

В.Л.Крещенецький, В.В.Біліченко

**МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО
ОБЛАДНАННЯ З ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА
РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ**

УДК 629.119
К 80

Рецензенти:

В.Ф. Анісімов, доктор технічних наук, професор
В.М. Михалевич, доктор технічних наук, професор
В.М. Ребедаїло, кандидат технічних наук, професор

Рекомендовано до видання Ученою радою Вінницького державного технічного університету Міністерства освіти і науки України

В.Л.Крещенецький , В.В.Біліченко

К 80 Модернізація конструкції технологічного обладнання з технічного обслуговування та ремонту автомобілів. Навчальний посібник. – Вінниця: ВДТУ, 2003 р. - 72 с.

В посібнику розглянуті питання загальної методики модернізації конструкції технологічного обладнання, вимоги до оформлення розробок, рекомендації з варіантного пошуку перспективного рішення, приклади виконання розрахунків.

Посібник розроблений у відповідності з планом кафедри та програмами дисциплін "Проектування та експлуатація технологічного обладнання", "Автоматизація та механізація технічного обслуговування та ремонту автомобілів", "Проектування технологічного обладнання".

УДК 629.119

© В.Л.Крещенецький, В.В.Біліченко, 2003

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 МЕТОДИКА МОДЕРНІЗАЦІЇ, ПРОЕКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ОБЛАДНАННЯ З ТО ТА РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ.....	5
1.1 Типова структура модернізації (проектування) технологічного обладнання.....	5
1.2 Оцінювання параметрів конструкцій технологічного обладнання.....	6
2 ВАРІАНТНИЙ ПОШУК ПЕРСПЕКТИВНОГО РІШЕННЯ.....	7
2.1. Моделювання можливих варіантів конструктивних рішень технологічного обладнання.....	7
2.2. Перевірка варіантів на вимоги працездатності, техніки безпеки, виробничої санітарії, конкурентоздатності, експлуатаційної та ремонтної ефективності.....	20
2.3 Вибір та обґрунтування оптимального варіанта проектування.....	20
3 РОЗРОБКА КОНСТРУКТОРСЬКИХ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РІШЕНЬ.....	27
3.1 Розробка конструкторських рішень.....	27
3.2 Особливості монтажу, наладки, пуску та експлуатації обладнання. Розробка системи з підтримки обладнання в робочому стані. Оцінювання виконаних розробок за конструктивно-технологічними параметрами.....	32
4 ВІТЧИЗНЯНИЙ І ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД СТВОРЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	34
4.1 Напрямки діяльності конструкторських фірм.....	34
4.2 Перспективні напрями проектування обладнання по видах основних робіт ТО і ремонту, загальні вимоги, кращі конструктивні рішення.	35
5 АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	43
5.1 Основні положення системи автоматизації проектувального процесу.....	43
5.2 Основні принципи роботи системи АВТОКАД.....	44
5.3 Основне і додаткове устаткування.....	45
5.4 Основні поняття, параметри і властивості креслень в системі АВТОКАД.....	46
6 ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ТЕКСТОВОЇ ТА ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИН КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ	53
6.1 Вимоги до текстових документів.....	53
6.1.1 Способи виконання документів.....	53
6.1.2 Розташування і побудова тексту.....	53
6.1.3 Правила написання тексту. Основні вимоги до термінології.....	55
6.2 Загальні правила виконання креслень.....	67
БІБЛІОГРАФІЯ.....	71

ВСТУП

Основною метою вивчення питань з модернізації (проектування) конструкції технологічного обладнання для обслуговування та ремонту автомобілів є формування у майбутніх інженерів системи науково-практичних знань та навичок з вирішення практичних питань відповідності конструкції технологічного обладнання існуючим вимогам діяльності підприємств автомобільного транспорту на основі пропозиції оптимального варіанта поліпшення конструктивних особливостей (будови) обладнання.

