює той художньо-конструкторський обрис, що має гармонійно поєднувати технічні, технологічні та естетичні особливості конструкції, синтезувати її у складній системі “людина-машина-навколишнє середовище”.

Людина створює навколишній предметний світ, у тому числі і світ техніки, схожим на природні об’єкти. Уже на ранніх етапах цивілізації одночасно з удосконаленням знарядь праці, зброї, предметів побуту і технології їх виготовлення робляться перші спроби художнього осмислення навколишнього світу [19].

Древнім майстрам удавалося за допомогою пластики і конструктивних особливостей виразити художній образ. Художні прийоми формоутворення знайшли відображення й у більш пізній історичний період. Прикладом може служити рішення художньої форми годин. Технічне рішення було нерідке лише елементом складної композиції, над якою працювали вже не годинники, а скульптори і ювеліри [21].

До XVIII ст. майже всі об’єкти техніки людина створювала, позичаючи зразки в природі. Цей період життя людини можна назвати біологічним. У цей час матеріальна культура знаходився в нерозривному зв'язку з природою і не вступала з нею в антагоністичні протиріччя. Цьому періоду відповідав визначений рівень духовної культури.

В античних вченнях щодо естетичного виховання виокремлювався гармонічний розвиток людини. Мистецтво виділялося як найбільш повна форма відображення світової гармонії. Давньогрецькі філософи, зв'язуючи гармонію космосу з гармонією душі, вважали, що мистецтво має виняткову силу впливу на людину.

Нове розуміння людини, природи і суспільства виникає в епоху Відродження. Аскетичному середньовічному розумінню особистості

протиставляється ідеал універсально розвита особистості.

Стрімкий розвиток у XVIII ст. науки і техніки, відкриття нових видів енергії, ріст кількості винаходів, початок розвитку машинного виробництва породили створення виробів "другої природи". Це привело до виникнення протиріч між конструктивними формами і технічними можливостями машин і вимогами до виробів з погляду естетики і зручності.

В умовах поділу праці особистість стає окремим складовим цілого. Індивід працює механічно. Праця стає безрадіним, утрачається можливість гармонічного розвитку особистості.

Чим значніше були досягнення техніки і технології і чим глибше ставали знання про природу, тим велику гостроту здобували протиріччя між "першою" і "другою" природою, викликані втратами науково-технічного прогресу і споживчим відношенням до природи.

Наприкінці XX ст. людство повинне було вибирати: чи воно саме себе погубить, чи перейде до якісно нового етапу розвитку і зможе вирішити задачу реабілітації людини, допомогти йому знову усвідомити себе часткою Всесвіту.

Об'єднуючою ланкою в цьому процесі стало вчення Рескина і Морриса, спрямоване на відтворення високомистецького ремісничого виробництва. Це була одна з перших попиток дозволити зазначене вище протиріччя. В Англії, а потім у Бельгії, Франції, Німеччині й Австрії виникли моррисовские суспільства ремісничого дизайну. Однак це протиріччя не дозволялося на рівні ремісничого дизайну [22].

М. Земпер уже на рівні індустріального дизайну намагався осмислити закономірності машинного способу виробництва, його особливу естетику. Ф. Рело, творець теорії машин, сприймав процес конструювання машин як творчість, що несе відбиток особистості інженера. Рело вважав, що заснована на науці техніка стає носієм культури [22].

Про соціальну роль дизайну в суспільстві, необхідності сполучення техніки і мистецтва, впливі художньо-технічної форми на масового покупця писав ще на початку XX ст. німецький соціолог і теоретик Мутезиус.

Усе це підготувало суспільство до прийняття нових поглядів на роль і місце художника в промисловості.

Німецький архітектор В. Гропиус писав, що річ, чудова в технічному відношенні, повинна минути просочена духовною ідеєю і художніми властивостями [22]. Однак як можна оцінити якість здобутки дизайну? Не усім може подобатися один і той же виріб. Необхідний об'єктивний критерій, оскільки особиста оцінка суб'єктивна. Як такий критерій виступає природа, включаючи людину, але без його суб'єктивного відношення до мистецтва.

2.1. Загальні поняття

Дизайн (design – задум, проект; англ.) – це наука, що вивчає напрямки, закономірності та методи формування гармонійного предметного середовища

для найбільш повного задоволення матеріальних та духовних потреб суспільства.

Існує декілька точок зору на визначення суті і сфери застосування дизайну. Так, з погляду художників, дизайн відноситься до сфери мистецтва, з погляду архітекторів — до сфери архітектурно-художньої діяльності, з погляду інженерів — до сфери техніки. Не дивлячись на принципові відмінності названих сфер діяльності, кінцева мета у них одна — підняти культуру матеріально-наочного середовища, що оточує людину, на найвищий науково-технічний і художньо-естетичний рівень шляхом синтезу науки, техніки і мистецтва. У цій творчій творчості необхідно максимально використовувати технічний прогрес, закономірності розвитку природи і композиційні основи, створені впродовж тисячоліть в області архітектури і техніки.

Між дизайном і іншими видами мистецтва, наукою і технікою існує найбезпосередніший зв'язок. Архітектура, дизайн і прикладне мистецтво стоять ближче за інші мистецтва до сфери матеріального виробництва. Вони перетворюють багато матеріальних виробів, необхідних людині в його повсякденному житті, у вироби, що володіють не тільки утилітарними якостями, але також художньою цінністю і здатністю емоційної дії на людину. Об'єкти архітектури і дизайну функціонально, конструктивно і композиційно взаємозв'язані.

Головний зміст дизайну визначає людина з її духовним світом, надіями і переживаннями, працею і прагненнями. Основні завдання дизайну - впорядкування предметного оточення, досягнення більш легкої і зручної взаємодії людини з матеріальними виробами, підвищення їх споживчої якості шляхом гармонізації із навколишнім середовищем. Дизайнерська діяльність насичує предмет певною єдиною духовною ідеєю, що впливає на споживача емоційно. Саме цей аспект дизайну підносить його до рівня мистецтва.

Технічний дизайн – один з напрямків дизайну, що обумовлює особливості гармонійного поєднання форми, композиції, кольору та матеріалів у художньо-конструкторському обрисі при забезпеченні визначеної функціональної відповідності та ергономічності конструкцій новітньої техніки.

Технічний дизайн – це окрема галузь дизайну, що визначає загальні закономірності художнього конструювання техніки, особливості формування її об'ємно-просторової структури, компоновальних та колористичних обрисів технічних об'єктів з метою гармонійної побудови технологічних комплексів, машин і обладнання для комплексного задоволення матеріальних та духовних (утилітарно-естетичних) потреб у виробництві і побуті.

Поняттям технічного дизайну визначають також саму сутність процесу творчої діяльності зі створення новітніх зразків науково-технічної продукції, яка комплексно відповідає функціональним та естетичним вимогам суспільства.

Крім того, під терміном „дизайн” при оцінці складових якості технічного засобу часто розуміють безпосередній результат роботи дизайнера, а саме - дизайнерське рішення даної конструкції.

Сільське господарство характеризується особливостями, що обумовлюють специфіку технічного дизайну аграрної техніки. При розробці технічних засобів для агропромислового виробництва необхідно враховувати те, що вони, як правило:

працюють з живими об’єктами (грунтом, рослинами, тваринами тощо);
впливають на оточуюче середовище, змінюючи його стан.

За аналогією з іншими напрямками у процесі технічного дизайну відбувається цілеспрямований пошук форми, композиції, колористики та витратних матеріалів. Водночас, на відміну від дизайнерської творчості у мистецтві технічний дизайн істотно обмежений необхідністю реалізації певного конструктивного рішення із забезпеченням відповідної функціональності розробленого об’єкту.

Залежність дизайнерського задуму від вибору технічного рішення при безумовному виконанні покладених на сільськогосподарську машину функцій можна продемонструвати на прикладі вибору загальної конструктивно-технологічної схеми плуга для оранки так званим „човниковим” способом (рис. 2.1).

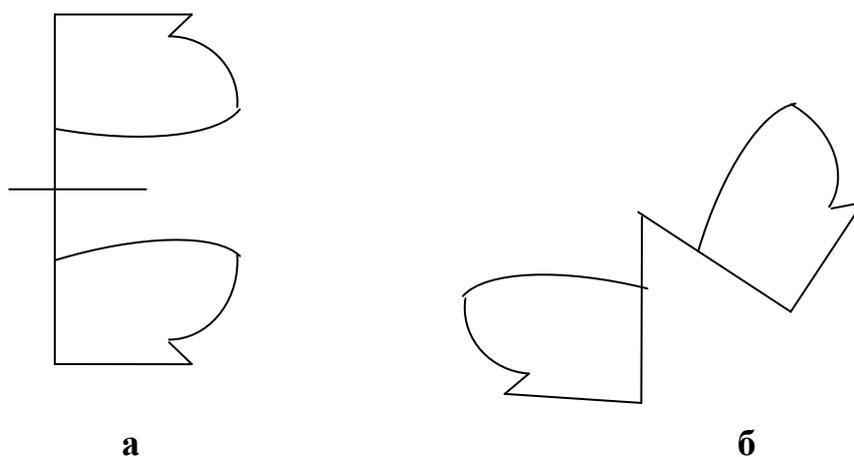


Рис.2.1 – Конструктивно-технологічні схеми плуга для оранки „човниковим” способом: а – оборотного, б – клавішного.

Реалізація дизайнерського рішення в представленому випадку обумовлена вибором певної схеми плуга, його кінематики в процесі виконання технологічного процесу, що накладає безпосередній відбиток на художньо-конструктивний обрис майбутньої сільськогосподарської машини.

Роль дизайну як самого масового виду мистецтва навряд чи можна переоцінити. Твори образотворчого мистецтва може побачити обмежене число людей, а здобутки дизайну присутні практично в кожному будинку. Природа знаходить щиріший відгук у споживача, відбиваючи у виробача через

художньо-образне рішення. Художній образ, створюваний дизайнером, не просто адекватне чи дзеркальне відображення дійсності, а узагальнене відображення, що є духовною поживою для розуму і почуттів, здатне викликати ті чи інші асоціації. Саме так дизайн повертає втрачену гармонію між людиною і машиною, направляє зусилля людей на гуманізацію техніки, на "оприлюднення" "другої" природи, на гармонізацію світу, насиченого технікою.

2.1.1. Принципи та методи дизайну

Мету дизайну досягають через визначення формальних якостей предметів, що створюються засобами індустріального виробництва. До цих якостей відносяться не тільки зовнішній вигляд предметів, але, головним чином, структурні зв'язки, які додають наочному середовищу необхідну функціональну і композиційну єдність, сприяючи ефективності виробництва і підвищенню якості продукції. Художнє конструювання — новий творчий метод проектування виробів промислового виробництва, впровадження якого повинне забезпечити високу якість продукції. Специфічною особливістю його є єдність утилітарних і естетичних принципів. Під утилітарним мається на увазі корисність, функціональність, зручність користування, конструктивність, технологічність і економічність, а під естетичним — краса, витонченість, виразність і образність. Ці поняття взаємозв'язані, причому утилітарне в більшості випадків залишається таким, що визначає і домінуючим, проте повинно бути естетичним і красивим.

Сучасна ж естетика широко удається до теорії художнього образу як найбільш перспективною, такою, що допомагає розкрити самотутню природу мистецтва.

Художній образ є не що інше, як знак, тобто засіб смислової комунікації: він виявляється фактом уявного буття і реалізується в уяві адресата, що володіє "кодом" для його усвідомлення і висновку. Естетична сторона художнього образу — це "пожвавлення" матеріалу силами смислової виразності. У художньому образі виявляється сенс, який не є щось застигле, а є діалогом суб'єкта з культурою, виразом культурного змісту.

У художньому образі реальний предмет і всі його елементи мають двоєке значення : з одного боку, предмет тотожний самому собі, а з іншої - має друге життя, свідомо організоване дизайнером, котрий відтворює цілісні форми буття, а не просто вироби промисловості. Ним осмислюється не тільки матеріальна форма виробу, але і виражений в нім мир. Виріб предстає як знак образу культури і разом з тим воно залишається реальним об'єктом.

Художня творчість в будь-яких його проявленнях припускає віддзеркалення дійсності в образній формі за допомогою образного мислення дизайнера. Існують різні принципи художньо-образного мислення [26]:

1. Метафоричний принцип - образний вираз, в якому виріб має схожість з яким-небудь предметом або явищем навколишнього світу.

2. Метонімічний принцип - добудовування цілісності, витікаючої з безперервності культурного простору. Це розчленування цілого на частини і

перенесення акценту на проектування частин – ідея об'єктів, що трансформуються (багатофункціональних промислових виробів, модульних систем, що агрегатуються, варіантів і т.п).

3. Символічний принцип - це образ з максимальним ступенем узагальненості і експресії, виокремлюючи ідею суспільного уявлення. Символічний прийом в дизайні використовується тоді, коли потрібно в лаконічній, стислій формі виразити дуже широкий сенс соціально-культурних потреб. Предмет виступає як зразок єдності культурних цінностей і їх художньо-технологічного забезпечення.

4. Алегоричний принцип. Алегорія в дизайні виражає відвернуті поняття у формі асоціативних близьких зразків, предметів. Знак (символ) перетворюється на реальний корисний предмет і "живе" як інші речі. Суттю принципу алегоричного прийому стає опозиція "культурне значення - практичне значення". Дизайнер прагне до наочної реалізації втраченого або бракуючого сенсу. Виріб виступає як багатосемантичний агент (пейзаж у вигляді сервізу, фрукти як крісла і тому подібне). Алегоричний прийом вимагає цілком певного уподібнення двох мотивів : символу і речі. Пейзаж як символ безтурботного спокою має деяку просторову спільність з сервізом і так далі

5. Омонімічний принцип (зіставлення). Дизайнер часто пригнічує формальний вираз функції, укладаючи її в анонімну оболонку. Так, годинник, приймач поміщаються в однакових за розміром, але різного кольору кубічні оболонки. Предмети як би наслідують один одному і тому легко перебудовуються, комбінуються і розміщуються в просторі будь-якої конфігурації.

6. Синонімічний принцип (зіставлення). Заміна однієї знакової форми пов'язана в прототипі з тим або іншим матеріалом. Зіткнення двох мотивів, що мають схожі наочно-змістові залежності, але контрастні вирази. Ефект від застосування синонімічного прийому наочно простежується в історії формоутворення, наприклад, архітектурний стиль в машинобудуванні ХІХ ст.

7. Метаморфічний принцип. Дизайнерові знайомий стан, коли до межі слабшає контроль свідомості, форми і образи виникають в збудженій уяві ненавмисно, калейдоскопічно. Спрямування цього процесу - від поетичного порівняння через метафору до метаморфози, яка незмінно приголомшує людську уяву. У тому або іншому вигляді метаморфоза завжди присутня в дизайні. Більше всього вражає уява момент, коли перетворення почалося, але ще не завершилося. Дизайнер намагається зловити і виразити вислизаючий дволикий образ. Що протиставила як в стоп-кадрі метаморфоза знаходить живий відгук в глибинах підсвідомості, оскільки феномен метаморфози в природі людини невірноважує єдність духовного і тваринного світу. Сфінкс - символічне втілення великої таємниці метаморфізму. Спроба знайти для метаморфози чистий і повний вираз, начебто вона була змальована з натури, в гравітаційному просторі зводиться до натяку або компромісу.

У багатьох творах дизайну в тій чи іншій мірі існує семантичний характер принципів художньо-образного мислення.

Питання полягає лише в тому, як споживач зможе розкодувати закладену дизайнером інформацію. Прикладом механізму раскодування форми дизайну може служити семантика орнаменту спіралі, що є універсальним ключем до розуміння різноманітних явищ. Спіраль розкриває явища у філософському плані, в ній виражена логічна загальнодоступна система, здатна розкрити загальні закони природи і навколишнього середовища. Спіраль - це вираз загального закону Всесвіту, відкритого ще стародавньою людиною. Людина витягувала з природи ключ, він проявляється в ураганах, водоверті, вихорах щось загальне, схоже на спіраль, яке є і в будові квітки, раковин, павутини і тому подібне. Знак цей виражав пристрасть, любов, релігію стародавньої людини. Сучасна наука також визначає рух і розвиток суспільства по спіралі. Цей знак присутній при взаємодії двох різних речовин в просторі (у рідинах, металах, живому організмі і т. д.)

Семантика спіралі виявляється в схемах, що виражають геометричні формули, закони дифузії, а також в дизайні при визначенні статичного і динамічного модуля, пропорцій "золотого перетину" і ін. [50].

Крім принципів художньо-образного мислення і способів їх розкодування існують ще і способи сприйняття : соціальний, духовний і соціологічний.

Соціальний спосіб сприйняття речі пов'язаний з її здатністю володіти, крім прямого прагматичного значення, також і знаковим сенсом¹ відображати майнову приналежність, суспільне положення або ідеологічну орієнтацію власника. На цій здатності заснований широкий показ наочного середовища в літературі, кіно, театрі для соціальної характеристики дійових осіб. Речі указують на майнове або суспільне положення людини, характеризують його через приналежність до шару, групи або типу.

Духовний спосіб сприйняття виробу розкривається в різних формах. В умовах масового стандартизованого промислового виробництва побутовий виріб починає сприйматися як вороже творчій, духовній індивідуальності. У поезії символізму за матеріальним предметом відчувається присутність його деякого буття. У живописних композиціях символістів матеріального немає нічого, окрім геометричних ліній і колірних площин. Їх просте, неначе нічим не опосередковане сприйняття, утворює суть естетичного переживання. У цих картинах немає роздвоєння на річ і суть, повністю відсутнє реалістичне зображення картини, ні на що реальне не натякають і не символізують, а сприймаються свідомістю "як є". Але свідомість уловлює в цих речах їх виразний голос, їх виткану ні з чого поетичну розповідь.

Соціологічний спосіб сприйняття виробу народжується із знакової семантики побутових виробів і виражає ідеї часу на мові масової повсякденності. Прикладом може служити принцип організації побутового середовища, заснований на використанні в ній елементів промислового устаткування, коли книжкові стелажі вмонтовуються з будівельних лісів, білизна зберігається в дротяних корзинах з універсамів і так далі.

Споживачі модного принципу використовують промисловий інвентар, щоб виразити свою особливу позицію як форму морального протесту проти стандартизації смаків.

Основою дизайнерського осмислення виробу є художнє моделювання соціально-культурної позиції споживача, технології і власне проєктованого об'єкту. Ключовою проблемою художнього моделювання є перенесення початкових даних з реальної сфери виробу в сферу уявної моделі об'єкту і подальше зіставлення художньої моделі з реальними соціальними значеннями виробу. Взаємозв'язок виробу зі світом споживача, який виявляється в результаті такого зіставлення, визначає головний смисл виробу [51].

Зіставлення моделі і дійсності відкриває для дизайнера незвичайні складні зв'язки елементів, указує на можливість оновлення всієї структури. Художнє моделювання об'єкту дизайну уподібнює неосвоєний зміст іншому вже освоєному і розглядається як засіб виразу проєктної ідеї, як форма іносказання.

За допомогою принципів художньо-образного мислення, художнього моделювання, духовного наповнення змісту, використання художньо-композиційних засобів і прийомів дизайнер приносить у форму об'єкту дизайну семантикові художнього осмислення, що дозволяє віднести дизайнерську діяльність до художньої творчості, до мистецтва.

Метафора художньої мови форми об'єкту дизайну.

З відомих принципів художнього мислення - символічного, алегоричного, метаморфічного і ін. - найбільш істотним в художньому осмисленні об'єкту дизайну є метафоричний принцип. У перекладі з грецького метафора означає перенесення і ґрунтується на принципі схожості.

Метафорам належить важлива роль в розвитку суспільства, оскільки вони стали засобом пізнання навколишнього світу. Для дизайнера важливе розуміння природи метафоричної мови. Носієм ідеального образу в об'єкті дизайну є метафорична мова. Метафоричний знак як упредметнений носій володіє своїми природними властивостями, не схожими з природними властивостями позначеного об'єкту. Тому метафоричний знак не може заміщати об'єкт повністю, а лише окремі його властивості.

Будь-який об'єкт володіє якістю, що виявляється у властивостях, обумовлених як внутрішньою природою, так і тим, що вони означають для людини в його практичній діяльності. Об'єкт стає можливо розрізнити, якщо він починає функціонувати ідеально, незалежно від своїх природних властивостей, виконуючи інформаційну функцію. Несуча метафоричним знаком інформація стає засобом комунікативного зв'язку між людьми. Через фігуру ліній і пластику в метафоричному знаку пізнається кожен об'єкт, і в свідомості виникає його образ. Завдяки цьому процесу ми отримуємо нову подвійну інформацію - про реальний об'єкт і метафоричний знак, внаслідок чого метафоричний знак може бити виражений і через зовнішній вигляд, і через внутрішні невидимі зв'язки і відносини.

Отже, метафора, можна сказати, є однією з форм свідомості зі всіма властивими нею особливостями художнього осмислення навколишнього світу. У чому ж заключається метафорична художньої мови форми об'єкту дизайну? Для розуміння питання спочатку розберемось в природі художнього сигналу форми предмету.

Часто своєрідність мистецтва дизайну визначають лише як особливий рід естетичного пізнання дійсності і характеризують образність дизайнерського твору лише композиційною побудовою форми. Композиційні засоби і закономірності в побудові дизайнерської форми ніяк не можна ігнорувати, проте цього недостатньо для досягнення художньо-образного наповнення форми.

У нерозривній єдності в мистецтві дизайну винні зосереджуватися як естетичне, так і художнє освоєння дійсності. Синтезоване осмислення дійсності мобілізує духовні сили на самоствердження людини на навколишньому світі. Кожен художній твір - це завжди особливим чином організована в єдиному ключі художня структура, що несе в собі мобілізуючий заряд художньо-естетичної дії на відчуття, свідомість і волю адресата. Феномен дії метафоричного дизайну полягає в знаковому сигналі форми [52].

Теорія інформації збагатилася уявленням про знаковий сигнал новим змістом. Про знакові сигнали раніше говорили як про умовні знаки, що несуть тільки короткі повідомлення, відомості про щось конкретне, наприклад про правила дорожнього руху. Сучасна інформаційна наука із знаковим сигналом зв'язує ще і імпульси, що приводять в дію нашу свідомість. Знакові сигнали форми об'єкту дизайну настроюють нашу систему відчуттів і розуму на взаємодію з навколишнім середовищем. Художній образ об'єкту дизайну при цьому не діє на людину матеріально, не викликає у нього споживчого інтересу, а входивши в свідомість, діє як організуючий імпульс, обумовлюючий відповідну настроєність духовного світу. В даному випадку сенс метафори якісно інший, чим сенс речової взаємодії адресата і об'єкту. Сила метафоричної мови форми продуктів дизайну діє по-своєму не слабкіше за утилітарні чинники. Випробовуючи досвід художньо-естетичної дії природи, людина починає творити художньо-естетичні цінності. Художня знаковість предмету діє на людину як сигнально-організуючий імпульс.

Дієвість метафорична форми виявляється не менш сильною, чим утилітарна користь виробів, не дивлячись на те, що виявляється вона в іншій сфері - у сфері сигнально-інформаційної організації відчуттів і свідомості. Говорити про даремність художніх властивостей було б помилкою, оскільки їх користь проходить в іншу площину, по іншому каналу в порівнянні з утилітарно-споживчою користю. Знаково-сигнальний сенс метафорична форми витікає з того, що в ідеальній сфері живого сприйняття і психіки він здатний виконувати свою організуючу роль тільки в перетвореному ізоморфному стані [26].

Осмислення об'єкту дизайну тільки на рівні естетичних особливостей (естетична оцінка) обідняє людину, оскільки свідомість і відчуття потребують

художньо-образного осмислення навколишнього світу. Естетичні особливості виробу тільки разом з художніми властивостями здатні повною мірою впливати на наше сприйняття і нести певні соціально-значущі асоціації в наших відчуттях і свідомості.

Художню дію метафори на наше сприйняття ми відчуваємо, коли вона (метафора), ізоморфно перетворюється у відповідний психічний імпульс, здатна привести наш духовний світ в стан, який називають естетичним настроєм.

Естетична організація і художня образність форми об'єкту дизайну знаходяться відносно ізоморфізму : естетична організація виражається через художню образність, а остання у свою чергу виявляє естетично-організаційну силу. Звідси витікає, що об'єкти дизайну, виконані на високому художньо-естетичному рівні, володіють як естетичними, так і художніми цінностями.

У об'єкті дизайну мистецтво з'являється лише тоді, коли діє естетично-організаційний початок, що здійснює направлене перетворення всієї структури художньо-образного мислення і перетворююче художньо-образне мислення дизайну, що сприймає об'єкт, в естетичну цінність. Звідси творчий задум художньо-образного осмислення того, що дизайнер хоче створити, не тільки художньо-образного осмислення, але і способи які естетично організуються.

Спостерігаючи різні факти, явища природи і їх деталі, дизайнер тим самим організовує свою творчу фантазію. Якби дизайнер обмежився в своїй творчості тільки конструкторськими завданнями, той виріб мав би лише утилітарний характер і не було б мистецтвом.

Естетична цінність - особливе значення об'єкту, що виникає в процесі контакту з ним людини в ситуації естетичного сприйняття і переживання. **Естетична** цінність носить об'єктивний характер, але лише в тій мірі, в якій естетична оцінка об'єкту співпадає із загальноприйнятими естетичними нормами. Створення естетичної цінності наочного середовища є специфічним завданням дизайнера (Основні терміни дизайну. Короткий довідник - словник. - М.: ВНІІТЗ, 1989. с. 51). Останнє виявиться лише тоді, коли художній образ переходить в психологічний код, імпульси якого впливають на адресата "за образом і подобою" найестетичнішої структури твору дизайну знаходяться в тому стані, в якому можуть повністю захопити і певним чином набудувати наш духовний світ. Чим вище, органічніше настроєна сама естетична структура твору дизайну, тим дійовішою стає її відгук на нашому духовному світі і тим вище естетична цінність художньої виразності.

З вищесказаного можна зробити наступний важливий висновок - явище художнього осмислення об'єкту дизайну, метафорична форми полягає в ізоморфному перетворенні сигналу, що несе художню інформацію, закладену дизайнером за допомогою композиційних засобів, і що викликає у адресата її естетичну оцінку.

Як приклади, що ілюструють умовність сприйняття схожості тієї або іншої зображеної фігури з уявленням навколишнього світу, скористаємося матеріалами ввідного курсу проектування на відділенні промислової графіки і

упаковки МВХПУ (Б.Строгановское) [26]. Його мета - підготовка студентів до розробки конкретних об'єктів графічного дизайну, зокрема емблем, піктограм, товарних знаків і інших засобів візуальної комунікації, в яких так чи інакше присутня метафора, яка дозволяє досягти необхідної художньої виразності.

При створенні багатоваріантних знакових форм одного і того ж змісту можна уловити природу метафоризації форми і виявити ступінь її метафоричності. При цьому метафорична фігура не завжди має однаково високий ступінь. Існують прикордонні стани, коли знак втрачає свою метафоричність і/або не нагадує нічого, або асоціюється з іншим предметом.

На рис.4 остання фігура в першому ряду нагадує букву "М" і лише кружок зверху ще утримує сенс форми. У другому ряду два перших знака сприймаються найбільш виразними, а останні розчиняються в своєму метафоричному значенні.

У третьому і четвертому рядах два останні знаки, особливо той, який складається з геометричних фігур, відводять сприйняття до інших асоціацій. Другий знак в п'ятому ряду асоціюється з штангістом

На мал. 5 зображені знакові фігури кішки, де метафоричність особливо понижена в першому знаку останнього ряду.

Розглянемо випадок, коли один і той же образуючий елемент закладений в двох або декількох знаках, але ці елементи несуть різний сенс. Наприклад, на мал. 6 в знаках равлика і музикального духового інструменту закладений такий образотворчий елемент, як спіраль, і лише специфічні елементи форми наповнюють кожен знак своїм сенсом. Або форма одного виробу переходить у форму іншого за рахунок додавання спеціального образотворчого елементу.

Серед фігурок морського коника (рис. 2.2) остання асоціюється із зігнутою змієподібною трубкою, знаковий характер якої за відсутності елемента, що зображає око, викликає інші асоціації.



Рис. 2.2 – Фігурки морського коника

Окрім зображення зовнішнього вигляду метафорою можна виразити ще і психофізіологічні особливості зображеної істоти. Наприклад, метафорою можна виразити мукаючу або таку, що дивиться корову, агресивність крокодила, передати інформацію про невидимі локаційні властивості кажана.

Метафори розуміють не тільки дорослі, але і діти. Спеціально для дітей випускають альбоми з малюнками, які розвивають у дитини абстрактне мислення, де, наприклад, поряд із зображенням свині або риби розташовані їх знаки (рис. 2.3).

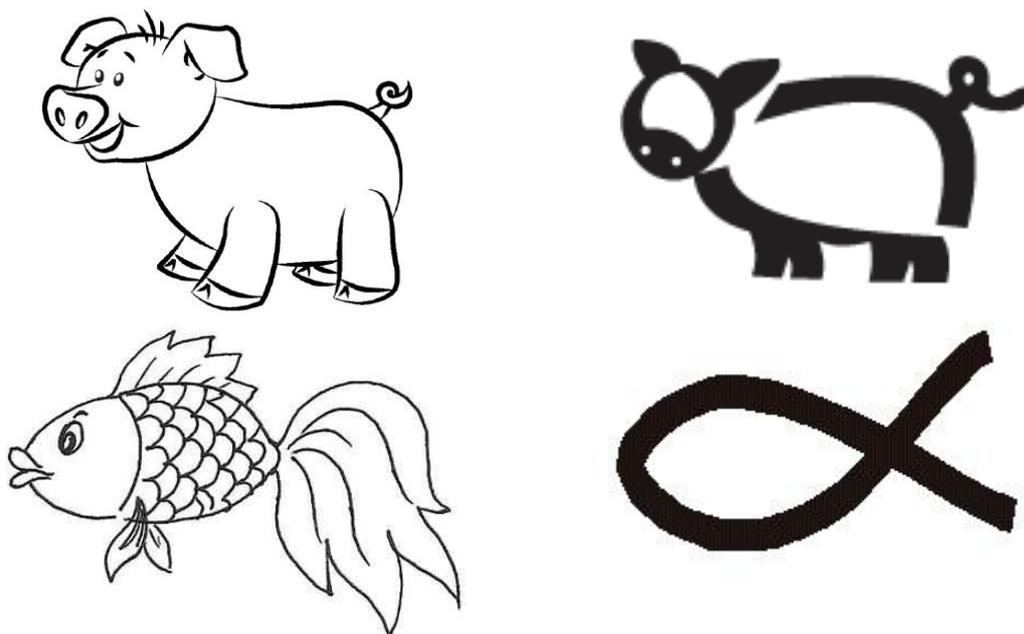


Рис. 2.3– Зображення та знаки тварин

Вже накопичений чималий досвід в області створення сучасних метафоричних форм промислових виробів. Хоча слід обмовитися, що не всі вони мають однаково високий художній рівень. Деякі вироби нерідко тяжіють, тому іноді непросто вирішити, чому віддати перевагу: сухій технічній формі, що не асоціюється з природою, або формі, що опoетизувала, але має схильність до масові культури. В даному випадку цікавий сам феномен метафоричної форми, інакше кажучи, яким чином у виробках прочитуються асоціативні зв'язки з навколишнім світом.

На рис. 2.4 зображений військовий літак, зовнішній вигляд якого асоціюється з формою хижого птаха, що розпрямив свої крила. Дивлячись, у свою чергу, на хижого птаха, можна відзначити не тільки аеродинамічну досконалість її форми. У цьому птаху ми бачимо і інше: перед нами - хижак. Важко запідозрити конструкторів, що створили модель надзвукового штурмовика-винищувача, що вони спеціально хотіли підкреслити його призначення вибором форми. Звичайно, вона продиктована прагненням додати машині аеродинамічну досконалість, але і результат метафори в наявності: прикмети "хижості" літака говорять самі за себе.



Рис. 2.4 – Фото військового літака МІГ-35

У семантиці сифонів, зображених на рис. 2.5, відбиті людські фігури. У об'ємно пластичній масі сифонів можна знайти голову, ніс, тулуб і так далі.

Естетичні особливості сифонів не обмежуються ретельністю опрацювання форми. Перший же погляд на моделі не залишає сумніву в тому, що особлива увага в розробці була приділена художньому образному рішенню. Висока надійність, функціональність, ергономічність і навіть композиційні переваги форми сифонів не вичерпують споживчі переваги, які все більше визначаються можливістю утилітарних виробів виконувати їх другу - духовну функцію: викликати різні естетичні емоції, задовольняти індивідуальні смаки, служити засобом соціального самовираження споживача і так далі. Відповідно і пріоритет в дизайнерських розробках все частіше належить художнім пошукам. Звертаючись до інтуїції, автор дизайн-проекта сифонів використовує мову метафор, створює асоціативні форми, активізуючі відношення людини до минулого досвіду і відчуттів.



Рис. 2.5 – Зображення сифонів з людськими фігурами

Приведемо приклад серії світильників, виконаних дизайнером Харківського художньо-промислового інституту спеціально на тему психологічних станів людини, в яких метафора досягає найвищого апогею. Зберігаючи у всіх світильниках одні і ті ж формоутворювальні елементи, але додавши їм різні конфігурації, дизайнер примушує вироби виражати в тих або інших психологічних станах. Композиція виробів завершується лампочкою, що асоціюється з людською головою.

Точно зігнута конструкція світильника приймає образ людини, що сидить на землі, з піднятими вгору колінами. Голова трохи опущена, що додає образу людини задумливий філософський характер (рис. 2.6).



Рис. 2.6 – Світильник у формі сидячої людини

Наступний світильник зображає людину, що сидить на валізах. Поза людини виражає певний психологічний стан. Він дивиться на пальці рук і думає про щось важливе в своєму житті (рис. 2.7).



Рис. 2.7 – Світильник у вигляді людини, що замислилася

Виразна поза сидячої людини, руки якого опираються на коліна, тулуб - на п'яти і голова опущена (рис 2.8).



Рис. 2.8. Скульптура сидячої людини

Виразний також світильник і у вигляді людини, що біжить. Семантика його форми не обмежує нашу фантазію відчуттями тільки динаміки руху, вона ще і дає простір для уловлювання цілого спектру психологічних станів, присутніх людині (рис. 2.9).



Рис. 2.9 – Світильник у формі біжучої людини

Таким чином, не дивлячись на специфічність форми об'єкту дизайну, в ній можна виражати не тільки зовнішні ознаки навколишнього світу, але і психологічні властивості живих істот. Причому якщо в образотворчому мистецтві, наприклад в скульптурі, матеріал працює на виявлення психологічних особливостей людини або тварини повністю, то в дизайні матеріал повинен працювати ще і на вираз функціонального призначення виробу. У цьому полягає відмінність мистецтва дизайну від мистецтва образотворчого. Разом з тим це значно ускладнює можливість образного трактування форми промислового виробу. Можливість образного освоєння

наглядного середовища існує, про що свідчить досвід дизайнерської діяльності, підтверджуючий думку про наявність художньої значущості форми виробу індустріального виробництва, якщо воно виконане на відповідному дизайнерському рівні.

У основі метафоричного добутку лежить семантика, тобто знакова система, що дозволяє збудити в людині на підсвідомому рівні емоційну реакцію на твір мистецтва.

Знаковість (семантика) художньої форми об'єкту дизайну

Проблема знаків, їх роль і місце в діяльності людини вирішується на основі матеріалізації соціальної культури у вигляді об'єктів дизайну, оскільки образ виражається словом, живописом, графічними зображеннями і пластикою виробів. Знак володіє репрезентативною функцією, оскільки грає роль представника, заміщаючи що-небудь інше.

Знак як матеріальний об'єкт виступає як представник для передачі повідомлення [37]. Предметом позначення можуть бути речі, властивості, відносини об'єктивного світу, дії і процеси, психічні явища і абстрактні об'єкти науки, символи інших знакових систем, тобто на природу предмету позначення не накладаються ніяких обмежень.

Спочатку поняття знаку було використане відносно природної мови, а надалі з виділенням семантики.

Семантика (що позначає) - 1) смислова сторона мови слів, частин слова, словосполучень; 2) розділ семіотики, що вивчає знакові системи як засоби виразу сенсу, тобто правила інтерпретації знаків і складених з них виразів; 3) розділ логіки, що досліджує відносини логічних знаків до понять (концептам).

Семіотика (вчення про знаки) - інакше семіологія - загальна назва комплексу наукових теорій, що вивчають різні властивості знакових систем (природна, розмовна мова, мови програмування, фізична і хімічна символіка, логічні і математичні числення і тому подібне); основні складові семіотики: синтактика, семантика і прагматика.

Разом з терміном "знак" вживається ряд термінів: символ, еквівалент, репрезентант і т. д.

Термін "знак" вживається, по-перше, в широкому сенсі як родове поняття, тобто аналог. Будь-яка форма виразу думці або речі виступає як знак, а види знаків розрізняються залежно від характеру відношення знаку до об'єктів, що позначаються. При цьому знаки діляться на копії об'єкту, ознаки об'єкту і символи.

По-друге, у вузькому сенсі знак виступає як видове поняття разом з символом. Для репрезентації, заснованої на схожості, можна використовувати термін "зображення", а для репрезентації, не заснованої на схожості, - термін "знак" [38].

Знак є формою деякого змісту, виразами знань і емоцій. Прикладом знаку є піктограми, в яких геометричні фігури самі по собі безпосередньо не несуть

інформаційних ознак предмету, але при їх художньому з'єднанні в контексті виникає асоціативний образ (наприклад, людина (спортсмен), що сидить в інвалідній колясці).

Феномен виразності знаку виявляється в тому, що елементи форми, розташовані в певному порядку, художньо узагальнені, сигналізують ще про одну функцію виробу, про зв'язок його образу з навколишнім світом.

Суспільство, розвиваючись, ускладнює і форми суспільного життя, збагачує і розвиває свідомість, розвиває і ускладнює форми і види спілкування, природні і штучні мови. Одним із засобів комунікації є дизайн, як особлива мова, яка використовується для передачі, кодування в матеріальному об'єкті ідеального змісту, що сприймається адресатом.

Матрицею виразів є мова. Однією з підструктур мови є поняття тексту, яке широко використовується в семіотичному підході до аналізу знакових структур. Текст є семіотичною організованою послідовністю знаків:

Текст є система, що несе інформацію. Візуальний текст -це об'єкт, що сприймається наочно і що розуміється як вислів в знаковій системі. Однаковий текст видає різні відомості різним адресатам і утворює з кожним з них окремо певне структурне ціле.

Один і той же об'єкт дизайну викликає різне сприйняття, залежне від коду, яким користується адресат. Це, у свою чергу, залежить від культурного контексту і суб'єктивно-психологічних чинників. Адресатові слід знати і підсвідомо відчувати своєрідну морфологію дизайну для розкодування знакових засобів.

У формі дизайнерського об'єкту певною мірою можливо виразити характер людини, тварини, рослини і т. д., а можна лише позначити їх ледве помітним елементом, здатним в підсвідомості адресата створити лише ті або інші емоційні настрої, не доходячи до ясних асоціацій.

Бути знаком - функціональна властивість об'єкту дизайну, що приписується йому через низку обставин в результаті конвенції між відправником і одержувачем [39]. Незалежно від природи знакових засобів, конвекційність є загальною для них характеристикою і визначається наступним: чим менша схожість знаків з позначеними об'єктами, тим сильніше повинна бути конвенція. Чим ширше і точніше конвенція, тим більше стійкими є знаки, чим вільніше конвенція, тим більше варіантність значення знаку.

Всі знакові системи об'єкту дизайну, зокрема змістовні аспекти, інформаційні властивості направлені на те, щоб викликати певну реакцію людини. При цьому виникає візуальна комунікація, двосторонній зв'язок, заснований на зоровому сприйнятті. Людина, бачивши той або інший предмет, реагує так, як це заздалегідь передбачив дизайнер [40]. Тому для сприйняття закладеною дизайнером у формі об'єкту художньо-естетичної інформації необхідно володіти художнім смаком (бути художньо утвореним чоловіком), тобто необхідне відповідне виховання споживача.

Естетичне виховання припускає уміння людини виявити суть об'єкту дизайну, аналізуючи його істотні ознаки. Сприйняття об'єкту є складним

процесом, оскільки це є плотська інформація, і певне переживання, і передумова оцінюючої думки про суть об'єкту. Сприйняття, безумовно, не позбавлене творчості. Сприйняття і результат переробки інформації, яка здійснюється за допомогою уяви, що спирається на попередній досвід. Важливо добитися прямого і зворотного зв'язку між задумом дизайнера і сприйняттям споживача.

Складність твору дизайну і його інформативність для споживача визначається здатністю останнього сприймати інформацію, що поступає.

Сучасна науково-технічна революція характеризується застосуванням різноманітних технологій, основний сенс яких полягає в забезпеченні відтворюваності результатів діяльності людини. Чим вище рівень технологічного розвитку суспільства, тим більше можливостей для індивідуалізації кожного елемента життєвого середовища, кожної форми об'єкту дизайну.

У створеному дизайнером об'єкті відбиваються риси (елементи) матеріалізованої людської суті (або суті художника). Дизайнери з повним правом виділяють не тільки утилітарні і естетичні, але і етичні, екологічні та інші аспекти об'єкту дизайну, оскільки він причетний до всієї сфери людського буття. Проте серед всього різноманіття його аспектів можна виділити дві основні властивості - утилітарність і художність. Саме взаємодію цих двох основних властивостей (особливостей) об'єктів дизайну породжує все різноманіття сучасного миру виробів - від високохудожніх до функціональних, утилітарних. Решта властивостей виробів виступає як похідні. Тому одним з головних аспектів дизайну, що представляють для нас особливий інтерес, є взаємодія і співвідношення у виробках художнього і утилітарного.

В даний час мистецтво дизайну має велике значення для духовного життя людини. Семантично значущі поняття або його суть, сенс людського життя, які трансформувалися в художню якість, лежать в художньому образі виробу. Виріб з роками не втрачає своєї семантичної "пам'яті", носієм якої виступає сама система художньої образності. Як образне відображення цілісного існування миру народжується художність виробу, несучи в собі зміст людського буття. Виріб стає дорогим для нас не тільки завдяки своїм вартісним, утилітарним, естетичним якостям, але і як німий свідок і сучасник.

Будь-який об'єкт дизайну, на який падав промінь художнього осмислення, виступав в його світлі не як виріб в собі, а як виріб натхненний, соціально значуще, тобто як цінність. Саме цінність буття виявлялася об'єктом художнього пізнання [26].

Особливість дизайну полягає в тому, що він пластично відображає навколишній нас світ, в цьому його особливий метод художнього відображення дійсності. Отже, щоб створити виріб, необхідно зрозуміти і оцінити дійсність. Пропорції, відношення частин виробу, виробів один до одного, взаємозв'язок їх з простором вимагають художнього підходу і естетичного виховання.

Створюючи вироби, дизайнер відтворює і осягає природу з урахуванням заломлення в людському сприйнятті. Створена дизайнером будь-яка форма

несе в собі художньо-образний сенс, оскільки зовнішній світ у виробі виступає не як реальність, а як натхненність.

У своїй практичній діяльності дизайнер використовує ті засоби, які образне мислення виробило ще в якнайглибшій старовині, - метафори, гіперболи, уособлення і т. д.

Дизайнер використовує мову метафор, оскільки вони визначають схожість одного предмету з іншим. Художній образ стає результатом пізнання цілісного аспекту буття, тоді як образ чисто технічного виробу є віддзеркаленням об'єкту як такого, звільнене від його ідейно-емоційної інтерпретації і оцінки. Технічний виріб набуває художньої цінності, коли через його матеріальну зовнішність проступає відображене в нім духовне життя суспільства. Результати дизайнерської діяльності розкривають перед нами не тільки рівень технічного прогресу, але і спосіб життя, образ думок, світовідчуження і світопогляди суспільства, ідеали і психологію різних соціальних груп.

Художня форма об'єкту дизайну виконує два завдання: по-перше, вона повинна утілювати художній зміст, а по-друге, передавати його тим, до кого звернена продукція дизайну. Звідси витікає, що комунікативна функція дизайну зумовлює не тільки конструктивно-естетичний, але і одночасно знаковий характер форми.

Зміст дизайн-форми визначається як художня інформація, пов'язана з тими, що утілюють її образними знаками. Для віддзеркалення багатогранності художньої інформації потрібне вироблення серії знакових систем, що використовують найрізноманітніші сигнали.

Два аспекти характеризують дизайн-форму: матеріальна конструкція, що утілює художній зміст, і система образних знаків, що виражає її зміст. Мова дизайну передає загальні ідеї, настрої і душевний стан. Синтезом художньої виразності є дизайн, а дизайнер є ланкою комунікативної системи "художня творчість - художній твір - художнє сприйняття" [26].

Основну роль в першій ланці грає дизайнер, його талант, характер, світогляд. Особа дизайнера у сфері художнього творення грає особливу роль.

У своїй творчості дизайнер незамінний. У створюваних творах дизайнер виражає свої відчуття, повноту духовного життя, і в цьому сенсі його творчість є самовираженням. Проте суспільство оточує дизайнера, проникає в нього самого. Дизайнер при здійсненні своїх задумів неминує виражає суспільно значущу, тому дизайнерську творчість, будучи самовираженням особи, стає самовираженням суспільства.

І якщо дизайн-форма і її складова - образна форма грає роль мови і несе в собі поетичну думку для передачі споживачеві, то споживач повинен розуміти цю мову. Знання різних видів і стильових систем художньо-образних знаків вимагає спеціальної художньої підготовки.