При проектуванні та модернізації обладнання вирішуються такі питання:

- вивчення принципу дії, будови і особливості експлуатації технологічного устаткування АТП;
- ознайомлення з методами варіантного пошуку перспективного конструкторського рішення, розрахунку і конструювання технологічного обладнання;
- вивчення принципів розрахунку кількості і вибору необхідного обладнання для відділів і зон АТП;
- ознайомлення з організацією процесів обслуговування і ремонту технологічного устаткування.
- розгляд комплексу питань з раціонального проектування окремих вузлів технологічного обладнання з точки зору системного підходу до автоматизації проектувального процесу, що дозволяє раціонально інтегрувати процес конструювання обладнання в підсистему технічної експлуатації автомобілів з виходом на підвищення продуктивності праці, зниження впливу автомобільного транспорту на навколишнє середовище в умовах обмеження будь-яких ресурсів.

Проектування нових та модернізація існуючих типомоделей технологічного обладнання дозволяє забезпечувати раціональний рівень механізації технологічних процесів, створює економічні передумови впровадження у виробництво сучасних технологій з досягненням високої продуктивності праці, необхідного оснащення робочих місць, створення високого рівня безпеки праці персоналу.

1 МЕТОДИКА МОДЕРНІЗАЦІЇ, ПРОЕКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ОБЛАДНАННЯ З ТО ТА РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ

1.1 Типова структура модернізації (проектування) технологічного обладнання

Розробки з модернізації (проектування) складаються, як правило, з текстової (пояснювальна записка) та графічної (креслення) частин.

Типовий зміст пояснювальної записки з модернізації (проектування) конструкції технологічного обладнання подається нижче:

Вступ

1 Оцінювання параметрів конструкцій технологічного обладнання

1.1 Огляд вітчизняних та закордонних видів конструкцій

1.2 Аналіз основних параметрів конструкцій

1.3 Вибір типової конструкції, на основі якої проводиться модернізація (проектування) конструктивних елементів

1.4 Вибір та обґрунтування вузла, агрегата, який буде модернізуватися (проектуватися)

2 Варіантний пошук перспективного рішення

2.1 Моделювання можливих варіантів конструктивних рішень технологічного обладнання

2.2 Перевірка варіантів на вимоги роботоздатності, техніки безпеки, виробничої санітарії, конкурентоздатності, експлуатаційної та ремонтної ефективності (порівняльна оцінка варіантів)

2.3 Вибір та обґрунтування оптимального варіанта проектування.

3 Розробка конструктивних рішень обладнання

3.1 Розробка структурної, кінематичної схеми (електричної, гідравлічної, пневматичної та ін.)

3.2. Кінематичний, силовий розрахунок. Визначення основних геометричних характеристик вузла (обладнання)

4 Особливості монтажу, налагодження, пуску та експлуатації обладнання

5 Розробка системи з підтримки обладнання в робочому стані

6 Оцінка виконаних розробок з конструктивно-технологічних параметрів

Графічна частина навчальних конструкторських розробок складається, як правило, з 3-4 листів формату А1. Типовий розподіл листів за розробками такий:

- перший лист - загальний вид виробу;
- другий (третій) листи – складальні креслення вузлів, що модернізуються;
- третій (четвертий) листи - деталювання розроблених складальних креслень

1.2 Оцінювання параметрів конструкцій технологічного обладнання

Оцінювання параметрів конструкцій технологічного обладнання доцільно починати з виконання цілеспрямованого огляду існуючих вітчизняних та закордонних видів конструкцій певного виду. Огляду підлягають питання загальної конструкції обладнання, принципів його роботи, технічні та надійнісні характеристики.

При виконанні аналізу основних параметрів конструкцій технологічного обладнання необхідно:

- провести порівняльну характеристику однотипних параметрів видів обладнання, що розглядається (мінімум 5-6 параметрів);
- показати переваги та недоліки окремих видів обладнання та причини їх появи.

Вибір типової конструкції, на основі якої проводиться модернізація (проекування) конструктивних елементів, полягає у виконанні порівняльного аналізу аналогічних видів обладнання, що розглядалося в попередніх підрозділах, їх складових частин, характеристик на предмет відповідності техніко-економічним вимогам та у виборі єдиного виду обладнання, який має найбільші переваги та найменші конструктивні недоліки, найбільш відповідає прийнятним умовам експлуатації. Вибір конструкції проводиться на основі прийнятого критерію - комплексного параметра, що найбільш суттєво відтворює мету проведення модернізації обладнання. Критерій вибирається студентом на основі даних завдання проекту.

Послідовність вибору та обґрунтування вузла, агрегату, який буде модернізуватися (проекуватися), включає такі пункти:

- надання повного переліку вузлів та агрегатів обладнання, що модернізується, (бажано подавати у табличному вигляді);
- наведення призначення та принципів роботи вузлів обладнання;
- огляд основних характеристик вузлів: технічні, економічні, експлуатаційні (значення параметрів та інтервали їх змін);
- аналіз відповідності технічних та технологічних характеристик вузлів обладнання умовам виробництва (проводиться з використанням критерію відповідності).
- вибір вузла(ів), який(і) необхідно модернізувати.

2 ВАРІАНТНИЙ ПОШУК ПЕРСПЕКТИВНОГО РІШЕННЯ

2.1 Моделювання можливих варіантів конструктивних рішень технологічного обладнання

1) Загальні задачі моделювання

Модель щораз виступає як засіб досягнення заданої мети, замінюючи з заданою точністю систему-оригінал. Таким чином, областю застосування методів моделювання є рішення складних задач, поставлених перед інженерами-системотехніками, коли одержання необхідних результатів традиційними способами (точні рішення, експеримент) економічно недоцільно чи неможливо. Тому вивченню методології моделювання і засобів розробки конструктивних, математичних і імітаційних моделей приділяється важливе місце в навчальних планах підготовки фахівців з автомобільного транспорту. Формальні моделі широко використовуються при вивченні багаторівневих систем комплексними експериментами, систем автоматизованого проектування, гнучких виробничих систем. Організація і реалізація зазначених задач вимагають залучення фахівців з різною професійною орієнтацією, здатних проводити системні дослідження.

2) Місце моделювання в технічних системах

Системою називається задана сукупність елементів і відносин, що діють як єдине ціле при досягненні необхідної мети.

Елемент — це частина системи, що не підлягає подальшому розчленуванню на даному рівні досліджень. Елементи конкретної системи фізично так чи інакше відчутні. Все те конкретне фізичне, у що втілено елементи складної системи, називається субстанцією.

Окремі сукупності елементів і відносини між ними утворюють підсистеми. Властивості й особливості систем не тотожні властивостям і особливостям підсистем, що їх утворюють.

Безліч систем підрозділяються на прості, складні і великі. Прості системи — це системи, з одного боку, що не спроможні на акт ухвалення рішення і, з іншого, не переважають за складністю автоматичні.

Складні системи відрізняють від простих спроможністю на акт прийняття рішень на різних рівнях ієрархії, непередбачуваністю поведіння системи без спеціального аналізу й обчислень, інформованістю про зміни навколишнього середовища. Усі ці властивості в тому чи іншому ступені притаманні складним технічним і організаційним системам, що оцінюють своє поведіння з урахуванням заданих критеріїв якості. Вони здатні пристосовуватися до невідомого заздалегідь впливу і передбачати своє поведіння, покладаючись на інформованість про колишні ситуації.

Великі системи складаються з ряду складних систем, мають ієрархічну структуру з розвинутою процедурою прийняття рішень на різних рівнях.

Вони містять у собі засоби обчислювальної техніки і зв'язки для перетворення, передачі і розподілу даних.

Системний інженерний підхід при дослідженні складних конструктивних об'єктів як один з напрямків дослідження системного знання включає: методи опису конструкції, що досліджується; процедури аналізу і синтезу, що розглянуті як єдине ціле; методи побудови моделей і моделювання виробу і його частин.

Частина системології, що займається технічними системами (ТС), називається системотехнікою.

При виборі раціональних варіантів функціонування елементів ТС основу системотехніки складає методологія організації творчої праці автофахівця.

Важливим моментом проектування складних систем є вибір підлягаючих оптимізації структур, здійснюваний евристичними (неформалізованими) методами, основаними на досвіді, інтуїції і творчій винахідливості фахівця.

Розглядаючи питання побудови моделей і методологію моделювання систем, можна виділити два принципово різних підходи при їхньому дослідженні. Один з них складається з побудови точних моделей, що наближаються за складністю до оригіналу. Однак конструктивні шляхи побудови точних моделей для свого здійснення вимагають великих обсягів пам'яті ЕОМ, повного перебору різних варіантів і нереальної швидкодії технічних засобів. Виникають труднощі з рішенням багатовимірних задач, що найчастіше є нездоланими. В міру наближення моделі до оригіналу її пояснювальні якості падають, а прогнозуючі — зростають.