Проте художнє сприйняття - це не тільки розуміння мови дизайнера, інтерпретація образних моделей життя, але і відтворення цих образів в уяві того, що сприймає.

Найважливішою особливістю естетичного сприйняття є його асоціативність. Зовнішній вигляд об'єкту дизайну співвідноситься з власними переживаннями споживача, його бажаннями, конкретними уявленнями і спогадами про ті або інші предмети, сторони життя.

Поняття "асоціація" - одне із стародавніх в психології. Його суть в тому, що якщо які-небудь об'єкти сприймаються одночасно або в безпосередній близькості, то згодом появу одну з них спричиняє за собою усвідомлення іншого. Так, поглянувши на який-небудь виріб, людина згадує його відсутнього власника, оскільки раніше ці два об'єкти сприймалися одночасно [41].

У асоціативності естетичного переживання виявляється діалектика об'єктивного і суб'єктивного. Система реалістичної умовності, метафор і іносказань, а тим більше образність ґрунтуються на асоціаціях - особливості художньої творчості. І чим ширше сукупність асоціацій, що викликаються, тим плодотворніше і значиміше дія мистецтва дизайну на людей. Діалектика суб'єктивного визначається тим, що у людини в процесі еволюції сформувалася здібність до асоціативного мислення і відчуття. Людина без них не змогла б жити і розвиватися, а навколишній її світ був би вузький і бідний. Однією з умов єдності плотсько-розумової діяльності є асоціативність людського сприйняття.

Без асоціативного мислення неможливе художнє осмислення об'єкту дизайну. У свідомості споживача асоціації в дизайні піднімають великі духовні пласти. У дизайні є форма, пов'язана з функціональним призначенням, і семантика, що викликає складні смислові асоціації. Мистецтво дизайну виникає в основному там, де з'являється контакт із споживачем, де форма отримує знакову функцію, будить хвилю асоціацій: дизайнер дає споживчій думці поштовх до переживання, співтворчості, залучаючи до процесу асоціативних зіставлень. Це спричинило до відродження в сучасному дизайні системи символічних значень виробу, зверненої до споживача, що уловлює їх внутрішній сенс.

На асоціативному сприйнятті побудовані абстракціонізм, сюрреалізм і т.п. Примітивізм може позбавити людину бажання у всій повноті його інтелектуальних і емоційних здібностей пізнавати і відбивати світ. Абстракціонізм, абстрактне мистецтво, край формалістичний напрямок у живописі, скульптурі і графіці. Абстракціоністи цілком відмовилися від відтворення форм дійсності їхні добутки являють собою сполучення відвернених геометричних форм, хаотичних плям і ліній.

2.2. Стандарт і оточуюча дійсність

Виріб масового виробництва - об'єкт дизайну - як корисна і бажана річ стало одним з символів ХХ ст.

Все, що нас оточує, сповнене стандартними речами. Стандартизація для технічного дизайну виявляється дуже суттєвою категорією. Якби зникли стандарти, то щезло б і масове машинне виробництво. Стандарт – це добрий геній, що має чудову властивість робити дорогу річ дешевою, а унікальну –

загальнодоступною.

Людство завжди турбувала проблема, чим вимірювати матеріальні об'єкти? В результаті активної, але неузгодженої, діяльності з її вирішення з'явилися сотні футів, фунтів, миль і т.п. Поклала край цій безмежній розмаїтності одиниць вимірювання фізичних величин комісія французьких вчених з участю відомого Лапласа, якою було запропоновано Міжнародну метричну систему стандартів (СІ). Сьогодні стандарти прийняті у більшості сфер, що пов'язані з технікою та технологіями. Обмеження у вигляді нормативів ISO, які прийняті у Європейському Союзі й охоплюють своєю дією більшість країн континенту, повинні безпосереднього враховуватись при створенні нової техніки.

В стандартах знаходить своє відображення віковий досвід людства щодо вдосконалення предметного оточення. Важливою рисою сучасного технічного дизайну є поступове злиття понять стандарту і краси у єдине ціле. Тому стандартизація поступово з категорії технічної стає ще й естетичною. А світ техніки – відповідним чином наближається до світу мистецтва.

Однією з визнаних концепцій вибору раціональних типорозмірів і пропорцій об'єктів технічного дизайну є система „Модулар”, яка ґрунтується на узагальнених даних антропометрії. Вона дозволяє створювати нове обладнання із забезпеченням гармонії його частин й єдності загального обрису. На основі раціональних геометричних співвідношень тіла людини введено поняття „золотого перетину”, яке широко застосовується у технічному дизайні.

Перспективним напрямком створення сільськогосподарської техніки виступає біонічний. У процесі художньо-конструкторської розробки новий технічний засіб умовно наділяють рисами та властивостями, притаманними живому об'єкту, відповідним чином повторюючи його окремі елементарні форми, принципи дії виконавчих механізмів і систем (рис. 2.10).

Не менш істотними для дизайну є стандарт (стандартизація) і краса. Існує думка, що стандарт не може бути красивим, що стандарт - ворог краси. Проте це далеко не так. Для стандартизації характерна багатозначність прояву: взаємозамінюваність, модульність, комбінаторика, уніфікація, агрегування, багатофункціональність, які значно розширюють її можливості. В той же час надмірне захоплення стандартизацією може привести до створення "сухих" формою виробів, позбавлених емоційної виразності. Бо в дизайні не можуть бути прийнятні крайні напрямлення. Необхідне духовне наповнення проєктованого об'єкту дизайну. Тут доречно привести слова Н.Г. Чернишевського: "...прекрасний той предмет, який висловлює в собі життя або нагадує нам про життя" [46].

Дизайн створює особлива мова форми, що дає ідеям зорове вираження, - візуальна мова. Знаками у візуальній мові дизайну стають не тільки образотворчі натяки на форми навколишнього світу, але і пропорції, співвідношення світла і тіні, сполучення квітів, обсяги тіл їхній масштаб. Знак матеріалу, технології, композиційна побудова і якість виробу - це дизайнерська форма.

Широкий арсенал форм дизайну – культура, у якій перероблені з урахуванням досвіду людства усі враження буття.

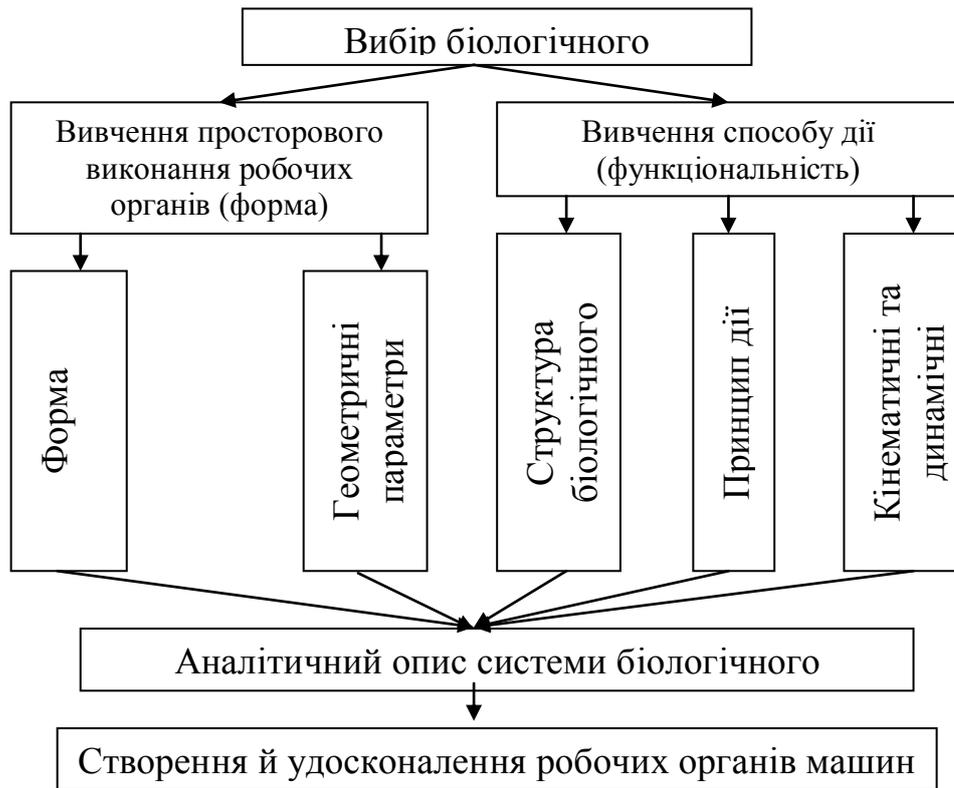


Рис. 2.10 – Етапи біонічного обґрунтування технічних засобів

Використання культурних форм їхня нова обробка і перенесення у нову область дають величезний ефект. Форма продукту завдяки дизайну може стати не тільки доцільною, але і художньо осмисленою й емоційно вираженою.

Використовуючи зроблені продукти дизайнерської діяльності, людина як би споглядає собі в створеному нею світі, це доставляє йому глибоку естетичну насолоду. Дизайн впливає на широкі шари населення, проникаючи в усі сфери життя і діяльності людей. По силі естетичного впливу дизайн може зрівнятися з кіно і телебаченням і навіть перевершувати їх. Вплив дизайну на людину величезний, тому що неможливо обійтися без культурних атрибутів епохи: меблів, посуду, засобів транспорту і т.д. Та чи інша форма ложки, автомобіля, телевізора не тільки використовуються для зручності, але і служити цілям естетичного впливу [26].

2.3. Функціональність і форма

„Насолоджуючись красою форм, що створені природою, ми захоплюємось матеріалізованим поняттям функціональності” - писав відомий дизайнер С.Голувко. Бажано, щоб така ж оцінка виникала і при сприйнятті сучасної техніки.

Технічний дизайн встановлює певні взаємовідносини форми з функціональною відповідністю. Між цими категоріями завжди існує єдність і протиріччя, тому досягнення гармонійного зв'язку виявляється досить складним завданням, що потребує постійного пошуку компромісів. Водночас, у конструкціях робочих машин функціональна складова, як правило домінує й істотно впливає на вибір кінцевої форми.

Наприклад, художньо-конструкторський опис загінного плуга обумовлює надання переваги асиметричному розміщенню плужних корпусів на рамі, а при побудові його оборотного аналога – у формоутворенні доцільніше застосувати засоби симетрії (рис.2.11).



Рис. 2.11 – Загальний вигляд лемішно-полицевих плугів: а – загінного, б – оборотного

Функціональна відповідність сошників зернових сівалок реалізується різною формою борозноутворюючих робочих елементів, в залежності від стану агрофону, а саме:

анкерними сошниками з вертикальною лобовою поверхнею – на полях з високоякісною передпосівною підготовкою ґрунту;

дисковими ротаційними сошниками, що встановлені під кутом 12-15° до напрямку руху – на полях із підвищеною кількістю рослинних решток тощо (рис. 2.12).

У процесі пошуку гармонії між функціональністю і формою об'єкту технічного дизайну слід пам'ятати, що не існує абстрактної краси утилітарного. Поступове підвищення якості зв'язку між змістовною складовою і оболонкою конфігурації технічних засобів відображає складний, багатоплановий феномен, що називається прогресом техніки. На шляху його розвитку виникли й існують дві крайні за своєю сутністю течії – формалізм та функціоналізм. Формалізм в техніці підкреслює незалежність форми технічного засобу від його функцій, а функціоналізм – цілком відкидає естетичне сприйняття технічних об'єктів.

На практиці, будь-яку невідповідність між функціональністю та формою споживач відчуває досить швидко. Комбайнер, який працює у кабіні,

обладнаній комплексом складних взаємопов'язаних між собою приладів, у разі порушення їх пропорцій, різномасштабності, відсутності композиційної єдності, швидко втомлюється, втрачає увагу, що може призвести до невірних рішень.



Рис. 2.12 – Загальний вигляд сошника зернової сівалки: а – анкерного, б – дискового

Тому лише вдале поєднання функціональної відповідності та форми дозволяє досягти гармонійної єдності технічного рішення нової конструкції. Наприклад, оптимізоване формоутворення лобового скла у комбайні (рис. 2.13) поліпшує видимість оператора, підвищуючи показники якості та продуктивності його роботи при збиранні врожаю. Бо насолода від виразно представлені функції закладена у природі людини.



Рис. 2.13 – Загальний вигляд зернозбирального комбайну з оптимізованою формою лобового скла кабіни

Образність форми промислового виробу на перший погляд задається якістю, само собою зрозуміло: адже образ так чи інакше відображає суть предмету, а верстат завжди залишається верстатом. Насправді це не так просто. Коли ми, дивлячись на відмінний виріб, вигукуємо: "Яка прекрасна форма, як вона прекрасно виготовлена!", то передаємо перше враження, пов'язане перш за все з образністю форми: саме у ній як би сфокусовано все те краще, що асоціюється в нашому уявленні з верстатом або автомобілем, машинкою, що пише, або радіоприймачем. Сьогодні це якість в техніці, яка набуває особливого змісту. Нескінченно різноманітними стали її об'єкти – від космічних апаратів до мікромашин, і лишали всякий раз адекватні образні характеристики – справу нелегку.

Деякі аспекти форми і змісту художньо - значущого об'єкту дизайну

У цілісності форми і змісту виробу при оцінці його художньої значущості завжди відбивається цілісність світогляду людини, оскільки вони нерозривно зв'язані. Дизайнер, виріб і споживач є ланками єдиної комунікативної системи "художньо-конструкторська творчість - художньо-конструкторський твір - художньо-конструкторське сприйняття" [53].

Участь споживача в осмисленні цілісності форми і змісту має принципове значення, оскільки тут центральною ланкою зв'язку є людина, а вся система зв'язків носить антропоцентричний характер. При своїй активній участі чоловік осмислює не тільки функціональну приналежність об'єкту по конструктивним, композиційним і стилевим ознакам, але і художню інформацію, закладену у формі¹ дизайнером.

Зоровому відчуттю споживача дана зовнішня форма, і щоб зрозуміти, який смисл закладений у формі, сприйняття споживача проробляє шлях від форми до змісту і від нього назад до форми [54]. Подібний шлях є як би співтворчістю дизайнера і споживача, оскільки рух від форми до змісту є пізнавальний процес. Художнє сприйняття є не тільки розуміння мови художньої форми, але і відтворення образу об'єкту дизайну в уяві споживача. У цьому сенсі дизайнер і споживач є носіями соціальної культури, яка характеризується творчою індивідуальністю, художнім смаком, самобутністю автора художньо-конструкторського твору. Промисловий виріб (промисловий зразок) входить в складну систему навколишнього середовища, що оточує людину, і розглядається вже не як проста морфологічна освіта, а як складна соціально-морфологічна система, здібна до розвитку.

¹ Форма – 1) морфологічна і об'ємно-просторова структурна організація виробу, що виникає в результаті змістовного перетворення матеріалу;

2) зовнішній або структурний вираз якого-небудь змісту, найважливіша категорія і предмет творчої діяльності - літератури, мистецтва, архітектури і дизайну.

Із-за складності елементів і зв'язків цілісність форми об'єкту дизайну не може бути остаточно досягнута без участі споживача, а також уміння дизайнера організувати композицію виробу на основі творчого перетворення навколишнього світу, що вивчається. Проте оптимальним варіантом буде не той, в якому естетичні особливості приведені у відповідність з абстрактними споживчими вимогами, а той, який адресований конкретному споживачеві з його культурними традиціями і естетичними перевагами.

Знання сучасної соціальної культури дозволяє дизайнерові донести до споживача художнє значення навколишнього середовища. При цьому необхідно знати, який розвиток символіки виробу, які виразні засоби, доступні дизайнерові, яким чином вони пов'язані з обширною художньою практикою людства - з образотворчим мистецтвом, архітектурою і тому подібне [55]. Культура дизайнера дозволяє йому не тільки вирішувати необхідні завдання, пов'язані із споживчими вимогами, але і визначає подальші зміни матеріальних і духовних потреб людини.

Дизайнер своєю творчістю, заснованою на соціальній культурі, розкріпачує людину від техніцизму виробів, дає йому можливість активно включатися в процес розшифровки семантики форми виробів. Опора на соціальну культуру, духовний зміст застраховує дизайнера від суб'єктивізму і свавілля в художньому конструюванні виробів.

Якщо фахівець інженерного профілю, наприклад конструктор, технолог, економіст і так далі, бачить у виробі тільки знайомі йому специфічні властивості, то для дизайнера воно виступає цілком як система всіх властивостей, як цілісність, як комплекс зв'язків між елементами і властивостями виробу. Завдяки цьому розкривається художня структура виробу – структура зв'язків між властивостями. Компоновка виробу для дизайнера – це відтворення нової структури взаємозв'язків між властивостями виробу, до яких можна віднести морфологічні особливості, естетичні, ергономічні, соціальні і споживчі вимоги, утилітарні функції, естетичні ідеали і так далі

Знання одних тільки закономірностей і засобів композиції недостатньо для створення цілісного промислового виробу, необхідний ще і духовний, художній початок.

Система знаків композиції - лише спосіб створення цілісності, мова, за допомогою якої можна виразити певний художній зміст (ідею). Закладаючи в зміст свою художню ідею, дизайнер переглядає своє відношення до існуючої системи законів композиції і доповнює її власними авторськими засобами. Сліпе проходження законам композиції без їх творчого, авторського і художнього замовлення часто є недоліком художнього чуття і інтуїції художника-конструктора. Виріб, розроблений дизайнером, виступає не як виріб в собі, а як виріб натхненний, соціально значуще, як цінність.

В процесі створення виробів дизайнер і споживач вступають в тісну взаємодію один з одним. В результаті участі споживача в організації цілісності виробу споживачеві передається та духовна інформація, яку вклав у форму

дизайнер, у наслідок цього між ними зав'язується "спілкування", як один з найважливіших засобів організації людей в цілому.

В процесі художнього конструювання промислових виробів з'являється можливість вирішувати не тільки утилітарно-технічні, але і художньо-образні завдання, суміщати технічне конструювання і художнє формоутворення.

При розробці, наприклад, багатофункціональних виробів можна створювати такі напівблокові структури, які одночасно мають значення конструкції і форми. Це дозволяє дизайнерові переходити з рівня соціально-психологічного і естетичного на рівень соціально-комунікативний, тобто на рівень художньої творчості. В той же час напівблокова конструкція залишається такою, що працює, динамічно змінює свої робочі функції, але одночасно вона виявляється виразною, емоційно навантаженою структурою, зверненою до суб'єкта, духовного споживача даного виробу, і тому що набуває якостей особливого символу, передавального на даному художній мові специфічну художню інформацію [56].

Візуальні форми, як і звуки, діють на людину. У лініях форми, в пластиці споживач відтворює в своїй свідомості рухи, супроводжуючі користування виробом. Виріб вбирає в себе і ритм часу, і образ діяльності, що народжує виріб, і навколишній зовнішній світ. У ритмі ліній, в грі пластики і світлотіней можна відчутти творчий темперамент дизайнера, його емоціональне переживання в процесі сприйняття навколишнього світу.

Форма виробу є сукупність багатьох компонентів: композицій, ритму, пластики, колориту, гармонії і так далі. Всі вони по-різному пов'язані із змістом і матеріалом виробу. Певні елементи художнього змісту виражаються в композиції, колористичному рішенні, світло-тіневої гри форми. Проте ці особливості форми знаходяться у віддаленішому зв'язку з його змістом і складають зовнішню форму виробу. Образна ж структура, художній зміст, емоційно-психологічна дія складають внутрішню форму. Композиційна побудова художньо-конструкторської ідеї виводить назовні внутрішню емоційно-психологічну дію і зв'язує всі елементи зовнішньої форми.

До змісту внутрішня форма знаходиться ближче і має, як і сам зміст, чисто ідеальний характер, але вже володіє конкретикою і тому звернена до уяви споживача. Вона тісніше пов'язана із змістом, оскільки є безпосередньою образною конкретизацією.

Зовнішня форма – це рівень подальшої плотської організації змісту, на якому вона вже предстає для безпосереднього естетичного сприйняття. Вона залежить від матеріалу, яким оперує дизайнер, використовуючи закономірності і засоби композиції, що дозволяє виробу бути носієм художньої інформації.

Зовнішня форма має двомірну будову: з однією сторони, вона є матеріальною конструкцією, впроваджуючого художній зміст, а з іншої – систему образних знаків, що виражають це зміст, за допомогою яких вона і здійснює свою комунікативну функцію.

Взаємодія змісту і форми, наприклад, в багатофункціональних виробах необхідно розглядати в системі "дизайнер - виріб - адресат". Будучи більш

рухливим, ніж форма, зміст розвивається спочатку в людях, що експлуатують ці вироби, і в дизайнерові, що синтезує в собі потреби, смаки, естетичні переваги цих людей і, що переробляє їх на основі власного світогляду в ідеальну художню систему. При цьому відбувається злиття потреб в створенні, з однієї сторони, сучасніших в технічному відношенні виробів, а з іншої - виробів, відповідних сучасному естетичному рівню розвитку смаку.

Змістом, наприклад, багатофункціональних виробів стають такі соціальні явища, як досягнення науки і техніки, новинки технології і матеріалів і одночасно культурний і художній рівень свідомості суспільства, що склався в даний історичний період, зокрема зразки виробів вже створених в світовій практиці. Змістом є саме бажання дизайнера мати вироби на рівні світових зразків, де були б найбільш оптимально синтезований передовий досвід виробництва і сучасний рівень світової художньою культури.

Відповідність форми і змісту, їх єдність, гармонійна цілісність є критеріями художнього виробу.

Для точної передачі художнього змісту споживачеві необхідна відповідність змісту і форми, які є першою метою художнього конструювання. Оскільки зміст і форма виробу сумарні, та єдність художньої форми і утилітарної конструкції, з однієї сторони є утилітарного змісту і художнього змісту, з іншої, повідомляє конструкції утилітарну функцію, і форму - художню. Значення утилітарної і художньої функції не однакове і не постійне. У міру посилення художньої функції отримує переважання принцип синтезу пластичної форми, а продукт художнього конструювання наближається до області образотворчих мистецтв, і навпаки, у міру посилення утилітарної функції зростає роль принципів формування утилітарної конструкції, а виріб дизайну наближається до області техніки. Із зникненням однієї з функцій виріб перестає бити продуктом художньо-конструкторської творчості і перетворюється або на чисто технічне рішення, або на декоративний предмет.

Поняття цілісності форми і змісту виробу охоплює всі приватні і конкретні прояви його будови - формоутворювальні чинники, композиційне рішення, соціальну культуру, зв'язок з природою і тому подібне, дозволяючи тим самим виявити не тільки кожне з них, але і їх координацію і субпідрядність в скульптурі об'єкту. Якщо ж який-небудь елемент повністю випадає із структури виробу, наприклад технологічність або пластичність, то цілісність деформується. Виріб, позбавлений художньо-образної значущості, не може бути цілісним, оскільки людина не отримує від такої форми художньо-естетичного задоволення.

Знаковість стильових особливостей форми виробів дизайну

У естетичній характеристиці навколишнього середовища семантично відбиває світогляд людей, відображається зовнішність створюваного ними суспільства, що виявляється, зокрема, в семантиці стильових особливостей форми виробів дизайну. На стародавньому світі під стилем розуміли і називали

літературний склад, а потім індивідуальну творчу манеру. З часом стиль почав означати сукупність художніх особливостей. Стиль має багато значень: стиль епохи, фірмовий стиль і т. д. Стилем вважаються і стійкі особливості форм архітектури, образотворчого і прикладного мистецтва, дизайну, що існували протягом тривалого часу, наприклад романський стиль, готика, бароко, ампір, модерн і ін. У мистецтві під стилем розуміють обумовлене єдністю природно-історичного змісту стійка єдність дій і прийомів художньо-образної виразності. Стиль епохи називають пройнятими певним світовідчуттям стійкий характер засобів художньої виразності. Стиль епохи створюється під впливом суспільних відносин, плануючої ідеології, естетичного ідеалу, устрою життя, звичаїв і інших чинників [44]. По семантиці форми окремого виробу за допомогою критерію утворення - стильової єдності - можна судити не тільки про час його виготовлення, але і про рівень культури і образ страти творця цього виробу. Виробам будь-якого історичного періоду властивий певний стиль, найважливішим знаком якого є система організації форми будівель, меблів, посуду, одягу, приладів, устаткування, техніки. Пануючий світогляд є головною умовою нормування стилю навколишнього середовища, оскільки воно впливає на норми поведінки, життєві прагнення, інтереси, побут і працю людей. Характерними стилями в дизайні є модерн, конструкторський функціоналізм, інтернаціональний стиль, "хай тек". Найсильніше виражений стиль "хай-тек", який проголошує всесильність техніки, здатної вирішувати соціальні проблеми. Основним напрямком стилю "хай-тек" є використання стандартних збірних методів промислового устаткування для будівництва і обладнання будівель. З відходів промислового виробництва і трубчастих елементів будуються так звані "мінімальні житла", нагадуючі житла дикунів які стали дуже популярними [45].

Стильові особливості епохи виражаються в дизайн-формі. Наприклад, годинник, як одна з основних складових своєї семантики, містить ідею соціальних ролей. Чоловіча соціальна роль - це доцільність, активізм, жіноча соціальна роль - цінності краси, любові, добра.

Людина, будучи органічною частиною навколишнього світу, повинний взаємодіяти з природою тільки на основі краси і гармонії. У естетичній свідомості людини, у її біосоціальній сутності виявляється в найбільш цілісному виді, тому особливе місце необхідно відвести художньо-естетичному відношенню людини до природи. У спілкуванні з природою насамперед звертається наша увага на форму, композицію, пропорції, контрастність, гармонію, колорит. Ці особливості будь-якого природного явища, цілісно й образно сприйманого людиною, обумовлюють його емоційно-естетичне сприйняття. Природа залучає нашу увагу, живить наші почуття і думки, є постійним невичерпним джерелом подиву. Природна розмаїтність людських спостережень у процесі виховання художньо-естетичного почуття людини розширюється і поглиблюється, збагачуючись у своїй предметності і незлічимої проявах [26].

Сприйняття природи може бути як на рівні явища, так і на рівні сутності.

При цьому, будь-яке мистецтво, як форма освоєння навколишнього світу, повинне розвиватися не тільки в напрямку явищ, але і вираження сутностей. Відображення явищ забезпечує лише поверхневе пізнання буття. Тільки на рівні збагнення сутностей можливо більш глибоке пізнання навколишнього світу.

Наприклад, акула на рівні явища сприймається красивою, що відливається срібlistим кольором, з обтічною, пластично-зробленою формою. По своїй же сутності вона - хижак. Хижу сутність акули можна виразити, тільки удавшись до метафори, причому сила художнього впливу метафоричного твору мистецтва може бути сильніше реальності.

З огляду на те, що природа так неосяжна, на перший погляд не є можливим виявити які-небудь універсальні риси як критерій для естетичної оцінки форми виробів. Хоча художники і не думають про критерії, вони їх відчувають інтуїтивно і керуються ними в процесі роботи над добутком. Художники (дизайнери) створювали, створюють і будуть створювати форми, аналогічні тим, що існують у природі. Ці форми присутні й у космічному просторі, і в мікросвіті матерії. Як приклад, можна привести форму сніжинки, створену природою за законами математики і механіки. Їхні геометричні фігури, форми і пропорції викликають позитивні емоції й асоціюються з творами мистецтва. У природі існує безліч красивих криволінійних і стільникових форм. Це спіральні форми мудрих раковин, шкарлупа горіха, квітки соняшника, лусочки ялинових шишок, яйця, бджолині стільники і т.д. Краса сучасних підвісних мостів, телевізійних веж і інших висотних споруджень, де конструкція вирішує геометричні проблеми натягу і тиску, напруги і навантаження, досягається не тільки чітким математичним розрахунком міцності споруд, але й інтуїтивним проходженням природно-раціональної структури природних форм.

Багато природних форм мають ідеальні пропорції, названі "золотим перетином", отриманим шляхом розподілу лінії на дві частини, більш коротка з яких відноситься до довгого, як остання до всієї лінії. На основі пропорцій природних форм побудовані, наприклад, церкви, вежі, дзвіниці і т.д., де відстані між складеними членуваннями зменшуються в міру зростання будівлі в тій же пропорції, як і інтервали між стовщеннями паростків очерету [23].

Воістину невичерпне джерело засобів гармонізації форми - доцільна краса природи, до якого незмінно звертаються творці шедеврів архітектури і мистецтва. Альберти, Палладио, Леонардо да Вінчі, Ле Карбюзье й інші невпинно шукали закономірності будівлі прекрасної форми, що впливають із законів природи, і переробляли їх художніми засобами у формі предметів побуту. Автор, що жив у часи античності, використовуючи енциклопедії "Десять книг про архітектуру", писав, що правила побудови прекрасної форми можна знайти в будівлі Всесвіту, людського тіла і т.д. До природи як до джерела засобів гармонізації форми звертався відомий теоретик архітектури Альберта. "Будинок є як би жива істота, створюючи який варто наслідувати живу природу", - стверджував він [24].

Великий живописець і вчений Леонардо да Вінчі, вивчаючи красу

природи, спроектував літальний апарат і на кресленні зобразив крило кажана. Він ретельно досліджував структури рослинних, тваринних організмів і переносив раціональні властивості і форми в проєктовані вироби.

Вивчення принципів формоутворення в природі поступово переходило на більш високу ступінь. Глибоко науковий характер носило дослідження динаміки польоту і структури крила птаха, здійснене Н.Е. Жуковським. Форма літака відправляє нас асоціативно до форм птаха. По характері крил, динаміці форми фюзеляжу літака ми порівнюємо його із соколом, ластівкою, журавлем, альбатросом і т.п. [25].

Першим кроком при проєктуванні техніки машинного виробництва супроводжувало застосування механічних схем, властивих тваринам і рослинам. Такі машини проєктували інженери, і хоча багато з машин асоціювалися зовні з природними аналогами, вони не мали художньої виразності. Вироби здобували художню цінність у тих випадках, коли в розробці зовнішнього вигляду техніки брав участь художник-дизайнер.

При сприйнятті промислових виробів знаходить своє відображення здатність людини порівнювати одне явище з іншим і проводити аналогії. Деталі форми промислового виробу, що несуть умовну інформацію про навколишній світ, будять в уяві сприймаючого фантазію, визначаючи тим самим феномен метафоричного осмислення мови форми об'єкта дизайну. У виробах відтворюється система знаків, що говорить людині про його тотожність із природою.

У той же час природа - це той феномен, що у першу чергу сприймається людиною художньо. Природна форма дає представлення про конкретний витвір, вона залучає нашу увагу, породжує визначені почуття. Якби не природні форми, то людство було б позбавлене головного джерела художньої інформації. Природа завжди сприймається як цілісність, як гармонія, як явище естетичного характеру. Предметний світ природи в сприймаючого знаходить чисто людські характеристики і якості.

Створюючи вази, графіни, лампи у виді бутонів, дзвіночків і т.д., дизайнери, як правило, завжди наслідували природу або здобутки інших видів мистецтв. У шістдесятих роках XX ст. усе частіше з'являються необразотворчі форми. Це була свідома позиція найбільш прогресивних по тим часам художників і критиків, що виступають проти еклектики і прикрашення, за нові ідеали в мистецтві. У той час правильність цих ідей здавалася незаперечною.

Однак останнім часом знову стають престижними меблі прикрашені різьбленням, у порцеляні "розцвіли" дзвіночки і бутони, модно стало використовувати ліпнину в інтер'єрах і стиль ретро.

Людина хоче бачити незвичайні вироби. Вона утомилась від гнітючої її техніки, але не може направити її в прийнятне для неї русло - мистецтво. У цьому корінна проблема, від рішення якої залежить пластичне середовище і наш духовний настрій. Кожний художник пропонує свою модель цілісної єдності світу. Ще в минулому ідея космосу була присутня постійно, тому що він не відчужував себе від навколишнього світу, він почував себе органічною

частиною Всесвіту[26].

Активність природної форми є джерелом її привабливості. До естетичних властивостей природи відносять колорит, пропорції, легкість. Дизайнер гостро відчуває природу і переносить її на промислові форми у виді знакових систем. Але зовсім не обов'язково розуміти відображення природи в об'єктах дизайну, що копіюють форми природи.

У формуванні промислових виробів велике значення грає мода. На відміну від стилю, мода є тимчасовою спільністю художніх засобів, що виражають певне світовідчуття. Мода розповсюджується в основному на найбільш рухомі елементи навколишнього середовища. У сфері постійного впливу моди знаходяться предмети споживання - такі, як одяг, взуття, годинник і т. д. Модні вироби - товари часто керують людьми.

Могутнім засобом маніпулювання суспільною свідомістю є так званий "кич". Термін "кич" виник в другій половині XIX ст. І означає поганий смак. Захоплені модою дизайнери, наприклад, створюють оболонку виробів, не пов'язану з їх призначенням, і таким шляхом стимулюють збут товарів. Для "кича" характерним є накладення нової ідеї на традиційну форму або з'єднання відомих функцій (наприклад, будинок у вигляді черевики, приймачі у вигляді пістолетів, записних книжок і т. д.), часто доводячи до крайньої нефункціональності продукти творчості.

Для "кича" головне-незвичність, яка, проте, часто являється безглуздою.

Віддзеркалення краси дійсності в художніх образах складає основу прекрасного в мистецтві, що прославляє людину і рухає суспільство вперед. Впродовж всієї історії людства творці об'єктів дизайну оволодівали умінням вдихнути життя в мертвий матеріал, змусити його задовольняти не тільки утилітарні, але і художньо-естетичні потреби. Проте проблема семантики навколишнього середовища по-справжньому тільки починає привертати увагу дослідників.

У 50 - 60-х рр. в багатьох областях, пов'язаних з проблемою формування навколишнього середовища, розповсюдилася концепція формоутворення, згідно якої будь-яка форма розглядалася, виходячи з її функціонально-конструктивної доцільності. Достатньо пригадати, наприклад, в архітектурі період "хрущовських" п'ятиповерхівок. Почало здаватися важливим бачити у формах навколишнього середовища утилітарність, функціональність і конструктивність. Проте форми навколишнього середовища ледве коли-небудь були призначені виконувати лише такі елементарні функції, як інформування людини про утилітарні і конструктивні властивості виробів. Очевидніший вплив духовної культури народу, системи його уявлень, особливостей його світосприймання. Відсутність впливу духовної культури пов'язана з швидким впровадженням досягнень науки й техніки, з прагненням дизайнерів в будь-якому аналізі форми дійти до логічних правданні процесів, що веде до зникнення художності форми [26].

У культурі суспільства є такі художні накопичення, які не зводяться ні до логічно - доказових процесів формоутворення, ні до стильових систем, що

змінюють один одного. У архітектурі минулого були завжди присутні метафоричні зв'язки з предметами або явищами реального світу. Ці зв'язки можуть бути загальними, регіональними, етнічними, але вони завжди є. Формально художня мова навколишнього світу йде своїм корінням в метафоричні зв'язки. При всій величезній ролі функціонально-конструктивної основи виробу метафоричність сприйняття його образу з'являється тільки тоді, коли дизайнер і споживач абстрагуються від цієї основи. У знаковій функції виступають форми, складові системи з певною часткою абстрагування від логіки конструкції. Дизайн оперує відвернутими формами, які не зображають явищ дійсності, а створюються людьми. Якщо виріб не тільки утилітарний, то в нім є образне світовідчуження дизайнера (вислів) про те, як він розуміє світ. Виріб завжди давав його творцеві можливість висловитися, можливість визнати за ним право "говорити" від його імені. Але чи можна сказати це про велику частину сучасних виробів? Людина не знаходить себе в їх образах і випробовує німоту [47].

Важливо звертати увагу не тільки на чисто символічні форми, кажучи про семантику навколишнього середовища дизайну, але і на всю художньо-композиційну систему засобів і прийомів виразності, яка хоча і виражається на функціонально-конструктивній основі, все ж таки є частиною культури епохи, пов'язаної зі світосприйманням сучасників, що розуміють саме цю художню мову як засіб культурно-соціального спілкування. Візуальна форма виробу є відбивачем соціальної суті. Людина уміє читати мову візуальної форми, сприймаючи сутнісну характеристику виробів через їх зовнішність.

У виробі свідомо або несвідомо представлені самі різні сенси, які знаходять свій вираз в характері ліній, пропорцій, кольорі, пластиці, що є конвенціями між творцем виробу і його споживачем. Створений дизайнером виріб, пластично виражена і закріплена в матеріалі логіка по суті є ядро виробу, його образ, його нероздільна ідейно-сміслова основа. Навколо даного ядра на основі закладеної в нім логіки можуть бути згруповані ті або інші явища дійсності, і ця можливість надає художньому виробу статус виражаючого (що відображає) живої освіти [48].

Візуальна характеристика виробу - перше з чим контактує споживач. Це для нього джерело первинної інформації. Але для творця виробу візуальна форма - останнє, з чим він розлучається, випускаючи в світ виріб. Для нього це не якість виробу, в якому відбиті не тільки конструктивні і технологічні чинники, але і початкова мрія про виріб — його художній образ [49].

Поєднання функціональності і форми знаходить свою реалізацію у кінцевому композиційному рішенні, яке залежить від ряду об'єктивних чинників (рис. 2.14).

Композиція дозволяє уточнити та виявити ряд об'єктивних закономірностей, пов'язаних з гармонічною організацією форми в техніці.

Теорія композиції базується на категоріях тектоніки та об'ємно-просторової структури.

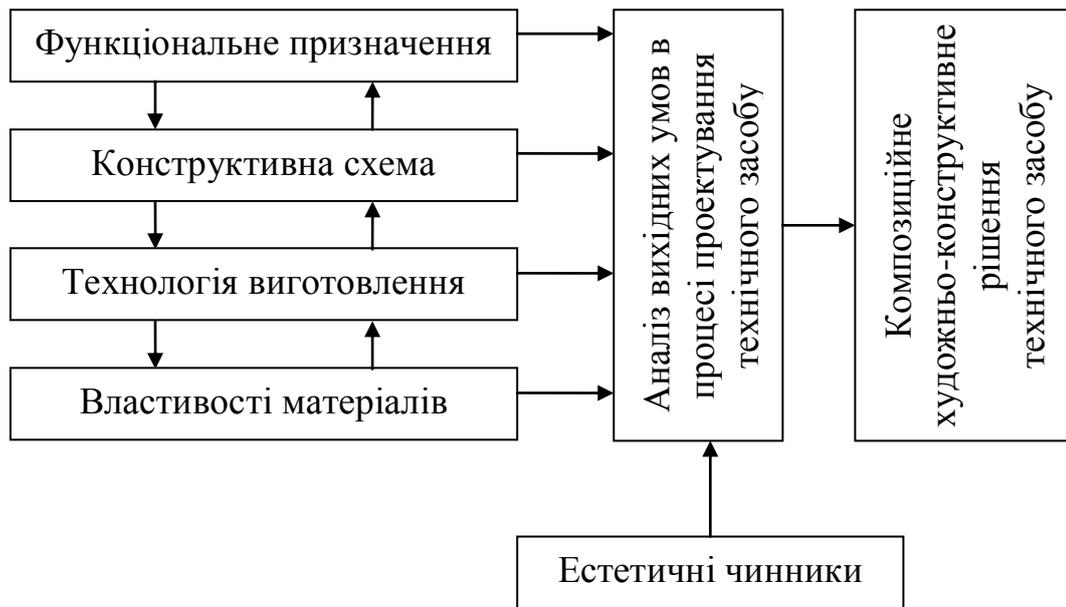


Рис. 2.14 – Етапи прийняття композиційного рішення в техніці

Тектоніка – це візуальне відображення у формі виробу сутності роботи конструкції та організації матеріалу. За своєю сутністю – це вияв характеру конструкції у формі. Промислові вироби, технічні засоби повинні мати тектонічну виразність форми, яка візуалізує інформацію про те, як працює дана конструкція.

Не важко уявити характерні риси тектоніки ливарної форми, корпуса плуга або штампованих несучих елементів його рами. Плавні переходи характеризують тектоніку об’ємної штамповки тощо. Так зване „відчуття металу” також пов’язане з тектонічним аналізом форми виробу. В процесі такого аналізу виявляються помилки, допущені при попередній компоновці елементів конструкції та формуються ефективні композиційні рішення.

Штанга обприскувача ОПШ-2000 пройшла за останнє десятиріччя складну еволюцію, пов’язану з докорінним удосконаленням її конструкції, яке, зокрема, полягало у набутті нею тектонічної виразності форми. Відбувся перехід від плоского до об’ємного профілю штанги із змінним її перерізом за шириною захвату (рис. 2.15).

Відомо, що стовба плужного корпуса завантажена у роботі нерівномірно. Силowe навантаження, обумовлене опором ґрунту, прикладене у напрямку протилежному руху орного агрегату. Воно нерівномірно розподіляється й за висотою стовби, зростаючи знизу вгору до вузла її кріплення до рами плуга. Тектонічний аналіз засвідчує, що стовба плужного корпуса безумовно повинна мати змінний переріз у горизонтальній та поздовжньо-вертикальній площинах проєкцій. Проте, порівняння форм стовб і композиційних рішень відповідних вузлів на плугах-аналогах, виготовлених різними виробниками, розкриває недостатність тектонічного опрацювання окремих конструкцій (рис 2.16).



Рис. 2.15 – Загальний вигляд обприскувача з об’ємною штангою

Отже, тектонічна візуалізація закономірностей класичної механіки дозволяє одержувати всебічно обґрунтовані форми й композиційні рішення у нових конструкціях технічних засобів. Очевидним стає вплив формоутворення на покращення функціональних характеристик об’єктів дизайну.

Об’ємно-просторова структура – це реалізація форми виробу через певну взаємодію елементів форми між собою і з простором.



Рис. 2.16 – Загальний вигляд стовби плужного корпусу

Існують сільськогосподарські машини, що не вирішені композиційно, механічно зчеплені з окремих елементів, органічно не пов’язаних між собою. Така форма називається композиційно не організованою.

Відомий „полтавський” агрегат для обробки ґрунту без обороту скиби складався з трьох машин – плоскоріза ОПТ-3, голчастої борони БІГ-3 та кільчасто-шпорових котків 2ККШ-1,5. При робочій ширині захвату 3 м його експлуатаційна довжина досягала 18 м. Така компоновка різнофункціональних робочих органів вимагала для ґрунтообробного агрегату Т-150К + ОПТ-3 +

БИГ-3 + 2ККШ-1,5 збільшеної до 30 м поворотної смуги, вирівняної поверхні поля з нахилом не більше 3°, а від оператора – підвищеної уваги тощо.

У новому поколінні машин для мінімалізації обробітку ґрунту, за рахунок оптимізації побудови об'ємно-просторової структури взаємного розміщення робочих органів, змінено не лише габаритні розміри агрегатів, але й істотно поліпшено показники якості та ефективності виконання технологічних операцій. Продуктивність роботи агрегату ХТЗ-17021 + КР-4,5 – у 1,5 рази, а ХТЗ-17021 + КШН-5,6 – у 1,7 рази вища, ніж у базового „полтавського”.

Зміни об'ємно-просторової структури елементів зернозбирального комбайну, виробництва „Гомсільмашу”, дозволили істотно розширити його універсальність тощо.

Основні категорії композиції завжди пов'язані між собою. Порушення тектоніки (відображення конструктивної основи) погіршує органічність зв'язків елементів об'ємно-просторової структури машини й навпаки.

Всякий предмет (виріб) на відміну від витвору мистецтва має яке-небудь життєво важливе призначення, іншими словами, функцію. Але майже у кожній людині є потреба в тому, щоб оточувати себе красивими предметами. У кожному предметі закладений технічний і естетичний початок, непостійний і історично змінюваний [60].

Процес створення гармонійного твору називається "композицією".

Композиція - це просторова організація елементів речі (вироби) як результат формоутворювальної діяльності. Композиційне формоутворення має на увазі організацію форми зсередини, структурування матеріалу об'єкту проектування. Оперуючи в процесі компоновки класичними з вами композиції, дизайнер осмислює їх з погляду композиційного формоутворення і уявлення про живу і багатообразну включеність речі в людську життєдіяльність і контекст сучасної індустріальної культури. При естетичній оцінці готового виробу композиція аналізується з погляду логічної завершеності і художньої цілісності форми в контексті певного задуму дизайнера включеності в систему культури. Засоби і принципи композиції не можуть існувати зовні культурних зразків, зовні ціннісних орієнтацій, що історично розвиваються, виявляючись усередині стилю, школи, художнього напрямку, творчого методу і ін. [18].

Класичними засобами композиції являються :

пропорція - відповідність, впорядковане співвідношення елементів форми;

симетрія - адекватне розташування елементів форми по відношенню до прямої лінії (вісь симетрії) або площини (площина симетрії), сприйняті зором як особливий вид впорядкованості форми;

асиметрія - відсутність або порушення симетрії;

масштабність - співвідношення габаритів форми або її елементів з людиною або навколишнім простором;

ритм - певна послідовність чергування форм, кольори, елементів форми, яка носить характер, що повторюється;

тектоніка - співвідношення мас виробу, виділення тих, що несуть і несених, важких і легких, основних і похідних елементів форми;

нюанс - ледве помітний перехід форми і кольору;

тотожність - повтор однакової форми або її елементів (часто є основою ритмічної побудови);

контраст - різко виражена відмінність форми і кольори.

Пластичність або скульптурність - властивість будь-якої форми. І те, як "виліплена" ця форма, може зробити вирішальний вплив на зовнішність предмету (вироби). Тому, зберігаючи одну і ту ж об'ємно-просторову структуру, художник (дизайнер) має багато можливостей видозмінювати, варіювати зовнішню форму [60].

Наприклад, телефонний апарат може бути і круглим, і що складається з площин, "аморфним" і "кристалічним" - і це при абсолютно однаковому його внутрішньому устрої.