При другому підході будують оцінні моделі, що дозволяють описати функціонування системи з урахуванням заданих обмежень. Тут конкретні результати дослідження виливаються у результат розумного відступу від вимоги повної відповідності моделі реальній системі. Наближена модель, що містить екстремальні значення параметрів, називається оптимальною. При прикладному дослідженні складних систем найчастіше будують оцінні моделі.

Для кількісної оцінки функціонування систем на основі моделювання необхідно знати методологію конструювання моделей.

3) Поняття моделі

Поняття моделі є одним з основних понять сучасної науки. Спрощена конструкція, формули чи алгоритми машинних програм, на основі яких можна судити про найважливіші особливості функціонування складної конструктивної системи, теж є моделями. Стосовно своїх моделей реальна система буде служити оригіналом чи прототипом.

Процес створення моделі полягає в урахуванні основних властивостей реального об'єкта. Модель складної системи, як правило, має ієрархічну будову, причому чим більше рівнів оригіналу вона відбиває, тим ближчі

властивості моделі до властивостей прототипу. Другий рівень має більшу вагу, ніж перший, третій — більшу вагу, ніж другий, і т.д. Вибір числа рівнів визначається призначенням моделі і конкретними умовами розв'язуваної задачі. На нульовому рівні модель дозволяє судити про те, існує чи не існує сама система. Наприклад, купуючи квиток для польоту, пасажир залишає в касира корінець авіаквитка, що є свідченням того, що даний пасажир тільки планує зробити політ. Модель не відбиває ніяких індивідуальних субстантних властивостей пасажира, а моделює лише його наявність.

Модель (від латинського *modulus* — міра, образ, зразок) — це образ чи прообраз системи-оригіналу, використовуваний при заданих умовах як система-замінник, що відбиває основні закономірності оригіналу. Словом «основні» підкреслюється, що модель є компромісом між необмеженою складністю оригіналу і обмеженими на даному етапі розвитку можливостями дослідження його поведінки. Як образ реальної системи застосовуються макети, схеми, графи, ланцюги Маркова, розгалужені процеси і т.п., а як прообраз — зразки (зліпки), службові еталони для серійного відтворення виробу в іншому матеріалі.

Модель, відбиваючи чи відтворюючи реальний об'єкт із заданою точністю, може слугувати засобом для одержання інформації про цей об'єкт. В основу побудови моделей покладені принципи реалізованості і завершеності, незалежності реалізації від матеріального середовища, оптимальності і відповідності, конструктивної цілісності.

Принцип реалізованості і завершеності припускає, що за моделлю, яка задовольняє задані вимоги, можна побудувати реальну систему. Система може бути виконана з використанням наявних у дослідника матеріальних засобів (наприклад, блокових наборів вузлів стендової конструкції та ін.). Щоб система виявилася найкращою, необхідно правильно вибрати цільову функцію й обмеження, що враховують суперечливі тенденції в аналізі проблем, взятих у вигляді цілісної сукупності.

Конструктивна цілісність підкреслює, що модель складається з предикатів, що можуть бути реалізовані на практиці.

Існуюче різноманіття моделей можна розділити на ізоморфні і гомоморфні.

Можливість взаємного переносу уявлень, понять і суджень з однієї системи на іншу ізоморфну їй систему лежить в основі концепції моделі. Ізоморфізм у даному випадку означає рівність форми реальної системи і моделі, що володіє властивостями рефлексивності, транзитивності і симетричності. Рефлексивність припускає, що копія даної системи служить її моделлю. Властивість транзитивності підкреслює, що модель моделі є моделлю вихідної системи. Відповідно до умови симетричності будь-яка система є моделью кожної своєї моделі, тобто реальна система і її модель можуть мінятися місцями.