Звичайний стакан відомий в двох різновидах: "гранований" і "гладкий"; різниця між цими двома предметами сприймається тільки за рахунок того, що сама поверхня в одному випадку складається з граней, а в іншому - гладка.

Один і той же об'єм може бути охоплений контуром з прямих ліній, з різних округлень, всіляких комбінацій кривих ліній. Іноді це обумовлено призначенням і має практичний сенс, іноді ж виражає те або інше відношення художника (дизайнера) до предмету (виробу).

2.4. Композиція в техніці

Багатовікова історія техніки показує, що людина творила, прагнучи одухотворити машину, інструмент, будь-яке знаряддя праці. Вона бачила в машині щось набагато більш значиме, ніж механічне з'єднання деталей, покликаних виконувати утилітарне завдання.

Сучасна епоха науково-технічного прогресу зробила ще актуальнішою проблему естетичного вдосконалення машин, верстатів, приладів, засобів транспорту, побутової техніки - словом, всій промисловій продукції [61, 62].

Сьогодні відома формула "непривабливе не продається" все частіше визначає напрям розвитку навіть тих областей виробництва, де ще відносно недавно естетичні характеристики продукції взагалі не бралися до уваги.

Композиція машини створюється з урахуванням тих, що діють в даній області техніки загальних тенденцій конструювання, визначуваних науково-технічним прогресом, таких, наприклад, як збільшення ролі автоматизації, роботизованих комплексів або зниження металоємності, що відбивається і на формі верстатів і машин.

Композиція машини створюється з урахуванням кон'юнктури ринку, і це також значною мірою визначає стратегію і тактику в проектуванні виробів тієї або іншої галузі промисловості.

Справжня краса промислового виробу є свого роду інтегральний показник його якості. Чи можна рахувати красивим верстат, якщо він не задовольняє найважливішим ергономічним вимогам або значно важче за свої аналоги? У техніці краса невід'ємна від користі. Проте не можна не враховувати

психологічні сторони сприйняття форми - звичності. Поступово щось стало в зовнішності машини, апробоване суспільним смаком, загально визнане починає асоціюватися з її красою.

Розвиток всякої форми діалектична, тобто несе в собі елемент суперечності, що виявляється на перших порах в неприйнятті нової, незвичної форми. Тим часом новий принцип дії машини, наприклад в роботі техніки, нові прийоми конструювання, зокрема агрегування, або такі кардинальні технічні нововведення, як оброблювальні центри і тому подібне, ведуть до кардинальних змін форми. При цьому слід критично відноситися до тих іноді недоказуємих оцінок естетичного рівня нової машини, які мотивуються не об'єктивними чинниками формоутворення, а посиланнями на смак або традиції, тобто на звично консервативне відношення до форми.

Є ще один важливий для справи психологічний аспект підходу до композиції, що бере початок в давніх традиціях конструкторської праці. Інженер-конструктор нерідко немов не довіряє красі "чистої" конструкції. Йому представляється, що якою б раціональною не була конструкція, особливо об'єктів з просторово відкритою структурою, необхідно додати в неї ще щось, щоб вона стала естетично більш виразною. Проте в техніці подібних додавань найчастіше якраз не потрібно, якщо сама технічна структура демонструє ясність і логічність розвитку складної системи. Саме від цього відштовхується досвідчений дизайнер в своїй роботі над деякими композиціями.

Властивості і якості композиції. Як гармонійне ціле, композиція будь-якого промислового виробу володіє багатьма властивостями і якість, які можна розділити на головні, що визначають дану форму, і другорядні, менш істотні. Наприклад, композиція верстата може будуватися на контрасті між складною, насиченою структурою відкритої частини (направляючої станини, елементи супорта, ходові гвинти, органи керування, різні зовнішні елементи і тому подібне) і лаконічними, чистими об'ємами опор верстату і крупних формоутворювальних елементів (коробки передачі і швидкостей, що несуть колони, столи і ін.). Основною якістю такої композиції буде контрастність - зіставлення простого і складного.

Композиція іншого верстата може не відрізнятися саме цією якістю її головним, організуючим початком, можливо, з'явиться ритм або метричний повтор яких-небудь зовнішніх конструктивних елементів. Найважливішою якістю такої композиції буде ритмічність.

Але є якості, обов'язкові для композиції будь-якого промислового виробу. Відсутність хоч би однієї з них може привести до істотних порушень організації форми. Окрім вказаних вище якостей тектонічності і організованості об'ємно просторової структури, це пропорційність, масштабність, композиційна рівновага, єдність характеру форми всіх елементів, колористична і тональна єдність. Всі ці перераховані якості в сукупності забезпечують свого роду комплексну якість композиції - гармонічну цілісність форми.

Дві обов'язкові і важливі якості композиції - єдність стилю (особливо істотне, коли мова йде про комплексне проектування навколишнього

середовища) і образність форми. Їх виділення з ряду інших якостей обумовлене тим, що стильова єдність не забезпечується звичайними, класичними засобами композиції (пропорціями або ритмом, контрастом, нюансом і тому подібне), його досягнення залежить від уміння художника передати дух часу в самій зовнішності речі (виробу).

Закономірності і засоби композиції. Необхідні якості композиції забезпечуються в процесі художньо-конструкторської розробки проекту відповідними композиційними засобами.

Як система ряду супідрядності композиція виникає лише за наявності особливих зв'язків між всіма частинами створюваного цілого. Ці зв'язки засновані на закономірностях в одних випадках загального характеру, без дотримання яких композиція взагалі не може існувати, в інших - на більш приватних, що розповсюджуються лише на певні форми.

Для композиції багатьох станків і приладів, наприклад структури механізму з лаконічними закрученими об'ємами. Загальною закономірністю композиції таких об'єктів є значно велика активність, а отже, і дія на нас самої технічної структури, насиченої глибокими падаючими і власними тіннями, суміжними зі світлом.

Спрощена ж геометрія форм закритих об'ємів, організованих спокійними поверхнями, не така активна в композиції, оскільки не дає великої кількості візуальної інформації, пов'язаної із сприйняттям складної структури виробу, дозволяє правильно використовувати в роботі над нею такий могутній засіб композиції, як контраст між складною структурою і лаконічним об'ємом.

Особливо велика роль закономірностей, пов'язаних з пропорціями. Відомо, яке значення для гармонії форми має чітка система розмірних відносин, покладена в основу верстата, приладу, будь-якого іншого об'єкту художнього конструювання.

Для інших виробів особливо негативними виявляються випадкові порушення закономірностей метричного повтору або мимовільне збиття ритму. Це інший раз настільки сильно відбивається на формі, що повністю деформує предмет.

Важко перерахувати всі закономірності композиції із-за незвичайного багатообразного їх прояву.

Гармонія форми в техніці досягається особливими засобами. У дизайні, як і в архітектурі, вони називаються засобами композиції. Це пропорції, масштаб, контраст, нюанс, ритм, метричні повтори, характер форми. Скільки коштує група засобів композиції, заснованих на використанні кольору і тону, фактури і текстури матеріалу, а також пластика, яка безпосередньо пов'язана зі світлотіньовою структурою форми.

Зарахування пластики в розряд ведучої композиції може показатися не дуже обгрунтованим. Адже пластика повинна бути швидше віднесена до якості форми (ми говоримо: "Ця форма пластична, а та - недостатньо пластична"). Але, одночасно пластика, а точніше, пластична розробка форми є активним засобом в руках професіонала.

Аналізуючи композицію чудово сконструйованого верстата, що володіє такою ж досконалою, як і його конструкція, формою, ми помічаємо, що верстат наділений багатьма якостями :

— метрично або що ритмічно повторюються і раціонально скомпоновані, а не випадково розкидані елементи управління не тільки зручні в експлуатації, але і виразні;

— форма його має своєрідну пластику, індивідуальний характер і т. д.

Як же все це досягається?

Пропорційність є результатом пропорційності цілого і всіх його частин. Масштабність досягнута умілим опрацюванням всіх елементів форми людиною, оскільки, тільки людину можна вважати мірилом, що задає речам вірний масштаб. Пластичність, така важлива якість композиції, пов'язана з організацією рельєфу поверхні і світлотіньової структури. У єдності характеру форми всіх частин виробу (а цього іноді так бракує багатьом предметам) виявилось уміння проектувальника точно виразити характер цілого в кожному з його елементів.

Колір і правильно знайдені тональні відтінки дозволили підсилити органічну єдність форми, добитися її цілісності.

Залежно від переважання тих або інших закономірностей на різних етапах композиційного пошуку вони роблять вплив на вибір конкретних засобів і на домінуюче значення одного із засобів композиції, а також на послідовність їх використання.

Невичерпним джерелом для дизайнера є гармонія і композиційна стрункість бджолиних вуликів, павутин з радіальними і концентричними лініями, а також доцільність і досконалість їхнього виконання. Наприклад, павутина лягла в основу мережива у народів ще в давнину [27].

Грація – це загальне визначення особливого виду краси, що виявляється в легкості, пластичності рухів і у добірності ферм у тварин, тобто сутнісний елемент естетичного враження від тваринного світу. Грація лева чи орла асоціюється з людськими представленнями про силу. Наскальні малюнки первісних художників зображували оленів, лосів і інших тварин гнучкими і граціозними. Первісні художники виражали цими малюнками власне представлення про красу. У них опосередковано відтворювалися спостережливість і спритність людини.

Ф. Шиллер у своїх судженнях по естетиці [28] відзначала: "Природа тварини виявляється в рухах, у його формах, причому ті й інші обмежуються масою... Ми відчуваємо красу скрізь, де маса цілком підлегла формі і живим силам... Маса коня, як відомо, незрівнянно більше маси хитавиці: проте хитавиця важка, а кінь легкий тільки тому, що в обох відношення живих сил до маси зовсім різне. Там матерія панує над силою, тут сила панує над матерією". Ці міркування допомагають вірно судити про одну з істотних ознак краси тварини: про зв'язок його маси і руху.

Просторова структура багатьох виробів побуту - похідна емпіричного вивчення логіки побудови природних форм: раковини, шкарлупи горіха, яйця,

бджолиних стільників. Власне кажучи та ж логіка просторової структури і форми використовується і у час науково-технічного прогресу. Вона є основою формоутворення автомобілів, кораблів, підводних човнів, літаків, тонкі стінки яких, мають високу міцність і легкість, завдяки властивій їм просторовій твердості.

Тектоніка. Тектонікою називають віддзеркалення у формі виробу роботи його конструкції і організації матеріалу.

Поняття "тектоніка" нерозривно зв'язує дві найважливіші характеристики промислового виробу - його конструктивна основа і форма у всіх її складних проявів (пропорціях, методичних повторях, характері і так далі). Під конструктивною основою при цьому розуміють роботу частини конструкції, що несе, характер розподілу головних зусиль, співвідношення мас, організацію конструкційних матеріалів і тому подібне. Форма повинна чітко відображати всі ці особливості конструктивної основи.

Деколи буває важко зрозуміти, чому так не подобається форма, не дивлячись на всю її зовнішню оригінальність. У багатьох випадках причиною цього являється саме порушення тектонічного характеру. На мал. 2.17-2.19 [61] показані приклади як тектонічних, так і нетектонічних (тобто помилкових в композиційному відношенні) вирішень форми.

На мал. 2.17а зображений телевізор де підкреслено асиметричні форми з незвичайним їх розділенням на корпус і екран. У структурі споживчого асортименту подібні моделі рідкісні, але в устаткуванні виробничих приладових комплексів аналогічні рішення достатньо поширені. Спробу відходу від традиційних форм можна було б виправдати, коли б не явне порушення всієї тектонічної основи. Масивна пластикова маска з екраном вторглася в легкі, ажурні грати корпусу 2.17б і в. Розрізати такий дерев'яний корпус, до того ж з кута - далеке не краще конструктивне рішення : дерев'яна конструкція для цього явно не пристосована. Можливий варіант композиційного рішення із збереженням тектонічності виробу, але це вже цілком пластиковий корпус.

У даній ситуації можна вести пошук різними шляхами, проте багато що залежить від матеріалу корпусу (дерево, пластик і ін.) і технології його виготовлення.

Композиційна ідея (прийом композиції) може залишитися такою, як у моделі телевізора 2.17г, де екран виділений із загальної форми, але тільки зроблено це повинно бути тектонічно.

Якщо це єдина пластикова форма, як у моделі телевізора 2.17г, то потрібно цікаво "зав'язати" її форми ребрами жорсткості. У моделі 2.17д форма явно говорить про дерев'яну конструкцію, але і вона нетектонічна - таке з'єднання конструктивно нелогічне.

Зрозуміло, технологічно зв'язати подібний корпус можливо, але слабкості тектоніки будуть очевидні. Немає сенсу штучно ускладнювати дерев'яний корпус, можна знайти кошти підсилити виразність в межах логічної тектонічної

системи, як показано на моделі 2.17е, яка може широко варіюватися в обробці і декоративних матеріалах.

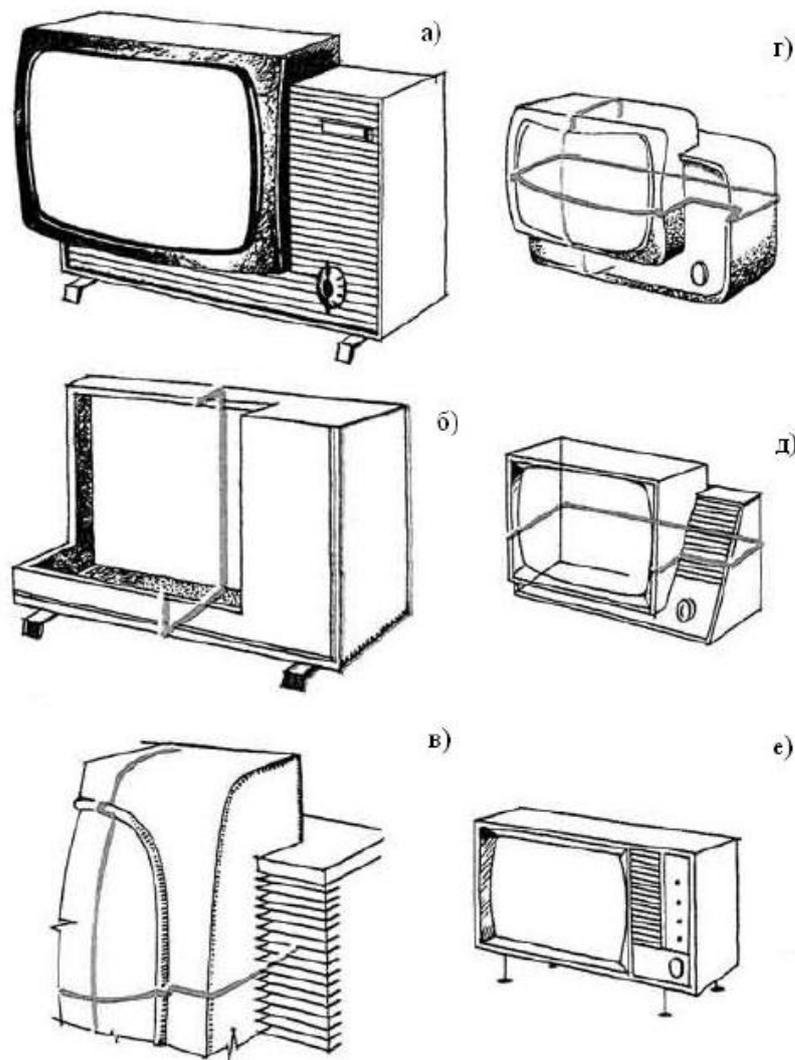


Рис.2.17 – Форми телевізорів

На рис. 2.18 зображено два варіанти вирішення підставки для настільної обчислювальної машини. Перша чисто візуальна інформація говорить про явну привабливість цієї форми. Це пов'язано з тектонічністю даного виробу. Можна відзначити легкість і в той же час міцність конструкції, в якій зумовлені взаємозв'язки всіх елементів.

Правильна тектонічна основа важлива для промислових виробів різного призначення і будь-яких розмірів.

Звичайно, у важких конструкціях з великими навантаженнями, робота сил виявляється особливо наглядно і могутньою, оскільки тут вступають в дію і власна вага, і динамічні навантаження, що виникають в процесі роботи. Але тектонічними повинні бути і малі форми. Мініатюрний транзисторний радіоприймач, так само як і могутній екскаватор, не буде композиційно цілісним, якщо не виявлена тектоніка, тобто порушені зв'язки "конструкція -

матеріал - форма". Збірна конструкція або монолітна, легка і тонкостінна або важка і масивна, що несе цей елемент або ненавантажений, виникають в даному місці напруги в матеріалі або не виникають - на всі ці питання форми, що вдягнулася в матеріал, повинна відповісти ясно і недвозначно. Образно кажучи, тектоніка - це щирість форми відносно конструкції і матеріалу.



Рис. 2.18 – Підставка для ноутбука

На рис. 2.19а зображено могутній самоскид. Тектоніка тут виражена перш за все ребрами жорсткості вантажної платформи самоскида. Проте вона набагато гостріше сприймається у варіантах з композиційно виділеним козирком над кабіною водія, а не при його візуальному об'єднанні з кузовом під одну горизонталь. Сам козирок в будь-якій з композиційних схем рис. 2.19б-г є тектонічно виразним, активним елементом. У тектонічному контрасті є конструктивно інший, легкою кабіною водія виявляється своєрідність композиції цієї машини.

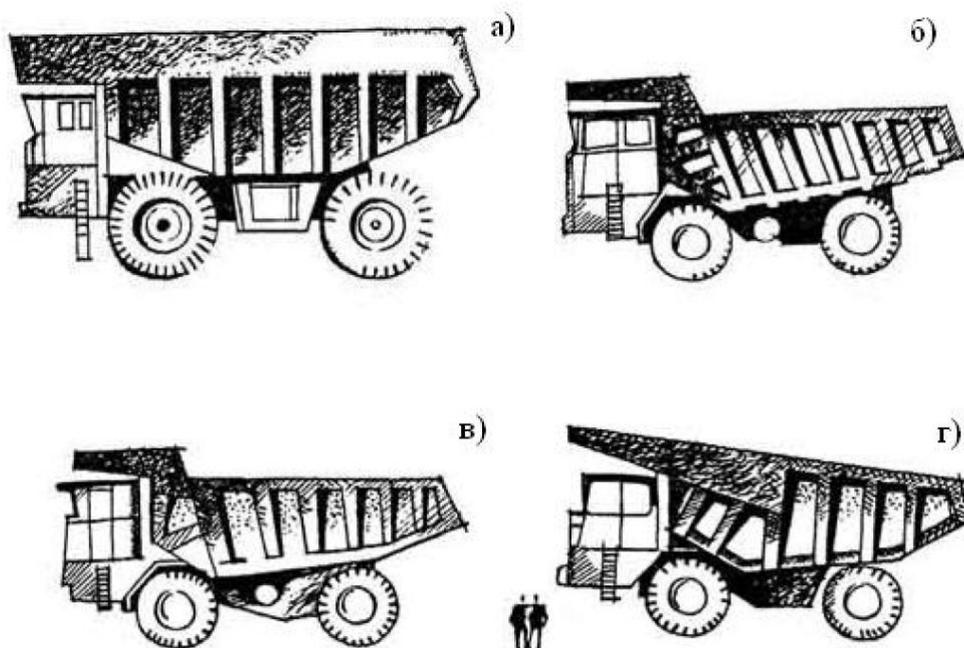


Рис.2.19. Приклади тектонічної та нетектонічної форми самоскиду

Для об'єктів техніки подібного роду адекватне віддзеркалення у формі роботи сил слугує запорукою дизайнерського і інженерного успіху. Причому тут дуже важливо знайти композиційний прийом, що дозволяє підкреслити образність машини.

Відзначимо, що важкий самоскид - цікавий об'єкт для роботи над художніми характеристиками цієї машини, і тим образливіше упустити можливість у вирішенні образу, які надає сама конструкція. Тому нерационально не використовувати динамічність силуету в розробці такої форми. У моделі 1 силует не виражено - верх машини вирішений під одну горизонталь, а з цим втрачена і можливість підкреслити незвичність тектоніки і образу самоскида. Зрозуміло, тут важливо не увійти до суперечності з принципами роботи конструкції, що на жаль, ще буває в дизайнерських розробках.

У одній з розробок могутній грейдер з характерним для нього дугоподібним шарніром вгорі отримав замість цієї круто зігнутої і напруженої дуги П-подібний розподільник зусиль. Така форма виробу - досконалий абсурд з погляду конструкції: машина просто не змогла б працювати, про що і сигналізувало нам порушення тектоніки.

У таких областях художнього конструювання, як сільськогосподарська техніка, де у машин багато взаємодіючих елементів з листової сталі, особливо істотне вирішення ділянок їх з'єднання один з одним або з каркасом, що несе. Іншого разу такі з'єднання виявляються випадковими і нетехнологічними (одна деталь не обумовлює положення іншої), і тоді окремі ділянки машини мають неохайний вигляд.

Капот над двигуном по вільно звисаючому краю деколи майже не завальцьований, не має чіткого і жорсткого відгину, а місцями взагалі залишається без відбортовок. Це знову-таки нетектонічне рішення, яке в процесі експлуатації машини обертається тим, що її облицювання швидко деформується.

Важлива, не тільки чіткість у відбортовках. Неохайність форми машини і її антитектонічність у ряді випадків пов'язані з невизначеністю у взаємодії сусідніх елементів, що особливо виконуються з листового металу.

По сучасних вимогах взаємодії сусідніх елементів у виробі повинно визначатися заданими "посадочними" місцями і не повинно залежати від довільних способів збирання. Кожен елемент в загальній конструктивній системі повинен бути пов'язаний з іншим єдино можливим (заданим) чином, щоб виключити їх довільний зсув.

Аналіз кращих зразків виробів в будь-якій області техніки показує, яке величезне значення сьогодні надається цьому технологічному правилу. Одним з принципів формоутворення є жорстке визначення конструкції взаємозв'язку всіх елементів. Тому рационально спроектований виріб є чіткою системою, в якій нічого не можна довільно змінити.

Все це відноситься, здавалося б, до області технології. Насправді, принцип системності має безпосереднє відношення до дизайну, більш того, він багато в чому зумовлює принципи формоутворення об'єктів техніки.

Форма сучасного виробу повинна візуально інформувати про чіткий взаємозв'язок всіх його елементів. Вона повинна розкривати навіть характер цих зв'язків:

як зєднані один з одним окремі елементи;

як оброблені стики в мостах контактів;

як взаємодіють елементи за допомогою яких-небудь входжень (поглиблень, приливів, виступів однієї частини по відношенню до іншої) або накладень;

які конструктивні особливості таких накладень і тому подібне.

У всій цій дизайнерській грі відбивається художній початок сучасного формоутворення. Обіграйте, підкресліть, виявите всіма засобами композиції особливості конструкції, і ви відчуєте, з чого формується, як виникає образ сучасного промислового виробу.

Отже, про які б об'єкти техніки не йшла мова, тектоніка може трактуватися як наочно віддзеркалення у формі виробу роботи конструкції і організації матеріалу. Саме через значущість тектоніки вона і виступає як основна, найважливіша категорія композиції.

Об'ємно-просторова структура. Тектоніка дає уявлення про характер роботи конструкції і матеріалу, певним чином виражених в конкретній формі. Другою не менш важливою категорією композиції є об'ємно-просторова структура виробу. Будь-яка форма так чи інакше взаємодіє з простором.

Таким чином, як би не була побудована форма, двома основними компонентами її структури слугує об'єм і простір.

Звичайно, само поняття "Об'ємно-просторова структура" умовно застосоване до будь-якої форми. Гладко обкатаний морем камінь - це форма, але просторово, суворо кажучи, не структура; бджолині соти - найбільш характерний приклад закономірно побудованої об'ємно-просторової структури, а в прозорій сітці, витканій павуком, матеріалу вже так мало, що про об'ємно-просторову структуру можна говорити лише умовно.

За ознакою об'ємно-просторової будови промислового виробу можна умовно підрозділити на три великі групи :

1. відносно просто організовані моноблочні структури з прихованим механізмом, розміщеним в корпусі;

2. відкриті технічні структури механізмів, що діють, або конструкцій, що несуть;

3. об'ємно-просторові структури, що поєднують в собі елементи першої і другої груп.

Закономірності будови форми і об'ємно-просторова структура. Куля, куб, піраміда, циліндр найпростіше взаємодіють з простором. По видимій нами частині і в будь-якому ракурсі ми добре уявляємо собі форму в цілому. Просторові комбінації простих об'ємів при відносно невеликій їх кількості і

ясних взаєминах також наочно легко розшифровуються. Проте при наростанні кількості елементів, ускладненні зв'язків між ними ускладнюється і об'ємно-просторова структура, і лише використана в її основі закономірність зв'язків і відносин всіх елементів (принцип будови об'ємно-просторової структури) дає нам єдине уявлення про багатоелементну форму.

Аналіз показує, що легкість сприйняття будь-якого конструйованого об'єкту (виробу) багато в чому залежить саме від того, наскільки закономірно розвивається його композиція. Якщо, звертаючись до форми виробу, ми можемо як би уявити, умовно добудувати все те, чого не бачимо, то це одна з важливих ознак добре організованої об'ємно-просторової структури. Адже гармонійна форма, наскільки б складною вона не була, є не випадковим поєднанням об'ємів, а підкоряється визначеному принципу.

Якщо ж при сприйнятті форми не ясний принцип її будови, закономірності її розвитку в просторі, то це перший сигнал про відсутність гармонії.

Чим складніше об'ємно-просторова структура промислового виробу, тим більше значень для досягнення гармонії набуває послідовний розвиток принципу, покладений в основу її будови.

Причиною низького естетичного рівня ряду машин є саме хаотичність їх об'ємно-просторової будови.

На рис. 2.20 зображена швейна машинка 1853 р. - характерний для минулого століття приклад відношення до форми машини, яка вважалася красивою, якщо була багато декорована. Проте нас цікавить не стиль часу як такий, а відношення, що визначалося ним, "об'єм - простір". Тут виявляється два типи зв'язків оконтуреного простору внизу і багатого складного декоративного литого орнаменту вгорі, причому роль своєрідного центру композиції грає саме ця прикраса. Верхня (зовнішня) частина контура активніша за нижній отвір завдяки глибоким і складним заходам простору в об'єм по всій верхній пластично насиченій частині форми. На малюнку виділена жирною лінією межа матеріалу і простору. Ця просторова матриця досить складно взаємодіє з формою, але зовнішній контур верхньої зони і особливо його деталь, ще більш декоративно химерні, ніж нижній контур. Якщо ж говорити про кількість і ступінь складності всієї отримуваної візуальної інформації, то її відображає саме характер відношення "об'єм - простір". Це пластично багата і складна форма.

У сучасної машинки (рис. 2.21) зв'язок між об'ємом і простором носить принципово інший характер. Гострота цієї цікавої форми зовсім в іншому - перш за все в майстерно знайдених контурах, особливо внутрішньому, домінуючому в композиції. Зовнішній контур, навпаки, спокійний і нейтральний. Саме на контрасті цих відносин і будується композиція. Велике значення має також довга консоль столу машинки: адже лінія контура отвору починається внизу, за кінцем консолі, і немов з розгону влітає всередину.

Контраст темних деталей і світлого фону також грає чималу роль. Передній лобик, що круто уперся в простір, наочно зупиняє активний рух

внутрішнього контура. Тут форма явно обтічна і внутрішній контур, лише слизнувши по нижній робочій зоні, знаходить продовження як би зовні.



Рис.2.20 – Одна з перших швейних машинок Singer



Рис.2.21 – Сучасна швейна машинка Singer

Це відбувається зовсім не так, як у старій машинки, де нижня і верхня частини корпусу перервані вертикально робочої головки. Активний скіс на ділянці і далі вниз скоординований з лінією нижньої консолі по точках. У точці сходяться ці дві похилі лінії. Вся контурна лінія нижньої частини по точках – це

пружна і енергична локальна формоутворювальна. Характер таких ліній, їх просторову енергію особливо відчуваєш, якщо починаєш вибудовувати їх по точках. Ця пружність контурів будь-якої частини форми, створює особливий емоціональний фон сприйняття багатьох сучасних машин і приладів.

Розглянуті машинки відносяться до різних епох, це виразно виражено в їх стильових рисах, що знаходить яскравий прояв і в принципово несхожих зв'язках об'єму і простору.

Таким чином, кожна з об'ємно-просторових структур має свої характеристики, відповідно до яких слід розвивати форму, підтримуючи або підсилюючи ті або інші важливі її особливості і розвиваючи загальну закономірність будови форми. Реальний верстат, машина, прилад - це всякий раз конкретна об'ємно-просторова структура, і, працюючи над композицією, особливо важливо розвивати ті особливості форми, слідувати тим закономірностям, які об'єктивно пов'язані з чинниками, що визначають дану об'ємно-просторову структуру. Причому для різних структур ці фактори виявляються специфічними властивостями кожної конкретної об'ємно-просторової структури.

Отже, працюючи над композицією конкретного промислового виробу, потрібно в певний момент побачити його абстраговану від функції - як якусь об'ємно-просторову структуру.

2.5. Колористика

Академік І.І.Артаболевський підкреслював, що при оформленні машин «кожна лінія, кожен штрих, кольорова пляма повинні нести змістовне навантаження, бути суворо продумані, лаконічні, продиктовані доцільністю».

У природі немає жодного предмету без кольору. Поняття кольору та його сприйняття дуже складні по суті колористика (кольорознавство) охоплює питання, що пов'язані з фізикою, фізіологією, психологією, світлотехнікою, медициною, технікою та мистецтвом.

Колір – це властивість матеріальних об'єктів викликати певні зорові відчуття у відповідності до спектрального складу та інтенсивності відбитого або випромінюваного світла.

Людським оком сприймаються світлові коливання з довжиною хвилі від 380 до 760 Нм, 1 Нанометр = 10^{-9} м.

Світлові хвилі відрізняються амплітудою коливань та довжиною хвилі. Кожен спектральний колір можна характеризувати відповідною йому довжиною хвилі.

Послідовність кольорів спектру: червоний – жовтогарячий – жовтий – зелений – блакитний – синій – фіалковий (бузковий).

Деякі особливості кольору та світла.

Частина світлового потоку, досягаючи поверхні фізичного тіла, відбивається, а частина поглинається і переходить в інші види енергії, звичайну – у теплову.

Існують два типи відбиття: дзеркальне та дифузне.

При дзеркальному – кут падіння дорівнює куту відбиття.

При дифузному – промінь відбивається в усіх напрямках.

Для відбитого світла коефіцієнти поглинання та відбиття змінюються в залежності від довжини хвилі, тобто коефіцієнт відбиття – функція довжини хвилі.

Усі кольори поділяються на дві групи:

ахроматичні (білі, чорні, сірі) - відрізняються світлотою. (поглинання – не залежить від довжини хвилі);

хроматичні (усі спектральні кольори) – людина сприймає близько 300 шт., (обиральне поглинання – коефіцієнт відбиття залежить від довжини хвилі).

Кожен хроматичний колір має три основні властивості:

тон,

яскравість (світлота),

насиченість.

Тон – основна відмітна властивість хроматичного кольору, завдяки якій одні кольори називаються червоними, інші – жовтими і т.д. Основний природний ряд кольорових тонів являє собою спектр.

Червоні, жовтогарячі, жовті кольори – називаються теплими.

Блакитні та сині – холодними.

Зелені та бузкові – проміжні між ними.

Яскравість (світлота) – якість хроматичних кольорів, яка дозволяє називати одні кольори світлими, яскравими, а інші – темними та похмурими. Яскравість є і у хроматичних і ахроматичних кольорів. Це основна і загальна властивість усіх кольорів.

Насиченістю певним кольоровим тоном є ступінь відміни цього кольору від ахроматичного, рівного йому за яскравістю. Насиченість визначає ступінь наближення даного кольору до спектрального. Її визначають у відсотках, де 100% - насиченість спектрального кольору, а 0% - білий чи інший ахроматичний колір.

Спектральні кольори мають насиченість 100% (1), ахроматичні – рівну 0.

Приклад: Якщо зелений колір має тон, рівний 530Нм, має насиченість $P=0,7=70\%$, то це означає, що даний колір складається на 70% зі спектрального кольору із довжиною хвилі 530Нм та 30% білого кольору.

Тон, яскравість та насиченість – це параметри, що точно визначають кожен колір.

На їх основі будують світлове тіло у вигляді кольорового атласу (Мансела – США, Оствальда – Німеччина та інших).

Схема побудови світлового тіла:

Вона відображує визначення кольору трьома незалежними змінними.

Кількість еталонів кольорів за цією схемою *може бути різною*, особливо, з розвитком цифрових технологій але не доцільно > 300 .

В дизайні змішування кольорів використовують досить часто.

Основні закономірності змішування формулюють так:

1-й закон: для кожного хроматичного кольору можна знайти інший хроматичний, який при змішуванні в певній пропорції з першим дає ахроматичний колір.

У такій парі хроматичних кольорів один відносно другого називається додатковим (до жовтогарячих – блакитні, до жовтих - сині)

2-й закон: змішування 2-х недодаткових хроматичних кольорів різних кольорових тонів дає завжди новий кольоровий тон, що лежить у кольоровому колі між кольоровими тонами змішуваних кольорів.

(червоний+жовтий=жовтогарячий, червоний+синій=бузковий).

З будь-яких трьох кольорів, що розміщені рівномірно на кольоровому колі, можна отримати, змішуючи їх у певних пропорціях, усі можливі кольорові тони.

3-й закон: результат змішування залежить від змішуваних кольорів, але не від складу світлових потоків, що викликають ці кольори.

Тобто можна замінити спектральний жовтогарячий сумішшю червоного та жовтого і колір остаточної суміші не зміниться. Результат змішування 3-х і більше кольорів той же, як і при їх змішуванні парами і потім разом.

Цей вид змішування називають додатним (адитивним).

Інше явище має місце при змішуванні кольорів скла, встановленого одного за іншим. Це приклад від'ємного змішування (субтрактивного).

Наука про зміну кольорів – колориметрія. Змішування проводять на колориметрі. Це дозволяє видобути будь-який колір через основні кольори (трьохкольорова колориметрія).

Важливе для дизайну поняття контрастів:

Кольоровий (хроматичний) контраст – зміна сприйняття кольору внаслідок сусідства його з іншими кольорами.

Світловий (пов'язаний з яскравістю) контраст – зміна яскравості кольору під дією сусідніх кольорів.

Закономірності з цього:

1- на світлому фоні будь-який більш темний колір темнішає, а на темному фоні світлий – світлішає.

2- колір, оточений хроматичним фоном, змінюється в сторону додаткового до кольору фону.

3- кожен колір, на фоні свого додаткового, виграє у насиченості.

4- кожен колір, на фоні однакового з ним кольорового фону, але більшої насиченості, втрачає насиченість (сіріє).

5- ефект хроматичного контрасту підсилений тоді, коли відсутній світловий контраст, тобто коли фон і колір однакові за яскравістю.

6- контрастні дії тим відчутніші, чим менша площа об'єкта у порівнянні з площею фону.

Кольоровий та світловий контрасти застосовують у машинах для виділення деталей та органів керування ними.

Світловий контраст – це відношення різниці яскравостей до більшої з них: при $r_1 > r_2$

$K_r = (r_1 - r_2) / r_1$, де r_1, r_2 – коефіцієнти яскравості двох п'ятен (предметів).

Коефіцієнти яскравості вимірюють за допомогою ахроматичної шкали в діапазоні від 1 до 0.

Світлові контрасти поділяються на 3 групи:

мало помітні ($K_r = 0 \dots 0,2$);

нормально-контрасні ($K_r = 0,2 \dots 0,5$);

сильно контрасні ($K_r = 0,5 \dots 0,7$).

Людина отримує до 90% інформації через органи зору – очі. Око адаптується до освітлення. Найсприятливіша освітленість оточуючої дійсності для людини складає 150...200 Лк (люксів). При переведенні погляду з темної поверхні на світлу і навпаки для адаптації ока необхідно 5...10 сек. Звідси – необхідність відповідних вимог до оточуючих предметів, вибору кольору обладнання, застосування контрастів.

Існують правила до вибору яскравості (світлоти) кольору у виробничих інтер'єрах, кабінах с.-г. машин тощо:

1- якщо робоча поверхня темна (0,07), то інтер'єр повинен мати близький колір.

2- якщо робоча поверхня має середню яскравість (0,07...0,35), колір має бути дещо світлішим робочої поверхні.

3- якщо робоча поверхня світліша за 0,35, найкращим є білий колір.

Якщо між робочою поверхнею та інтер'єром значна різниця у яскравості, людина втрачає чутливість зору, світ сіріє.

Людина стомлюється найшвидше від бузкового і червоного кольорів, найменше – від зеленого.

При сприйнятті кольору око відчуває його різні властивості та асоціації. Існують „легкі” та „важкі” кольори, що залежить від яскравості. Чим темніше колір, тим він „важчий”.

На технічних засобах „важкі” кольори розміщують ближче до землі, а „легкі” – зверху.

Вплив кольорів на людину:

Червоний- збуджуючий, гарячий, енергійний та життєрадісний. Має найдовшу хвилю, стимулює мозок, викликає емоційні реакції, сприяє збільшенню мускульного навантаження, підвищує тиск крові і ритм дихання, сильно впливає на настрій людини.

Жовтогарячий – яскравий, викликає радість, у різних випадках заспокоює або подразнює, сприяє покращенню травлення і прискорює рух крові.

Жовтий – стимулює зір, мозок та нервову систему, заспокоює, створює веселість, сприяє спілкуванню.

Зелений – колір природи, спокою, свіжості, заспокоює нервову систему. Сприяє зниженню тиску крові за рахунок розширення капілярів.

Блакитний – світлий, свіжий та прозорий. Діє схоже на зелений. Полегшує важкі стани краще, ніж попередній.

Бузковий – пишний та витончений, позитивно діє на серце та легені, збільшує їх витривалість. Колір стомленості та смутку.

Коричневий – теплий, створює спокійний настрій, відображає міцність та стійкість предметів.

Сірий – холодний, діловий та смутний. Викликає апатію. Вироби з сірим відтінком – пригнічує психіку.

Білий – легкий, холодний та благородний (але не у великих кількостях). Символ чистоти, добре поєднується з іншими кольорами.

Чорний – похмурий, важкий, різко знижує настрій. Дуже привабливий, у невеликих кількостях для контрасту.

Довгохвильова частина спектру – діє стимулююче, короткохвильова – заспокійливо, навіть гнітюче.

Розрізняють гармонічні та негармонічні кольорові поєднання.

Оствальд (Німеччина) вважав гармонічними прості комбінації додаткових кольорів у кольоровому колі (червоний – зелений; червоний – жовтий і т.д.).

Важливим показником гармонії є домінуючий колір – основний у композиції.

Висновки щодо гармонії кольорів у кольоровій композиції:

1. Найкращі сполучення дають кольори в межах великих та малих інтервалів на кольоровому колі, гірші – в межах середніх інтервалів.

2. Малі інтервали сприймаються як відтінки одного кольору, а не як поєднання кольорів.

3. При сполученні кольорів необхідно брати однакові співвідношення яскравості.

4. Більш інтенсивні кольори при поєднанні з менш інтенсивними (насиченими) слід підбирати у менших кількостях.

5. Хроматичні кольори можливо поєднувати з ахроматичними; при цьому теплі кольори – сполучати з темними, а холодні – зі світлими.

Правильний підбір кольорів впливає на здоров'я людей.

Колір в с.-г. машинах обирають з урахуванням:

- функціонального призначення виробу;
- функціонально-конструкторської структури машини;
- особливостей композиції форми машини;
- умов середовища, де машина використовується.

За призначенням виробу можна класифікувати 3-ма групами:

- виробниче обладнання (в тому числі апарати контролю та керування технологічними процесами);

- засоби мобільні (транспортні);
- предмети культурно-побутового призначення.

Колір сприяє визначенню сфери застосування машин та їх експлуатаційної специфіки (розкидачі мінеральних та органічних добрив).

Він обумовлений вимогами безпеки, помітності, легкості знаходження на різних кольорових фонах (комбайн на полі).

Колір фону досить часто роблять контрастним до кольору деталі (двигун під капотом - різні).

Є вироби (машини) з відкритою структурою та закритою.

На станку (відкрита структура) виділяють зони: робочу, керування.

На пультах управління (закрита структура) колір відіграє візуальну роль – для розподілу окремих частин пульта за призначенням.

Машини, вирішені із застосуванням мінімуму кольорів, сприймаються у більш крупному масштабі.



Рис. 2.2 – Комбайн Case на полі

Важливим є правильне поєднання в машині дії кольору і світла, із урахуванням особливостей зміни кольорів при зміні освітлення, в умовах нічної та денної комфортності роботи.

Отже, колористика сприяє ефектності роботи с.-г. машин безпосередньо, а не лише вирішує естетичну функцію.

Колірна єдність досягається за допомогою точної розробленої колірної гамми, побудованої на поєднанні додаткових квітів (по колірному спектру), а така найважливіша якість композиції, як цілісність форми, вимагає цілеспрямованого використання всіх засобів композиції. В цьому випадку приватна властивість - колірна єдність - виступає вже як одна з обов'язкових умов цілісності форми.

Колір і поєднання кольорів

Іноді предмет (виріб) сприймається як колірна пляма, а вже потім як об'єм. Колір і колірні поєднання можуть бути дуже активними, а можуть бити і нейтральними, можуть насторожувати або розслабляти.

Сприйняття кольору якоюсь мірою суб'єктивне. В той же час, загалом, сприйняття кольору у різних людей схоже. У кольору є об'єктивні якості, їх потрібно знати, щоб аналізувати свої відчуття і користуватися кольором як засобом створення гармонійного наочного середовища.

Колір - це властивість матеріальних об'єктів, обумовлена їх здатністю вибірково відображати (пропускати) світлові хвилі певної довжини і приймається як певне зорове відчуття. Описується найменуванням (червоний, жовтий, синій і ін.) або характеристиками. Колір - найважливіша якість форми, образний засіб проектування, організації середовища, емоційно-психологічна мова форми. Колірне рішення часто є визначальним при оцінці рівня якості продукції. Колір особливо важливий для знакових аспектів проектування, оскільки з ним пов'язана безліч культурно-символічних сенсів [18].

Характеристики кольору - якісні і кількісні - поділяються на суб'єктивні - психологічні, тобто визначальні в процесі сприйняття, і об'єктивні - психометричні і психофізіологічні.

Психологічні характеристики кольору можна розділити на :

колірний тон - схожість з тим або іншим спектральним пурпурним кольором;

світлина кольору - велика або менша частка світла, що здається, відбиваного поверхнею даного кольору;

насиченість кольору - ступінь відмінності кольору від ахроматичного кольору тієї ж світлоти.

Чисті (хроматичні) кольори спектру можна розділити на теплі (червоний, оранжевий, жовтий) і холодні (фіолетовий, синій, блакитний). Жовто-зелені займають проміжне положення між двома групами. Чистими квітами практично майже не користуються, до них додають так названі ахроматичні тони (білий, сірий, чорний).

Колір впливає на наше сприйняття реального простору: кольори теплого спектру наближаються. Тому площини, забарвлені оранжевим або красним, наприклад, здаються нам ближче, ніж рівновіддалені площини блакитного кольору. Темні кольори роблять предмети (вироби) наглядно вагомими, масивніше, ніж світлі. Разом з тим теплі кольори зв'язуються з великою вагою, чим холодні. Забарвлення впливає на сприйняття величини: світла пляма на темному фоні здається більшою, ніж рівнозначна їй темна.

Дія кольору - поява у відповідь на колірне відчуття особливої реакції:

— психологічною - емоції, асоціації, культурна символіка;

— психофізіологічною - зміна душевного стану, концентрація або розсіювання уваги, поліпшення або погіршення умов бачення або розрізнення окремих елементів середовища або об'єкту (виробу), підвищення або зниження стомлюваності і іншого;

— фізіологічною - зміна перебігу фізіологічних процесів дихання, пульсу, стану нервової і мускульної систем.

Знання законів сприйняття особливо важливе для дизайнера, що проектує предметне оточення людини.

Але не завжди ту або іншу дію кольору можна пояснити чисто фізично або фізіологічно. Відношення до кольору пов'язане з культурною нормою.

Сприйняття кольору - психологічна і культурна оцінка колірних відчуттів залежить, з одного боку, від ступеня спрямованості і характеру освітленості, колірною сусідства, часу сприйняття (ранок, день, вечір) і ін., з іншої - від культурних традицій, що впливають на перевагу кольору, емоційну реакцію на нього [18].

Існує символіка кольору: чорний колір у європейців - колір трауру, тоді як у японців колір трауру - білий. Пригадаємо "білу гвардію", "блакитні берети", "чорні сорочки". Колір застосовується як код: червоним кольором відрізняють пожежні машини, голубим - повітропроводи, жовтим - газові труби і тому подібне. Зелені, жовті, червоні вогники світлофора знають буквально все [60].

Колір сприймається, як правило, у поєднанні з іншими суміжними кольорами. В результаті цього складається загальна сприймана людиною картина. "Колірна гармонія", "красивий колорит", "вдале поєднання кольорів" - вирази нам знайомі, і за ними криється приблизно однаковий зміст.

Відносини кольорів між собою можуть бути контрастними, а можуть бути і нюансними. Гармонізувати нюанси кольору порівняно легше, ніж контрастні, але це не означає, що вони завжди переважають.

Вибір кольору може бути і обумовленим. Існує поняття "функціональне забарвлення", тобто забарвлення, пов'язане з певною функцією, дією, засноване на об'єктивних властивостях кольору, з одного боку, і реальною ситуацією - з іншого.

Вибір кольору диктується різними міркуваннями - безпекою, легкістю розпізнавання і тому подібне.

Дорожня машина, наприклад, повинна бути обов'язково помітна здалеку.

Кран, що рухається цехом або задня частина колісної машини зазвичай помічають "зеброю" - червоно-білими, чорно-жовтими, біло-чорними смугами, що привертають увагу.

Використані в такій ситуації кольори називаються сигнальними, вони загострюють необхідну реакцію, сигналізують про можливу небезпеку.

За допомогою кольору вирішується і інше завдання - зниження нервової напруги. Для ослаблення зорової напруги у оператора, перед очима якого протягом декількох годин кнопки пульта, або токаря, який протягом цілої зміни бачить рухомі різці або фрези, користуються нейтральними тонами, уникаючи різких зіставлень і колірних контрастів. Перш ніж приступити до забарвлення, намічають схему розподілу кольору, а вже після цього підбирають самі кольори.

Машину можна всю пофарбувати одним кольором, а можна виділити одним кольором кабіну, другим - лицьові площини коліс, третім — інші частини машини.

Часто вибір кольору практично нічим не обумовлений і не обмежений. Підбір кольору - важке, а іноді і відповідальне завдання. Тут має значення і "смаковий" момент, особливо коли мова йде про життя. Для колористичного

вирішення важливе не тільки найменування кольору або ряду квітів, важлива і міра: який саме відтінок червоного - розбілений або з домішкою чорного, синьо-зеленого або синьо-фіолетового - поєднуватиметься з суміжним тоном.

Колір має ряд інших важливих функцій, наприклад, композиційну, емоційно-психологічну і навіть захисну (колір покриття, що захищає виріб від корозії). Колірне оформлення дизайнерських об'єктів асоціюється з природними колірними поєднаннями, хоча колір виробу не належить. Важливо також підкреслити принципово знаковий характер колірного рішення, а саме те, що воно є знаковою конструкцією з власним, незалежним від виробу комплексом значень. Відмінність кольору, використовуваного як знак, від іншого роду полягає в здатності приймати на себе безліч значень (тобто в його полісемантичності).

У вирішенні колористичної схеми важливо встановити чіткі асоціації складовими її кольорами і тим, що вони означають. Навіть невелика кількість колірних поєднань може передати досить значне коло асоціацій [42].

Колір може асоціюватися з такими поняттями, як радість, сум, траур, свято, ясність, грубість, загадковість, принциповість і багато іншого [43].

Колірною композицією (колористикою) дизайнер задає або відображає значення проєктованого об'єкту, його роль в розвитку культури. З поняттями виразності, змістовності, сенсу, значення, символіки, емоційно-психологічної дії зв'язана семантика кольору. У природі і культурі колір може викликати асоціації з осінню, навесні, напруженістю, раціональністю і т. д.

2.6. Матеріали конструкції

У виробках давніх майстрів органічно сполучалися утилітарна корисність і краса виробу, зв'язані з культурою народу, своєрідністю життя і звичаїв, що виявлялися в особливостях орнаменту, фактури, форми і кольору. Мистецтво створення художніх виробів займало не менш важливе місце в духовному житті людини, чим всі інші види мистецтва.

Починаючи виробництво зі знанням того, як воно повинне служити людині, з розумінням властивостей матеріалу, з якого вона виготовлялася [20]. З іншого боку, глечики, ковші, підноси, гирі, інструменти теслі, знаряддя праці хлібороба, чи рибалки, мисливця і зброю воїна - усі ці вироби виготовлялися з художнім задумом. Вивчаючи еволюцію народного мистецтва і ремесел, можна бачити, як зароджувалися художні початки в технічній творчості.

2.7. Основні принципи дизайнерської діяльності

Дизайн - це проєктна художньо-технічна діяльність по розробці промислових виробів з високими споживчими властивостями і естетичними якостями, по формуванню гармонійного навколишнього середовища живою, виробничою і соціально-культурною сфер [57, 58].

Об'єкт дизайну:

- промислові вироби (виробниче устаткування, побутова техніка, меблі, посуд, одяг і ін.);
- елементи і системи міського, виробничого і житлового середовища;
- візуальна інформація;
- функціонально-споживчі комплекси і ін.

Види дизайну :

- дизайн промислових виробів;
- дизайн середовища;
- графічний дизайн;
- дизайн соціально-культурної сфери і ін.

Мета проектування в дизайні - оптимізація функціональних процесів життєдіяльності людини, підвищення естетичного рівня виробів і їх комплексів.

Предметом проектування в дизайні є структура і якість форми навколишнього середовища в цілому і виробів як її елементів.

Дизайнер - фахівець, що працює у сфері дизайну і забезпечує високі споживчі і естетичні якості виробів і навколишнього середовища (у нашій країні термін "дизайн" вживається разом з терміном "художник-конструктор"). Визначаючи якості наочно-просторового середовища і, створюючи цілісний продукт через організацію, і гармонійне поєднання її елементів, дизайнер виявляє структурні і функціональні зв'язки, і формує їх на основі єдності художнього, наукового і технічного підходів.

Професійна підготовка дизайнерів здійснюється в спеціальних середніх і вищих навчальних закладах (факультетах, відділеннях), а також в процесі практичної роботи, причому готуються фахівці як широкого профілю, так і для певних галузей промисловості. Система підготовки дизайнерів залежить від місця дизайну в культурі країни, відображає умови виробництва і проектування.

У багатьох країнах існують творчі об'єднання дизайнерів (у СРСР Союз дизайнерів створений в 1987 р.), такі, що ведуть роботи по активізації творчих зв'язків, обміну досвідом, проведення виставок і вдосконаленню контактів професіоналів-дизайнерів з промисловістю.

При розробці художньо-конструкторського вирішення виробу на практиці зустрічається різний підхід до розділення професіональних завдань між інженером-конструктором (технологом) і дизайнером (художником-конструктором).

Якщо інженер-конструктор все робить сам, то/або він універсал (а отже, і дизайнер), або він вирішує ряд специфічних питань непрофесійно, кустарно (це зустрічається частіше).

Якщо інженер-конструктор керує процесом проектування, запрошує фахівця з "художньої частини", то дизайнер в цьому випадку неминуче виступає або як художник-прикладник, або як художник-оформлювач, що пригладжує і оформляє те, що йому пропонує інженер-конструктор в більшості випадків вже у формі, що склалася. Якщо навіть дизайнер і розбирається в

конструкції і технології, то все одно він фактично позбавлений права брати участь в компоновці виробу, що-небудь міняти в нім, бо вирішення всіх ключевих завдань, що визначають форму (технічних, технологічних, ергономічних) знаходиться в руках інженера-конструктора. По суті, і в цьому випадку інженер-конструктор проектує все сам, використовуючи художника-дизайнера лише як консультанта, пропозиції якого він може прийняти або не прийняти.

Оптимальним варіантом є такий розподіл праці, коли інженер-конструктор вирішує технічні і економічні завдання, а дизайнер забезпечує зручність експлуатації виробу, красу і цілісність його форми.

Дизайнер конструює всю сукупність зв'язків "людина - машина", "людина - предмет". Його помічниками виявляються при цьому фахівці з ергономіки, лікарі, соціологи.

Інженер-конструктор зосереджує свою увагу на конструктивних і технічних питаннях, працюючи в повній відповідності з тією підготовкою і довкола знань, які він має в своєму розпорядженні.

При проектуванні верстатів, приладів, машин провідну роль (відповідно до функціонально-технічного призначення виробу) виконує інженер-конструктор, а при розробці устаткування інтер'єрів, побутових виробів, одягу, тобто виробів, безпосередньо обслуговуючих людину, керує роботою дизайнер (художник-конструктор).

Разом з тим результати проектування машин, так і розробки виробів, обслуговуючих людину, знаходять віддзеркалення у вигляді художньо-конструкторських рішень виробів, що визначають їх зовнішній вигляд, тобто промислових зразків.

Щоб художньо-конструкторське рішення могло отримати патентну охорону як промисловий зразок, необхідно подати заявку на видачу патенту на промисловий зразок в патентне відомство. У роботі з підготовки заявки, зокрема в складанні описання промислового зразка, що включає перелік його істотних ознак, яке отримує необхідну інформацію від інженера-конструктора і дизайнера. Знання патентознавця основ дизайну, композиції, ергономіки може в тому зумовити успіх патентування.

В центрі уваги художнього конструювання (дизайну), направлено на створення зручних і красивих виробів завжди виявляється людина з його суспільними і індивідуальними потребами, утилітарними і духовними запитами.

Процес конструювання виробу включає етап аналізу проблеми і етап синтезу.

На етапі аналізу формулюється функція виробу, що задовольняє потреби споживача. Конструктор разом із споживачем складає перелік бажаних властивостей майбутнього виробу, до яких відносяться, наприклад, красивий зовнішній вигляд, легкість переміщення, безпека, довговічність і надійність. В процесі конструювання і створення виробу саме ці властивості визначатимуть вибір конструктивних рішень.

Далі слідує етап синтезу, тобто етап, на якому створюється конструкція виробу. Послідовно визначаються основні властивості, структура, форма, матеріал, розміри і поверхня. При цьому основні властивості є змінними параметрами, якими конструктор може маніпулювати, від цих властивостей залежать інші властивості виробу.

Необхідною умовою художнього осмислення об'єкту дизайну разом з асоціативністю мислення є добрий смак творця і споживача виробів, відповідний їх активному естетичному відношенню до дійсності, вірного сприйняття і розуміння краси. Смак - це умова, можливість естетичної думки і оцінки семантичного характеру форми. Естетична думка містить певну естетичну оцінку. Із всіх форм суспільної свідомості естетичне в своїх змістовно-ціннісних орієнтаціях і установах є найбільш широким. Естетична свідомість специфічно відображає різні сфери пізнання, весь плотський світ виробів і явищ.

Все більш актуальною в даний час стає проблема створення художніх моделей різноманітних соціальних ролей. Для моделювання образу соціальної ролі істотними можуть бути такі ознаки, як вік, соціокультурна роль людини в колективі, професія, регіон проживання, сімейний стан, національність, рівень доходів і ін., що піддаються художній інтерпретації.

Проаналізувавши художність форми об'єкту дизайну, можна виявити чотири роди асоціацій.

Перший рід асоціацій - з видимими предметами і явищами як природного, так і штучного походження.

Другий рід асоціацій - з невидимою суттю, абстрактними поняттями, ідеями. До цього роду асоціацій відносяться, наприклад, асоціації фізичні (вагові, температурні, просторові, гравітаційні, динамічні), емоційні, антропологічні (вікові, статеві, національні, етнічні і ін.).

Третій рід асоціацій - з складними соціально-культурними явищами, в які входять і зорові образи, і відвернуті поняття.

Четвертий рід асоціацій - безпосередньо плотський, минуючий навіть словесне відображення, що впливає на свідомість подібно до музики і сенс його не може бути переданий повністю якими-небудь іншими знаками - формами, словами і т. д. [26].

Просторові співвідношення і смислові зв'язки, вироби, що існують за межами, відтворює в дизайні композиційне рішення. Споживач включається в цей світ і в думках переходить межу, що відокремлює його простір від простору зображення. Подібний перехід може бути полегшений або утруднений і підкреслений умовностями пластичної мови.

Набуваючи рис цілісного навколишнього світу, знаковий простір вимагає від споживача подолання як смислового так і просторового бар'єрів. Асоціації існують у функціональній формі, володіють увагою і уявою. Синтез утилітарної функції і асоціацій - це і прихована боротьба і гармонія. Завдяки цьому асоціації грають свою самостійну роль, піднімають виріб над обмеженістю його практичного призначення і роблять його малою моделлю гармонійного цілого.

За допомогою відповідних композиційних прийомів створюються асоціації і визначаються їх соціально-культурна суть і смислова цінність для споживача.

Колірне рішення є образом не стільки виробу, скільки того світу, в якому воно функціонує.

2.8. Значення дизайнерського рішення і його захист

Людині необхідно освоїти художню мову мистецтва, щоб вважати себе гармонійно розвиненою, цілісною особою. Знання художньої мови розвиває художній смак, допомагає правильно оцінювати переваги і недоліки художніх творів, розвиває правильність понять, поглядів і думок в області мистецтва. Художнє мислення дозволяє виховати універсальну здатність сприйняття світу через науку, працю, побут, а також здібність до фантазії і уяви. Саме мистецтво сприймається як здатність бачити так, як бачить художник.

Фантазія і уява - це творчий дар, який однаковою мірою властивий і науковій, і художній творчості у тому числі, і мистецтву дизайну. Мистецтво дизайну, виховуючи дар художнього бачення сприяє розвитку одночасно уяви і мишлення.

Не дивлячись на те, що в дизайні є на відміну від інших мистецтв, обмежуючі бар'єри для художнього виразу пов'язані з утилітарністю, проте дизайн цілком здатний нести художній смисл.

Художня форма виробу дизайнера звернена до відчуття і фантазії споживача. Проте для непідготовленого до сприйняття художнього образу споживача всі прекрасні вироби немов покриті таємничим покривалом - прозорим, здавалося б, для погляду, але не проникаючим для думки. Зрозуміти прекрасне у виробах не просто.

Незрозумілість феномена краси посилюється парадоксальністю відношення до виробів. Часто вироби радують нас незрозуміло чим. Одяг, взуття радують нас іноді не стільки функціональним призначенням, скільки чимось даремним, але в той же час існує багато предметів і явищ природи, які самі по собі дуже красиві, але їх знаковий вираз в промислових виробах не викликає у споживача емоційного задоволення.

Наприклад, неістівні гриби самі по собі сприймаються красивими (яскравий мухомор), але вони не несуть сенсу виживання людини, тому їх знаковий вираз визиває негативну реакцію у споживача. Звідси витікає, що людина вважає річ красивою, якщо в ній є художній вираз життєстверджуючого початку. Людина інстинктивно відчула потребу в знаковому вираженні в промислових виробах життєвого початку, без якого припиняється все. Саме тут і лежить розгадка міфу прекрасного. Людина захоплюється саме тими виробами, в яких художньо переданий життєстверджуючий сенс природних явищ. У творах дизайну асоціативне, знакове вираження краси зорі або впливу зоряного неба, краси полів і лісів визиває у споживача насолоду і дозволяє йому самостверджуватися в природі продовженням якої він є.

У розвитку художнього мислення споживача головна сила дизайну полягає в художньо-образному трактуванні у виробі картини світу, яка будить творчу уяву. Мистецтво дизайну служить стимулом в роботі уяви, де споживач асоціативно завершує почате дизайном. "Не варто все висловлювати, це є таємниця цікавості", - говорив А.С. Пушкін. Дизайн навіть має перевагу в цьому відношенні перед реалістичним зображенням картини світу в мистецтві. Художній образ в творах дизайну загадковіший, ніж в реалістичному образотворчому мистецтві. Для розпізнавання цього художнього образу необхідні життєвий досвід, художнє виховання і знання мови семантики.

Твори дизайну здатні заражати енергією людей різних спеціальностей в їх творчій діяльності. Художньо-образне трактування форми, творча енергія дизайнера утілюють в створених ним виробі алгоритми творчого процесу. Дизайнер може художньо відобразити в своїх творах досягнення науки і техніки або яких-небудь видів мистецтва. Наприклад, існують такі поняття, як дизайн, ресурси, дизайн книги, дизайнерський стиль в ювелірному мистецтві і ін. Таким чином, дизайн здатний робити вплив на науку і техніку, мистецтво, літературу, архітектуру, музику і тому подібне, і вбирати їх в себе. Дизайн здатний впливати і на управлінські процеси де потрібна уява, здатність повному побачити звичайне, зв'язати далеко віддалені один від одного явища і процеси, подолати функціональну обмеженість. Дизайн допомагає бачити предметний світ образним. Навіть найсуворіша наука не може обійтися без образного мислення.

Впливаючи на духовний світ споживача, дизайн виступає засобом його всестороннього формування і розвитку, виховує потребу розуміти і відчувати художній сенс творів дизайну, і створювати художнє середовище навколо себе.

Основним нормативним актом, регулюючим суспільні відносини у сфері розробки, правової охорони і використання промислових зразків, був Цивільний кодекс РРФСР (у редакції Указу ПВС РРФСР від 24 лютого 1987 р.) [10], зокрема, розділ VI "Право на винахід, раціоналізаторську пропозицію і промисловий зразок". У ст. 523.1 (право на промисловий зразок) закріплювалися принципові норми, що стосуються форми охорони промислових зразків (свідоцтво, патент), зміст має рацію, порядку патентування промислових зразків, створених радянськими громадянами і передачі радянських промислових зразків за межу.

Конкретні питання, пов'язані з майновими, особистими немайновими правами і трудовими відносинами в області охорони промислових зразків, регламентувалися Положенням про промислові зразки, затверджені ухвалою Ради Міністрів СРСР від 8 червня 1981 р. № 539 і введеним в дію з 1 січня 1982 р. [11, с. 4] (далі - Положення 1981 р.).

У розвиток Положення 1981 р. були прийняті наступні нормативні акти:

“Вказівки по складанню і подачі заявки на промисловий зразок” [12, с.28];

“Інструкція про порядок розгляду заявок на промислові зразки” [11, с. 148];

“Положення про порядок преміювання за сприяння створенню і

використанню промислових зразків і порядок використання засобів, що виділяються для цієї мети” [11, с. 110];

“Тимчасова інструкція про порядок числення і виплати винагороди за промислові зразки” [11, с. 96];

“Вказівки про порядок патентування радянських винаходів, що регламентують порядок підготовки і подачі патентних заявок на промислові зразки, розроблені радянськими громадянами” [11, с. 120];

“Перелік виробів легкої промисловості, художньо-конструкторські вирішення яких підлягають правовій охороні як промислові зразки” [11, с. 92];

“Роз’яснення про порядок складання переліку використаних у виробництві винаходів і промислових зразків формою № 4-НТ (перелік)” [11, с. 114];

“Вказівка про правову охорону винаходів, промислових зразків і товарних знаків при здійсненні економічного і науково-технічного співробітництва СРСР із зарубіжними країнами” [11, с. 126];

“Інструкція про порядок видачі дубліката свідоцтва і патенту на промисловий зразок” [11, с. 142].

Право на промислові зразки охороняється за законодавством в більшості країн. Виняток становлять Албанія, Афганістан, Греція, Індонезія, Іран, Ісландія, Туреччина і деякі інші країни [13].

Промислові зразки охороняються національними законами, а також деякими міжнародними угодами: “Паризькою конвенцією по охороні промислової власності 1883 р.”, “Гаагською угодою про міжнародне депонування промислових зразків 1925 р.” і ін. Певне значення має і “Локарнська угода про устанovu Міжнародної класифікації промислових зразків 1968 р.” [14].

У більшості країн промислові зразки охороняються спеціальними законами: у Великобританії - Законом 1949 р., в Німеччині - Законом 1986 р., в Канаді - Законом 1970 р., в Японії - Законом 1975 р. [16].

У деяких країнах (Іспанія, Франція) розділ про промислові зразки входить в закон про промислову власність або патентний закон (США). У Італії і Японії, крім спеціальних законів відносно промислових зразків діють положення патентних законів, у Франції і Німеччині - положення законів про авторське право.

Проте у всіх країнах закони про промислові зразки схожі із законами про винаходи в частині правової процедури реєстрації зразка патентним відомством, підтримки і припинення охорони і тому подібне.

Норми, що відносяться до охорони промислових зразків, крім законів встановлюються актами виконавських органів - ухвалами про порядок реєстрації правилами по складанню заявок, ухвалами про розмір мит і тому подібне. Для охорони промислових зразків велике значення мають нормативні акти загального характеру: про правове положення іноземців, про представництво, про порядок вирішення суперечок, що стосуються промислової власності і тому подібне. У країнах англоамериканської судової системи рішення судів, охороноздатності, що стосуються порушення права на

зразок і тому подібне, також стають нормами, що має рацію і повинно враховуватися адміністративною і судовою практикою.

Особливості промислових зразків, питання, що стосуються їх правової охорони, досвіду роботи із створення і використання промислових зразків, міжнародних угод, судової практики і ін., знаходять віддзеркалення у відповідній спеціальній літературі (див. бібліографічні покажчики літератури по промислових зразках [16,17]).

Розділ 3. Основи ергономіки

3.1. Загальні питання

Ергономіка – це наука про пристосування знарядь і умов праці до людини. Термін ергономіка (від грецького *ergon* – робота, *nomos* - закон) був введений у Англії в 1949 році.

Одна з найважливіших задач ергономіки – взаємне погодження можливостей людини і техніки в рамках єдиної системи „людина – машина - середовище” з метою створення оптимальних умов для високопродуктивної і безпечної праці.

Розвиток техніки безумовно веде до зміни умов праці людини. Досвід створення нової техніки підтверджує, що без науково-обґрунтованого врахування вимог, що пред’являє до машини людський організм і його психофізична реакція, машина не може бути достатньо ефективною. Підвищення швидкості руху машини, збільшення кількості і ускладнення операцій, що одночасно виконуються в технологічному процесі, різко збільшують об’єм інформації за одиницю часу і скорочують норму часу на реакцію персоналу, який обслуговує цю машину. Наприклад, при роботі на тракторі Т150-К тракторист правою ногою керує швидкісним режимом двигуна і роботою гальмівної системи. При роботі двигуна на зупинці трактора або при виконанні технологічних операцій в полі на швидкості 8-12 км/год використовується ручний задатчик швидкісного режиму двигуна з допомогою якого встановлюється необхідний (оптимальний) режим, що дозволяє вивільнити ногу тракториста з процесу керування. Але це не рекомендується робити на транспорті або при русі заднім ходом. Відомі випадки, коли при цьому за необхідності включення гальмівної системи тракторист помилково натискав на педаль швидкісного режиму двигуна, що призводило до аварій і тяжких наслідків.

Тому, виходячи з умов техніки безпеки (про що свідчить наведений приклад), а також з економічної і технічної точки зору необхідно враховувати всі ергономічні вимоги ще на етапі конструювання нової машини.

Існує декілька підходів до ергономічного забезпечення машинобудування в залежності від співставлення ролі людини і машини. Найбільш притаманним і раціональним в дійсний час є рівнокомпонентний комплексний підхід, при якому людина і техніка розглядаються як рівноправні підсистеми з урахуванням особливостей середовища в якому система працює.

Науково-методичною основою і інструментом ергономічного забезпечення є *ергономічне проектування*, яке являється складовою частиною загального проектування і направлено на створення таких засобів, умов і процесів праці, які забезпечують підвищення його продуктивності при збереженні здоров’я і різнобічного розвитку особистості.

Предметом ергономічного проектування є процес, засоби і умови діяльності. Для проектування взаємодії людини з технічними засобами

необхідно визначити роль і місце людини в системі, ступінь механізації і автоматизації робочих процесів, тобто розподіл функцій між людиною і технікою; вирішити питання ієрархії, структурної і функціональної побудови системи і окремих робочих місць, тобто інформаційного забезпечення діяльності; врахувати особливості просторової компановки, організації, конструкції робочих місць, обладнання, інструменту, оснащення.

Ергономічне проектування, маючи свої особливості, підпорядковане загальним закономірностям і методам проектної діяльності, зокрема загальній схемі побудови етапів проектних робіт. Ергономічне забезпечення проектування включає три взаємопов'язаних і взаємообумовлених етапи: обґрунтування ергономічних вимог; реалізацію ергономічних вимог на стадії проектування; оцінку повноти і відповідності реалізації цих вимог.

Можна виділити три характерні відповідності між різними особливостями людини і якістю технічних засобів в процесі виконання відповідної роботи: антропометрична, психофізіологічна і естетична.

Антропометрична особливість характеризується правильно вибраними параметрами конструкції з точки зору анатомічних особливостей людського тіла – розмірів, маси, фізичної сили, можливостей рухів з врахуванням робочого положення і використання обладнання в експлуатації.

Антропометричні дані людей різних країн і континентів відрізняються між собою. Наприклад, середній зріст чоловіка в Японії складає 164 см, в країнах Європи – 173 см, а в США – 176 см. За даними досліджень [Вудсон У., Коновер Д. Справочник по инженерной психологии для инженеров и художников – конструкторов. – М. : Мир, 1968. – 518 с.] близько 95% населення однієї країни при використанні середніх антропометричних даних будуть забезпечені достатнім комфортом і лише 5% людей будуть відчувати деякі незручності.

Антропометричні розміри тісно пов'язані з функціональними можливостями людського тіла і визначають його моторику (рух кінцівок тіла). Слід відмітити наступні принципи комплексу рухів в процесі праці. Рухи повинні бути простими і ритмічними; кожен рух повинен закінчуватися в положенні, яке зручне для початку наступного руху руху; попередні і наступні рухи повинні бути плавно пов'язані; неперервні криволінійні рухи рук здійснюються швидше одиничних рухів з раптовою зміною напрямку; обертові рухи швидші ніж прямолінійні; горизонтальні рухи рук швидші і точніші ніж вертикальні. Динамічна робота рук проходить більш координовано в положенні стоячи, але якщо дозволяє технологія, то слід віддавати перевагу роботі сидячи. Раціональними є рухи в межах оптимальної зони – в межах робочого простору, що обмежений дугами, які описуються руками робочого (рис.3.1).

Моторика пов'язана з величиною зусиль, які необхідно прикласти для виконання операції. Середнє значення сили руки чоловіка становить 360 – 390 Н, кисті – 260 – 280 Н, великого пальця – 110 – 120 Н, нажиму ногою на педаль – до 2000 Н.

Підняття і переміщення вантажу до 6 кг вважається легким фізичним навантаженням, 6...15 кг – помірним, 15...30 – середнім, 30...50 – важким.

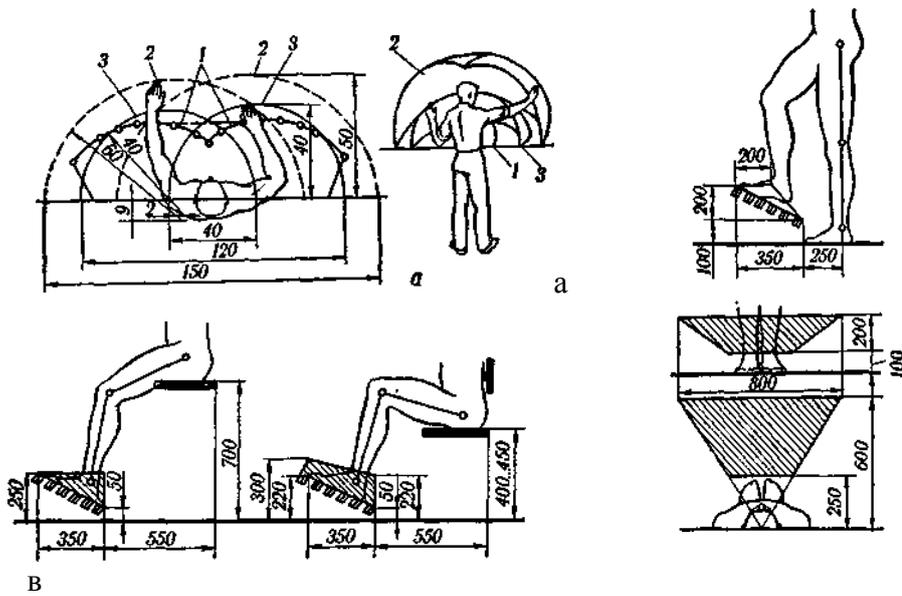


Рис. 3.1 – Робочі зони і розмірні співвідношення для рук і ніг:
 а – робочі зони рук; 1 – оптимальна; 2 – максимальна; 3 – нормальна;
 в – робочі зони ніг при положенні сидячи і стоячи

Фізіологічна відповідність визначається особливостями зору, слуху, дотику і нюху людини.

Зір. На рис. 3.2 показані розміри зорового поля людини для монокулярного і бінокулярного зору. Зорове поле ділиться на декілька зон: зона зорового спостереження ($1,5^{\circ} \dots 3^{\circ}$), зона миттєвого зору (близько 18°) і зона ефективного бачення (близько 30°). Кут зони огляду відповідає куту повороту голови. Кути повороту голови на 45° і на 30° у вертикальній площині не викликають надмірного напруження.

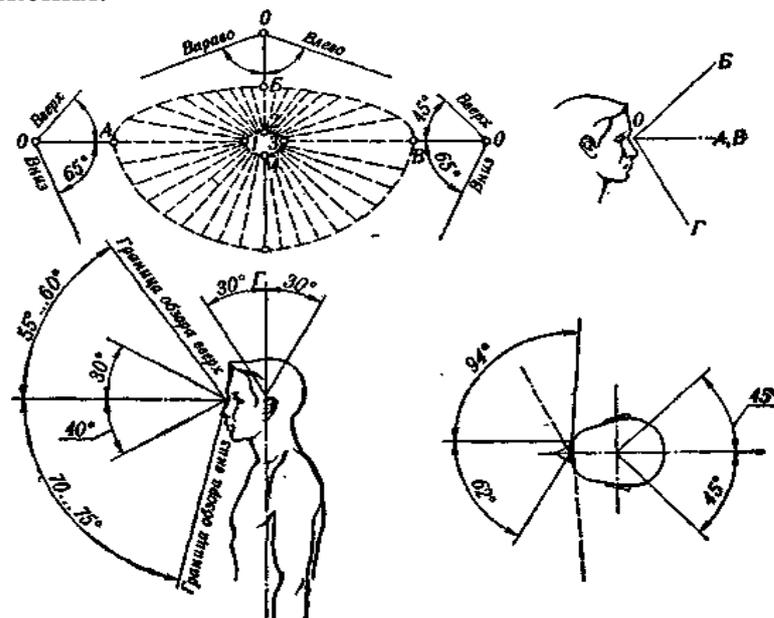


Рис.3.2 – Поле зору людини

Крім меж зорового поля і його зон виділяють також наступні особливості зорового сприйняття:

Розпізнавальна чутливість ока зменшується від центру до периферії

Кут в полі зору	Чутливість зорового сприйняття
0	1
5	1/2
20	1/4
35	1/8
50	1/12
65	1/18
80	1/36

Монохроматичні кольори у рамках зорового поля сприймаються в різних межах: жовтий і голубий мають найбільш широкі межі, червоний і зелений – найбільш вузькі.

При переміщенні до периферії червоні і зелені кольори жовтіють, а пурпурові – синіють.

На великій відстані гірше всього сприймається синій колір.

Око людини може одночасно сприймати до семи окремих об'єктів.

Горизонтальні рухи очей швидші, ніж вертикальні.

Зоровому сприйняттю властиві зорові ілюзії (помилки зору).

Існує традиційний кольоровий алфавіт для сигналізації людині про найбільш важливі стани об'єкту: червоний – небезпека, аварія, підвищена увага, заборона; жовтий – увага, попередження, режим близький до критичного; зелений – норма, дозвіл і подібне; синій – інформація, пояснення, вказівка.

Слух. Самопочуття людини і її продуктивність праці в значній мірі залежить від слухового відчуття. При перевищенні рівня шуму порогу чутливості збільшується витрата енергії людини. Шум високої частоти втомлює більше ніж низької. Хаотичні звуки нервують більше ніж постійні. Нарівні з виробничим шумом, який негативно впливає на людину, існує і позитивний звук – музика. Використовувати музику рекомендується не лише при виконанні простих робочих операцій, але і там де виконується досить складна робота, що потребує нервового і інтелектуального напруження. На діяльність, що потребує розумового зосередження, музика впливає негативно. Музику на виробництві потрібно транслювати декількома передачами різної тривалості, приблизно 1,5...2 години.

Нюх. На стику ряду наук виникла наука *ольфатроніка* – наука про запах. Зареєстровано біля 100 тисяч запахів. Одні з них приємні майже всім людям, а інші можуть навіть визивати підвищене серцебиття і головний біль. На сьогодні уже відомі методики одержання речовин із наперед заданими запахами, які успішно використовуються на виробництві.

Естетична відповідність – це емоційне задоволення людини від зорового сприйняття з точки зору естетики технічних засобів при їх повній відповідності функціональному призначенню.

Естетичні вимоги зачіпають найбільш тонкі психологічні області і виражаються в емоціональній дії різних об'ємно – просторових комплексів, предметів, виробів на людину.

3.2. Система „людина – машина - середовище”

Інтенсивний розвиток технічного прогресу обумовлює постійне ускладнення і підвищення швидкості протікання технологічних процесів і пред'являє підвищені вимоги до людини, яка приймає участь у керуванні цими процесами. В таких умовах висока ефективність виробничої діяльності людини може бути досягнута лише за умови оптимального багатofакторного синтезу системи „людина – машина – середовище”. В роботі цієї системи можна виділити три основні етапи:

1. *Сприйняття інформації* шляхом безпосереднього спостереження за виробничим процесом і умовами навколишнього середовища, або шляхом спостереження за відповідними контрольно – вимірювальними приладами. Сприйняття інформації проходить з допомогою органів зору, слуху, нюху та дотику. Отримана інформація передається в центральну нервову систему людини. З точки зору технічної системи інформація проходить шлях від виходу до входу.

2. *Переробка (трансформація) одержаної інформації* проходить у центральній нервовій системі і призводить до прийняття визначеного рішення. На характер рішення, його правильність і швидкість прийняття впливають не тільки інформація, що поступає зовні, але і внутрішня інформація. При цьому, крім інформації, що закладена в пам'яті людини, велику роль відіграє інтуїція, яка суттєво впливає на прийняття рішення. І саме тому в складних системах керування „штучний інтелект” не завжди може замінити людину. Таким чином, центральна нервова система є системою з багатьма зовнішніми і внутрішніми входами.

3. *Виконання прийнятого рішення* (керування) здійснюється людиною шляхом дії на органи керування машиною з метою внесення необхідних змін в процес, що протікає у системі. При цьому виходом системи є робочі органи машини.

Суть взаємозв'язку двох основних елементів системи „людина – машина - середовище” є процеси передачі інформації і керування. Існують також *зворотні зв'язки між машиною і людиною*, причому ці зворотні зв'язки можуть бути двоякого роду: або за схемою: пристрій сигналізації – чутливий орган людини – центральна нервова система - виконавчі органи людини – органи управління машини, або за „скороченою” схемою: чутливий орган людини - орган управління машини. Приклад зворотного зв'язку першого роду: система контролю роботи трактора подає світловий сигнал про перевищення

допустимого рівня буксування ведучих коліс трактора; цей сигнал через зорове сприйняття передається у центральну нервову систему і людина приймає рішення про необхідність зменшення заданої швидкості руху шляхом зменшення швидкісного режиму двигуна; тракторист піднімає праву ногу і педаль завання швидкісного режиму двигуна займає нове необхідне положення. Приклад зворотного зв'язку другого роду: якщо тракторист вижав педаль швидкісного режиму до кінця, то немає потреби визначати величину швидкісного режиму двигуна за тахометром для оцінки можливості його збільшення – він максимально можливий для цих умов. У зв'язку з цим, потрібно, щоб форма і розміщення органів керування по можливості спрощували не лише керування, але і передачу інформації органам відчуття. Тому інколи рекомендується, щоб форма органів керування якимось чином нагадувала про їх призначення, наприклад, ричаг шасі літака може бути виконаний у вигляді колеса.

У тих випадках, коли зворотній зв'язок здійснюється без участі людини, будучи реалізованим у самій машині, ми говоримо про автоматичне керування. З точки зору ергономіки в автоматичних системах вирішальну роль відіграють пристрої сигналізації. В таких системах конструкція і розміщення органів керування не мають важливого значення, тому що управління проходить без участі людини.

До цього мова велася про дві складові системи, що аналізується: людину і машину. Помилки у їх взаємодії є джерелом порушень у сприйнятті інформації або здійснення керування. Однак на практиці є ще один фактор, який впливає на систему в цілому. Це навколишнє середовище, в якому діє система, а також організаційно-технічні умови роботи. Ці фактори можуть бути додатковим джерелом порушень у роботі системи.

Завдання конструктора, проектувальника і технолога полягає в оптимальному поєднанні людини, машини і навколишнього середовища, тобто у реалізації системи „людина – машина – середовище” як єдиного, інтегрального цілого.

Дослідження конкретних систем, в яких є взаємодія людини і машини, передбачає шість основних етапів:

1. Опис та аналіз системи в цілому і розподіл її окремих підсистем.
2. Оптимізація умов взаємодії між окремими машинами або між комплексом машин і людиною. При дослідженні дій людини послідовно визначаються її контакти з машиною, з робочим місцем, та із умовами середовища з таким розрахунком, щоб створити найкращі умови протікання трудового процесу. Вихідним пунктом досліджень у цьому випадку є не машина, а людина з його можливостями і обмеженнями.
3. При розробці конструкції нової машини чи пристрою, рекомендується провести дослідження нових рішень, що пропонуються на макетах чи моделях.
4. Складання списку операцій, що виконуються у кожній окремій підсистемі із зазначенням необхідної кваліфікації, виробничого досвіду

працівників і специфічних складностей, що виникають при виконанні цих операцій.

5. При необхідності, розробити методику навчання і підготовки людей до виконання даного виду роботи.

6. Звернути увагу на соціальні умови, взаємовідносини в процесі роботи, адаптацію до умов мікроклімату, змінність роботи, техніку безпеки і таке інше.

Метою ергономічних досліджень є установлення рівноваги між навантаженням на людину на робочому місці і його можливостями, тобто оптимальне використання сил і можливостей людини. В зв'язку з цим слід відмітити, що в інтересах фізичного і психічного стану людини не потрібно повністю відсторонювати її від фізичної роботи. Це пов'язано з тим, що практика роботи людей в системі комплексної автоматизації, коли за людиною залишаються лише функції контролю, свідчить про збільшення неврозів, депресивних і інших аналогічних станів.

Загальні ергономічні вимоги до систем „людина – машина – середовище” наступні: достатність робочого простору для працюючого, що дозволяє виконувати всі необхідні рухи і переміщення при експлуатації та технічному обслуговуванні обладнання; достатність фізичних, зорових і слухових зв'язків між оператором і персоналом, а також між операторами; оптимальність розміщення робочих місць; оптимальність розміщення обладнання, особливо засобів відображення інформації і органів керування, завдяки чому забезпечуються зручні робочі пози персоналу, чітке визначення органів керування, індикаторів і інших робочих елементів обладнання, яке потрібно знаходити, розпізнавати і маніпулювати; достатнє природне і штучне освітлення для виконання оперативних задач і технічного обслуговування; оптимальний розподіл яскравості у полі сприйняття зорової інформації (величина і рівномірність зовнішнього освітлення, колір поверхні панелі і індикаторів та інше); допустимий рівень акустичного шуму і вібрації робочого місця; достатньо швидкий і легкий монтаж і демонтаж обладнання; виключення можливості невірної установки і заміни блоків чи елементів обладнання, приладів, інструменту і технічних засобів; надійна індикація відмов обладнання та інші.

3.3. Організація робочого місця оператора

Робоче місце є найменшою виробничою одиницею де проходять виробничі процеси – ціленаправлені дії людини на матеріал при використанні відповідних машин чи інструментів у відповідності з наперед заданим алгоритмом обробітку.

Підбір людей, матеріалів і машин з метою виконання необхідної роботи за мінімальний термін і найбільш економічним способом, який дозволяє звільнити людей від важкої або небезпечної праці, називають організацією праці.

Для вирішення проблем, пов'язаних з організацією робочого місця, необхідно точно визначити взаємозв'язок людина – робочий процес. При цьому

потрібно врахувати типові види робіт, які зустрічаються при спільних діях людей і машин, вплив машин на їх операторів.

Можна прийняти наступну *класифікацію робіт*:

- ручна робота;
- робота із застосуванням інструменту;
- робота із застосуванням машин;
- автоматизована робота.

З точки зору навантаження на робітника роботу поділяють на фізичну і психологічну. Фізична робота може мати дві форми – динамічну і статичну. Психологічна робота також може виступати у двох формах – розумове навантаження (напружена увага, процеси мислення) і емоціональне навантаження.

Здібності, навички і знання людини умовно можна розділити на чотири групи:

моторні здібності, тобто фізичні можливості і енергія, що витрачається при рухах;

спритність, тобто фізична вправність при поводженні з інструментом і матеріалом, що обробляється;

професійні знання, тобто рівень знань, що необхідний для використання машин і інструментів при обробітку даного матеріалу;

загальний рівень теоретичних знань, тобто сума знань про природу, техніку і суспільство.

При ручній роботі має місце в основному динамічне навантаження. І робітник використовує перш за все свої моторні здібності і спритність.

При роботі на машинах потреба у моторних здібностях значно менша, зате дуже необхідні спритність і більш глибокі, ніж у першому випадку, рівень професійних знань. Крім того, виникає також потреба і в теоретичних знаннях. У цьому випадку психологічне навантаження досягає максимуму.

Найбільша потреба у професійних і теоретичних знаннях наступає при роботі з автоматами. При цьому розумове навантаження вирівнюється з розумовим навантаженням при ручній праці.

Проектування робочого місця включає в себе розробку прийомів праці, визначення положення робітника та апробацію прийомів праці на робочому місці.

Вихідним пунктом для розробки *прийомів праці* є технологічна карта або якась інша технологічна документація, що описує операцію, яку необхідно виконати на цьому робочому місці. Позитивну роль може відіграти участь у проектуванні робітників, які будуть виконувати цю роботу, а також використання карт дії робочих органів людини і карт взаємодії людини і машини.

Положення робітника – сидячи або стоячи вибирається у залежності від операції, що виконується, параметрів матеріалу, що обробляється, і класу необхідних рухів. У багатьох випадках використовується попереми́нне положення.

Апробація прийомів праці проводиться в спеціальних лабораторіях досліджень методів праці за допомогою хронометрування і аналізу рухів, а якщо такої лабораторії немає – то безпосередньо на робочому місці.

Передбачені проектом методи виконання роботи потребують відповідного обладнання і організації робочого місця.

Обладнання робочого місця механізатора можна поділити на наступні групи:

- 1) трактор;
- 2) сільськогосподарська машина;
- 3) допоміжне обладнання і інструмент;
- 4) органи контролю і керування;
- 5) засоби техніки безпеки.

Трактор. Розвиток механізації сільського господарства іде по шляху збільшення кількості машин, що серійно випускаються, і створення нових машин більш високої якості, більшої продуктивності, більш економічних і зручних у виробництві. Відомі три способи покращення машини:

1. Покращення технічних даних машин, збільшення їх продуктивності;
2. Зниження затрат виробництва, зменшення затрат праці і матеріалу на кожну машину;
3. Забезпечення мінімальної вартості експлуатації.

По мірі покращення конструкції трактора праця тракториста повинна ставати менш важкою і більш безпечною. Конструктор повинен намагатися зменшити зусилля, яке необхідно прикладати для переміщення органів керування. Якщо даним органом керування потрібно користуватися часто, то зусилля на його переміщення повинно бути у 3-5 раз менше у порівнянні з іншими.

Крім величини зусилля, велике значення швидкість і ритмічність рухів. Наприклад, для забезпечення необхідної якості роботи трактористу потрібно змінювати положення рульового колеса більше 15 раз на хвилину.

Особливу увагу слід приділити спеціальному робочому сидінню.

Сільськогосподарська машина. Основною ергономічною вимогою до конструкції робочої машини можна вважати її безпечність у роботі та налагоджені. Необхідно притримуватися принципу, щоб безпека роботи була органічно введена у саму конструкцію машини. При конструюванні машини необхідно звертати увагу на три основні фактори, які чинять шкідливу дію на здоров'я механізатора:

1) травми, тобто механічні пошкодження тіла. У випадках, коли потрібні точні рухи важелю, потрібно його ручку розміщати у зручному місці і розраховувати на застосування зусилля не більше 13,5 кг. При частому користуванні важелем зусилля, що прикладається до нього не повинно перевищувати для роботи однією рукою 9 кг, а для роботи двома руками – 13,5 кг;

2) умови праці, які не відповідають санітарно-гігієнічним нормам і вимогам, наприклад, високий рівень вібрації, шуму, пилу;

3) стомлення, що викликане надмірними і марними зусиллями.

Допоміжне обладнання і інструмент. До додаткового обладнання робочого місця механізатора відносяться ящик для інструменту, кондиціонер, сонцезахисний щиток та інше.

Компонування і конструювання органів керування – раціональне взаємне розміщення всіх видів обладнання і його зовнішнє оформлення. З розвитком автоматизації велике значення набуває раціональне розміщення великої кількості пристроїв контролю і дистанційного керування. Як правило, панелі з приладами розміщуються таким чином, щоб лицеві площини приладів були перпендикулярні до полю зору оператора, а органи керування були розміщені в межах досягання у відповідності з антропометричними вимогами. Ногам оператора у положенні сидячи потрібен простір, ширина якого не менше 63 см, а глибина – 45 см. Аварійні прилади повинні відрізнятися від звичайних за формою та кольором і розміщуватися в доступних місцях. Органи керування розміщуються декількома чітко відмінними групами. Перевага надається розміщенню їх горизонтальними рядами.

Проблемою відповідності елементів управління вимогам зручності займається – *хіротехніка*.

Конструювання засобів індикації здійснюється з врахуванням зорових, слухових і інших показників, кількість яких з розвитком техніки збільшується. Щоб уникнути надзвичайного збільшення розмірів пультів, застосовують інтегральні індикатори, тобто показники, що об'єднують декілька параметрів. Ще більший ефект дає мнемосхема машини. Це група умовних символів на яких встановлені сигнальні лампочки. Мнемосхеми зазвичай пов'язані з органами керування. При цьому останні розміщуються безпосередньо у тих місцях мнемосхеми до якої вони відносяться. Мнемосхеми допомагають оператору швидко отримати інформацію і при потребі знайти рішення по зміні ходу виробничого процесу.