Умова ізоморфізму моделі й оригіналу вимагає подоби їхньої структури, що припускає рівночисельність предикатів. Виконання умови рівночисельності в ряді випадків виявляється важким чи непотрібним, оскільки ніякого спрощення задачі при дослідженні тільки ізоморфних моделей не досягається. Спрощення може бути досягнуте в тому випадку, якщо зневажити несуттєвими предикатами, тобто перейти від точного ізоморфного сприйняття до представлення моделі як приблизного образу модельованої системи. Зазначена вимога приводить до більш загального поняття гомоморфізму моделі реальної системи, також рефлексивного і транзитивного, але несиметричного.

Вимога взаємної однозначності відображення $\varphi:S \rightarrow Z$ замінена умовою його однозначності лише в одну сторону, коли кожному елементу $m \in S$ відповідає єдиний образ $\varphi(m) = m' \in Z$, але не навпаки. Гомоморфний (наближений) образ містить не більше число предикатів, ніж оригінал. При цьому гомоморфне перетворення полягає в тому, щоб звести відомості про систему в більш компактну, зручну для подальшої обробки форму. Вибір істотних предикатів, що відбивають лише великі частини оригіналу, приводить до утворення ієрархії гомоморфних моделей і дозволяє замінити абсолютне відносним, точне - наближеним, конкретне - абстрактним.

4) Класифікація моделей

Розглянемо класифікацію моделей, виходячи з категорій відображення, призначення, форми, часу і властивості.

Як засіб відображення прототипу розрізняють субстанціональні, структурні і функціональні моделі.

Субстанціональна модель зосереджує увагу на матеріалі прототипу і зовні нагадує досліджуваний об'єкт. Прикладами таких моделей можуть служити шматок шини як модель колеса, призначена для вивчення нового технологічного процесу ремонту.

Структурна модель вибирається виходячи з того, що повинно бути зроблено, і показує взаємини між елементами прототипу (переважно в статистиці). Схема організації керування галуззю і принципова схема бортової обчислювальної системи є прикладом структурних моделей.

Функціональна модель тісно пов'язана зі структурою і будується виходячи з того, що може бути зроблено, розглядає відносини між системами в динаміці. Прикладами можуть служити модель акустичної системи у вигляді коливального контуру, тимчасова діаграма роботи системи передачі сигналів даних.

Відповідно до призначення модель заміняє прототип для проведення на ній експериментів, у процесі яких і коректується даний прототип системи. Як засіб осмислення реальних зв'язків модель дозволяє упорядкувати і систематизувати знання про систему, встановити ресурси, необхідні для її проектування. Перехід від описової моделі до завдання моделі в стислій формі дозволяє уточнити структуру прототипу, розкрити

відносини між його елементами, залучити до обговорення структури взаємозв'язків підсистем інших дослідників. Моделі широко використовують при вивченні ергономіки кабіни. Корисність моделі як засобу експериментування виявляється в можливості створення важкодосяжних і аварійних умов руху, виявлення причин несправностей і їхнього впливу на безпеку руху. Моделі прогнозування використовуються для пророкування поведінки систем і їх подальшої доробки.

Стосовно транспортних систем важливим фактором використання тренажерів є безпека навчання.

Вільна модель дає можливість переносити на оригінал будь-яку інформацію, отриману за допомогою моделі.

Фіксована модель дозволяє переносити на прототип лише інформацію строго фіксованого типу.

Інформаційна модель представляється у вигляді відтворених системами сигналів, які несуть повідомлення про зміни, що відбуваються в системах, організованих відповідно до заданих правил.

За природою елементів інформаційні моделі поділяють на матеріальні й абстрактні. Матеріальні моделі складаються з матеріальних елементів, причому в деяких випадках може навіть зберігатися субстанція елементів прототипу. Випробування автомобіля в аеродинамічній трубі являє приклад матеріальної моделі прямої аналогії. Матеріальні масштабні моделі використовуються при будівництві.

У матеріальних моделях непрямой аналогії субстанція елементів міняється, зберігаються лише закони, що керують поведінкою елементів. Прикладом непрямой аналогії є представлення коливань маятника у вигляді коливань в електричному коливальному контурі.