Таким чином, існують певні зв'язки між інформаційними пристроями і органами управління. Основні принципи врахування цих принципів наступні:

1. Принцип функціональності: інформаційні пристрої і органи керування, що виконують однакові функції, слід розміщувати близько один біля одного.

2. Принцип важливості: найбільш важливі інформаційні пристрої і органи керування повинні бути розміщені у місцях, що найбільш зручні для спостереження і керування.

3. Принцип черговості використання: інформаційні пристрої і органи керування повинні розміщуватися у такій послідовності, у якій вони зазвичай використовуються.

4. Принцип частоти використання: інформаційні пристрої і органи керування повинні розміщуватися з врахуванням частоти їх використання.

Засоби техніки безпеки. І конструктор, що проектує машину, і технолог, що розробляє технологічний процес, повинні створювати нові технічні рішення при обов'язковому врахуванні умов техніки безпеки. Необхідно широко використовувати засоби дистанційного керування, блокуючі пристрої (захист

від неправильного включення), пристрої для аварійного виключення і зупинки робочих органів машин, різного виду щитки і т.д.

3.4. Врахування ергономічних вимог при конструюванні машин

Послідовність роботи спеціаліста з питань ергономіки при конструюванні машин. Процес розробки технічної системи складається з декількох стадій, які можуть бути об'єднані в два етапи: науково-дослідні роботи (НДР) і дослідно-конструкторські роботи (ДКР). На етапі НДР закладаються раціональні основи конструювання машини. ДКР проводиться у три стадії: ескізного, технічного і робочого проектування.

Участь ергономіста у розробці технічного завдання обмежене, але має принципове значення. Аналізуючи вихідні матеріали, характеристики майбутньої системи, а також умови, у яких передбачається її експлуатація, ергономіст визначає принципovu необхідність і можливість участі людини у роботі системи, основні види робіт, що покладаються на людину, умови і фактори, які діють на людину в процесі експлуатації системи, основні вимоги до операторів. Використовуючи перераховані дані, ергономіст приймає участь у розробці вимог до рівня автоматизації системи, організації засобів взаємодії людини і машини, технічним засобам підготовки, рівню стандартизації і уніфікації засобів, пов'язаних з діяльністю людини. Виходячи з цих вимог, ергономіст розробляє рекомендації з орієнтовної кількості працівників, необхідних для експлуатації системи, визначає характер і складність діяльності оператора, і необхідний рівень узагальнення інформаційної моделі. За результатами проведеної роботи, ергономіст робить висновки стосовно правильного врахування можливостей людини при обґрунтуванні технічного завдання на систему.

Вихідним матеріалом для роботи ергономіста на стадії розробки технічної пропозиції є вимоги технічного завдання на систему, звітні матеріали з експлуатації раніше створених аналогічних систем, результати пошукових НДР і ДКР і різні варіанти можливих структур системи, які запропонував конструктор. За результатами аналізу вихідних матеріалів, проведених НДР і ДКР, ергономіст отримує дані, що дозволяють оцінити запропоновані варіанти вирішення системи з точки зору врахування у них можливостей людини-оператора. Спеціаліст з питань ергономіки перевіряє відповідність відібраного варіанту вимогам техніки безпеки і виробничої санітарії, приймає участь у оцінці її ефективності.

Головним завданням ергономіста на стадії розробки ескізного проекту є розробка структури діяльності оператора. Для цього у першу чергу розподіляються функції між оператором і машиною, визначається характер діяльності і функціональні обов'язки оператора і складаються приблизні алгоритми його роботи. За результатами аналізу функцій, які виконуються системою, розробляються ергономічно обґрунтовані принципові конструктивні рішення наступних елементів системи: інформаційних моделей (яку

інформацію необхідно видавати оператору, у якому виді, з якою дискретністю); робочого місця оператора, у тому числі засобів погодження входів і виходів технічних засобів з можливостями людини; засобів забезпечення життєдіяльності оператора і захист його від дії несприятливих факторів зовнішнього середовища; засобів контролю стану оператора. Вихідним матеріалом для роботи на цій стадії є технічні пропозиції на систему, ергономічні вимоги, матеріали вивчення систем-аналогів і результати раніше виконаних НДР. Основна форма роботи на стадії ескізного проекту – проведення аналізу і узагальнення уже відомих даних. НДР і ДКР на цій стадії проводяться лише тоді, коли з'ясовується, що принципове рішення конструктора передбачає появу деяких нових факторів, які не були передбачені технічним завданням. Отримані на цьому етапі дані дозволяють оцінити погодинне завантаження оператора і напруженість його роботи, а також уточнити ефективність і ергономічність системи, що розробляється.

На стадії розробки технічного проекту приймаються кінцеві технічні рішення, які дають повну уяву про систему, що розробляється. В процесі розробки технічного проекту детально і конкретно вирішуються задачі врахування ергономічних факторів, що були описані вище. На цій стадії остаточно уточнюється структура і алгоритми роботи оператора, їх завантаження і напруженість роботи та інші фактори. У процесі технічного проектування ергономіст здійснює детальну професіографію операторської роботи, розробляє вимоги до операторів, уточнює методи їх підготовки і визначає специфіку професійного відбору операторів для даної системи. Крім того, ергономіст приймає участь у створенні технічних засобів підготовки, забезпечення безпеки праці, контролю стану оператора і у розробці пропозицій з технічної естетики. Частина технічних рішень за різними обставинами може входити у протиріччя з вимогами ергономіки. У таких випадках необхідно знаходити компромісне рішення з оцінкою можливого зниження ефективності системи. Основними вихідними матеріалами для роботи ергономіста на цій стадії є: документація з окремих конструкторських рішень, проекти робочих креслень і експлуатаційної документації, результати попередніх НДР і ДКР. Основні форми роботи – психолофізіологічний аналіз діяльності оператора і окремі випробування на макетах.

Останньою стадією у розробці системи є стадія розробки робочої документації, яка призначена для виготовлення дослідних зразків системи. При цьому реалізуються конкретні рішення з урахування ергономічних факторів, що стосуються експлуатації і ремонту системи. На етапі виготовлення дослідного зразка ергономісти проводять оцінку і коректують раніше прийняті рішення. На усіх етапах випробувань ергономісти оцінюють ступінь відповідності системи ергономічним вимогам і при необхідності розробляють рекомендації щодо коректування конструкторської документації дослідного зразка.

Результати роботи ергономістів повинні бути представлені у відповідній звітній документації, в тому числі у Протоколі приймальних випробувань. Результати ергономічної розробки можуть включати: ергономічну схему,

пояснювальну записку, ергономічний атестат (паспорт, сертифікат ергономічної оцінки якості), протокол ергономічної експертизи. При необхідності проведення ергономічних досліджень складається Робоча програма.

Методи ергономічного проектування. До числа основних методів ергономічного проектування відносяться якісні, аналітичні, експериментальні, натурні, а також моделювання.

Якісні методи стосовно до ергономічного забезпечення є традиційними і базуються на активізації ціленаправленої творчої активності (брейнстормінг, синектика, емпатія, функціональна візуалізація). Їх можна віднести до неформальних (інтуїтивних, творчих, евристичних) процедур. За допомогою цих методів вирішуються питання концептуального проектування, побудованого на основі аналізу, логічних концепцій, гіпотез, тощо.

Аналітичні методи використовуються для аналізу структури діяльності людини-оператора, тобто функціональної схеми системи людина-машина.

Експериментальні методи застосовуються при вирішенні окремих задач. Ці методи дозволяють найбільш достовірно і глибоко розкрити структуру і механізми роботи оператора, провести більш аргументовану оцінку як самої діяльності, так і технічних засобів її реалізації.

Особливе місце займають методи моделювання у зв'язку з ітераційним характером проектних робіт, який заключається у послідовній конкретизації проектного задуму і прийнятті все більш визначених та оптимальних рішень.

Моделюватися може будь-яка система, що піддається формалізації. Моделювання пов'язано безпосередньо з відтворенням процесу функціонування, що у якійсь мірі наближає його до експериментальних методів. Результати моделювання зазвичай використовуються в аналітичних та експериментальних дослідженнях.

В основі методу моделювання лежить модель, яка відтворює процес функціонування системи з урахуванням якості і динаміки діяльності людини-оператора (закон розподілу помилок, функціональні залежності технічних і ергономічних вимог, динаміка працездатності та інше).

Моделювання є основним інструментом системотехнічного проектування і може проводитися на різних ієрархічних рівнях з використанням різних математичних методів (статистичне моделювання, теорія масового обслуговування, теорія графів і інші).

По функціональному призначенню математичні моделі поділяються на моделі: інформаційного пошуку і сприйняття інформації, прийняття рішення, контролю за процесом, групової роботи операторів, контролю працездатності і технічної діагностики, усунення несправностей, оцінки якості і ефективності роботи, набуття і втрати навиків.

По принципу побудови розрізняють моделі: регресивні, теоретично-імовірні, теоретично-інформаційні, структурні, функціонально-системні, структурно-алгоритмічні.

Повна модель діяльності людини у конкретній системі може бути отримана лише на основі комбінованого використання локальних моделей з урахуванням специфіки зв'язків між ними, що витікають з психофізіологічних можливостей людини і характерних для системи умов діяльності людини. Слід мати на увазі, що інформація про психофізіологічну структуру діяльності і кількісні характеристики її елементів, як правило, не точні і обов'язково потребують наступного коректування.

При фізичному моделюванні модель відтворює процес, що вивчається, із збереженням його фізичної природи.

Для відпрацювання деяких положень ергономічного проекту створюється пошуковий макет об'єкту, що проектується. Макет частіше всього виготовляється у натуральну величину з недорогих матеріалів. Пошуковий макет може використовуватися для вибору оптимального способу організації обладнання, ергономічної оцінки варіантів рішення і отримання відповіді на такі питання про його функціонування, які не можуть бути вирішені з допомогою двомірних креслень, а також для вирішення задач організації робочого місця, пробірки розміщення органів керування з точки зору зручності у користуванні ними, перевірки доступу до точок контролю, випробувань і регулювання у процесі технічного обслуговування і таке інше.

Приведені вище методи є в певній мірі традиційними. Вирішення специфічних ергономічних задач вимагає, з одного боку, їх пристосування і доповнення, і, з іншого боку, розробки і використання спеціальних ергономічних методів. Відомі наступні ергономічні методи: професіографії, функціональних блок-схем, психофізіологічного аналізу структури діяльності, алгоритмізації діяльності, розрахунку показників якості і напруженості діяльності, розрахунку завантаження оператора, розрахунку узагальнених показників ергономічних властивостей.

Професіографія – це аналітичний опис психічних і психофізіологічних функцій трудової діяльності людини. Є два методи отримання вихідної інформації, необхідної для складання професіограми: описовий і інструментальне професіографування.

Описове професіографування включає: аналіз технічної і експлуатаційної документації, ергономічне обстеження обладнання, співставлення його результатів з керівними і нормативними документами з ергономіки, спостереження за ходом робочого процесу і поведінкою людини, спілкування з оператором, його самозвіт у процесі діяльності, анкетування і експертна оцінка, хронометраж різних складових робочого процесу, кількісна оцінка ефективності діяльності.

Інструментальне професіографування передбачає вимірювання показників факторів середовища, реєстрацію і послідовний аналіз помилок оператора, об'єктивну реєстрацію енергетичних затрат і функціонального стану організму людини, що працює, реєстрацію і вимірювання складових робочого процесу, показників фізіологічних функціональних систем і т. д.

Взаємозв'язок між людиною-оператором (технічними засобами описується за допомогою схеми, на якій зображені технічні засоби і людина, або група людей). Зв'язки і передача інформації між компонентами системи показуються у вигляді відповідних стрілок.

Методи операційно-структурного опису дозволяють у багатьох випадках достатньо детально характеризувати трудовий процес і оцінити такі його параметри, як ступінь різноманітності роботи, середню інтенсивність трудового процесу і якогось етапу в ньому, ступінь стереотипності, логічну складність алгоритму рішення задачі та інше.

Процедури.

Процедури врахування ергономічних вимог необхідно розглядати “як складову частину процесу розробки системи” людина-машина-середовище.

Врахування ергономічних вимог включає у себе вирішення наступних питань:

- складання переліку задач, для вирішення яких призначений об'єкт проектування, і умов його функціонування;

- аналіз функцій об'єкту, що приймають участь у вирішенні кожної із задач, і висунення гіпотези про роль людини-оператора у здійсненні цих функцій;

- вибір узагальнених показників і критеріїв для оцінки впливу діяльності людини і її працездатності на функції об'єкту;

- розподіл функцій між оператором і машиною, виходячи з висунутої гіпотези;

- складання переліку задач, що вирішуються оператором і умов, які суттєво впливають на якість його діяльності і працездатності;

 - розробка алгоритмів вирішення задач на рівні технологічних операцій;

- просторово-погодинна організація взаємодії людини-оператора з об'єктами, предметами праці;

- оцінка якості і напруженості діяльності оператора і впливу її на показники функціонування об'єкту;

 - прийняття рішення про затвердження або зміну гіпотези;

- декомпозиція діяльності оператора на окремі під задачі і дії, в тому числі і визначення впливу на них умов;

- розробка алгоритмів діяльності на операційно-психофізіологічному рівні і визначення інформаційної взаємодії людини-оператора із засобами діяльності;

- розробка просторово-погодинних схем реалізації алгоритмів діяльності і визначення характеристик інформаційного і моторного полів на робочому місці;

- вибір вихідних значень факторів, умов діяльності, що діють на оператора;

- вибір вихідних значень кількісних показників виконання дій і операцій, які реалізують алгоритм діяльності;

складання хронодіаграм реалізації алгоритмів діяльності за двома варіантами: за математичним очікуванням значень показників якості та напруженості діяльності і за верхніми межами достовірних інтервалів;

видача вихідних даних для розрахунку узагальненого показника функціонування об'єкту;

якісна оцінка ступеню відповідності алгоритмів, інформаційної моделі, моторного поля, умов діяльності і робочого місця в цілому ергономічним вимогам і рекомендаціям;

аналіз отриманих даних, оцінка і оптимізація варіантів процесу, засобів і умов діяльності з врахуванням характеристик засобів і способів формування, підтримання кваліфікації і працездатності операторів;

прийняття рішення про найбільш доцільний варіант і розробку проекту процесу, засобів і умов діяльності.

Вибір варіантів розподілу функцій між персоналом (людиною-оператором) і машиною доцільно здійснювати за допомогою комплексу математичних моделей, в тому числі і групової діяльності. При розробці цих моделей враховують вихідні дані, а також результати аналізу однотипної діяльності людини у системах-аналогах і системах-прототипах. Результати цього аналізу використовуються при проектуванні системи, яке включає наступні етапи: складання переліку задач, які повинні вирішуватися системою; представлення кожної задачі у вигляді сукупності блоків операцій; визначення ступеню виконання кожного блоку операцій, виділення у першому наближенні і виключення із подальшого розгляду тих блоків операцій, виконання яких доречно за допомогою машин; виявлення за допомогою моделі групової діяльності і довідкових даних можливості виконання людиною типових операцій.

Якщо якість групової діяльності не відповідає необхідній, потрібно встановити, виконання яких операцій і по якій причині викликає найбільші складності у людини. В результаті аналізу доцільно або передати операції машині, або понизити вимоги до якості їх виконання, але без пониження якості системи у цілому і рівня її ергономічних властивостей. Після реалізації у моделях вибраного варіанту розподілу функцій проводиться повторна оцінка якості групової діяльності. Процес уточнення переліку блоків операцій продовжується до тих пір, поки якість діяльності буде відповідати необхідній.

У подальшому вибір раціонального варіанту розподілу функцій продовжується у такій послідовності: виходячи з переліку блоків технологічних операцій, визначених для виконання людиною, ці операції розподіляються між спеціалістами і задається необхідна якість їх виконання; розробляється проект структури і алгоритму діяльності людини; оцінюється передбачувана якість виконання дій і операцій кожним спеціалістом у відповідності з обґрунтованою раніше організацією діяльності, її структурою, алгоритмом і довідковими даними про можливості людини; оцінюється якість діяльності у цілому при вирішенні типових задач, для яких призначена система.

Якщо якість діяльності людини не відповідає потрібному, необхідно на основі аналізу завантаження кожного спеціаліста перерозподілити операції між ними, змінити організацію діяльності, спростити і понизити вимоги до якості виконання операцій, обґрунтувати необхідність збільшення кількості спеціалістів і підвищення їх кваліфікації.

Оцінка якості групової і індивідуальної діяльності та ергономічних властивостей системи проводиться на кожному етапі удосконалення варіанту розподілу функцій.

Алгоритм діяльності розробляється виходячи із цілей і задач, які стоять перед оператором, параметрів об'єктів, що управляються, характеристик засобів взаємодії людини з технічною частиною системи, інформаційного забезпечення на основі визначених ергономічних вимог.

Рівень відпрацювання і деталізації алгоритму на відповідних стадіях розробки системи людина-машина різний. Першим етапом роботи з побудови алгоритму діяльності є визначення на основі розподілу функцій структури задач, які повинні вирішуватися оператором. Представлення структури задач доцільно проводити за допомогою блок-схеми, на якій вказуються переходи від одних операцій до інших і схеми взаємозв'язку операцій, що виконуються різними операторами і підсистемами (технічними засобами).

Після загального представлення алгоритму діяльності кожного оператора у вигляді послідовності задач, що ним виконуються, шляхом їх декомпозиції проводиться деталізація алгоритму на основі проектування структури діяльності.

Проектування структури діяльності включає в себе виконання наступних процедур: розробку алгоритмів виконання задач на технологічному рівні, розробку алгоритмів виконання задач на психофізіологічному рівні, складання таблиць реалізації алгоритмів у типовому і найбільш критичному варіантах вирішення задачі з описом психофізіологічної суті дій людини, складання схем просторово-часової реалізації алгоритмів з накладанням їх на схеми інформаційного і моторного полів робочого місця, оцінку ступені відповідності ергономічним вимогам кожної дії і їх сукупностей, інформаційного і моторного полів ергономічним вимогам, складання хронодіаграм реалізації алгоритмів експериментальним методом, розрахунок узагальнених показників діяльності (коефіцієнт часового завантаження, надійності, логічної складності і т.п.), оцінку варіанту структури діяльності і розробку пропозицій з її доопрацювання.

Синтез алгоритмів діяльності оператора передбачає одержання у математичному описі імовірних алгоритмів для всієї множини задач, що вирішуються оператором. У результаті оптимізації алгоритму можуть бути визначені ті засоби діяльності оператора, які необхідно удосконалювати у першу чергу.

Побудова інформаційної моделі проводиться після виконання попередніх процедур у такій послідовності:

визначаються джерела інформації, методи вирішення задач, час на їх вирішення, а також необхідна точність;

складається перелік об'єктів управління, визначаються їх типи і кількість;

складається перелік ознак об'єктів керування різних типів, врахування яких потрібен при вирішенні задач;

розподіляються об'єкти і признаки за ступенем важливості і виділяються критичні об'єкти і признаки, облік яких необхідний у першу чергу;

вибираються оптимальні системи кодування об'єктів управління, їх станів і ознак для інформаційних моделей різних рівнів управління, які враховують функціональні можливості операторів, що працюють в системі;

розробляється загальна композиція інформаційних моделей, які здібні забезпечити привілейне виділення найбільш важливих об'єктів, станів і ознак, критичних для роботи системи людина-машина;

визначаються системи виконавчих дій операторів, які необхідно здійснювати у процесі вирішення і після нього;

створюється макет, що моделює основні стани системи людина-машина, яка розробляється, і перевіряється на ньому ступінь ефективності вибраних варіантів інформаційних моделей (час і точність роботи оператора, які повинні відповідати умовам успішної роботи системи у цілому);

вимірюється композиція інформаційних моделей і систем кодування на основі результатів експериментів і перевіряється ефективність кожного нового варіанту на макеті;

визначається на макеті необхідний рівень підготовки операторів, розробляється спосіб навчання і оптимальний режим роботи операторів у системі управління у відповідності з вимогами до швидкості і точності їх роботи;

складаються інструкції з роботи операторів у ігрових ситуаціях при вибраній системі управління.

Загальні ергономічні вимоги до інформаційної моделі є основою для обґрунтування ергономічних вимог до кодування і засобам відображення інформації.

Конструкція, просторова організація і компонування робочих місць повинні відповідати ергономічним вимогам, узгоджуватися з алгоритмом діяльності, а також враховувати засоби відображення інформації і органи управління, які передбачається використовувати на даному робочому місці.

При виборі раціонального робочого положення на конкретному робочому місці необхідно враховувати специфіку відповідної трудової діяльності, виходячи з розробленої за приведеними вище принципами структури і алгоритму діяльності. Вибір робочого положення визначає параметри обладнання і розміщення, компонування його на робочому місці.

Для раціонального конструювання конфігурацій пультів керування основного і допоміжного обладнання, і розміщення їх на робочому місці, необхідно враховувати зони огляду інформаційного поля і досяжності моторного поля оператора.

При компоюванні засобів відображення інформації і органів керування на панелях пульта слід враховувати пріоритет, групування, взаємозв'язок між органами керування і засобами відображення інформації.

Наведені вище рекомендації реалізуються на етапі графічного проектування.

Далі необхідно провести оцінку відповідності розробленого проекту робочого місця ергономічним вимогам до габаритних розмірів, формі пульта і розміщенню на ньому елементів контролю і керування; ступені складності основних дій оператора, достатній деталізації інформації, що поступає, зручності знаходження і співставлення сигналів діагностики подій і здійснення дій; зручності розміщення і конструктивним особливостям органів керування для досягнення потрібної точності і швидкості введення керуючих дій у систему; взаємному розміщенню і логічному групуванню засобів відображення інформації і органів керування стосовно виконання кожної окремої задачі і сукупності усіх задач з врахуванням можливої їх послідовності або одночасності виконання.

Для найбільш значимих функцій оператора потрібно провести більш сувору кількісну оцінку точності, часу і надійності їх виконання з використанням аналітичних або розрахункових методів.

Одним з найбільш важливих шляхів контролю повноти врахування ергономічних вимог при конструюванні робочого місця є проведення необхідних експериментальних досліджень на спеціально виготовленому макеті, стенді. При проведенні експериментальних досліджень необхідно враховувати функціональні призначення і структурну побудову даного робочого місця, специфіку задач, які вирішує оператор, контингент операторів, умови зовнішнього середовища на робочому місці, динамічні і інші експлуатаційні властивості системи.

Поєднання графічних, аналітичних і експериментальних методів оцінки конструкції і організації робочого місця дозволяє забезпечити ітеративність і адекватність оцінок, що у кінцевому результаті забезпечує аргументований вибір варіанту просторової організації, компоювання і конструкції робочого місця.

3.5. Ергономічна оцінка якості машин та обладнання

Проблема ергономічної оцінки якості промислового виробу є однією з центральних проблем у визначенні якості ергатичної системи „людина-машина-середовище”. Ергономічний аспект комплексної оцінки рівня якості промислових виробів включає поняття властивостей людини, ергономічної норми, ергономічних вимог і описується системою ергономічних показників якості виробу.

Загальними (або зовнішніми) критеріями якості ергатичної системи є точність, надійність, продуктивність, а також умови діяльності людини-оператора в системі. Ці критерії якості в даному випадку можуть

характеризувати ступінь оптимальності ергатичних систем „людина-машина-середовище” у широкому, комплексному плані.

Проте існує певна залежність між оптимальними значеннями показників якості виробу і критеріями ефективності систем, які включають у себе цей виріб. Більше того, вважається, що правильність загальної оцінки ефективності системи залежить від представництва ряду часткових (або внутрішніх) показників, що характеризують діяльність елементів системи.

Чим реальніше показники відображають процес функціонування виробу у системі, тим ближче у оцінці можна підійти до узагальнюючого (інтегрального) критерію. Проте необхідно пам'ятати, що для показників характерно наявність ряду обмежень при наближенні до ідеалу-еталону оцінки. Ергономічні показники якості виробу ґрунтуються на властивостях людини-оператора, і не дивлячись на те, що ці показники так чи інакше описують технічні, машинні характеристики, вони виходять з „людського фактору”, який закладено у конструкцію виробу. Тому можна говорити про наближення показників якості об'єкту до еталонних, ідеальних ергономічних характеристик виробу лише у певній мірі, яку називають рівнем ергономічних показників якості.

Системний підхід у ергономічній оцінці виробу передбачає:

встановлення структури факторів і параметрів, які мають відношення до формування якості виробу, а також встановлення їх ієрархії;

побудову і експериментальну перевірку теоретичних моделей, що описують якість виробу з позиції ергономіки.

У проблемі ергономічної оцінки головна увага повинна приділятися не лише якісному змісту факторів, а і їх структурі, зв'язкам і знаходженню між ними загальних формальних властивостей, які відображають зміст зв'язків факторів. При цьому оцінка повинна проводитися з позиції єдиного критерію ефективності системи, з яким зв'язані всі фактори і якому вони всі підпорядковані безпосередньо або опосереднено. Цей комплекс підпорядкованих факторів потім оптимізується для одержання максимального значення основного критерію ефективності, тобто змінюється з метою покращення основного критерію. Таким чином, всі фактори, що визначають якість виробу, можуть бути зв'язані в єдину систему з допомогою цього критерію ефективності, і їх роль буде розглядатися і оцінюватися по відношенню до цього критерію.

Оцінка рівня ергономічних показників якості промислових виробів має у своїй основі загальний підхід до оцінки рівня якості: порівняння характеристик виробу, що оцінюється, з характеристиками виробу-еталона.

На практиці в процедурах ергономічної оцінки якості широко використовуються експертні методи. Складності використання об'єктивних експериментальних методів пов'язані з відносно тривалими випробуваннями промислових зразків, з необхідністю використання дорогої спеціальної апаратури доручення висококваліфікованого персоналу. Розрахункові методи розроблені не в достатній мірі, тому в умовах масової оцінки ці способи

нерідко виявляються малопродатними, хоч дають найбільш точні і надійні результати.

Вираження ергономічного рівня якості інтегральною характеристикою досягається лише у процесі експертної оцінки, коли коефіцієнти вагомості і значення показників, що не мають фізичної міри, визначаються експертами на основі ергономічного аналізу виробів.

Метою оцінки ергономічних показників якості є визначення відповідності показників об'єкту оцінки ергономічним вимогам і установлення рівня ергономічності. Оцінка проводиться шляхом порівняння значень ергономічних показників якості об'єкту з їх базовими значеннями. Сукупність базових значень визначає ергономічний еталон оцінки.

Номенклатура ергономічних показників якості продукції вибирається виходячи з міжгалузевого переліку показників з подальшою їх конкретизацією по об'єкту оцінки, з урахуванням цільової функції об'єкту, його конструктивних особливостей, вимог можливих споживачів, умов експлуатації об'єкту.

Ергономічна суть результату оцінки може визначатися бальними оцінками, які наведені в таблиці 1.

Таблиця 2.1 – Шкала оцінки ергономічних показників

№ п/п	Бальна оцінка значення показника	Стан ергономічних властивостей об'єкта оцінки	Характеристика значень показників об'єкта оцінки
1.	Більше 0,8 (відмінно)	Оптимальний	Відповідають базовим значенням або перевищують їх
2.	Від 0,5 до 0,8 (добре)	Допустимий	Близькі до базових значень
3.	Від 0,2 до 0,5 (задовільно)	Умовно допустимий	Далекі від базових, тимчасово допус-кається функціонування системи „людина-машина-середовище” з умовою модифікації об'єкта оцінки
4.	Від 0 до 0,2 (незадовільно)	Недопустимий	Практично не забезпечують життєдіяльності і працездатності людини в системі „людина-машина-середовище”, експлуатація об'єкту не допускається

При прийнятті рішення за результатами оцінки не допускається заміщувати низький рівень одного ергономічного показника якості об'єкта за рахунок високої значимості іншого.

Значення оцінок всіх показників повинні бути визначені за єдиною оціночною шкалою. Коефіцієнти вагомості ергономічних показників

встановлюються експертами виходячи з важливості показника для рівня ергономічності об'єкта оцінки. Значення оцінок показників виражаються у безрозмірних величинах (балах, % і т.д.), з допомогою оціночної шкали.

В необхідних випадках застосовується експрес-метод комплексної оцінки, що забезпечує прискорення процедури оцінки. При цьому експерти без спеціальних розрахунків назначають бальну оцінку ергономічних показників якості; у необхідних випадках назначають також рівень ергономічності, виключаючи проміжні операції. Метод застосовується для відносно нескладних виробів з малою номенклатурою ергономічних показників.

Змішаний метод оцінки ергономічних показників якості включає спільне застосування одиничних і комплексних ергономічних показників якості. Він дозволяє визначити відносний ергономічний рівень одиничних показників об'єкту і ергономічний рівень об'єкту в цілому.

Експериментальний метод заключається у визначенні ергономічних показників якості при вивченні взаємодії людини з цим об'єктом у конкретних умовах його експлуатації. Цей метод застосовується, коли значення ергономічних показників об'єкту можуть бути виявлені лише в умовах експерименту, який відтворює умови і суть процесу експлуатації об'єкту.

Розрахунковий метод оцінки ергономічних показників якості заключається в оцінці показників на основі розрахунків і застосовується при оцінці ергономічних показників, значення яких мають кількісну форму вираження, у випадку коли залежність між значеннями показників і значеннями їх оцінок встановлені у виді формул, графіків і таблиць.

Соціологічний метод, що розглядається як різновид експертного, базується на використанні думок споживачів об'єкту оцінки як джерела інформації про рівень ергономічності цього об'єкту.

Оцінка ергономічного рівня якості об'єкту включає аналітичну і практичну стадії оцінки. Аналітична стадія передбачає:

- встановлення цілей і задачі оцінки;

- визначення умов експлуатації об'єкта оцінки;

- вибір і обґрунтування номенклатури ергономічних показників для оцінки;

- вибір кращих аналогів і ергономічного базового зразка.

Вибір і обґрунтування номенклатури показників якості проводиться з врахуванням цілей оцінки, умов експлуатації об'єкту, типу об'єкта і таке інше.

Ергономічний базовий зразок вибирається з групи техніки, яка є однорідною з об'єктом оцінки і у відповідності з пред'явленими до нього ергономічними вимогами повинен мати найвищий у цій групі ергономічний рівень на даний момент часу, що повинно бути підтверджено достовірними даними. При виборі ергономічного базового зразка аналізується, втому числі:

- структура діяльності людини при взаємодії з об'єктом оцінки і його аналогами;

- ергономічні параметри аналогів об'єкту оцінки;

характеристики факторів продуктивного середовища, які генеруються об'єктом оцінки.

Аналітична стадія оцінки включає:

вивчення конструкторської, експлуатаційної, нормативно-технічної і іншої технічної документації на об'єкт оцінки;

хронометраж, кіно фотозйомка, інші способи фіксування і вимірювання структурних елементів процесу взаємодії людини і об'єкта оцінки;

структурно-психологічний опис і математичне моделювання діяльності людини з об'єктом оцінки;

вимірювання ергономічних параметрів об'єкту і його елементів;

вимірювання рівнів факторів продуктивного середовища, які генерує об'єкт оцінки у середовище, а також ряд інших методів, що використовуються комплексно.

Практична стадія оцінки передбачає:

визначення значень ергономічних показників якості об'єкта оцінки і базового зразка;

проведення оцінки;

обробку результатів;

прийняття рішень за результатами оцінки.

Наведена схема ергономічної оцінки якості промислового виробу є достатньо універсальною і може бути рекомендованою для експертизи машин і обладнання різного цільового призначення, ієрархічної структури і функціональної складності.

Розділ 4. Основи біонічних досліджень

4.1. Моделювання властивостей середовища (грунту)

4.1.1. Загальний показник деформаційних властивостей ґрунту при біонічному порівнянні

Розвиток наукових основ біонічних напрямів розробки ґрунтообробних машин, потребувало отримання нових ґрунтових показників, необхідних для розрахунку раціональних конструкцій робочих органів. Характеристики деформаційних властивостей дозволяють знайти залежність між механічною силою, що впливає на ґрунт, і кількістю та якістю деформацій, які є результатом дії цих сил на ґрунт. В зв'язку з цим, велика увага приділяється вивченню таких показників, як модуль деформації E , коефіцієнт Пуассона μ , що характеризують початкову, і що впливали не кінцеву стадію деформації ґрунту під впливом робочого органу. Існуючі методи (статичного завантаження і вільних коливань) визначення модулів деформації і коефіцієнтів бічного розширення громіздкі і вимагають застосування спеціального устаткування і приладів. Ці методи передбачають визначення окремо двох характеристик деформаційних властивостей ґрунту - E і μ .

Проведення таких досліджень пов'язане з рядом труднощів, що пояснюються як ще не встановленою методикою визначення модулів деформації і зрушення ґрунту, так і відсутністю надійних приладів для визначення цих характеристик ґрунту. Крім того, величини модулів деформації, отримані при динамічному випробуванні зразків, на один-два порядки відрізняються від значень модулів деформації при статичному навантаженні ґрунту. Загальним недоліком існуючих методів статичного і динамічного навантаження є визначення деформаційних властивостей на окремих зразках ґрунту, що не дозволяє повною мірою відтворити природні умови і підібрати швидкість навантаження зразків, відповідну швидкості обробітку ґрунту робочими органами. Все це приводить до великих погрішностей у визначенні величин деформаційних властивостей ґрунту. Тому доцільнішим є визначення фізико-механічних властивостей ґрунту в її природному стані, тобто в польових умовах при дії на неї робочими органами. Такі умови випробувань дозволяють точніше враховувати особливості напружено-деформованого стану ґрунту при дії зовнішнього навантаження, а також виділити всі фази деформацій і визначити значення тиску, при якому зберігається лінійна залежність між деформаціями і навантаженням. Випробування ґрунтів і землі при цьому проводяться шляхом впровадження деформатора в досліджуване середовище. Такі дослідження дозволяють виявити інтервал тиску, для якого справедливі отриманні значення деформаційних властивостей ґрунту, що необхідне при вивченні процесів деформації ґрунтів. Для ідентифікації властивостей ґрунту на першому інформаційному рівні часто використовується один узагальнений показник - твердість ґрунту. Плунжери твердомірів є найближчими аналогами робочих органів ґрунтообробних машин, чим пояснюється широке розповсюдження твердомірів і різноманітність їх конструкцій. Твердість ґрунту, під яким розуміють опір проникненню в неї під тиском плунжера, характеризує сумарний опір, який долають робочі органи ґрунтообробних машин, проводячи руйнування середовища шляхом різних деформацій. Принцип втискування наконечників в ґрунт іноді використовується також для оцінки здатності деформаторів різних форм, що кришать. Плоский циліндровий деформатор найбільш ефективний для кришення ґрунту, проте його енергоємність в 2,0-2,5 разу перевищує енергоємність клиновидного і кулястого деформаторів. Будучи узагальненим показником механічних властивостей ґрунту, твердість не дозволяє безпосереднім чином визначити форму робочого органу по заданих деформаціях.

Введення нового принципу багатоконтактно - ударної дії на ґрунт в біонічній системі "робочий орган по подібності біологічного прототипу – ґрунт – рослина – атмосфера" вимагає розгляду нових показників деформаційних властивостей ґрунту, що характеризують багатоконтактну взаємодію як усередині деформатора, так і робочого органу з ґрунтом. Системний підхід до обґрунтування форми і параметрів багатоконтактно-ударних робочих органів вимагає введення узагальненої характеристики деформаційних властивостей ґрунту, що зв'язує форму робочого органу з розподілом тиску по його робочій

поверхні. Оскільки принцип багатоконтактно-ударної дії на ґрунт в своїй основі передбачає взаємний контакт ланок деформатора і робочого органу з ґрунтом, то в якості узагальнена характеристика деформаційних властивостей ґрунту, як це впливає з рівнянь (5) і (6), пропонується вважати деформаційну сталу ґрунту. Вона ж входить як основна характеристика в рівняння логарифмічної кривої (3), яка описує форму розташування вершин зубів на кінцівках біологічних прототипів, і форму плавників меч-риби. Деформаційний показник - це новий узагальнений показник фізико-механічних властивостей ґрунту [9]. Він являє собою площу деформатора, що доводиться на одиницю критичного тиску і дозволяє безпосередньо перейти від деформаційних властивостей ґрунту до форми ґрунтообробного робочого органу. У загальному випадку деформаційний показник можна визначити по відомих модулю деформації ґрунту E і коефіцієнту її бічного розширення μ :

$$V = \frac{2}{E} \cdot 1^2. \quad (72)$$

Але як було відмічено, існуючі методи визначення значень E і μ для ґрунту, практично непридатні для польових умов і не враховують особливості процесу багатоконтактно-ударної взаємодії робочих органів з ґрунтом. При обґрунтуванні ж форми багатоконтактно-ударних робочих органів ґрунтообробних машин на основі біонічних порівнянь основним показником механічних властивостей ґрунту є деформаційний показник v , для безпосереднього визначення якого необхідно використовувати нові методики і прилади. При цьому виключається визначення складових його елементів - модуля деформації і коефіцієнта бічного розширення, в окремому визначенні яких при обґрунтуванні форми ґрунтообробних робочих органів немає необхідності.

Виходячи з вище викладених передумов, при яких дія робочого органу на ґрунт відбувається, в першій фазі, шляхом контактної взаємодії жорсткого деформатора з ґрунтом, деформаційний показник можна визначити на основі контактної задачі середовища, лінійно-деформованих середовищ. При цьому, у разі рішення плоскої задачі, деформатори для визначення деформаційного показника можуть бути плоскими. Проте, при рішенні просторових задач взаємодії робочих органів з ґрунтом, деформатори повинні мати об'ємну форму. Деформаційний показник можна визначити шляхом втискування в ґрунт деформатора певної форми з одночасним фіксуванням зусилля і глибини його занурення в ґрунт. Серед найпростіших форм наконечників, використовуваних при визначенні деформаційного показника ґрунту, слід використовувати клиновидний, напівкруглий, півкульковий і конічний деформатори.

Рівняння форми клиновидного наконечника (рис.4.1) має вигляд:

$$f_1(x) = x \cdot \operatorname{ctg} \beta, \quad (73)$$

де β -кут при вершині клину.

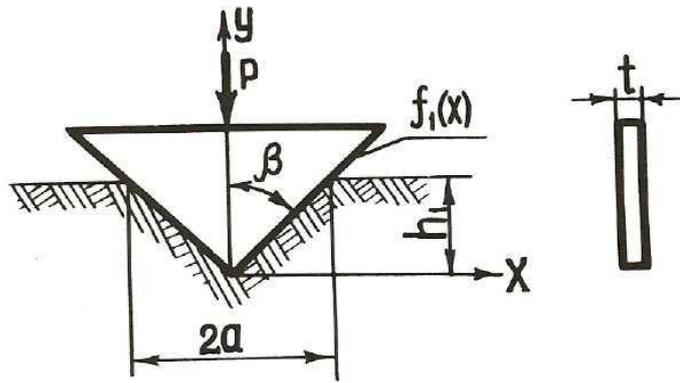


Рис.4.1 – Клиновидний деформатор

Використовуючи основне інтегральне рівняння плоскої контактної задачі (5) для однієї ділянки контакту з розрахунку рівняння (6) отримаємо формулу для визначення деформаційного показника в вигляді:

$$\frac{2a \operatorname{ctg} \beta}{\pi}, \quad (74)$$

де P - зусилля втискування наконечника;

a – половина ширини контакту, рівна:

$$a = \frac{h_1}{\operatorname{ctg} \beta}, \quad (75)$$

де h_1 - глибина занурення наконечника в ґрунт.

Тоді, підставляючи (75) в (74), отримаємо вираз для визначення деформаційного показника ґрунту при клиновидному наконечнику одиничної товщини t у вигляді:

$$v = \frac{2h_1 t}{\pi} \quad (76)$$

Форма півкруглого деформатора (рис.4.2) описується рівнянням вигляду:

$$f_1(x) = R \sqrt{R^2 - x^2}, \quad (77)$$

де R - радіус півкулі.

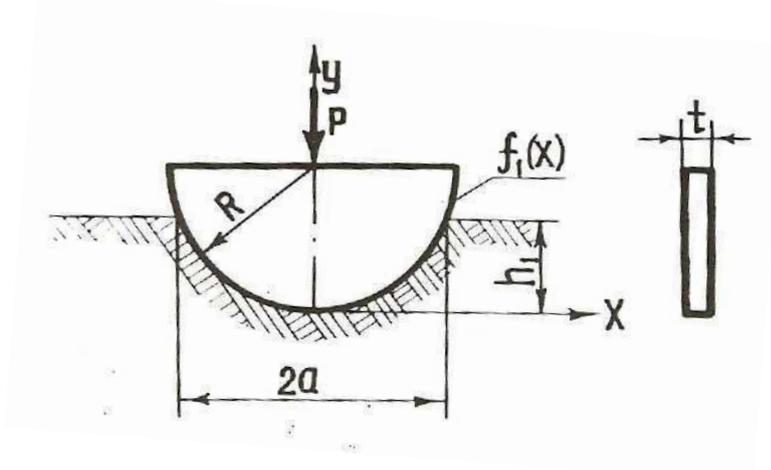


Рис.4.2 - Напівкруглий деформатор

Для напівкруглого наконечника отримаємо вираз вигляду:

$$f_1(x) = \frac{R^2}{\sqrt{(R^2 - x^2)^3}} \quad (78)$$

При x рівному нулю маємо:

Півширина ділянки контакту для круглого наконечника визначиться по виразу:

$$a = \sqrt{2PRV}, \quad (79)$$

звідки отримаємо:

$$V = \frac{a^2}{2PR}, \quad (80)$$

З іншого боку, виражаючи півширину контакту деформатора через радіус півкола R і глибину занурення h_1 отримаємо:

Підставляючи (81) в (80) отримаємо остаточний вираз для визначення деформаційного показника ґрунту при круглому наконечнику одиничної товщини t у вигляді:

$$V = \frac{h_1 t}{2PR} \cdot \frac{2R}{h_1}, \quad (81)$$

Отримані вирази для визначення деформаційного показника ґрунту шляхом вдавлювання плоских деформаторів з контурами у вигляді кривих другого порядку можуть використовуватися при обґрунтуванні основних геометричних параметрів пасивних елементів; ґрунтообробних робочих органів. Цими виразами можна користуватися і в тому випадку, коли просторова задача взаємодії робочого органу з ґрунтом зводиться до двох плоских.

При рішенні просторової задачі взаємодії багатоконтактно-ударного робочого органу з ґрунтом для визначення деформаційного показника ґрунту слід використовувати деформатори у вигляді тіл, обмежених поверхнями обертання. Такі деформатори повною мірою дозволяють враховувати об'ємну деформацію пласта. Найбільш прийнятною формою просторових деформаторів є куля (півкуля). У вибраній системі циліндричних координат рівняння поверхні сферичного деформатора (рис.4.3) матиме вигляд:

$$Z_1(r) = R - \sqrt{R^2 - r^2}, \quad (83)$$

де r - максимальний радіус круга області контакту.

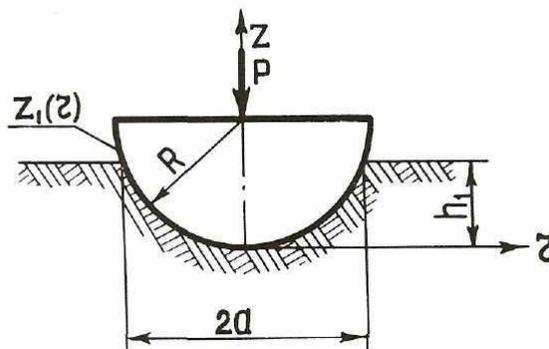


Рис.4.3 – Сферичний наконечник

Рівняння поверхні ґрунту можна представити у вигляді нескінченної площини $Z_2(r) = 0$, а деформаційну характеристику деформатора $V_1=0$ оскільки жорсткість наконечника, в порівнянні з ґрунтом, набагато порядків вище. Оскільки в даному випадку маємо:

$$Z_1''(0) = Z_2''(0) = 0$$

То скориставшись розподілом в ряд Тейлора, і, відкинувши члени вищих порядків в області контакту отримаємо вираз:

$$Z_1(r) = Z_2(r) = 0,5 Z_1''(0) = Z_2''(0) r^2, \quad (84)$$

$$0 \leq r \leq a.$$

Позначимо:

$$0,5[Z_1''(0) = Z_2''(0)] = B_1. \quad (85)$$

Радіус a кола області контакту після рішення основного рівняння вісьсиметричної контактної задачі і ряду первісних [91], матиме вигляд:

$$a = 0,5 \sqrt[3]{\frac{3v}{B_1}} \quad (86)$$

Другі первісні $Z_1''(r)$ і $Z_2''(r)$ відповідно рівні:

$$Z_1''(r) = \frac{R^2}{\sqrt{(R^2 - r^2)^3}}; \quad (87)$$

$$Z_2''(0) = 0; \quad Z_2''(0) = 0.$$

При r рівному нулю, тобто в точці контакту будемо мати:

$$Z_1''(r) = \frac{1}{R}. \quad (88)$$

Згідно виразу (85) з врахуванням (88) отримаємо:

$$B_1 = \frac{1}{2R}$$

Підставивши отримане значення B_1 в рівняння (86) знайдемо радіус кола області контакту по виразу:

$$a = 0,5 \sqrt[3]{6RV}. \quad (89)$$

З іншого боку, радіус кола області контакту можна визначити через радіус наконечника R і глибину його втискування h_1 по виразу:

$$a = \sqrt{h_1(2R - h_1)}. \quad (90)$$

Прирівнюючи формули (90) і (89), отримаємо вираз для визначення деформаційного показника ґрунту при напівкульковому наконечнику у вигляді 9 :

$$V = \frac{4\sqrt{h_1(2R - h_1)^3}}{3PR}. \quad (91)$$

Рівняння кінчного деформатора (рис. 4.4) в системі циліндричних координат має вигляд:

$$Z_1(r) = r \operatorname{ctg} \beta, \quad (92)$$

де r - максимальний радіус кола області контакту;

2β - кут у вершині конуса.