Велике поширення на практиці одержали абстрактні моделі, під якими розуміють продукти мислення. Абстрактні моделі у свою чергу підрозділяються на образні і знакові. Образні моделі закріплюються на матеріальних носіях у вигляді зліпків, фотографій, малюнків, картин, телевізійних зображень і більш абстрактних зразків, таких як карти, креслення, діаграми. Незважаючи на наочність образних моделей і зручність їхнього застосування при вивченні систем, вони є проміжними, перехідними до вищої форми абстрактних моделей, перетворюючись в знаки, позбавлені конкретного змісту.

Засобом відображення реальної дійсності служить мова. Елементами мови є поняття в словесному представленні. Кожна мовна система містить фіксований, очищений від неоднозначності набір понять — тезаурус. У ньому кожному слову відповідає єдине поняття і навпаки.

При подальшому абстрагуванні мислення образи стають усе більш загальними, переходячи до аналітичних і імітаційних моделей. При створенні аналітичних і імітаційних моделей ототожнюється образ і реальна система. Ці моделі більш універсальні і дозволяють змінювати параметри і перебудовувати структуру системи-замінника. Аналітичні

моделі описують процеси функціонування складних систем у вигляді деяких функціональних співвідношень. Їх широко використовують при аналізі функціонування, для опису динаміки руху, оптимізації параметрів систем і т.п.

Найважливіший клас складають логіко-лінгвістичні (семіотичні) моделі, що використовуються при створенні систем штучного інтелекту. При повній роботизації систем керування, наприклад, при заміні водія динамічною системою, що вибирає один з наявних альтернативних варіантів дій, моделі цього класу дозволяють на основі аналізу виниклої ситуації і правил поведінки систем штучного інтелекту вибрати рішення з заданого набору елементів. Ці правила містять у собі досвід людини-експерта, що має навички керування з урахуванням відмов елементів керування динамічною системою чи раптовою зміною стану повітряного простору. Звідси виникає проблема розробки нових логічних мов представлення знань і навичок водія, що застосовуються при створенні логіко-лінгвістичних моделей.

Зазначений клас аналітичних моделей можна, наприклад, використовувати і при рішенні задачі складання зміненого розкладу руху у випадку несподіваного скасування чи введення нових рейсів. Істотним є те, що в основі логіко-лінгвістичної моделі лежить експертна оцінка виникнення випадкової ситуації, що дозволяє скористатися евристичними знаннями.

Обмежуючими факторами, що перешкоджають широкому використанню аналітичних моделей, є вимога високого рівня математичної культури фахівців; труднощі вибору конкретних обмежень і допущень у міру ускладнення моделі; приватний характер отриманих рішень при використанні чисельних методів для одержання конкретних результатів (при заданих початкових умовах).

Імітаційні моделі являють собою, як правило, алгоритми програми, структури даних, що відображають процес функціонування системи чи її композиційні властивості, але такі моделі можуть бути і не орієнтовані на машинну імітацію. Оцінка результатів процесу імітації і формування варіантів керування може вироблятися людиною-експертом. Перевагою імітаційних моделей у порівнянні з аналітичними є можливість рішення ймовірнісних задач великої складності. У рамках імітаційного підходу задача оптимізації звичайно не ставиться.

Факторами, що обмежують застосування імітаційних моделей, є висока трудомісткість розробки алгоритмів і програм для одержання приватних рішень; великі витрати машинного часу в процесі прогону моделі на ЕОМ. Змішані моделі є композицією різних форм систем-замінників. Сюди можна віднести тренажери, у яких наряду з устаткуванням кабіни, сервомоторів, силових приводів і інших елементів реальної системи використовуються цифрові й аналогові обчислювальні машини. Серед змішаних моделей особливе значення мають аналітико-імітаційні моделі, у

яких для оцінювання подій з малою імовірністю появи використовуються аналітичні методи, а для оцінювання поведінки моделі під впливом сукупності випадкових процесів застосовують імітаційні моделі.

Безупинні моделі описують системи, у яких можливі появи континууму можливих станів. Наявність у прийомних пристроїв порогів чутливості в часі і за значенням дозволяє описати більшість реально існуючих процесів дискретними (цифровими) моделями. Основна перевага дискретних моделей у тому, що задачі в дискретній постановці вимагають часу розрахунку, який в 10—12 разів менше, ніж при використанні чисельних методів інтегрування диференціальних рівнянь, що описують безупинні моделі. У технічних додатках методи обробки даних, представлених цифровими моделями, безперечно є найбільш економічними, раціональними і точними.