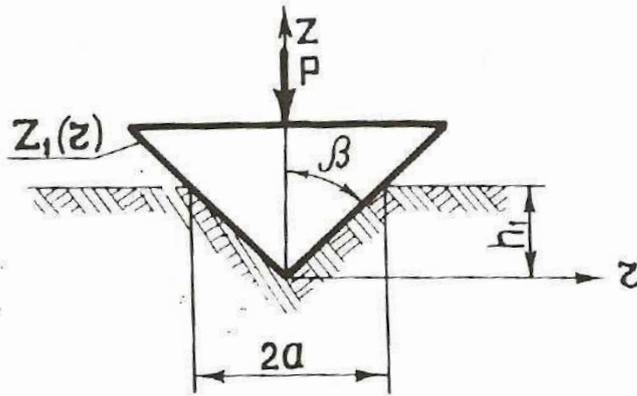


Рис.4.4 – Конічний наконечник

Радіус кола області контакту a в цьому випадку рівний:

$$a = h_1 \operatorname{tg} \beta, \quad (93)$$

де h_1 - глибина занурення наконечника.

Оскільки точка первинного дотику конуса з ґрунтом є кутовою точкою осевого перетину поверхні конуса, то нехтуючи малими вищих порядків, в області початку координат матимемо:

$$Z_1(r) = Z_2(r) = r \operatorname{ctg} \beta. \quad (94)$$

Використовуючи рішення основного інтегрального рівняння симетричної контактної задачі (91) з врахуванням формули (94) при ν_1 рівним отримаємо вираз:

$$a = \sqrt{\frac{4PV \operatorname{ctg} \beta}{2P}}. \quad (95)$$

Деформаційний показник ґрунту за цих умов, з урахуванням виразу (93) визначається по формулі:

$$\nu = \frac{h_1^2 \operatorname{tg} \beta}{2P}. \quad (96)$$

Отримані формули (91) і (96) прийнятні для визначення деформаційного показника ґрунтів різного типу і стану. Методика визначення деформаційного показника ґрунту в природних умовах повинна враховувати час взаємодії робочого органу з ґрунтом, ступінь навантаження ґрунту з деформатором певної форми, згідно процесу дії робочого органу на ґрунт, а також відповідність форми деформатора формі робочого органу. У відповідності з цими вимогами методика визначення деформаційного показника ґрунту заснована на вимірюванні зусилля і глибини втискування зануреного жорсткого плунжера певної форми в ґрунт.

Для визначення деформаційного показника ґрунту в лабораторних умовах можна використовувати установку з автоматичним керуванням. Лабораторна установка (рис.4.5) складається з двох частин: приводного (гідравлічного) і

виконавчого механізмів. Привідний механізм складається з розподільника 1, електродвигуна 2, гідронасоса 3, золотника реверсивного з електричним керуванням 4, дроселя-витратоміра 5, магнітного пускача 6, реле електричного 7, масляного бака 8, гідроциліндра двоходового 9, кінцевого вимикача 10, гідравлічних шлангів 11. Привідний механізм сполучений гідравлічними шлангами з виконавчим механізмом.

Виконавчий механізм (рис.4.5) складається з пересувної опорної рами 12, з встановленими на ній градуйованими секторами 13, рамки гідроциліндра 14, вертикального штока і рукояткою 15, датчиків переміщення 16, швидкості 17 і зусилля 18, деформатора 19. Датчик переміщення 16 реохордного типу сумісний з індуктивним датчиком швидкості 17. Датчик зусилля 18 кільцевого типу встановлений між штоком гідроциліндра і деформатором. Керування впровадженням деформатора в ґрунт і його заглибленням здійснюється автоматично. У лабораторну установку входить також тензовимірювальна апаратура (осцилограф, підсилювач, блок живлення). Наявність у виконавчому механізмі установки градуйованих секторів дозволяє змінювати кут входження деформатора в ґрунт. Максимальна глибина впровадження деформатора в ґрунт встановлюється на штоку 15, що впливає на кінцевий вимикач. Швидкість входження наконечника в ґрунт змінюється дроселем-витратоміром 5.

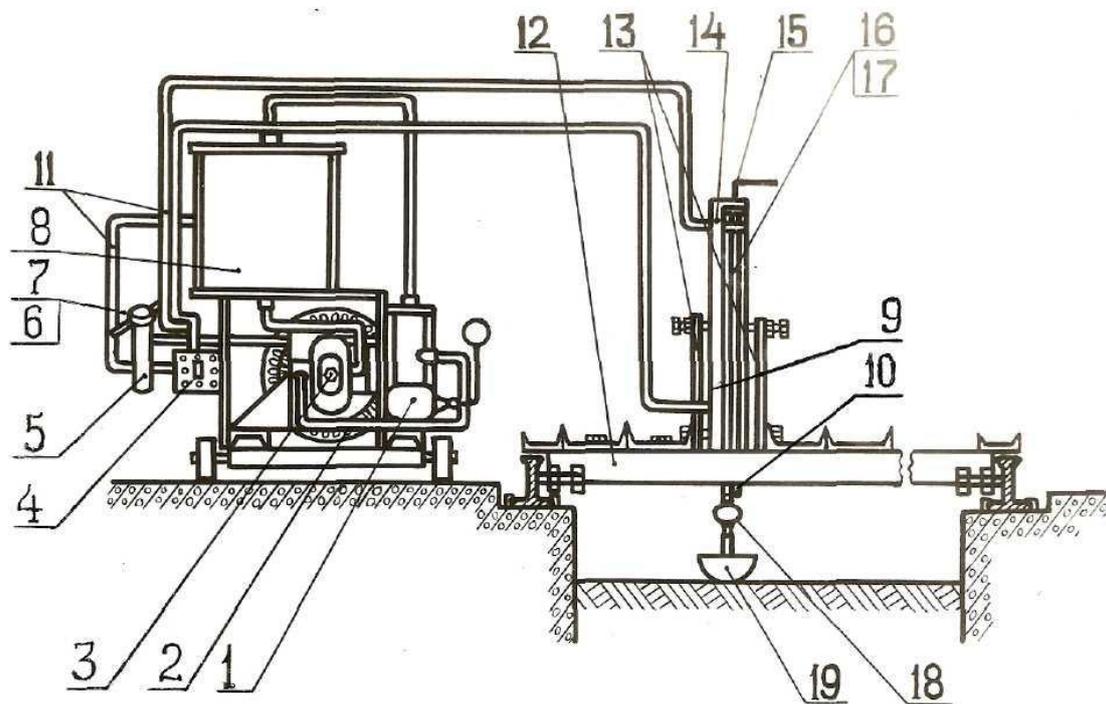


Рис.4.5 – Лабораторна установка для визначення постійної деформаційної ґрунту

Методика досліджень за визначенням деформаційного показника ґрунту з допомогою лабораторної установки полягає в наступному. На штоку гідроциліндра виконавчого механізму закріплюється певної форми наконечник 19. Фіксатором на вертикальному штоку 15 встановлюється необхідна глибина впровадження наконечника в ґрунт. Над підготовленою ділянкою ґрунту на

рейках ґрунтового каналу закріплюється пересувна опорна рама 12. Дроселем-витратоміром 5 встановлюється потрібна швидкість впровадження наконечника в ґрунт. Потім включається приводний механізм установки і здійснюється впровадження наконечника в ґрунт. Перемістившись на потрібну величину, фіксатор на вертикальному штоку автоматично перемикає реверсивний золотник, в результаті чого виникає виглиблення наконечника. Переміщення, зусилля і швидкість впровадження наконечника фіксуються осцилографом на осцилографічному або фіксуючому папері. Величина деформаційного показника ґрунту визначається на підставі отриманих записів по приведених вище формулах.

Описана лабораторна установка і методика визначення деформаційного показника ґрунту, у разі необхідності, можуть бути використані і в польових умовах. В останньому випадку необхідне польове джерело живлення електроенергією і надіте кріплення виконавчого механізму на полі.

Для визначення деформаційної сталості ґрунту в польових умовах слід використовувати прилад, що не вимагає джерела живлення (рис.4.6). Базою

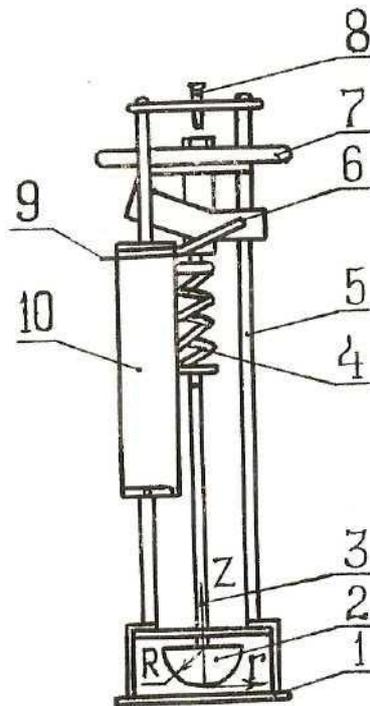


Рис.4.6 – Польовий прилад для визначення постійної деформаційної ґрунту

для цього приладу слугує твердомір системи Ю.Ю. Ревякіна. Цей прилад відрізняється наявністю круглої масивної основи і в якості наконечника в ньому використовуються півкулі [8]. Прилад складається (рис.4.6) з основи 1, наконечника 2, сферичної форми встановленого на плунжері 3, пружини 4, вертикальних направляючих стійок 5, паралелограмного механізму 6 з рукояткою 7, фіксуючого гвинта 8, записуючих пристроїв 9 і шкали 10. На приладі можуть бути встановлені наконечники різних форм і розмірів.

При визначенні деформаційної сталої ґрунту цим приладом плунжер вдавлюють в ґрунт з допомогою рукоятки 7. Опір ґрунту втискуванню плунжера 3 з наконечником 2 через пружину 4 і паралелограмний механізм 6 передається на записуючий пристрій 9, який одночасно реєструє (записує) глибину втискування плунжера і опір. По відомих опорі, глибині, вдавлювання і формі плунжера, з використанням приведених раніше формул визначають деформаційну сталу ґрунту.

Експериментальні дослідження деформаційної сталої ґрунту показують, що її величина практично не залежить від форми і розмірів наконечників, використовуваних для її визначення. Незначні розбіжності у величинах деформаційної сталої ґрунту, отримуваних при впровадженні плоских наконечників і наконечників у вигляді тіл обертання пояснюється тим, що в наступному випадку більшою мірою враховується об'ємна деформація ґрунту. Тому при визначенні деформаційної сталої ґрунту слід використовувати наконечник у вигляді тіл обертання, серед яких по стабільності показань перевага віддається напівкулям. Геометричні розміри наконечника практично не впливають на величину деформаційної сталої ґрунту при визначенні її шляхом втискування напівкуль. Тому в якості наконечників з достатньою для практичних цілей точністю можна використати напівкулі будь-якого радіусу. Розглянута методика визначення деформаційної сталої ґрунту прийнятна як в лабораторних, так і польових умовах, що підтверджують біонічні дослідження.

4.1.2. Критичний тиск як гранична характеристика напружено-деформаційного стану ґрунту

При розгляді процесів багатоконтактної дії робочого органу на ґрунт, використовується ще одна характеристика напружено-деформаційного стану ґрунту - критичний тиск $P_{кр}$. Критичний тиск характеризує найбільше навантаження на ґрунт в першій фазі до пластичної течії і дозволяє описувати руйнування ґрунту робочим органом. Як і деформаційну сталу ґрунту його можна визначити шляхом вдавлювання жорсткого деформатора в ґрунт.

Визначення критичного тиску можна розглянути на прикладі дії півкулі на ґрунт (рис.4.3). Використовуючи формули (85) і (86), після ряду перетворень з врахуванням рішення основного рівняння осиметричної контактної задачі, отримаємо вираз для розподілу тиску в області контакту півкулі з ґрунтом у вигляді:

$$P(r) = \frac{3}{2} \sqrt{1 - \frac{r^2}{a^2}} \frac{P}{a^2}. \quad (97)$$

Як видно з отриманого рівняння (97), контактний тиск змінюється залежно від відстані до первинної точки дотику. Максимальна величина, тобто критичний тиск, розвивається в первинній точці контакту (при $r = 0$), у разі повного торкання півкулі з ґрунтом. При повному зануренні півкуль в ґрунт радіус кола області контакту рівний радіусу півкулі R . Підставляючи $r = 0$ у формулу (97), отримаємо вираз вигляду:

$$P(0) = \frac{3P}{2a^2}. \quad (98)$$

З формули (89) визначимо зусилля втискування у вигляді:

$$P = \frac{4a^3}{3RV}. \quad (99)$$

Поставляючи (99) в (96), отримаємо вираз вигляду:

$$P(0) = \frac{2a}{2RV}. \quad (100)$$

Звідки, при R рівному 0, отримаємо вираз для визначення критичного тиску у вигляді:

$$P_{кр} = \frac{2}{2V}. \quad (101)$$

Таким чином, критичний тиск може бути визначено по відомій деформаційній сталій ґрунту. Тому деформаційну сталу ґрунту слід використовувати як основний узагальнений показник фізико-механічних властивостей ґрунту при розгляді процесу взаємодії багатоконтактно-ударного робочого органу з ґрунтом.

Найбільш прийнятною формою деформатора може бути півкуля. Такої ж форми деформатор (кульовий штамп) широко використовується при випробуваннях ґрунтів. Використовуючи деформаційну сталу ґрунту і, обмежуючись критичним тиском, як граничною характеристикою напружено-деформованого стану ґрунту в першій фазі, форму і параметри ґрунтообробних робочих органів можна визначати на основі принципів і методів механіки суцільних середовищ і постулатів загальної теорії систем.

4.1.3. Взаємозв'язок деформаційних характеристик ґрунту

Дослідження процесу взаємодії деформатора з ґрунтом з позицій теорії подібності [87] показує, що як узагальнений показник механічних властивостей ґрунту можна використовувати також і твердість ґрунту, методика визначення якої заснована на зануренні жорсткого плунжера в ґрунт. Серед різних типів розглянутих раніше плунжерів вигідно відрізняється плоский круглий плунжер, оскільки він має всього один конструктивний параметр - діаметр. На підставі розгляду процесу взаємодії плоского круглого плунжера з ґрунтом з погляду виникаючих в ньому напружених станів [87], отриманий вираз для визначення твердості ґрунту має вигляд:

$$\frac{P}{HD}. \quad (102)$$

де P - зусилля втискування плунжера;

H - глибина занурення плунжера в ґрунт;

D - діаметр плунжера.

З іншого боку, розглядаючи ґрунт, що володіє властивостями суцільності, можна використовувати для розкриття фізичної суті твердості ґрунту, методи теорії контактних деформацій і закони розподілу тиску на ділянці контакту деформатора з ґрунтом. На підставі розгляду процесу взаємодії плоского

круглого плунжера з ґрунтом, з позицій теорії контактного тиску [91], отримали вираз для визначення твердості ґрунту у вигляді:

$$\frac{1}{1 - \nu^2} \cdot \quad (103)$$

Таким чином, для оцінки механічних властивостей ґрунту необхідно використовувати показники, що характеризують процес її деформації під дією робочого органу, такі як модуль деформації E і коефіцієнт бічного розширення ν . Тоді для ідентифікації цих властивостей, у відповідності з формулою (103), може служити твердість ґрунту ρ , як загальний показник, що враховує всі ці чинники. Однак, при обґрунтуванні форми ґрунтообробних машин робочих органів і оцінці розподілу тиску на основі контактної завдання лінійно-деформованих середовищ, твердість ґрунту не входить в характеристики механічних властивостей. Основною характеристикою деформаційних властивостей ґрунту, як це витікає з основного інтегрального рівняння контактної задачі, служить деформаційна постійна V , визначена по виразу (72). Однак, порівняння формул (103) і (72) показує, що деформаційну сталу ґрунту можна отримати на основі твердості ґрунту, визначеного за допомогою твердоміра з плоским круглим плунжером. Перетворюючи рівняння (103), отримаємо:

$$\frac{1}{E} = \frac{1}{E} \cdot \frac{1}{1 - \nu^2} \cdot \quad (104)$$

Вираз для деформаційної сталої в умовах просторової задачі має вигляд:

$$V = \frac{1}{1 - \nu^2} \cdot \quad (105)$$

Підставляючи вираз (104) в рівняння (105), отримаємо формулу для визначення деформаційної сталої ґрунту, при відомій твердості, у вигляді:

$$V = \frac{1}{E} \cdot \quad (106)$$

Як видно з виразу (106), із збільшенням твердості ґрунту, деформаційна стала ґрунту зменшується. Тому, для руйнування ґрунту підвищеної твердості та без збільшення опору, площа деформованого елемента робочого органу повинна зменшуватися. Оскільки у відповідності з фазами деформації ґрунту, в кінці першої фази, за рахунок стиснення ґрунту, зусилля впровадження деформатора збільшується, то показник формоутворення повинен зменшуватися. Цього можна досягти як шляхом зменшення площини контакту деформатора з ґрунтом, так і значним збільшенням сили дії на ґрунт в кінці фази стиснення. Реалізація цих двох чинників в конструкціях робочих органів ґрунтообробних машин може бути досягнута шляхом додання робочим елементам перервної форми, а також створення багатоконтактних-ударних механізмів приводу робочих ланок.

4.2. Конструювання робочих органів (грунтообробна техніка)

4.2.1. Робочі органи для безвідвального обробітку і ущільнення ґрунту

Біонічні дослідження по безумовно оптимальних формах і параметрах робочих органів, а також принципів дії на ґрунт, в поєднанні з розробленими на їх основі теоретичними передумовами, дозволяє створювати нові високоефективні ґрунтообробні машини. Запозичення форм біологічних прототипів з подальшим їх аналітичним описом дає можливість обґрунтувати раціональні конструктивні схеми і параметри різних типів ґрунтообробних робочих органів. Новизна створених по біонічній подібності конструкцій робочих органів ґрунтообробних машин захищена 15 винаходами. В розробці таких конструкцій виділяються два основні напрями: багатоконтактні (зубчаті) робочі органи з жорсткими робочими елементами і віброударні робочі органи з віброуючими, в процесі співудару, робочими ланками. Біонічні передумови багатоконтактної дії на ґрунт покладені в основу обґрунтування форм і визначення геометричних параметрів нових зубчатих плоскорізних лап і безвідвальних корпусів плуга, зубчатих глибокорозпушувачів ґрунту і гладких секційних котків. Концентруючи тиск в малій області, такі робочі органи з переривистими ділянками контакту з ґрунтом, в процесі роботи, реалізують просторовий чинник дії на ґрунт.

По прототипу з ріжучими кінцівками капустянки і жука-носорога розроблені нові конструкції плоскорізних робочих органів із зубами на лемешах і стійці (А.С. №600976, №646943, №674702, №1722267). Такі робочі органи можуть входити до складу новостворюваних ґрунтообробних знарядь, а також встановлюватися на рамах плоскорізів-глибокорозпушувачів ПР-3-100, ПГ-3-5, КПГ-250 А, ГУН-4, культиваторів-плоскорізів КШ-5, КШ-9.

Зубчатий плоскорізний робочий орган складається (рис. 4.7) з стійки 1 і черевика 2, до якого кріпляться правий і лівий зубчаті лемехи 3. У середній частині лапи лемеха перекриваються долотом 4 з рихлячим зубом. Для зменшення розваленої борозни стійка 1 має вертикальний зубчатий ніж. На відміну від серійних плоскорізних лап в новому робочому органі, по прототипу з ріжучими кінцівками біологічних аналогів, ріжучі кромки зубів розташовані уздовж леза по логарифмічній кривій описаній формулою (3), що забезпечує рівномірний розподіл тиску зубів на ґрунт по ширині захоплення. З метою виключення забивання міжзубового простору ґрунтом і рослинними рештками вирізи 5 між зубами виконані по прототипу виїмок ноги жука-носорога (рис. 4.8) за формою логарифмічної спіралі, описуваною формулі (1).

Кривизна логарифмічної спіралі, що описувала форму вирізів передньої ріжучої частини лемешів збільшується від середньої частини леза до його країв.

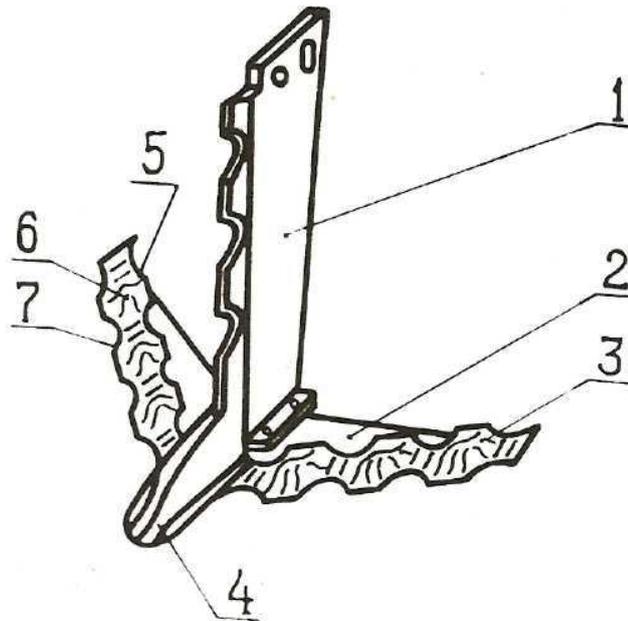


Рис. 4.7 – Зубчатий плоскорізний робочий орган

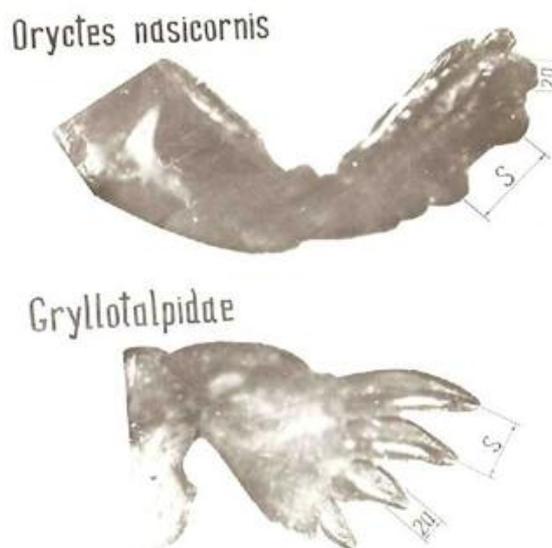


Рис. 4.8 – Робочі кінцівки жука-носорога і капустянки

Зубчаті плоскорізні робочі органи можуть бути обладнані односторонньо-зубчатими або двосторонньо - зубчатими лемешами. У останній конструкції лемешів, окрім передньої зубчатої підрізаючої частини, є задня зубчата частина з вирізами між зубами за формою логарифмічної спіралі, описаною формулою (1). У двосторонньо-зубчатих лемешів (рис. 4.9) вирізи 5 між зубами задньої кришучої частини лемешів 6 виконані за формою логарифмічної спіралі з кривизною вирізів, що зменшуються до країв лемешів, протилежно збільшенню кривизни логарифмічної спіралі, що описує форму вирізів між зубами ріжучої частини лемешів 7. Таке виконання вирізів лемешів сприяє руйнуванню ґрунту з буксуванням у вирізах при мінімальному опорі і виключає забивання вирізів

в кришучій частині. Протилежна спрямованість радіусів вирізів логарифмічної спіралі в кришучій 6 і ріжучій 7 частинах лемеша сприяє створенню різної концентрації тиску по ширині вирізів в ріжучих і кришучих частинах.

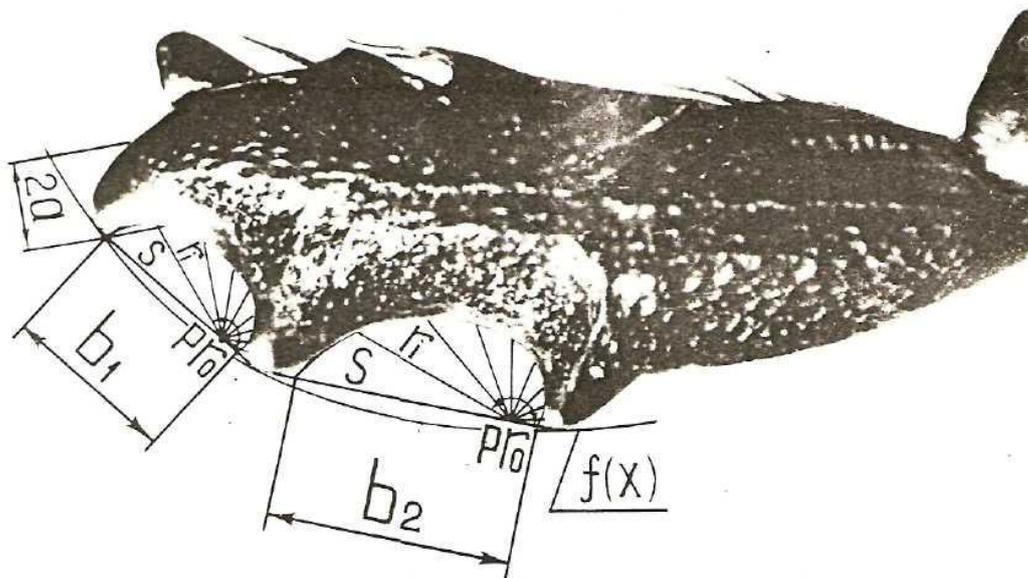


Рис. 4.9 – Розташування вершин зубів і форма западин між зубами ноги жука-носорога

У вирізах ріжучої частини зубами ґрунт ковзає у напрямі до країв лемеша, тобто у напрямі зменшення радіусу логарифмічної спіралі, створюючи концентрацію напруги з центром в смузі. У підрізаному шарі ґрунту, ця напруга знімається у вирізах кришучої частини, де ґрунт ковзає також до країв лемеша, але в напрямі від смуги логарифмічної спіралі з поворотом і збільшенням радіусу-вектора.

Кришуча частина поверхні лапи, по ширині захоплення, виконана у вигляді косинусоїди з позитивною опуклістю кривизни вгору проти зубів ріжучого леза і негативною - проти вирізів леза. Лобовий контур зубів в ріжучій частині виконаний за формою логарифмічної спіралі з негативною випуклістю кривизни вгору, що сприяє підрізуванню пласта ґрунту зубами при мінімальному опорі. У повздовжньому перетині робоча поверхня кришучої частини лемеша виконана за формою двох логарифмічних спіралей, що змикаються, з позитивною випуклістю кривизни вгору в середній частині і негативною - в задній частині лемеша. В результаті такого поєднання поверхонь в ріжучо-кришачих частинах робочого органу, утворюється хвиляста поверхня, випуклості, в повздовжньому і поперечному напрямках. Така поверхня кришучої частини лемеша, викликає багаторазовий вигин пласта ґрунту в поперечному напрямі, виникнення в ньому ділянок розтягування, стиснення і кручення. Неоднорідне поле, що виникає з різноіменних деформацій пласта ґрунту, за допомогою робочих органів сприяє поліпшенню якості кришення ґрунту. Ріжуча частина леза, виконана за формою логарифмічної спіралі опуклістю вниз не ущільнює дно борозни. Така форма

ріжучої частини забезпечує мінімальний початковий кут входження в ґрунт і хороше ковзання його по лезу. У кожній точці поверхні ковзання під кутом тертя до нормалі поверхні, що сприяє кращій заглибленості робочого органу.

При русі робочого органу, лапа підрізує пласт ґрунту ріжучою частиною виступів, виконаною по логарифмічній кривій випуклостю вниз. Під дією виступів, зони деформації яких змикаються, розривається зв'язок ґрунту в міжвиступовому просторі. Ґрунтовий пласт поступає на хвилясту поверхню кришучої лапи, де під дією знакозмінних поперечних і повздовжніх зусиль інтенсивно кришиться з розсипом дрібних частинок ґрунту на дно борозни.

В варіанті з двосторонньо-зубчатими лемешами на пласт ґрунту, що сходиться з лемеша, в поперечному напрямі діють моменти різної спрямованості, що додатково вигинають, з лівої і правої частин кожного зуба, за рахунок переходу робочої поверхні зубів кришучої частини лемешів, у вирізи між ними. Це підвищує інтенсивність кришення ґрунту в поперечному напрямі руху робочого органу.

В процесі роботи найбільш інтенсивному зносу піддається передня зубчата підрізаюча частина лемешів. В робочому органі з двосторонньо-зубчатими лемешами, у міру зносу зубчатої підрізаючої частини, є можливість розвернути на кут $3,14$ рад. і закріпити на черевіку правий і лівий зубчаті лемеші. Такий розворот дозволяє працювати задньою зубчатою кришучою частиною, як передня зубчата підрізаюча частина лемешів. Симетричність форм вирізів і робочих поверхонь підрізаючих кришучих частин лемеша, а також встановлених отворів, дозволяє здійснювати таку перестановку з метою підвищення довговічності роботи лемешів. Позитивний вплив на кришення надає також менший периметр контакту з ґрунтом криволінійного леза задньої кришучої частини лемеша, в порівнянні з суцільними лемешами.

Вирізи частини двосторонньо-зубчатих кришучих лемешів, сприяють ковзанню ґрунту у напрямі збільшення радіусу логарифмічної спіралі і швидкому сходженню ґрунту з робочого органу. Під дією знакозмінних поперечних і повздовжніх зусиль в кришучій частині лемешів, ґрунт інтенсивно кришиться. У міру зносу переднього ріжучого леза лемешів необхідно зняти лемеші, розвернути їх на кут $3,14$ рад., встановити на черевик і закріпити.

Подальше вдосконалення у напрямі зниження зносу робочої поверхні зубів і покращення якості кришення ґрунту привело до рухомого кріплення зубів на лапі за допомогою горизонтальних шарнірів і пружин. При русі такого плоскоріжучого робочого органу в ґрунті, зуби під впливом змінюючих сил опору ґрунту як на глибині обробітку, так і по ширині захвату робочого органу, проходять незалежні один від одного коливання. Це підвищує дієздатність робочого органу до змінюючих умов ґрунту. Крім того, при коливаннях зубів робочого органу змінюється сила опору розриву внутрішніх зв'язків ґрунту, а також площа і тривалість того, що стосується його робочої частини з ґрунтом. Це веде до зменшення сил тертя на поверхні робочого органу і, таким чином, знижує знос його робочої поверхні. Підвищення терміну служби зубчатих

лемешів досягається також наплавленням нижньої ріжучої частини зубів твердим сплавом для забезпечення їх самозаточування, по прототипу з двошаровою будовою кігтів ріжучих органів біологічних прототипів землерійів.

В системі обробки ґрунту, окрім плоскорізних робочих органів, широкого розповсюдження знайшли знаряддя для глибокого розпушення ґрунту. З цією метою використовується різні типи робочих органів глибокорозпушувачів ґрунту і плугів, якість роботи яких, в багатьох випадках, вимагає поліпшення. Поліпшення якісних і енергетичних показників роботи глибокорозпушувачів ґрунту можна досягти запозиченням форм їх робочих органів у біологічних прототипів - використанням зубчатих ріжучих елементів з вирізами формою логарифмічної спіралі виду (1).

З метою підвищення якості розпушування ґрунту і зниження тягового опору розроблений новий розпушувач з нижньою підрізаючою і верхньою зубчатою ріжучою частинами (А.С. №1496646). Глибокорозпушувач містить (рис. 4.10) стійку 1 з передньою клиноподібною ріжучою кромкою 2, що має зуби 3 і вирізи 4. Нижня підрізаюча частина 7 глибокорозпушувача містить горизонтальну передню 5 і бічну 6 кромки.

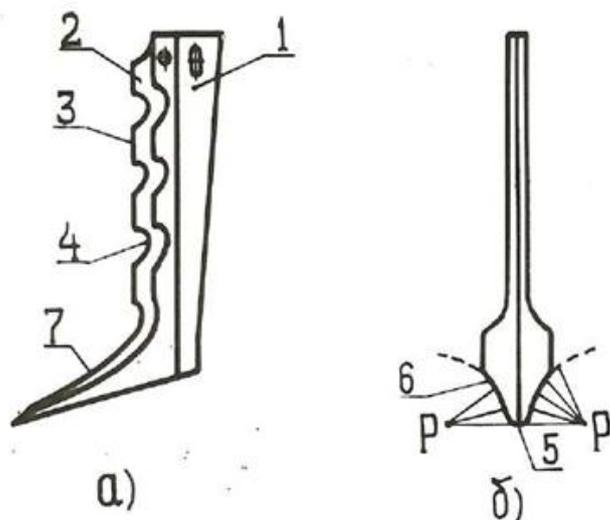


Рис. 4.10 – Глибокорозрихлювач

У поперечно-вертикальній площині нижня підрізаюча частина 7 має форму клину, бічні поверхні якого виконані по відрізку логарифмічної спіралі (формула 1) і зв'язані між собою по осі клину, а опуклість спіралей обернена вниз. Горизонтальна передня кромка 5 в нижній підрізаючій частині виконана по логарифмічній кривій (формула 3) і зв'язана з виконаними по відрізку логарифмічної спіралі бічними кромками 6, опуклість яких звернена до осі клину 7 підрізаючої частини. Робоча бічна поверхня зубів верхньої розрізаючої частини глибокорозпушувача в горизонтальній площині виконана по двох відрізках логарифмічних спіралей, що змикаються у вершині зубів, опуклість яких звернена до осі симетрії зубів 3 і плавно переходними в неробочій зоні в прямі.

При русі глибокорозпушувача нижній шар ґрунту підрізається горизонтальною передньою кромкою 5 нижній підрізаючій частині. Піднімаючись по лобовій поверхні, шар ґрунту розрізається клином 7 в повздовжньо-вертикальній площині і ковзає, деформуючись бічними поверхнями клину 7. Бічні кромки 6 нижньої підрізаючої частині додатково розрізають ковзаючи з передньої кромки 5 і бічних поверхонь клину 7 частинки пласта ґрунту. Внаслідок того, що бічні ріжучі грані і робоча поверхня підрізаючої частини виконані по логарифмічній спіралі, що забезпечує ковзання і деформацію пласта при мінімальному опорі, енерговитрати на розпушення знижуються і поліпшується якість кришення. Одночасно верхній шар ґрунту розрізається стійкою 1 із зубами 3. Тиск стійки на ґрунт локалізуються передньою кромкою зубів 3, що розрізають масив ґрунту у вертикальній площині. Зруйнована передніми кромками зубів 3 ґрунт ковзає по їх бічній поверхні, виконаній у вигляді спрощених по передній кромці логарифмічних спіралей, і по загострених вирізах 4. Це забезпечує ковзаюче різання ґрунту в напрямі від зубів 3 до середньої частини вирізу 4 між ними і утворення вільного проходу для стійки 1.

Запропонований глибокорозпушувач можна використовувати як в окремому варіанті на глибокому розпушенні ґрунту, так і встановлювати на плоскорізній лапі замість долота, закріпивши верхню ріжучою частину його на стійці, а нижню, що підрізає - на черевіку лапи з перекриттям лемешів.

Для глибокого розпушення ґрунту без обороту пласта розроблений новий зубчатий безвідвальний корпус плуга. Він встановлюється на раму звичайного плуга, замість відвального корпусу. Зубчатий безвідвальний корпус застосовується в двох виконаннях: з односторонньо-зубчатим і двосторонньо-зубчатим ножем. Двосторонньо-зубчатий безвідвальний корпус плуга (рис. 4.11) складається з вертикальної стійки 1, зубчатого лемеша 2 і розпушувача 3. До вертикальної стійки під кутом $0,44$ рад. до напрямку руху кріпиться двосторонньо-зубчатий ніж 4 з вирізами за формою логарифмічної спіралі (формула 1). Кривизна логарифмічної спіралі вирізів ножа 4 в лобовій частині збільшується від низу до верху, а в тильній частині - зверху вниз. Робоча поверхня ножа 4 по всій довжині має виступи 5, розміщені проти зубів тильної частини. Геометричні параметри як односторонньо-зубчатих так і двосторонньо-зубчатих лемешів.

При глибокому розпушенні зубчаті корпуси безвідвального плуга відрізають пласт ґрунту і руйнує його хвилястою робочою поверхнею ножів. Зуби ножів, концентруючи тиск на ґрунт, зменшує зусилля розрізання ґрунту. Проходячи по похилій хвилястій поверхні ножів пласт ґрунту зрушується ними у бік розпушеного попереду ідучим корпусом шару ґрунту. Під дією зрушуючого зусилля, перемішуючий по зубчатого ножа шар ґрунту руйнується і кришиться. При зношенні передньої зубчатої розрізаючої частини двосторонньо-зубчатий ніж необхідно розвернути на кут $3,14$ рад. і встановити на стійці. При такій перестановці збільшується термін служби зубчатих ножів

оскільки менш зношена задня частина ножа буде працювати в якості передньої зубчатої розрізаючої частини.

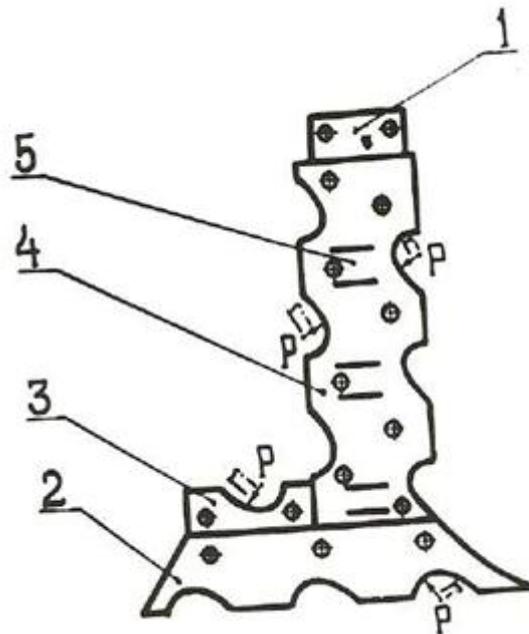


Рис. 4.11 – Зубчатий безвідвальний корпус плуга

В системі протирижуючої обробки ґрунту найбільш ефективним є коткування одночасно з посівом зернових культур, яке зазвичай проводиться гладкими сільськогосподарськими котками. При роботі гладких циліндрових котків на краях їх робочої поверхні створюється концентрації тиску, що призводить до нерівномірного ущільнення ґрунту по всій ширині захоплення котка. Нерівномірність ущільнення ґрунту такими котками приводить до значних відмінностей в щільності ґрунту і умовах зростання і розвитку рослин. В зв'язку з цим конструкція гладкого котка, що накочує, вимагає подальшого вдосконалення у напрямі поліпшення якісних показників його роботи.

На основі розроблених біонічних передумов розроблена конструкція секційних котків для обробки ґрунтів різних фізико-механічних властивостей. Поперечний перетин котка описує отримане рівняння (3) логарифмічної кривої симетричною відносно середини котка, на відміну від вживаних циліндричних, клинових і круглих профілів котка. Застосування секцій у вигляді набору котків такої форми в стерньових сівалках дозволяє сформувати раціональний профіль борін з рівномірною щільністю ґрунту в них.

При суцільному коткуванні ґрунту, для полегшення підбору кривизни логарифмічною кривою, відповідно фізико-механічним властивостям ґрунтів, коток повинен перебувати на змінних робочих органах у вигляді усічених еліпсоїдів обертання, встановлених з незалежним обертанням на осі, із зменшенням діаметру від середини котка до його країв. Як видно з рівняння (3) для ґрунтів різного стану, що характеризується зміною деформаційного показника ґрунту V , з метою рівномірного ущільнення ґрунту, кривизну логарифмічної кривої необхідно змінювати.

Новий секційний коток складається (рис. 4.12) з кілець 1, кожне з яких виконано у вигляді усіченого еліпсоїда обертання різної кривизни, встановлених з незалежним обертанням на загальній осі 2 котка (А.С. №1113007). Діаметр кілець 1 виконаний у вигляді поступово зменшуючого від середини котка до його країв, а робоча поверхня - по логарифмічній кривій. Бічний профіль котка у вигляді логарифмічної кривої $f(X)$, симетричної відносно середини котка відповідає найбільш рівномірному розподілу тиску під котком. Параметри логарифмічної кривої (формула 3), що забезпечують рівномірний розподіл тиску по ширині котка, залежать від фізико-механічних властивостей ґрунту (деформаційного показника, модуля зрушення, коефіцієнтів тертя). Зміна цих параметрів в пропонованому котку може здійснюватися шляхом підбору різних діаметрів і кривизни змінних кілець 1 у вигляді усічених еліпсоїдів обертання. З таких кілець 1 у вигляді усічених еліпсоїдів обертання складаються котки для різних ґрунт-кліматичних зон, відповідно фізико-механічним властивостям ґрунту.

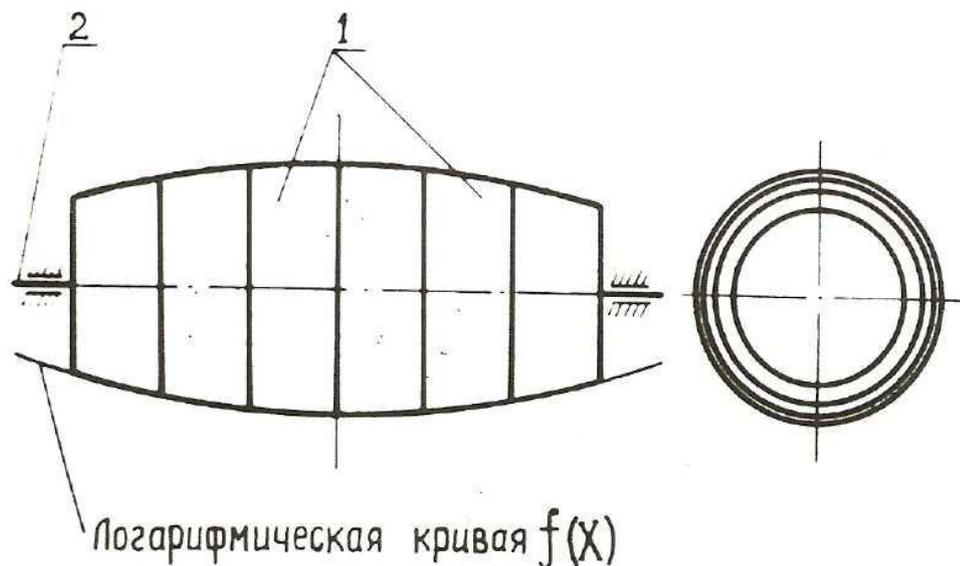


Рис. 4.12 – Гладкий секційний коток

При русі котка контакт з ґрунтом відбувається по логарифмічній кривій $f(X)$, симетричної відносно середини котка. Кривизна логарифмічної кривої повинна відповідати при цьому фізико-механічним властивостям ґрунту, оскільки в цьому випадку відбувається рівномірний розподіл тиску по всій ділянці контакту кілець 1 з ґрунтом і виключаються концентрації тиску на його краях. У результаті цього відбувається рівномірне ущільнення ґрунту по всій ширині захоплення котка. По отриманих залежностях (формула 3) визначається раціональна форма секційних катків при ущільненні ґрунту одночасно з посівом протиерозійних сівалок, а також гладких секційних катків, що застосовуються при післяпосівному коткуванні.

4.2.2. Вібродарні ґрунтообробні робочі органи

Основи теорії вібродарних механізмів ґрунтообробних машин, розроблені в процесі проведення біонічних досліджень, використовується при створенні конструктивних схем і визначенні кінематичних і динамічних параметрів нових вібродарних глибокорозпушувачів ґрунту, голчатих борін і котків (А.С. №1243641, №1380624, №1429953, №1561837, №1641207, №1653554, №1715220, №1743392, №1764126). Основним конструктивним вузлом цих робочих органів являється новий вібродарний механізм (рис. 4.13), що реалізує в процесі роботи чинник часу, за рахунок змінної міри свободи. Маючи переривчасті ділянки контакту робочих елементів з ґрунтом, такі робочі органи реалізують також просторовий чинник дії на ґрунт. Поєднуючи основні елементи просторово-часової дії на ґрунт, нові вібродарні робочі органи надають силове поле тиску, відповідно до фаз деформації і руйнування ґрунту.

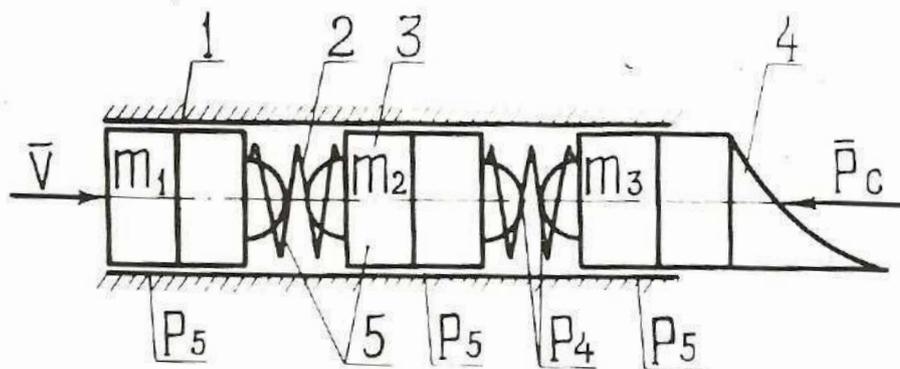


Рис. 4.13 – Схема багатоконтактно-ударного механізму, де:
1 - корпус; 2 - пружний елемент; 3 - жорстке тіло;
4 - деформатор; 5 - ланка.