Детерміністські моделі розглядають «точно» поведінку системи-замінника на заданому відрізку часу.

Для ймовірних моделей, у яких точно відомі значення розподілу випадкових величин, динаміка моделі описується функцією.

Іншим різновидом недетерміністських моделей є неповністю визначені процеси, описувані нечіткими моделями. Нечіткі підмножини зв'язані з розпливчатістю, невизначеністю і суб'єктивністю. Переваги використання нечітких моделей — їхня спільність. У повсякденному житті більшість задач, що зустрічаються, можуть бути описані нечіткими моделями.

Нелінійні моделі відіграють вирішальну роль при довгострокових прогнозах розвитку галузі, описі поведінки цифрових автоматів.

5) Моделювання систем

Моделювання пов'язують зі створенням спрощеного представлення системи для полегшення її аналізу чи синтезу. Завдання моделювання полягає також у встановленні впливу приватних факторів, які цікавлять дослідника, на процес функціонування системи.

Поняття «моделювання» є гносеологічною концепцією, що характеризує один зі шляхів дослідження структурних закономірностей, які виявляються при відображенні світу в процесі людського пізнання. Можливість моделювання, тобто переносу результатів, отриманих у ході розробки і дослідження моделей, на оригінал, оснований на тому, що модель у заданому змісті відображає істотні риси реальної системи. У процесі моделювання експеримент проводиться на моделі, що є одночасно засобом і об'єктом дослідження, який заміняє оригінал.

Предметним називається моделювання, в ході якого дослідження ведеться на моделі, що відображає основні геометричні, фізичні і функціональні характеристики оригіналу. Предметне моделювання використовується при вивченні властивостей конструкцій будинків, транспортних засобів і т.п.

Аналогове моделювання зосноване на ізоморфізмі явищ, що мають різну фізичну природу, але описуваних однаковими математичними співвідношеннями. Як приклади аналогових моделей можуть служити електричні аналоги для моделювання газового потоку.

Процес, при якому реальна система досліджується за допомогою іншої системи, яка має ту ж природу, називається процесом аналогового фізичного моделювання.

Оскільки будь-яка аналогова система може бути представлена у виді цифрової, то даний вид моделювання є універсальним. Цифрове моделювання найчастіше здійснюється з застосуванням ЕОМ. При цьому необхідно сформулювати задачу у вигляді, зручному для рішення її на ЕОМ, а проміжні результати моделювання інтерпретувати з урахуванням їхніх фізичних аналогів. Переваги цифрової й аналогової обчислювальної техніки реалізуються при змішаному моделюванні, що характеризується взаємним проникненням цифрових і аналогових методів моделювання. Аналогові засоби широко використовуються для обчислень у реальному часі.

Еволюційне моделювання. Цей метод дослідження застосовується не стільки для пояснення існуючих явищ, скільки для пророкування цікавлячих дослідника якостей складних систем чи її поведіння. При цьому необхідно, використовуючи імітаційні моделі, періодично звертатися до формованих блоків. У процесі звертання зважується одна з задач, виділених із загальної проблеми дослідження складної системи. Отримане рішення передається на ієрархічний рівень структурної моделі. Моделювання забезпечується людиною, знаходиться як компромісне, щоб задовольнити споживача.

6) Математичне моделювання

Математичне моделювання ґрунтується на побудові дослідником залежностей алгоритмів, що відображають відносини елементів складної системи один з одним, і оцінюванні їх впливу на функціональні характеристики оригіналу. Математичний опис дозволяє поставити у відповідність кожному аспекту досліджуваного процесу компактну послідовність символів, якими можна маніпулювати, представляючи саму систему і прогнозуючи її поведінку.

Проектування моделі починається з обґрунтування задачі і складання змістовного опису досліджуваної системи — створення функціональної моделі, що базується на структурі вихідної системи і враховує ймовірно-часові характеристики процесів, що відбуваються в досліджуваній системі. Функціональна модель повинна бути зрозумілою користувачу; еволюційно незавершеною, щоб дозволити користувачу при необхідності вводити потрібні зміни; простою і надійною з погляду досягнення заданих результатів.