Періодичні зміни сил опору ґрунтів реалізуються плоскорізною розпушувальною лапою з рухомими, коливаючими в горизонтальній площині зубчатими лемешами (рис.5.8). Із збільшенням деформаційного показника ґрунту логарифмічна крива, що описує контур ріжучого леза лемешів розгортається, а із зменшенням - згортається відносно середньої лінії тяги лапи. Введення при цьому ударної взаємодії дозволяє швидко створити критичні напруги і провести сколювання блоку ґрунту.

Вібродарна розпушувача лапа складається (рис. 4.14) із стійки 1 під'ятника 2, до якого кріпляться шарніри 3 і 4 за допомогою напівбашмаків 5 і зубчатих лемешів 7 і 8. Середнє долото 9 кріпиться до напівбашмаків з перекриттям лемешів 7 і 8. Кінці правого і лівого лемешів сполучені шарнірно з штоками 10, між якими розміщений вібродарний механізм 11. Останній виконаний з чергуючих пружних елементів 12 і жорстких ланок 13 простих форм (куля, циліндр, еліпсоїд обертання), розміщених в корпусі 14. Ступінь

стиснення пружних елементів 12 змінюється за допомогою регулювального пристрою 15. Кромки зубів ріжучих лемешів в горизонтальній площині виконані по логарифмічній кривій (формула 3), симетричній відносно середини лапи, що сприяє рівномірному розподілу тиску лез ріжучих лемешів 7 і 8 на ґрунт по всій ширині захоплення лапи.

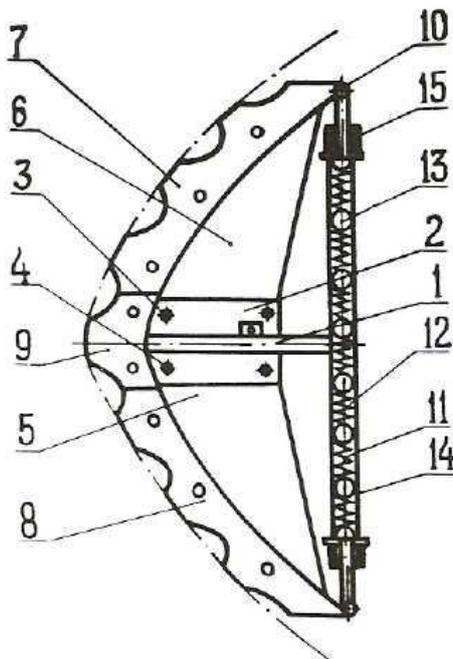


Рис. 4.14 – Віброударна розпушувальна лапа

При русі віброударної розпушуючої лапи за рахунок контакту ріжучого леза зубчатих лемешів 7 і 8 з ґрунтом, відбувається стиснення пружних елементів 12 і накопичення кінетичної енергії, в кінці фази стиснення, що відповідає максимальному зближенню кінців лемешів 7 і 8, відбувається взаємний удар жорстких ланок 13 і, потім, передача накопиченої кінетичної енергії в ґрунт і її руйнування.

Таким чином віброударний механізм 11 працює як механічний акумулятор енергії у фазі стиснення, що відповідає фазі ущільнення ґрунту перед лемешами 7 і 8 і віддає її при ударі, що приводить до зрушень і руйнування ґрунту.

З метою підвищення інтенсивності дії на ґрунт по всій ширині захоплення розпушуючої лапи запропоновано встановлювати на лемешах замість жорстких, рухомі віброударні зуби. Така нова розпушуюча лапа містить рухомі розпушуючі зуби, встановлені в направляючих основи лемешів, з допомогою віброударних механізмів.

Розпушуюча лапа з віброударними зубами складається (рис. 4.15) з прикріпленого до стійки 1 черевика 2, до якого приєднані лемеші 3 з виступами 4 в передній частині. На кожний виступ 4 встановлюється зуб 5.

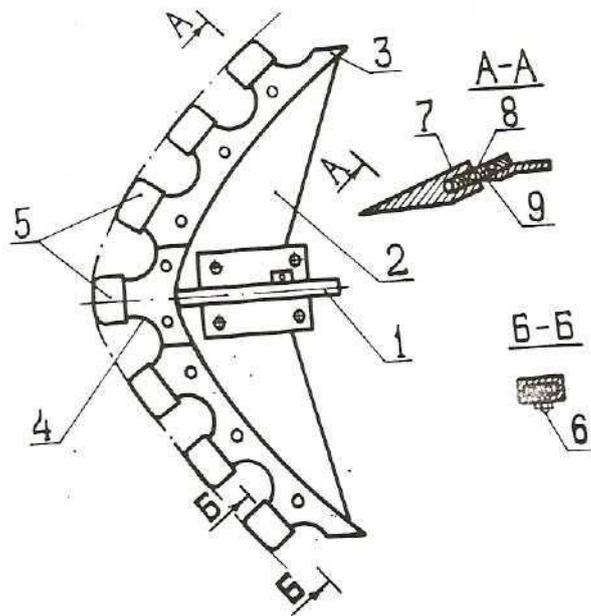


Рис. 4.15 – Розпушувальна лапа з віброударними зубами

Зуб 5 має порожнину, в якій за допомогою упору у вигляді гвинта б, встановлений віброударний механізм, забезпечується поступальне переміщення зуба в площині установки лемеша. Віброударний механізм виконаний у вигляді пружних елементів 7 і жорстких ланок 8, по черзі розміщених в корпусі 9. Корпус 9 віброударного механізму закріплено на виступах 4 лемешів. У початковому положенні робочі кромки зубів 5 в горизонтальній площині розташовані по логарифмічній кривій.

При русі такий розпушувач лапи в ґрунті, в результаті стиснення і розтягування пружних елементів 7 і удару жорстких ланок у віброударного механізму під дією змінного опору ґрунту, відбувається зміна лінії робочої кромки лапи. Це приводить до вирівнювання тиску по всій лінії робочої кромки лапи, що забезпечує рівномірне підрізування і ефективне кришення ґрунту.

По прототипу з будовою щелепного апарату птахів, властивостями кісток і сполучних тканин біологічних аналогів розроблена конструкція віброударного пружно-в'язко-пластичного розпушувача ґрунту (рис.5.10). Механізм АБСДЕ з'єднання робочого органу з рамою знаряддя за допомогою стійки виконаний чотириланковим, як у щелепного апарату птахів (рис.5.10а).

Рух паралелограмного механізму АБСДЕ в повздожньому напрямі обмежується фіксаторами в передній і задній частинах. Як і в механізмі верхньої щелепи птахів, механізм підвіски включає три рухомі ланки, чотири пари п'ятого класу і має одну міру вільності. Для створення ударної дії на ґрунт ланка квадратної кістки ЕСД (рис. 4.16а), у вигляді кісткової тяги складної будови, суміщена з віброударним розпушувачем (рис. 4.16б) з віброударним механізмом СД.

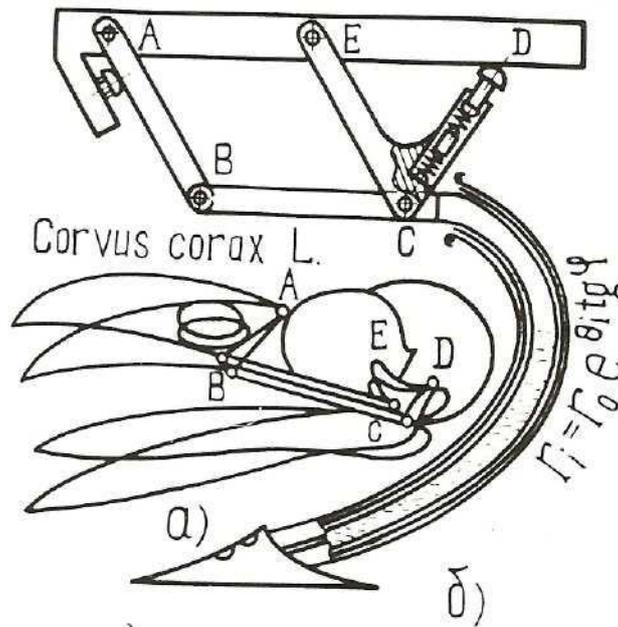


Рис. 4.16 – Чотирихланковий механізм черепа ворона в новій віброударній підвісці розпушувача ґрунту з трубчастою стійкою по прототипу кісток тварин, де: а) механізм черепа ворона; б) віброударний розпушувач.

Віброударний механізм складається з пружних елементів, що чергуються, і циліндрових стержнів, поміщених усередині круглого каналу ланки ЕСД, виконаного у вигляді двоплевого важеля. По прототипу з трубчастою будовою кісток людини і тварин стійка розпушувача виконана складеною порожнистою трубчастою формою по логарифмічній спіралі у вигляді (1) із збільшенням її кривизни в напрямі від носка робочого органу до точки кріплення її до чотириланкового механізму. Вона складається з середнього порожнистого трубчастого елемента, частково заповненого в'язкою рідиною і зовнішніх трубчастих елементів різної жорсткості і шорсткості поверхні, що прилягали до нього. Трубчасті елементи жорстко скріплюють з лапою в нижній частині стійкі, вільно знаходяться в зіткненні між собою і з середнім елементом по всій другій їх довжині і стягнуті у верхній кінцевій частині. Виконання пружних трубчастих елементів стійкі за формою логарифмічної спіралі забезпечує ковзання по ній ґрунту при мінімальному опорі, а концентрація тиску в смузі підвищує інтенсивність дії розпушувача на ґрунт.

При роботі віброударного розпушувача відбувається підрізування і розпушення ґрунту робочим органом, що коливається, з періодичною ударною дією на неї. За рахунок реалізації пружних, пластичних і в'язких властивостей ґрунту створюються умови для виникнення автоколивань робочого органу в ґрунті, що знижує тяговий опір і підвищує інтенсивність кришення ґрунту. У такій конструкції стійкі властивості ґрунту реалізуються спектром сил пружності середнього і наружного трубчастих елементів різної жорсткості. Пластичні властивості ґрунту відбивається силами взаємного тертя поверхонь

різної шорсткості середнього і зовнішнього трубчастих елементів, виникають за рахунок пружної деформації стійки під дією змінного опору ґрунту. В'язкі властивості ґрунту реалізуються в стійці силами зчеплення в'язкої рідини усередині середнього трубчастого елементу. Пластична і в'язка частини стійки збуджують фрикційні автоколювання робочого органу за рахунок різниці і протилежної спрямованості сил тертя ґрунту по лапі і сил взаємного тертя пружних трубчастих елементів, а також сил зчеплення в'язкої рідини усередині середнього трубчастого елементу. Пружні трубчасті елементи в стійці зближує процес автоколювань з процесом колювань пружної системи і віброударним механізмом, який виконує роль регулятора подачі енергії до робочого органу. В шарнірному чотири ланковому механізмі АВСДЕ віброударний механізм розділяє і реалізує фази деформації ґрунту і її руйнування. У такому механізмі розпушувача досягається реалізація пружно-вязко-пластичних властивостей, відповідно з фазами деформації і руйнування ґрунту. Віброударний механізм перемикає роботу розпушувача з фази стиснення на фазу руйнування ґрунту і створює у цей момент ударну дію на ґрунт за допомогою пружно-вязко-пластичної стійки. Таким чином, розроблений розпушувач поєднує основні структурні елементи описаних раніше біологічних систем, що реалізують чинники простору і часу.

Принцип багатоконтактно-ударної дії покладений також в основу роботи нових віброударних глибокорозпушувачів ґрунту. Шляхом створення умов для виникнення автоколювань робочого органу в ґрунту такі глибокорозпушувачі сприяють зниженню енерговитрат і підвищенню інтенсивності дії на ґрунт.

Віброударний глибокорозпушувач ґрунту складається (рис 4.17) із стійки 1 з розміщеними в ньому направляючими пружно-вязко-пластичними віброударними механізмами 2, до яких кріпляться ковзаючими шарнірами 3 послідовні робочі ножі 4 з ріжучими загостреними зубами 5 на нижніх кінцях. Загострена ріжуча кромка робочих ножів 4 виконана за формою логарифмічної спіралі із зменшенням її радіус-вектора від низу до верху. Направляючі пружно-вязко-пластичні віброударні механізми 2 виконані з поміщених в направляючому корпусі 6 порожнистих циліндрових ланок 7 з торцевими півкульовими виступами, розділених на дві рівні частини з однієї сторони 8 в'язкою рідиною, а з другої сторони 9-сіпучим матеріалом в вигляді сталевий і чугунної. Циліндричні ланки встановлені в направляючому корпусі по чергово між пружними елементами 10 зі збільшенням пружності, в'язкості і пластичності від розпушуючих робочих ножів до основи стійки. Пружно-вязко-пластичні віброударні механізми штоками 11, які проходять через направляючі гайки 12, з'єднуються з ковзаючими шарнірами з розпушуючими робочими ножами. Бічні поверхні розпушуючих робочих ножів глибокорозпушувачів закриті кожухами 13.

При русі віброударного глибокорозпушувача відбувається розрізання і порушення ґрунту рухомими розпушуючими робочими ножами і їх ріжучими зубами в повздовжньо-вертикальній площині. В результаті стиснення і розтягу пружних елементів, а також змінних сил зчеплення в'язкої рідини і сил тертя

сипкого матеріалу всередині циліндричних ланок і удару проміжних ланок пружно-в'язко-пластичних віброударних механізмів під дією перемінного опору ґрунту відбувається віброударна взаємодія розпушуючих робочих ножів з зубами на ґрунт, що збільшує інтенсивність зрізання ґрунту і зменшує опір. За рахунок контактів зубів 5 і ріжучого леза робочих ножів 4 з ґрунтом відбувається стиснення пружних елементів 10, переміщення в'язкої рідини і сипучого матеріалу всередині циліндричних ланок і накопичення кінетичної енергії. У кінці фази стиснення, що відповідає максимальному наближенню розпушуючих робочих ножів 4 до стійки 1, відбувається взаємний удар проміжних ланок з в'язкою рідиною і сипучим матеріалом і потім передача набутої ними кінетичної енергії ґрунту і її розпад.

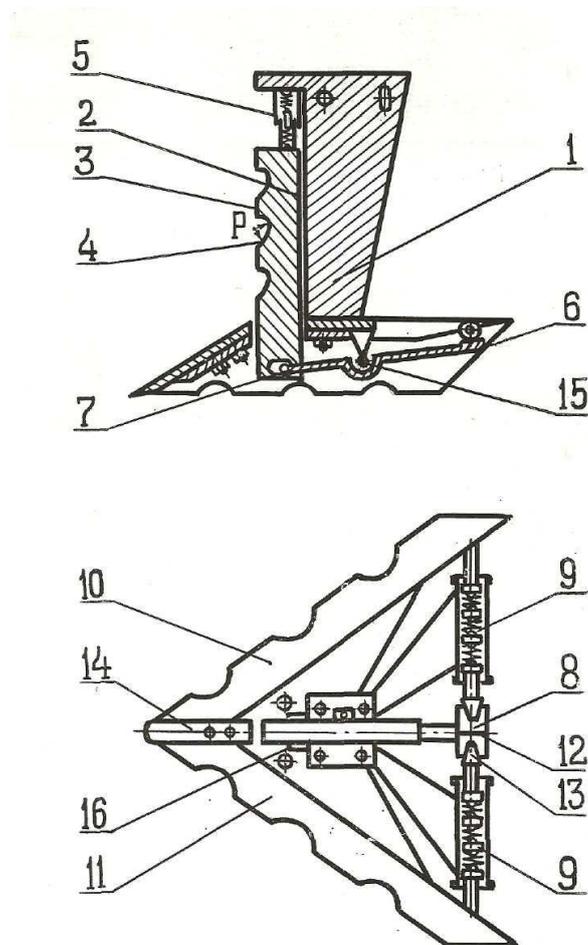


Рис. 4.17 – Віброударний робочий орган глибокорозрихлювача ґрунту

Запропонований віброударний глибокорозпушувач найбільш повно відповідає законам деформації порушенням ґрунту, її фазам. Віброударний механізм з пружно-в'язко-пластичними ланками дозволяє враховувати відношення всіх фаз деформації ґрунту з часом і створювати умови для виникнення автоколивань робочого органу в ґрунті. В'язка і пластична частини проміжних циліндричних ланок порушують автоколивання розпушуючих робочих ножів із зубами за рахунок різниці і протилежної спрямованості сил тертя ґрунту по робочих ножах і сил тертя і зчеплення сипучого матеріалу і

в'язкої рідини усередині циліндрових ланок в період між ударами проміжних ланок при сколюванні блоку ґрунту і його руйнуванні, тобто в період стиснення проміжних пружних елементів. В момент удару проміжних ланок сила тертя сипкого матеріалу і сила зчеплення в'язкої рідини, перетинаючих усередині циліндричних ланок, направлені в сторону, протилежну силі тертя ґрунту по робочому органу, і сприяють підтримці стійкості автоколивальних розпушувачів ножів в ґрунті. Таким чином в запропонованому глибокорозпушувачі забезпечується стійкість автоколивального процесу в період руйнування сколеного блоку і реалізація в'язких і пластичних властивостей ґрунту. З'єднання пружно-в'язко-пластичних віброударних механізмів із зубами розпушувачів робочих ножів за допомогою ковзаючих шарнірів дозволяє своєчасно реалізувати періодичні зміни сил опору ґрунту. Підтримці стійкості автоколивальних робочих ножів сприяє також виконання їх ріжучої кромки за формою логарифмічної спіралі із зменшенням радіус-вектора від низу до верху. Така форма ріжучої кромки ножів забезпечує ковзання по ній ґрунту при мінімальному опорі і концентрацію тиску в малій області. Концентрація тиску в малій області затискає повітря, яке знаходиться в порожнечах між грудками ґрунту. При деформації ґрунту ножами затиснене повітря стискається, потенційна енергія його росте, і після зняття тиску повітрям, в основному проводять роботу розпушення ґрунту робочими ножами. Отже, інтенсивність дії ножів на ґрунт посилюватиметься, якщо силове поле концентруватиметься в точку, що може бути отримане направляючими кривими за формою логарифмічної спіралі. При такій формі робочих ножів після створення зубами концентрації тиску і сколювання ґрунту він сходить із зубів і ковзає по розпушувачів ножах. Ковзання відбувається у напрямі зменшення радіусу кривизни логарифмічної спіралі, тобто до її полюса Р, де створюється додаткова концентрація тиску, що реалізовується пружно-в'язко-пластичними ланками віброударного механізму. Підвищення в'язкості і пластичності ланок, що досягається шляхом збільшення маси в'язкого сипучого матеріалу, заповнюваних проміжні циліндричні ланки, а також пружності віброударних механізмів в напрямі від робочих ножів до стійки дозволяє автоматично підтримувати віброударний автоколивальний процес відповідно до змінних пружно-в'язко-пластичних властивостей ґрунту.

З метою зменшення розваленої борозни за стійкою запропонований новий віброударний робочий орган глибокорозпушувача ґрунту вертикальний зубчатий ніж, що містить, сполучений віброударними механізмами в нижній частині з рухомими зубчатими лемешами, а у верху - з основою стійки.

Віброударний робочий орган глибокорозпушувача ґрунту складається (рис. 4.12) зі встановленого на стійці 1, за допомогою направляючої 2 зубчатого ножа 3 з вирізами 4 за формою логарифмічної спіралі із збільшенням її кривизни від низу до верху. В верхній частині зубчатий ніж 3 рухомо сполучений із стійкою 1 за допомогою віброударного механізму 5, такий, що складається з циліндричних ланок, що чергуються, пружних елементів, розміщених в корпусі стійки. У нижній частині ніж 3 за допомогою

двоплечового важеля 6, еліптичного шарніра 7, клинового розп'ятого механізму і віброударних механізмів 9, закріплених на під'ятнику стійкі, шарнірно сполучений з правим 10 і лівим 11 рухомими зубчатими лемешами. Штоки віброударних механізмів 9 рухомо сполучені з клиновим наконечником 12 двоплечового важеля 6, за допомогою конічних штовхачів 13. Носок рухомих лемешів 10 і 11 перекриті долотом 14, закріпленим на черевіку. Двоплечовий важіль 6 здійснює гойдання навколо осі 15 кронштейна, закріпленого на під'ятнику основи стійкі. Бічна частина рухомого з'єднання зубчатого ножа з основою стійки закрита захисними кожухами 16.

При русі віброударного робочого органу лемеші 10 і 11, контактуючи з ґрунтом, стискають пружні елементи віброударних механізмів 9, накопичуючи кінетичну енергію. При максимальному зближенні кінців лемешів 10 і 11, в кінці фази стиснення ґрунту, відбувається взаємний удар жорстких тіл віброударних механізмів 9. Під дією удару штоки віброударних механізмів 9 різко розходяться, впливаючи, з одного боку на кінці лемешів, передаючи накопичену кінетичну енергію ґрунту, а з іншої - за допомогою конічних штовхачів 13 штоків приводять в рух клиновий механізм розпору 6 зубчатих ножів і стійкі. Конічні штовхачі 13, впливаючи на клиновий наконечник 12, повертають двоплечовий важіль 6 навколо осі 15. Другий кінець двоплечового важеля 6 переміщає зубчатий ніж 3 вгору, стискаючи проміжні пружні елементи віброударного механізму 5. Здійснюючи поступальну ходу по направляючих підставах, зубчатий ніж 3 розрізає ґрунт в повздовжньо-вертикальній площині, утворюючи вільний прохід для стійки і зменшуючи опір її просуванню вперед. Після закінчення фази стиснення відбувається взаємний удар жорстких елементів віброударного механізму 5. Під дією удару шток віброударного механізму 5 переміщає зубчатий ніж 3 по направляючим вниз, повертаючи, за допомогою двоплечового важеля 6, клиновий механізм розпору 8 і віброударні механізми 9 лемешів в початкове положення. Рухаючий вниз зубчатий ніж 3 додатково розрізає ґрунт, запобігаючи винесенню її на поверхню і зменшуючи розвалену борозну. Виконання вирізів ножів стійки за формою логарифмічної спіралі із збільшенням її кривизни від низу до верху сприяє направленому ковзанню ґрунту вниз по вирізах при поворотно-поступальному русі шкіра, що зменшує викид ґрунту вгору і ширину розваленої борозни за стійкою. Але закінчення фази руйнування ґрунту робочим органом наступає фаза стиснення і цикл спільної роботи зубчатого ножа стійки з лемешами робочого органу періодично повторюється. Поєднання поворотно-поступального руху зубчатого ножа в подовжньо-вертикальній площині під дією горизонтальних коливань лемешів, з поступальною ходою глибокорозпушувача в ґрунті дозволяє зменшити розкидання ґрунту убік і розвалену борозну. Такий робочий орган глибокорозпушувача надає віброударна дія на ґрунт як в горизонтальній так і у вертикальній площинах.

Розроблена конструкція віброударного механізму може використовуватися в ґрунтообробних робочих органах з примусовим приводом. Така конструкція покладена в основу роботи нового віброударного щілиноріза ґрунту.

Вібродарний щілиноріз складається (рис. 4.18) із стійки 1 з долотом 5, сипких елементів у вигляді зубів 4, вібродарного механізму з приводом, валів 7 із захисними щитками 19. Зуби встановлені в передній частині стійки 1 з можливістю переміщення. Не вертикальних осях, симетрично відносно стійки 1 вільно встановлено два вали. Осі валів сполучені із стійкою 1 за допомогою штоків 18, вільно встановлених в повздовжніх направляючих і підпружинних відносно стійки 1 за допомогою пружини 17. Долото закріплене на стійці 1 за допомогою шарніра і сполучено з тягою ковзаючим шарніром. Тяга вільно встановлена в повздовжніх направляючих стійки 1. Вібродарний механізм виконаний у вигляді вертикального змонтованого усередині стійки 1 валу 2 із закріпленими по його довжині кулачками що взаємодіють з вібродарними штовхачами 6. Вібродарний штовхач 3 виконаний у вигляді набору по черзі зв'язаних між собою пружних елементів 15 і ланок 16. Він вільно розміщений в повздовжньо-горизонтальному каналі 6, який виконаний у стійці 1. Зуби 4 штоків і тяга долота 5 розміщені співвісно з відповідним вібродарним штовхачем 3. Сусідні кулачки вібродарних штовхачів 8 зубів 4 мають тягове зміщення на кут рівний $3,14$ рад. Кулачки вібродарних штовхачів 16 валиків 7 розташовані однаково. Ланки 9 і ударники 11 вібродарних штовхачів 8 мають циліндрову форму. В кожному циліндричному каналі встановлений фіксатор 12 для взаємодії з ударником 11 який підпружинений відносно стійки 1 за допомогою поворотної пружини 13. На торцевих поверхнях зубів 4 вільні кінці тяги 14 вантажів 9 і ударників 11 виконані виступи сферичної форми.

В процесі роботи приводиться в обертання вал 2 із закріпленими на нім кулачками, які штовхають ланки 9 вібродарних штовхачів, що взаємодіють з ними 8, долаючи при цьому опір пружних елементів 10. В результаті цього відбувається зіткнення проміжних ланок 9, які передають ударну дію ударникам 11. Кожен з ударників 11, після проходження зазору, ударяє по торцевому виступу відповідного зуба 4 або тяга долота 5. В результаті ударної дії зуб 4 і долото 5 різко переміщуються вперед, скріплюючи ґрунт. При наступному обертанні вала 2 виступ кулачка відходить від вантажу 9 вібродарного штовхача 3 і під дією пружних елементів 10 і поворотної пружини 13 ударник 11 відходить назад до упору 12. Вібродарний штовхач 3 повертається в початкове положення, а зуб 4 повертається назад під дією опору ґрунту. Далі цикл знову повторюється.

Кутове зміщення сусідніх кулачків на кут $3,14$ рад. дозволяє чергувати удари суміжних вібродарних штовхачів, що приводить до почергової ударної дії сусідніх зубів на ґрунт. Це інтенсифікує процес дії щілиноріза на ґрунт по всій глибині нарізуваної щілини і зменшує тяговий опір. Одночасно при обертанні валу 2 кулачки приводять в дію вібродарні штовхачі 16 валів 7. В свою чергу вібродарні штовхачі 16 надають ударну дію на штоки валів 7, які відходять назад, ущільнюючи стінки щілини. При сході виступу кулачка під дією пружних елементів 15 і пружини 17 вібродарні штовхачі 16 і великі 7 повертаються в початкове положення. Далі цикл повторюється. Коливальний поворотно-поступальний рух валів 7 забезпечує інтенсивне ущільнення стінок

щілини. Захисні щитки 19 оберігають вали 7 від забивання ґрунтом. Частота обертання валу 2 визначається виходячи з ґрунтових умов і ступеня ущільнення стінок щілини.

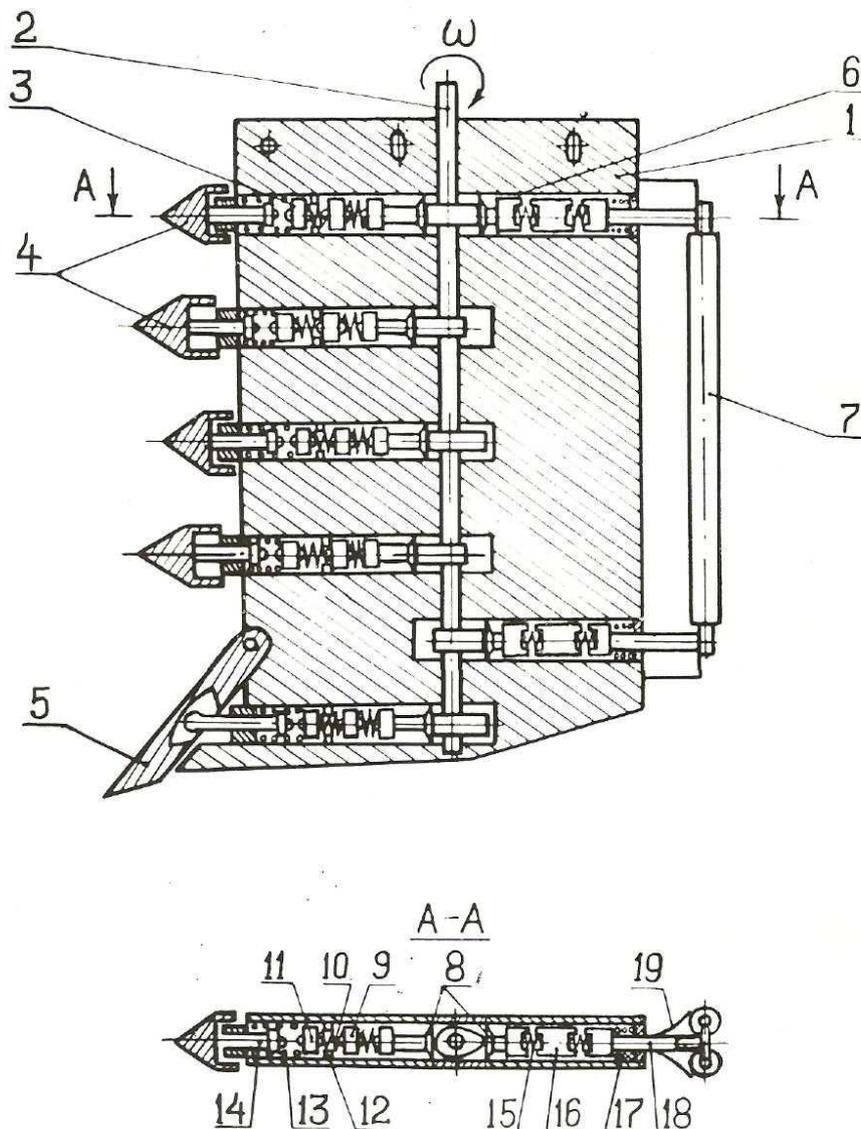


Рис. 4.18 – Віброударний щілиноріз

Подальше вдосконалення конструкції плоскорізних культиваторних лап призвело до створення вібромагнітного плоскоріжучого робочого органу. В такому робочому органі віброударна дія доповнюється магнітним полем, що діє на ґрунт. Підвищення інтенсивності кришення ґрунту і обробки її магнітним полем в новому робочому органі досягається закріпленими в передній частині електромагнітними віброударними механізмами з підрізаючими електромагнітними зубами і розпушуючими електромагнітними елементами з повздовжніми ребрами в задній частині.

Вібромагнітний плоскоріжучий робочий орган містить (рис. 4.19) стійку 1, черевик 2, леміш 3, електромагнітні віброударні механізми 4, закріплені на черевнику 2 і розміщені по всій ширині захоплення лемеша 3. Електромагнітний віброударний механізм складається (рис. 4.19) із закріпленого на черевнику 2 циліндрові корпуси 5, в передній частині якого встановлений з можливістю поступальної ходи електромагнітний конічний зуб 6, а в задній частині розміщений розпушуючий електромагнітний елемент 7, маючий форму усіченого конуса, внутрішню частину електромагнітного віброударного механізму складають розділені фланцями 8 і співвісно встановлені електромагніти постійного струму, включаючи рухомі сталеві циліндрові сердечники 9 з півкульовими виступами на торцях, встановлені усередині намагнічуючих обмоток 10 співвісні із зубами 6, і розпушуючий електромагнітний елемент 7 з чергуванням фіксуючих пружні елементи 11 між ними.

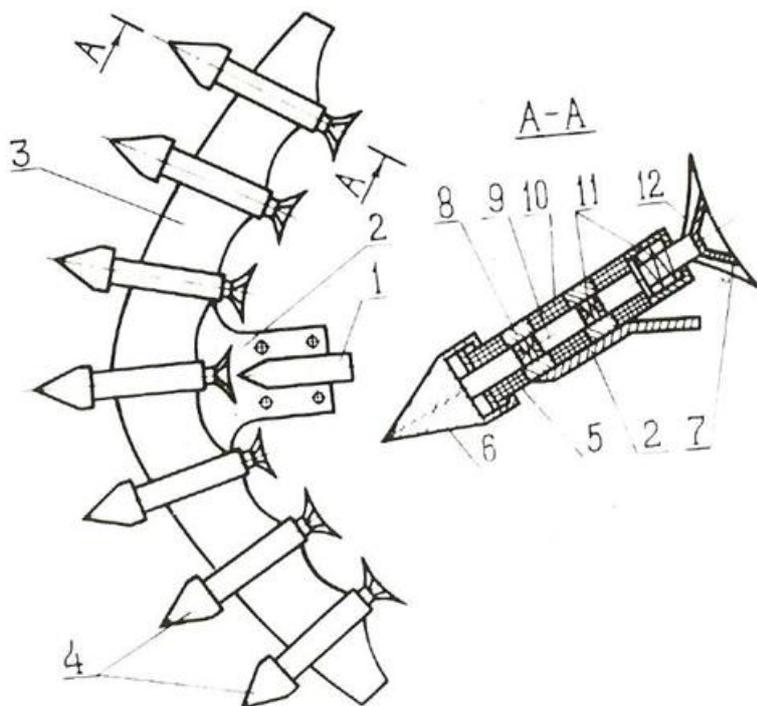


Рис. 4.19 – Вібромагнітний плоскоріжучий робочий орган

Напрямок струму в намагнічених обмотках послідовно чергуються, в результаті чого торцеві частини сусідніх сердечників мають однойменну полярність, що призводить до відштовхування їх одна від одної. Розпушуючий електромагнітний елемент 7 виконаний у вигляді закріпленого на кінцевому, вільно обертаючому навколо осі сердечника, усіченого конуса з подовжніми ребрами 12 по його твірній з ріжучими кромками у формі відрізка логарифмічної спіралі. Сусідні зуби по ширині захоплення робочого органу мають протилежну полярність, що призводить до взаємодії їх магнітних полів,

пронизуючих ґрунт в міжзубовому просторі. Чергування полюса задніх розпушувачів також дозволяє інтенсифікувати взаємодію на ґрунт магнітним полем в процесі розпушення підрізаючого пласта ґрунту. З метою інтенсифікації роботи робочого органу, відповідно до фаз деформації ґрунту, напруженість магнітного поля в електромагнітних віброударних механізмах збільшується в напрямі від зубів до розпушувачів. Для поліпшення кришення і сходу ґрунту з розпушувачів задня частина лемешів робочого органу між електромагнітними віброударними механізмами має вирізи, виконані по ободу кола (рис. 4.19).

Зуби 6 і розпушувачі 7 здійснюють вібраційне переміщення під час взаємодії на ґрунт, за рахунок електромагнітних віброударних механізмів, що реалізують періодичні зміни сил опору ґрунту і сил тертя зубів і розпушувачів на ґрунт в електромагнітному і механічному полі удару. Вібраційне переміщення зубів і розпушувачів в запропонованому вібромагнітному плоскоріжучому робочому органі характеризується як особливим процесом його виникнення, так і стійким характером його підтримки. Підтримку коливального процесу забезпечує зовнішнє енергоджерело, що підводить енергію, причому не коливального типу. В даному випадку підводиться тягове зусилля, що долає опір ґрунту і електричне живлення електромагнітам від генератора постійного струму, встановленого на тракторі. По фізичній структурі і способу реалізації енергії робота вібромагнітного механізму в запропонованому робочому органі розділяється на два періоди з перемиканням. При русі в ґрунті в першому періоді в електромагнітних віброударних механізмах відбувається накопичення енергії, що підводиться від джерела, за допомогою проміжних намагнічених сердечників (ланок), фіксуючих пружних елементів між ними, а також зубів і розпушувачів. В цей період відбувається зближення проміжних сердечників до моменту їх зіткнення. Причому, при русі робочого органу з постійною швидкістю в одному напрямі, між зубами, розпушувачами і ґрунтом діє сила тертя, направлена убік, протилежний швидкості руху робочого органу. Роль демпфера тут виконують електромагніти, що створюють відштовхуючу силу між проміжними сердечниками, пропорційну їх швидкості і реалізуючи в'язкі властивості ґрунту. Вібраційне переміщення в цей період виникає за рахунок різниці і протилежної спрямованості сил тертя зубів 6 і розпушувачів 7 об ґрунт і сил відштовхування торцевих частин зубів, розпушувачів і проміжних сердечників в магнітному полі віброударного механізму.

У першому періоді, починаючи від положення, при якому зуби, розпушувачі і сердечники знаходяться в рівновазі, а стиснення фіксуючих пружних елементів рівне нулю, тертя відносного спокою велике, зуби і розпушувачі рухатимуться разом з ґрунтом назад. Рух продовжуватиметься до тих пір, поки відштовхуюча сила магнітних сердечників і стиснення фіксуючих пружних елементів, відтягуючи зуби і розпушувачі вперед, не досягнуть значення, рівного силі відносного спокою і почнуть перевищувати її. Після цього відбудеться зрив пласта ґрунту. Зуби розпушувачів і сердечники почнуть

рухатися вперед, долаючи силу тертя при відносному русі і, пройшовши за інерцією положення рівноваги, продовжать рух до крайнього переднього положення. Але сила магнітної взаємодії сердечників і пружна сила фіксуючих елементів почнуть штовхати зуби, розпушувачі і сердечники знову назад. При цьому, в деякий момент часу, швидкості цих елементів і шару ґрунту стануть рівними один одному і процес повториться. Після зриву зуба, розпушувачі і сердечники переміщуються як звичайна коливальна система по синусоїдальному закону. У цьому періоді мають місце електромагнітні фрикційні автоколивання. Він триває до досягнення граничного напруженого стану ґрунту перед робочим органом, тобто до початку сколення блока ґрунту. Потім здійснюється перемикання на відведення накопиченої енергії, яке відбувається у момент механічного удару торцевих частин проміжних сердечників, зубів і розпушувачів. В зв'язку із збільшенням напруженості магнітного поля в електромагнітах віброударних механізмах в напрямі від зубів до розпушувачів, момент перемикання (зіткнення в сердечниках) настає послідовно від передніх зубів до задніх сердечників і розпушувачів.

В другому періоді, після послідовного перемикання, відбувається відведення накопиченої енергії, сколювання і руйнування блока ґрунту. Під дією сил механічного поля удару і відштовхуючих сил магнітного поля сердечники розходяться з великою швидкістю, а енергія, за допомогою зубів і розпушувачів, відводиться ґрунту. Після удару проміжних магнітних сердечників напрям руху їх різко міняється. Вони набувають прискорення і сила їх відштовхування значно зростає. Отже, зростає різниця між силою тертя зубів, розпушувачів об ґрунт і силою їх відштовхування. Сили відштовхування кожного із проміжних сердечників мають різну величину. В результаті цього виникає спектр різниць сил тертя зубів і розпушувачів об ґрунт і сил відштовхування кожного із проміжних магнітних сердечників, що призводить до виникнення автоколивання в ґрунті. Таким чином, під час дії на ґрунт перший і другий періоди послідовно чергуються. В результаті цього відбувається вібраційне переміщення зубів і розпушувачів в ґрунті в сумісній дії з проміжними ланками в електромагнітному і механічному полі удару.

Робота вібромагнітного плоскоріжучого робочого органу відповідно до фаз деформації ґрунту відбувається наступним чином. У першій фазі, при зануренні робочого органу в ґрунт відбувається зближення частинок ґрунту з електромагнітним конічним зубом 6. Сталеві циліндрові сердечники 9 в цей час переміщуються в магнітному полі намагнічених обмоток 10. В момент контакту торцевих півкульових частин циліндрових сердечників 9 під дією відштовхуючого магнітного поля створюваного обмотками сусідніх намагнічуваних сердечників з однойменними полюсами, відбувається взаємний удар. Електромагнітні зуби 6 і розпушуючий електромагнітний елемент 7 відходять на протилежні сторони. У цей момент електромагнітний конічний зуб зрізає частину ґрунту, а розпушуючий електромагнітний елемент 7 накопичує кінетичну енергію для розпушення підрізаючого пласта. Вільно обертаються під дією змінного опору ґрунту розпушуючі електромагнітні елементи 7

подовжніми ребрами 12 з ріжучими кромками розрізають підрізаючий пласт ґрунту.

Виконання ріжучих кромок на подовжніх ребрах за формою логарифмічної спіралі дозволяє розрізати пласт ґрунту з ковзанням при мінімальному опорі. У завершальній фазі відбувається віддача ґрунту кінетичної енергії розпушувачами електромагнітними елементами 7 і електромагнітними конічними зубами. Відштовхуюча сила магнітного поля сталевих циліндрових сердечників 9 і втягуюча сила магнітного поля намагнічуючих обмоток 10 дозволяє реалізувати пружно - в'язко-пластичні властивості ґрунту і створити умови для виникнення автоколивань електромагнітних конічних зубів і розпушувачів електромагнітних елементів 7. В процесі роботи електромагнітного віброударного механізму властивості ґрунту, як пружно-в'язко-пластичного середовища, реалізуються наступними конструктивними елементами:

1. Пружні властивості (тіло Гука, деформації і напруга зв'язані лінійною залежністю) - фіксуючими пружними проміжними елементами між намагніченими сердечниками.

2. В'язкі властивості (тіло Ньютона, швидкість деформації і напруги зв'язані лінійною залежністю) - співвісними встановленими електромагнітами з однойменною полярністю сусідніх полюсів у складі рухомих циліндрових сердечників 9, зубів 6 і розпушувачів 7 усередині обмоток, що намагнічують, 10.

3. Пластичні властивості (тіло Сен-Венана, пластична течія при постійній нарузі рівному межі текучості, підкоряючись закону сухого тертя) - тертям намагнічених зубів 6 і розпушувачів 7 об ґрунт і взаємодією їх магнітних полів, пронизуючих ґрунт в між зубовому просторі.

Руйнуюча здатність вібромагнітного плоскоріжучого робочого органу посилюється за рахунок сумісної дії на ґрунт електромагнітних полів електромагнітних конічних зубів 6 і розпушувачів електромагнітних елементів 7. Поєднання механічного поля удару циліндрових сталевих сердечників і електромагнітного поля електромагнітного віброударного механізму призводить до появи нового ефекту в обробці ґрунту – ударно-магнітного кришення ґрунту.

Новий віброударний механізм може бути використаний не тільки в знаряддях для глибокого обробітку ґрунту, але і в робочих органах, що здійснюють поверхневу дію на ґрунт. В системі протиерозійних заходів при поверхневому обробітку ґрунту найбільше розповсюдження набули голчаті борони.

З метою зниження енергоємності при підвищенні інтенсивності розпушення ґрунту запропонований новий віброударний робочий орган борони, в якому кожен зуб рухомо сполучений із розпушувачою голкою направляючими віброударними механізмами, що реалізують сили тертя зубів з ґрунтом і опір руйнуванню ґрунту. Віброударний робочий орган борони складається (рис. 4.20) зі встановленого на валу 1 диска 2, на якому кріпляться порожнисті

голки 3 з рухомими загостреними порожнистими зубами 4 на кінцях. Внутрішня частина зубів 4 частково наповнена сипким матеріалом у вигляді сухих частинок ґрунту. Зовнішня поверхня голки з круглого перетину виконана за формою логарифмічної спіралі із зменшенням радіусу її кривизни від передньої частини голки до задньої. Вібродударний механізм 5 зубів 4 розміщенні у внутрішньому круглому каналу голки 3, увігнутому по дузі кола у напрямі угнутості зовнішньої поверхні голки вібродударний механізм 6 складається із розпушуючого зуба 4 із задньої циліндрової увігнутої по кривизні каналу голки частиною 6 з півкульовим виступом на торці. Задня частина зуба 4 знаходиться усередині циліндрового каналу голки і сполучена з його торцевою частиною за допомогою циліндрового штока 7, що проходить через отвір гайки 8. У внутрішньому каналі голки 3 за задньою частиною зуба 4, послідовно відділяючись за допомогою пружних елементів 9, позначаються циліндрові, увігнуті по дузі колу голки, порожнисті герметичні трубчасті ланки 10 і 11 з напівкульовими виступами на торцях. Внутрішня частина ланок частково наповнена, відповідно, в'язкою рідиною у вигляді суспензії ґрунту, оточуючого кулясті тіла 12, і сипким матеріалом у вигляді сухих частинок ґрунту і відокремлених від торця з півкульовим виступом внутрішнього каналу голки пружним елементом 9.

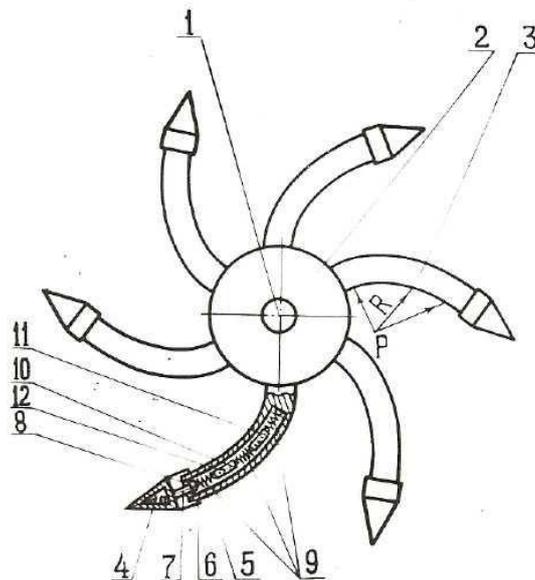


Рис. 4.20 – Вібродударний робочий орган борони

При русі вібродударного робочого органу борони відбувається руйнування ґрунту рухомими розпушуючими зубами і криволінійними логарифмічними голками, закріпленими на тих, що обертаються, за рахунок зчеплення з ґрунтом, дисках борони. Дія робочого органу борони на ґрунт починається з моменту контакту зуба голки з ґрунтом, що робить істотний вплив на подальше

протікання процесу розпушення ґрунту. Первинне входження зуба в ґрунт надає збуджуючу дію на роботу всіх ланок віброударного механізму борони. Під час виконання технологічного процесу, за рахунок дії сил тертя і опору ґрунту, відбувається стиснення пружних елементів 3, переміщення сипкого матеріалу і в'язкої рідини усередині циліндрових трубчастих ланок 10, 11 і зубів 4 і накопичення кінетичної енергії. В кінці фази стиснення, що відповідає максимальному зближенню півкульових торцевих виступів проміжних трубчастих ланок і зуба відбувається взаємний удар зуба, проміжних трубчастих ланок з сипким матеріалом і в'язкою рідиною. Потім накопичена ними кінетична енергія передається ґрунту. Напівкульові виступи на торцях проміжних ланок забезпечують, при зіткненні, незалежно від їх розташування, самоцентрування удару і стабільну область контакту у вигляді круга. Виходячи із закономірності передачі енергії при ударі по дотичній поверхні забезпечують максимальну передачу енергії від робочого органу борони до ґрунту. Чим жорсткіший удар, тим вища амплітуда хвилі, а отже, тим швидше з її допомогою буде перевищена межа тимчасового опору ґрунту робочим органом віброударної борони. Отже, доцільно мати взаємодіючі торці порожнистих ланок віброударних механізмів борони з радіусом закруглення, створюючим напівкулю. Крім того, напівкульові виступи служать направляючими торцями пружних елементів, сполучаючись з їх внутрішніми торцевими частинами. У віброударному механізмі це зіткнення напівкульових виступів ланок, при максимальному їх зближенні, виключає зіткнення витків в проміжних пружних елементах, за рахунок їх стиснення. В'язка і пластична частини проміжних трубчастих ланок і зубів порушують автоколивання розпушуючих зубів за рахунок різниці і протилежної спрямованості сил тертя ґрунту по зубах і голках робочого органу борони сил тертя і зчеплення сипкого матеріалу і в'язкої рідини всередині зубів і циліндрових трубчастих ланок в період між ударами ланок при зрізу і руйнуванні ґрунту. Кулясті тіла 12, обтічні в'язкою рідиною всередині ланок 10, підсилюють вплив в'язких властивостей віброударного механізму на реалізацію в'язких властивостей ґрунту. Часткове наповнення внутрішніх порожнин зубів 4 сипким матеріалом дозволяє реалізувати пластичні властивості ґрунту. Вони виявляються на початку контакту зубів з ґрунтом за рахунок виникнення сил тертя між ними. В цей період зуби, що входять в ґрунт, сприймають опір ґрунту і переміщуються назад, стискаючи пружні елементи і переміщуючи проміжні ланки. Сила тертя сипкого матеріалу всередині зубів і проміжних ланок направлена протилежно силі опору ґрунту. Розпушуючий зуб, реалізуючи різницю цих сил по величині і напрямку, здійснює віброуючу дію на ґрунт, що сприяє стійкості автоколивань розпушуючих зубів. В свою чергу зуб, що розпушує 4, переміщуючись віброуючи назад і стискаючи проміжні пружні елементи 9, відштовхує назад по дузі кола каналу подальші за ним ланки 10 і 11. Торцеві частини їх зближуються долаючи сили тертя сипкого матеріалу і сили зчеплення в'язкої рідини всередині них. В кінці першого періоду, перед зрізом ґрунту, відбувається зіткнення торцевих частин ланок 10 і 11. Під дією удару і

відштовхуючих сил пружних елементів проміжні ланки розходяться з великою швидкістю. Ліва, найближче до наконечника ланка 10 ударяє своєю торцевою частиною по торцевій частині штока 7 і зуба 4. Під впливом сили удару зуб переміщається вперед і сколює ґрунт. Після сколювання ґрунту зуб знову переміщається назад і процес періодично повторюється.

Підтримка стійкості автоколивань робочих зубів сприяє також виконання зовнішньої робочої поверхні голки за формою логарифмічної спіралі із зменшенням радіусу її кривизни від передньої частини голки до задньої. Така форма поєднується з формою внутрішнього каналу голки для віброударного механізму зуба, виконаного з постійною кривизною. В такому пристрої забезпечується різниця ковзаючої дії зовнішньої поверхні голки на ґрунт і віброударного механізму, розміщеного всередині голки. Зовнішня робоча поверхня голки забезпечує ковзання по ній ґрунту при мінімальному опорі і концентрацію тисків в малій області і логарифмічною спіраллю утворює з радіусом-вектором постійний кут, різний, в даному випадку кут тертя ґрунту про робочі голки борони. У такій формі робочих голок, після створення зубами концентрації тиску і зрізання ґрунту, вона сходить із зубів. В подальшому вона ковзає по робочих поверхнях голок в напрямі зменшення радіусу кривизни логарифмічної спіралі, тобто до її полюса. Тут утворюється допоміжна концентрація тиску, що реалізовується ланками віброударного механізму, що переміщалися всередині голки по направляючому каналу постійної кривизни в результаті цього підвищується інтенсивність взаємодії розпушуючих зубів і робочих голок на ґрунт.

Віброударну дію цілеспрямовано застосовувати при поверхневому ущільненні ґрунту. З цією метою розроблений новий гладкий коток з віброударними механізмами в робочих секціях котка.

Віброударний коток складається (рис. 4.21) з кілець 1, кожне з яких виконане у вигляді усіченого еліпсоїда обертання різної кривизни, встановлених за допомогою втулки 2, і радіально розташованих віброударних механізмів 3 із змінюваною змінною пружністю і незалежним обертанням па осі 4 котка. Діаметр кілець 1 і довжина радіальних і віброударних механізмів 3 зменшуються від середини котка до його торців, і утворюється робоча поверхня у вигляді логарифмічної кривої, симетричної відносно середини котка. Втулка 2 вільно встановлена на осі 4 котка. Кожен радіальний віброударний механізм 3 виконаний з пружних елементів, що чергуються і проміжних ланок простих форм (куля, циліндр, еліпсоїд обертання), поміщених в корпусі 7 між штоками 6, що забезпечує передачу енергії тільки в одному напрямі - від кілець 1 котка до ґрунту. Довжина корпусу 7 радіального віброударного механізму змінюється за допомогою регулювального пристрою 9. Параметри логарифмічної кривої (формула 3), що забезпечує рівномірний розподіл тиску по ширині котка, залежать від фізико-механічних властивостей ґрунту (деформаційним показником, модуля зрушення, коефіцієнта тертя). Зміна цих параметрів у віброударному котку здійснюється автоматично, за рахунок пружного стиснення і розтягування радіальних віброударних механізмів 3, встановлених

в порожнині кілець 1. Один шток 8 кожного віброударного механізму 3 шарнірно сполучений з втулкою 2, а інший шток 8 шарнірно пов'язаний з внутрішньою поверхнею кільця 1.

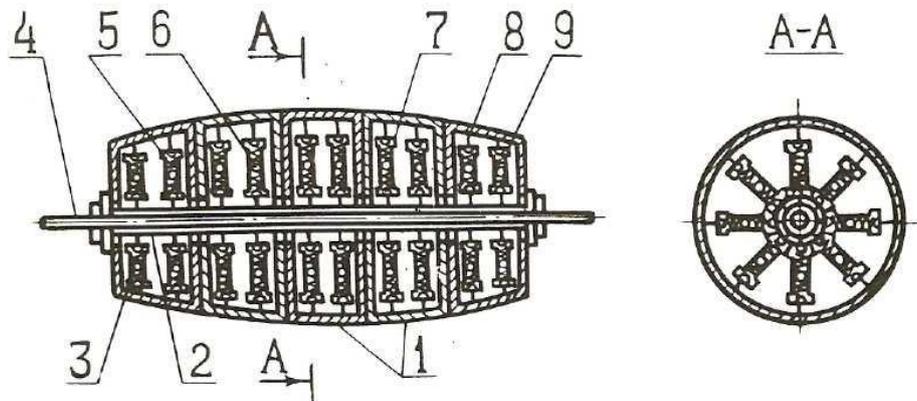


Рис. 4.21 – Віброударний коток

При русі котка контакт його з ґрунтом відбувається по логарифмічній кривій. Кривизна логарифмічної кривої повинна відповідати при цьому фізико-механічним властивостям ґрунту. В результаті стиснення і розтягування пружних елементів 3 і удару проміжних ланок 6 радіальних віброударних механізмів 3, під дією змінного опору ґрунту, автоматично відбувається зміна положення по логарифмічній кривій контакту кілець 1 котка з ґрунтом. У такому процесі відбувається вирівнювання тиску по всій ділянці контакту котка з ґрунтом, виключаються концентрації тиску на його краях і рівномірно ущільнюється ґрунт по всій ширині захоплення катка. Виконання віброударних механізмів 5 із зменшеною довжиною від середини котка до його торців необхідно для зменшення амплітуди пружно-ударної взаємодії на краях котка, що сприяє стійкішому його ходу. В результаті різної частоти і амплітуди пружно-ударної дії крайніх і середніх кілець 1 підвищується інтенсивність ущільнюючої дії його на ґрунт. Віброударний механізм 3 дозволяє враховувати співвідношення фаз деформації і руйнування ґрунту в часі. Регулювання віброударних механізмів для різних типів і стану ґрунтів полягає в тому, щоб забезпечити в кінці першої фази повне стиснення пружних елементів, а в другій фазі - взаємний удар проміжних ланок радіальних віброударних механізмів 3.

В процесі роботи котка, під дією змінюючих сил опору ґрунту і радіальних віброударних механізмів 3, праві і ліві кільця 1 здійснюють взаємний віброударний рух у вертикальній площині, що підвищує інтенсивність ущільнення дії котка і рівномірність ущільнення ним ґрунту. Робочі поверхні кілець 1 котка під дією змінних сил опору ґрунту впливають на проміжні ланки 6 радіальних віброударних механізмів 3 через пружні елементи 5. Проміжні ланки набувають кінетичної енергії. У кінці фази стиснення ґрунту, при максимальному наближенні робочих поверхонь кілець 1 до осі 4 котка, вони

ударяють робочими поверхнями кілець 1 об ґрунт, що підвищує ефективність дроблення грудок і глиб ґрунту, її вирівнювання і ущільнення.

Розглянуті типи нових ґрунтообробних робочих органів, розроблені на основі біонічних порівнянь, містять основний конструктивний вузол – віброударний механізм. Аналізуючи конструктивне виконання віброударних механізмів в цих робочих органах можна їх класифікувати по структурі, що проявляються властивостям віброударних ланок, що входять в їх склад (рис. 4.21). У відповідності з періодичним процесом деформації і руйнування ґрунту такі віброударні механізми володіють змінними степенями вільності. Віброударні механізми з пружними ланками покладені в основу конструкцій віброударних котків, плоско ріжучих лап, глибокорозпушувачів ґрунту (рис. 4.21). У віброударних боронах, розпушуючих лапах, робочих органах глибокорозпушувачів ґрунту використані віброударні механізми з пружно-в'язко-пластичними ланками. Вібромагнітні плоскоріжучі робочі органи містять електромагнітні віброударні механізми, що дозволяють одночасно з віброударною дією, проводити обробку ґрунту магнітним полем.

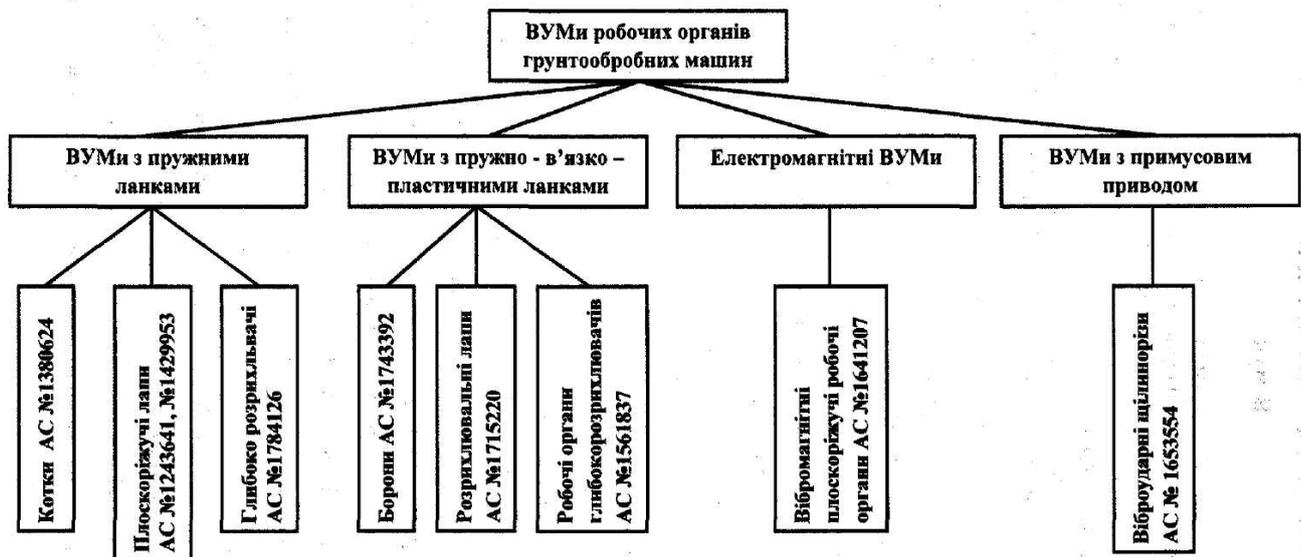


Рис. 4.21 – Класифікація нових віброударних механізмів (ВУМов) ґрунтообробних робочих органів

Нові віброударні щілинорізи мають кулачкові віброударні механізми з примусовим приводом.

Виходячи з представленої класифікації (рис.5.16), у віброударних ґрунтообробних робочих органах можна використовувати чотири типи віброударних механізмів: з пружними ланками, з пружно-в'язко-пластичними ланками, електромагнітні з примусовим приводом. Вибір типу віброударного механізму слід проводити з урахуванням призначення робочого органу і необхідних умов його роботи. Нові віброударні механізми можна використовувати при розробці віброударних робочих органів знарядь як для глибокого, так і поверхневого обробітку ґрунту. Обґрунтування форм робочих

поверхонь ґрунтообробних елементів слід проводити шляхом дослідження біопрототипів.

4.2.3. Експериментальні дослідження робочих органів, створених на основі біонічної подібності

Експериментальні дослідження передбачають визначення якісних і енергетичних показників роботи ґрунтообробних робочих органів, розроблених на основі біонічних порівнянь. При проведенні випробувань використовуються як серійні вузли ґрунтообробних знарядь, так і нові лабораторно-польові установки і методики. Згідно біонічним передумовам і загальної програми досліджень, проводяться лабораторні, польові і господарські випробування нових ґрунтообробних машин і їх робочих ланок. На кожному етапі досліджень послідовно ставляться і вирішуються завдання перевірки біонічних передумов по обґрунтуванню оптимальних параметрів ґрунтообробних робочих органів, а також визначення якісних і енергетичних показників їх роботи порівняно з серійними знаряддями.

Лабораторні дослідження параметрів багатоконтактного деформатора можна проводити за допомогою гідравлічної установки з автоматичним управлінням (рис.4.5) для визначення деформаційного показника ґрунту. При цьому на штоку гідроциліндрів виконавчого механізму закріплюється зубчатий інформатор, який складається з планки з прорізом в середній частині для установки змінних зубів. На такому деформаторі може бути встановлена різна кількість зубів змінної довжини з різною розстановкою. Кріплення зубчатого деформатора до штока гідроциліндра проводиться за допомогою різьбового наконечника. За допомогою такої установки з багатоконтактним деформатором перевіряються біонічні передумови за визначенням розстановки, оптимальної кількості зубів і їх висоти, а також перевірятиметься енергетична оцінка роботи зубчатих деформаторів на ґрунтах різного стану. При проведенні досліджень на осцилограмі фіксується зусилля, швидкість, і глибина впровадження зубчатого деформатора.

Отримані в процесі лабораторних досліджень характеристики зміни опору зубчатого деформатора від коефіцієнта розстановки зубів показують, що із збільшенням коефіцієнта розстановки зубів опір просуванню зубчатого деформатора зростає по логарифмічному закону. Зростання зусилля із збільшенням коефіцієнта розстановки зубів пояснюється більшою довжиною периметра ріжучого леза зуба і посиленням впливу бічних стінок зубів із зменшенням міжзубової відстані. Лабораторні дослідження підтверджують визначене в процесі біонічних вимірів оптимальне значення коефіцієнта розстановки зубів в межах 0,22-0,23.

Збільшення кількості зубів на деформаторі сприяє зниженню його тягового опору, що є результатом створення додаткових зон концентрацій тиску в ґрунті. При цьому значне зниження опору спостерігається при збільшенні кількості зубів від двох до чотирьох. Відповідно отримані результати лабораторних

досліджень по кількості зубів підтверджує біонічні дослідження про мінімальну кількість зубів.

Довжина зубів впливає на опір зубчатого деформатора. Так при збільшенні довжини зубів від 0,01 м до 0,03 м зусилля впровадження зубчатого деформатора в ґрунт знизилося на 10,5%. Оптимальна довжина зубів може бути визначена по відомих деформаційного показника ґрунту і зусиллю втискування по формулі (4). Обчислена за цією формулою довжина зубів опинилася дуже близька до отриманої в лабораторних умовах довжини зуба. Отже, вираз (4) для визначення довжини зуба по відомих деформаційних показниках ґрунтів і опору, з достатнім ступенем точності, може застосовуватися в практичних розрахунках геометричних параметрів зубів.

При збільшенні загострення зубів опір зубчатому деформатору зростає. Тому кут загострення зубів повинен бути найменшим. Проте, для підвищення міцності і зменшення зносу ріжучої кромки потрібне збільшення значення цього кута і для найбільш характерних типів ґрунтів його слід приймати в межах 0,4-0,6 рад. Незважаючи на зростання опору із збільшенням твердості ґрунту і швидкості ефект від застосування зубів посилюється в порівнянні з суцільним деформатором. Наростання зусилля із збільшенням твердості ґрунту є результатом розвитку явищ молекулярної взаємодії, яка залежить від ступеня взаємного зближення твердих частинок один з одним під дією стискаючих сил.

При взаємодії ріжучо-кришучих елементів з ґрунтом спостерігаються дві фази деформації:

підрізування пласта ґрунту ріжучою частиною елемента з подальшим ковзання по ній ґрунту;

інтенсивне утворення тріщин і кришення ґрунту при його русі по кришучій частині елемента.

Деформація ґрунту є наслідком порушення граничної рівноваги, виявляється по формі зрізаних і відірваних блоків, що періодично виникають перед ріжучо-кришучими елементами. Для вивчення характеру деформації ґрунту ріжучо-кришучими елементами робочого органу, проводяться експериментальні дослідження в малому ґрунтовому каналі, який встановлюється на візку великого каналу. Малий канал виконується у вигляді ящика завдовжки 2-3 м, шириною і висотою по 0,0-0,7 м і має відкидні боковини і прозору стінку, яка виготовляється з плексигласу товщиною 0,010-0,015 м. Для виключення спотворення процесу деформації, ширина ґрунтового каналу повинна перевищувати ширину ріжучо-кришучого елемента не менше чим в 10 разів. Канал наповнюється ґрунтом і піском. На бічній поверхні ґрунту (піску) при відкритій прозорій боковині крейдяним порошком через трафарет наносяться вертикальні і горизонтальні лінії шириною 2-3 мм через кожні 0,01 м, після чого боковина закривається. Ріжучо-кришучий елемент встановлений за допомогою стійки на шабліні, підводиться впритул до прозорої сторони каналу і закріплюється, після установки його на необхідну глибину ходу. Швидкість руху візка з малим ґрунтовим каналом встановлюється на приводній станції великого ґрунтового каналу. Процес деформації ґрунту або піску

знімається на кіноплівку за допомогою кінокамери (відеокамери). В таких дослідженнях використовується метод звернення руху, оскільки малий ґрунтовий канал рухається відносно нерухомого ріжучо-кришучого елемента. Глибина проникнення деформацій визначається по зміщенню крейдяних ліній по ходу руху ріжучо-кришучого елемента шляхом безпосереднього виміру межі, що залучається до руху шару ґрунту або піску. Характер утворення тріщин і протікання процесу деформації ґрунту і піску встановлюються за допомогою кінозйомки або відеозйомки, дешифровка кіноплівок дозволяє отримати кінограми процесу деформації стиснення і подальшого зрушення ґрунту від дії ріжучої частини зуба і прослідкувати характер розвитку тріщин під дією ріжучої частини елемента. Аналіз кінограм показує, що процес деформації ґрунту і піску відбувається та двом фазам:

- а) ущільнення і початкових зрушень;
- б) значних зрушень і руйнування ґрунту.

Проте в процесах деформації ґрунту (піску) плоским лемешем і ріжучо-кришучим елементом є істотні відмінності. В першій фазі вертикальні крейдяні лінії попереду ріжучо-кришучого елемента, відхиляються вперед на велику величину, чим при дії плоского лемеша, що свідчить про більшу довжину розповсюдження деформацій. При подальшому русі ґрунту (піску) по ріжучій частині елемента вони залишаються відхиленими, отже, відбувається краще ковзання оброблюваного середовища по ріжучій частині елемента.

Особливі відмінності спостерігаються в деформації ґрунту (піску) частиною ріжучо-кришучого елемента від плоского лемеша. Дія опуклої крижучої частини елемента на ґрунт призводить до утворення більшого числа первинних тріщин. Від взаємодії ріжучо-кришучих елементів спостерігається утворення трьох великих добре розвинених тріщин, направлених близько до нормалей до кришучої поверхні з тими, що розвиваються від них малими тріщинами. Перед плоским лемешем утворюється в основному одна велика тріщина, яка розвивається від його краю при сході ґрунту (піску) з лемеша. Блок ґрунту, що утворився при цьому, або зрушується убік, або руйнується на крупні глиби. Значний вигин вертикальних крейдяних ліній нижче за носок плоского лемеша свідчить про проникнення пластичних деформацій в ґрунті (піску) нижче хода лемеша і ущільненні дна борозни. При русі ж ріжучо-кришучого елемента в ґрунті або піску спостерігається значно менший вигин вертикальних крейдяних ліній нижче піска, оскільки бічний профіль ріжучої частини елемента виконаний за формою ліній ковзання ґрунту, що виключає ущільнення дна борозни. Результати досліджень підтверджують біонічні передумови про те, що представлення елемента багатоконтактного робочого органу у вигляді ріжучо-кришучих частин з обґрунтуванням форми кожної, відповідно двом фазам деформації ґрунту, дозволяє поліпшити якість обробки ґрунту.

Кінограми деформації піску і ґрунту при одній і тій же формі деформатора декілька відрізняються один від одного. Найбільш чітка картина деформації спостерігається на піску, зважаючи на більшу його ізотропну в порівнянні з

грунтом. Проте остання обставина не змінює характеру деформації піску і ґрунту робочим органом однієї і тієї ж форми. Ступінь дії ріжучо-кришучого елемента на ґрунт (пісок) вищий, ніж плоского лемеша, що сприяє утворенню м'яко комковатої структури.

Лабораторні дослідження силової дії і контактного тиску багато контактно-ударної дії робочих органів і секційних котків проводяться в ґрунтових каналах. Ґрунтовий канал є залізобетонною ємкістю прямокутного перетину, заповненою розпушеним і ущільненим ґрунтом. По верхній площині бетонних стінок каналу прокладені рейки, по яких рухається робочий візок під дією тягового зусилля лебідки з електроприводом, коробкою передач і муфтою зчеплення. Візок з'єднується в передній частині з привідним тросом за допомогою гідравлічного датчика поршневого типу, який перетворює вимірюване тягове зусилля в рідинний тиск і передає розміщеному на площадці візку гідравлічному вимірювальному приладу, що фіксує зусилля за допомогою стрілки пишучого апарату. За допомогою вертикальних направляючих і двох гвинтових механізмів на візку вмонтовується рухома рама, що дозволяє змінювати глибину ходу деформаторів і робочих органів. На рухомій рамі за допомогою поперечних і подовжніх балок, що мають отвори і прорізи, кріпляться робочі органи. При розпушуванні ґрунту в каналі на рамі візка встановлюються розпушувачі. Для прикатування ґрунту в задній частині візка кріпиться коток.

Для визначення тягового опору і якісних показників роботи на рамі візка встановлюється різного типу жорсткі, пружинні і багатоконтактно-ударні деформатори і розпушувачі ґрунту. Експериментальний розпушувач ґрунту складається з вертикальної стійки із закріпленням в нижній її частині циліндровим деформатором з набором змінних ланок в його внутрішній частині і деформуючим наконечником попереду. Конструкція механізму циліндрового деформатора дозволяє проводити порівняльні дослідження в трьох варіантах. В першому варіанті в циліндровий корпус деформатора вставляється жорсткий стрижень і деформуючий наконечник розпушувача працює у варіанті жорстко закріпленого пасивного розпушувача. У другому варіанті в циліндровий корпус вставляється циліндрова пружина і ґрунт розпушується підпружиненим наконечником. В третьому варіанті в циліндричному корпусі деформаторів встановлюються віброударні ланки і деформатор працює в режимі багато контактно-ударної дії на ґрунт. Віброударний механізм складається з циліндрових ланок, що чергуються з півкульовими виступами на торцях. Між ними встановлені пружні елементи у вигляді витих пружин. Кожна порожниста циліндрова ланка складається з двох жорстко сполучених між собою гвинтовим механізмом циліндрових деталей, що дозволяє частково наповнювати їх в'язкою рідиною і сипким матеріалом. Одночасно із записом тягового опору процес деформації ґрунту вивчається шляхом проведення кінозйомки.

З метою дослідження віброударної дії всього робочого органу на ґрунт розроблена універсальна віброударна підвіска з багатоконтактно-ударним механізмом. Вона складається із зварної рамки прямокутної форми з отворами

в нижній частині для кріплення різних типів робочих органів. За допомогою обертаючого шарніра жорстка прямокутна рамка сполучена з двома віброударними механізмами, закріпленими на рамі візка. Кожен багатоконтактно-ударний механізм складається із зовнішньої витой пружини з розміщеними в її внутрішній частині циліндровими чергуючими ланками і пружними елементами між ними у вигляді витих пружин. Така універсальна віброударна підвіска може використовуватися для установки на ній різних типів розпушувачів робочих органів в польових умовах. Налагодження на віброударний процес проводиться шляхом підбору відповідної жорсткості зовнішніх пружин і зазорів між внутрішніми віброударними ланками. Ця підвіска дозволяє проводити дослідження роботи ґрунтообробних робочих органів в трьох режимах. У першому варіанті, при затягуванні зовнішніх пружин до повного зіткнення між собою всіх внутрішніх віброударних ланок, утворюється жорстке кріплення робочого органу на рамі. У другому варіанті, коли віброударні ланки витягнуті з внутрішніх частин зовнішніх пружин, виходить підпружинений на рамі робочий орган. У третьому варіанті утворюється багатоконтактно-ударний режим дії робочого органу на ґрунт, коли усередині зовнішніх пружин знаходяться віброударні ланки, що відштовхуються один від одного проміжними пружинами і встановлені з торцевими зазорами між собою. Для проведення досліджень нових типів віброударних робочих органів використовується методика планування і проведення багатofакторного експерименту. Параметром оптимізації зазвичай служить тяговий опір досліджуваних робочих органів.

Дослідження опору розпушувача з циліндровим деформатором показують, що для всіх використовуваних типів деформаторів взаємозв'язок опору розпушувача з глибиною обробки можна з достатньою для практичних цілей точністю апроксимувати лінійною залежністю. Максимальний опір випробовує розпушувач з жорстким деформатором, а мінімальний опір має розпушувач, забезпечений віброударним деформатором. Зниження опору розпушувача з підпружиненим деформатором, по порівнянню з жорстким, складає 15-18%. Як показує швидкісна кінозйомка, коливальний рух з обмеженою амплітудою віброударного деформатора супроводжується ударною дією на ґрунт. Працюючи в режимі багатоконтактно-ударної дії на ґрунт віброударний деформатор випробовують на 10-12% менший опір, чим на пружинних підвісках.

Порівняльні дослідження нових типів зубчатих безвідвальних корпусів плуга і щілиноріза ґрунту, що проводяться з використанням методики планування і проведення багатofакторного експерименту, показують переваги в їх роботі в порівнянні з виробничими зразками. Зберігаючи загальну закономірність зростання опору із збільшенням глибини обробки і робочої швидкості руху, двохсторонньо-зубчаті безвідвальні корпуси плуга на віброударних підвісках мають на 18-20% менший опір, чим на пружинних підвісках. Це пояснюється своєчасною реалізацією фаз деформації і руйнування ґрунту в процесі віброударної дії на нього. Причому значної різниці в опорах

односторонньо - і двосторонньо-зубчатих безвідвальних корпусів плуга на віброударних підвісках не спостерігається. Заміна серійних відвальних корпусів плугів новими зубчатими безвідвальними корпусами сприяє зниженню енергоємності обробки ґрунту в середньому на 25%. Зменшення опору зубчатих безвідвальних корпусів плуга, в порівнянні з серійними відвальними корпусами, пояснюється зниженням зусилля на розрізання пласта ґрунту у вертикальній площині без його обороту. Опір двосторонньо-зубчатих плоскорізних лап на віброударних підвісках, в порівнянні з жорсткими підвісками, знижується на 15-17%. Серед різних типів щілинорізів - плоского підпружиненого, плоского і зубчатого на віброударних підвісках, зубчатого віброударного щілиноріза ґрунту володіє мінімальною енергоємністю. Середнє зниження опору зубчатого віброударного щілиноріза ґрунту, в порівнянні з плоским віброударним складає 17%, що свідчить про доцільність його використання для щілиноутворювача ґрунту.

Тиску на ґрунт нових секційних котків досліджуються при їх роботі порівняно з гладкими циліндровими котками. Даючи визначення контактного тиску на візку ґрунтового каналу встановлюється тензовимірювальна апаратура, а тензоменричні датчики вмонтовуються безпосередньо на робочій поверхні котка, приєднаного до візка в її задній частині. Датчики встановлюється на кожній секції котка. З'єднуючі дроти з екранною обмоткою виводяться на котушку струмоприймача через повну вісь обертання котка. Кожен датчик є тонкою прямокутною пластиною, виготовленою із сталі 65 Г і загартованою в маслі. Пластини закріплюються врівні з робочою поверхнею котка в спеціальних виїмках. З метою запобігання забиванню ґрунтом зазорів між датчиками і корпусом котка пластини закриваються лакотканиною, що приклеюється до площини котка. З внутрішньої сторони до пластин приклеюються робочі і компенсаційні тензоопори. Опори з'єднуються по напівмостовій схемі і з метою оберігання їх від корозії заливаються епоксидною смолою. Передача сигналів на підсилювач і сполучений з ним осцилограф здійснюється за допомогою котушкового радіального струмоприймача. Кут повороту котка фіксується на осциллографічній стрічці за допомогою реохордного датчика. Включення і виключення стрічкопротяжного механізму осцилографа проводиться автоматично при проходженні датчиками зони контакту котка з ґрунтом. Тарування датчиків тиску проводиться за допомогою контрольно-перевірочної установки. Свідчення тензодатчиків записуються вимірювальними реєструючими приладами, закріпленими безпосередньо на візку. Отримані записи дозволяють визначити величини і характер розподілу контактного тиску на робочих поверхнях котків циліндрової і еліптичної форм. Характер розподілу нормального тиску указує на нерівномірність розподілу їх по ширині циліндрового котка, що свідчить про нерівномірність накопичення ним ґрунту. У площині, перпендикулярній напрямку руху циліндрового котка, епюри тиску мають яскраво виражений сідлоподібний характер. Тиски на краях циліндрового катка в 1,2-1,5 рази перевищують величину тиску в середній його частині. В площині, паралельній

напряму руху, епюра тиску симетрична щодо осі додатку максимального радіального тиску на поверхні котка. На відміну від котка циліндрової форми, розподіл тиску під секційним еліптичним котком відрізняється більшою рівномірністю. Відхилення розрахункових значень тиску під секційним котком від експериментальних перевищує 5%. Для рівномірного ущільнення, відповідно до стану ґрунту, в секційних котках є можливість підбору складених секцій котка у вигляді усічених еліпсоїдів обертання змінного діаметру. Цим підвищується ступінь рівномірності ущільнення ґрунту, що є важливим чинником створення оптимальних умов для зростання і розвитку культурних рослин.

Польові і господарські випробування ґрунтообробних робочих органів, розроблених на основі біонічних порівнянь, включають як енергетичну, так і якісну оцінку їх роботи. Для цього використовуються спеціальні навіски для динамометрування навісних ґрунтообробних машин зі встановленими на них гідравлічними динамографами, а також тензOMETричне навішування, що дозволяють проводити запис складових тягового зусилля за допомогою осцилографа. До складу агрегату входить трактор і ґрунтообробне знаряддя на якому по черзі встановлюються серійні і нові робочі органи. В якості робочих знарядь використовуються як нові ґрунтообробні машини, так і серійні плуги ПН-4-35, плоскорізи-глибокорозпушувачі КПП-250А, ПГ-3-100, ПГ-3-5, глибокорозпушувачі-удобрювачі ГУН-4, культиватори-плоскорізи КПШ-5, КШН-9, протиерозійні культиватори КПЭ-3,8, КГС-10, щілиноутворювачі ґрунту ЩН-2-140, голчаті борони БИГ-3, БМШ-15, гладкі катки ЗКВГ-1,4. До складу агрегату, відповідно тяговим зусиллям робочої машини, входять трактори Т-150К або К-700. При проведенні польових випробувань використовуються нові робочі органи з різними формами стійок: за формою логарифмічної спіралі, прямої і зубчатої, з метою виявлення оптимальної по ступеню збереження стерні і розмірам розваленої борозни. Зубчаті плоскорізнні лапи встановлюються на рамах виробничих культиваторів-плоскорізів-глибокорозпушувачів, а зубчаті безвідвальні корпуси - на рамах плугів ПН-4-35, ПЛ-5-35. У основі методики визначення умов проведення випробувань використовуються стандарти на методи визначення умов випробувань сільськогосподарської техніки. Якість обробки ґрунту новими робочими органами оцінюється такими показниками, як кришення і заглибленням ґрунту, агрегатним складом ґрунту, щільністю дна борозни, стійкістю ходу робочих органів по глибині обробки, ступенем збереження стерні, вмістом ерозійнонебезпечних частинок ґрунту в шарі 0-0,05 м. завглибшки і шириною розваленої борозни за стійкою робочого органу, а також фіксується забивання і налипання робочих органів. Визначення цих показників проводиться по методиках, згідно стандартам на випробування сільськогосподарської техніки.

Окрім цих показників визначається деформаційний показник ґрунту на дні борозни після проходження випробовуваних робочих органів. При обробці ґрунту віброударними зубчатими робочими органами деформаційний показник і щільність ґрунту на дні борозни визначаються окремо під зубами і між ними.

Деформаційний показник ґрунту визначається за допомогою польового приладу по вищевказаній методиці. Окрім перерахованих методів оцінки якості обробки ґрунту застосовується швидкісна кінозйомка процесу деформації і розпушення ґрунту робочими органами і фотографування окремих ділянок» що характеризують стан поля після обробки. З метою вивчення впливу обробки ґрунту різними робочими органами на створення умов для зростання і розвитку рослин і врожайність сільськогосподарських культур закладаються польові досліді. В цих дослідіах ведуться фенологічні спостереження, періодично визначається динаміка вологості ґрунту, товщина сніжного покриву, зміст ерозійно-небезпечних частинок ґрунту в шарі 0-0,05 м. В кінцевому висновку визначається врожайність сільськогосподарських культур при різних видах обробки ґрунтообробними знаряддями, що дозволяє виділити найбільш ефективний спосіб обробки ґрунту.

В процесі досліджень нових ґрунтообробних робочих органів, розроблених по біонічній подібності, достовірні дані отримуються у вигляді осцилограм, діаграм, кіноплівок швидкісної і звичайної зйомки. Отримані дані, представлені для кожної серії дослідів у вигляді статистичного ряду, обробляються на ЕОМ за стандартними програмами. Результати лабораторних і польових досліджень, а також господарських випробувань представляються таблицями і графіками з відповідною апроксимацією і підбором емпіричних формул, на підставі яких робиться порівняльний аналіз роботи досліджуваних елементів і механізмів робочих органів.

Багаторічні експериментальні дані по порівнювальних робочих органах показують, що якість обробки ґрунту багатоконтактно-ударними робочими органами значно вище в порівнянні з серійними. Так ступінь кришення ґрунту віброударними зубчатими робочими органами перевершує ступінь кришення серійними робочими органами в 1,3-1,8 рази, залежно від стану ґрунту і глибини обробки. Аналіз і дешифровка кінозйомки процесу деформації ґрунту показують, що поверхня ріжучо-кришучих елементів робить дуже ефективний вплив на кришення ґрунту не тільки в повздовжньому але і поперечному напрямках руху. Із зменшенням глибини обробки зменшується товщина шару ґрунту, що деформується, працюючим органом, тому ефект кришення ґрунту ріжучо-кришучими елементами посилюється. По структурі обробленого шару при роботі віброударних зубчатих робочих органів велику частину складають фракції ґрунту розміром 55 мм і нижче, що сприятливо позначається на водно-повітряному і харчовому режимі ґрунту. Під дією фігурних зубів в ґрунті збільшується кількість первинних тріщин, що веде до значного зменшення глибини обробки ґрунту. Залежно від стану ґрунту спостерігається зменшення її глибини при обробці віброударними зубчатими робочими органами, в порівнянні з обробкою серійними від 1,5 до 1,8 раз. Кращі показники роботи віброударних зубчатих робочих органів забезпечуються за рахунок ступінчастого підрізання пласта з додатковим розпушенням ґрунту виїмками і виступами ріжучо-кришучих елементів. Переваги нових багатоконтактно-ударних робочих органів по ступеню кришення ґрунту перед

серійними спостерігаються при обробці стерньових фонів як зернових так і просапних культур.

Дослідження розмірів розвалених борозен після проходу стійок робочих органів різних форм показують, що найбільші розвальні борозни по ширині і глибині утворюються після проходу стійок, лобова частина яких виконана по логарифмічних спіралях. По таких стійках ґрунт ковзає по нижній їх частині вгору і розкидаючись стійками по денній поверхні утворює великі розвальні борозни. За розмірами утворюваних розвалених борозен прямі стійки і стійки у вигляді логарифмічних спіралей практично не відрізняються. Мінімальну розвалену борозну і розкидання ґрунту забезпечує зубчата стійка, розроблена по біонічній подібності. При збільшенні швидкості руху після проходу зубчатої стійки істотної зміни в розмірах розваленої борозни не спостерігається. Збільшення швидкості при проході стійок інших форм призводить до значного збільшення ширини і глибини розваленої борозни за рахунок піднімання ґрунту вгору і розкидання її лобовою поверхнею стійки. Зубчата стійка з винесенням її вперед щодо носка розрізає шар ґрунту до руйнування його ріжучо-кришучими елементами, утворюючи вузьку щілину, яка в деякій мірі закривається ґрунтом, сходячого з вирізів зубів.

В процесі обробки ґрунту багатоконтактно-ударні робочі органи забезпечують на 12-14% меншу щільність дна борозни і на 20-25% великий деформаційний показник ґрунту, чим серійні. Це пояснюється тим, що деформації в ґрунті під дією зубів, виконаних в ріжучій частині за формою ліній ковзання ґрунту, не проникають нижче за хід зубчатого леза. При цьому різниця в щільності дна борозни під зубами і між ними практично незначна, так як ґрунт, що знаходиться в напруженому стані під зубами, може зміщуватися в міжзубовий простір. Плоский же леміш серійного робочого органу, на відміну від багатоконтактного переривистого леза, впливає на дно борозни по всьому периметру, створюючи високий тиск, що призводить до додаткового ущільнення ґрунту. Окрім того плоска бічна поверхня такого лемеша сприяє проникненню деформацій в ґрунті нижче кроку лемеша, що підтверджує кінозйомка, виконана в процесі лабораторних досліджень. Утворювана в процесі обробки ґрунту серійними робочими органами "плугова підошва" виключається при роботі зубчатих віброударних робочих органів. Залежно від глибини і швидкості обробки зубчаті віброударні робочі органи забезпечують в 1,4-1,7 раз кращу заглибленість і стійкість ходу, чим серійні, за рахунок концентрації тиску зубами на ґрунт. Фактична глибина обробки зубчатими віброударними робочими органами знаходиться в межах встановленої. По серійних робочих органах при ідентичній настройці фактична глибина обробітку виходить наскільки нижче встановленої, через нерівномірність ходу по ширині захоплення, внаслідок підйому кінців лемешів під дією нормальної реакції. Із збільшенням глибини обробки рівномірність глибини ходу порівнюваних робочих органів збільшується. Зміна швидкості обробки практично не позначається на стійкості глибини ходу зубчатих віброударних робочих органів. Серійні робочі органи із збільшенням швидкості обробітку

виділяються в межах до 0,03 м. Поліпшення показників роботи зубчатих віброударних робочих органів, в порівнянні з серійними, пояснюється кращими умовами підрізування пласта ґрунту і якіснішим виконанням технологічного процесу.

На ступінь збереження стерні, що має велике значення при протиерозійному обробітку ґрунту, істотний вплив роблять стійки робочих органів. Серед різних форм стійки найкращі показники по ступеню збереження стерні забезпечуються зубчатою стійкою. Така стійка проходить в ґрунті, розрізаючи її у вертикальній площині до руйнування ріжучо-кришучими елементами з мінімальним пошкодженням стерні. Стійки інших форм (по логарифмічній спіралі і пряма) при роботі розкидають ґрунт, інтенсивно її зрушуючи, і утворюють велику розвалену борозну, а отже, погіршують збереження стерні на поверхні поля. Тому ступінь збереження стерні після проходу віброударних робочих органів з зубчатими стійками на 15-17% вище чим серійні з прямими стійками. Зниження кількості ерозійно-небезпечних частинок у верхньому шарі ґрунту після проходу віброударних зубчатих робочих органів в 1,3 раза, в порівнянні з обробкою серійними робочими органами, пояснюється тим, що в результаті ефективної струшуючої дії і кришення пласта віброударними зубами нових робочих органів відбувається розсип дрібних частинок ґрунту вниз. Таким чином, після обробітку ґрунту віброударними зубчатыми робочими органами на поверхні поля залишається велика кількість стерні і міститься мінімальна кількість ерозійно-небезпечних частинок, що забезпечує хорошу стійкість ґрунту проти ерозії. Тяговий опір зубчатих віброударних робочих органів, в порівнянні з серійними, знижується на 15-18%. В нових робочих органах значна частина ефекту зниження опору від застосування віброударних зубів витрачається на збільшення ступеня кришення пласта ґрунту. Із збільшенням глибини обробітку ступінь зниження тягового опору віброударних зубчатих робочих органів в порівнянні з серійними зростає. Цьому сприяє встановлена на віброударних робочих органах обтічна зубчата стійка, що розрізає пласт у вертикальній площині. Крім того, із збільшенням глибини обробітку посилюється вплив зубів віброударних робочих органів, забезпечуючих більш рівномірний розподіл по всій ширині захоплення робочих органів, концентрацій напруги, що досягає величини тимчасового опору руйнуванню ґрунту.

Ефективність розроблених по біонічній подібності нових ґрунтообробних робочих органів, з урахуванням їх екологічного впливу, визначається трьома основними елементами:

зниження експлуатаційних витрат за рахунок зменшення енерговитрат на обробіток ґрунту;

підвищення врожайності сільськогосподарських культур за рахунок поліпшення якості кришення і зниження щільності ґрунту сприяючих підвищенню накопичення вологи і поліпшенню водно-повітряного режиму ґрунту;

зменшення ступеня схильного до ерозії верхнього родючого шару ґрунту за рахунок підвищення збереження стерні і зниження кількості ерозійно-небезпечних частинок.

Устаткування ґрунтообробних знарядь новими віброударними робочими органами, створеними на основі біонічних порівнянь дозволяє понизити питомий опір, що приводить до підвищення продуктивності агрегату, за рахунок збільшення його швидкості руху і ширини захвату. Зниження енергоємності приводить до економії витраченого на обробіток ґрунту палива. Краща структура орного шару і протиерозійна стійкість поверхні поля після обробки новими робочими органами забезпечують найбільш повільне наростання кількості ерозійно-небезпечних частинок і максимальне накопичення сніжного покриву і вологи в ґрунті. Менша щільність дна борозни після обробітку знаряддями із зубчатыми віброударними робочими органами сприяє проникненню вологи в підорний шар, де вона менше випаровується і краще засвоюється кореневою системою рослин. У роки з недостатньою кількістю опадів накопичена волога сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських культур. Особливої важливості тут набуває запозичений у природних об'єктів принцип збереження ґрунтової родючості. Подальше використання форм і принципів функціонування біологічних об'єктів в конструкціях робочих органів ґрунтообробних машин дозволить підвищити продуктивність праці в обробітку ґрунту і понизити витрати на одиницю отриманої продукції.

Література

1. П.Е. Шпара, И.П. Шпара. Техническая эстетика и основы художественного конструирования. – К.: «Вища школа», 1989. – 247с.
2. Ю.С. Сомов. Композиция в технике. – М.: «Машиностроение», 1972. – 279с.
3. Г.Б. Борисовский. Эстетика и стандарт. – М.: «Издательство стандартов», 1989. – 192с.
4. Эргономика / Пер. с польск. В.Н. Тонина; Под ред. В.Ф.Венда. – М.: «Мир», 1971. – 421с.
5. В.М. Войненко, В.М. Мунилов. Эргономические принципы конструирования. – К.: «Техника», 1988. – 118с.
6. Эргономика. Лабораторные работы. Под ред. Г.В. Дуганова. К.: «Вища школа», 1976. – 174с.
7. В.И. Даниляк, В.М. Мунилов, М.В. Федоров. Эргодизайн, качество, конкурентоспособность. – М.: «Издательство стандартов», 1990. – 200с.