Функціональні моделі представляються у вигляді образних описів роботи конкретних систем, графів станів, часових діаграм і т.п. Зручною ілюстрацією функціональної моделі є опис роботи вузла комутації повідомлень одноканальною системою масового обслуговування.

У процесі формалізованого опису визначаються характеристики системи, що підлягає вивченню, встановлюються мета і обмеження. Якщо задачу можна вирішити аналітичним шляхом, то необхідно приступити до розробки аналітичної моделі.

Аналітична модель являє собою сукупність функціональних відносин (інтегродиференціальних, алгебраїчних і ін.) і логічних умов, що дозволяють досліджувати систему на основі принципу абстрактної математичної подоби. У процесі побудови аналітичної моделі визначають кількість і значення невідомих параметрів. Для цієї мети використовуються значення, отримані в процесі обстеження системи. Висуваються одна чи кілька гіпотез щодо формалізованого процесу, після чого оцінюється адекватність моделі реальному образу. Якщо по вибіркових точках, отриманих при звертанні до моделі, можна судити про коректність висновків, що стосується поведінки реальної системи, то можна приступати до визначення необхідних характеристик системи. При цьому можна варіювати різними параметрами і судити про поведінку оригіналу за результатами, що спостерігаються на моделі. На даному етапі визначаються прорахунки у виборі обмежень чи законів розподілу випадкових величин і удосконалюється функціональна модель з метою побудови більш адекватного опису процесів, що відбуваються в реальній системі, доти, поки не буде досягнута поставлена мета.

Аналітичні моделі функціонування складних систем з урахуванням великого числа параметрів призводять, як правило, до рівнянь великих розмірностей, що не можуть бути вирішені без застосування чисельних методів розрахунку. При цьому аналітична модель переходить у клас цифрових моделей (якщо вихідна модель була аналоговою) і розв'язується на ЕОМ з використанням пакетів прикладних програм.

Подальше ускладнення системи, збільшення ступеня деталізації її опису, врахування реальних законів розподілу випадкових величин, що впливають на процес функціонування, роблять аналітичні моделі громіздкими чи не дозволяють одержати за їх допомогою результати рішення у вигляді, зручному для практичного використання. У цьому випадку прибігають до цифрового імітаційного моделювання.

Імітаційне моделювання (ІМ) полягає в розробці алгоритму і програми, що відтворює процеси, які відбуваються у функціональній моделі. При ІМ послідовності протікання процесів функціонування системи і їхня логічна структура повинні бути збережені в моделювальному алгоритмі, що представляє собою обчислювальну схему. Імітаційне моделювання, як експериментування з моделлю реальної системи, є одним з найбільш

широко розповсюджених кількісних методів, використовуваних при вирішенні задач проектування системи, її оптимізації, прогнозування.

Процес моделювання залишається неповним до тих пір, поки не проведені дослідження на ідентифікацію системи, що вивчається, й адекватність моделі реальному об'єкту. Ітеративний процес вибору імітаційної моделі продовжується до тих пір, поки не буде підтверджена відповідність обраної моделі даним, що є в наявності, про систему, яка моделюється.

7) Математичні моделі систем

Представлення і класифікація

Найбільш загальним описом складної системи чи процесу є абстрактна схема, у якій виділені найістотніші властивості й ознаки досліджуваного об'єкта. Абстрактні моделі — схеми, названі математичними, знаходять широке застосування в системних дослідженнях. Основною перевагою абстрактних моделей є здатність формувати рішення про функціонування реальної системи. Під математичною моделлю системи будемо розуміти кількісну формалізацію абстрактних уявлень про досліджуваний процес чи об'єкт. При цьому як засіб складання таких моделей може використовуватися мова диференціальних, інтегральних чи різницевих рівнянь, теорії множин, алгебраїчних систем, математичної логіки, теорії графів, теорії імовірностей і математичної статистики і т.д.

При переході від первісного опису системи чи від її фізичної моделі до математичного, математична модель здобуває універсальність завдяки кількісному опису різних за своєю природою об'єктів тими самими абстрактними схемами. Подібний підхід узагальнюється в теорії систем керування, де за допомогою диференціальних чи кінцево-різницевих рівнянь описуються автоматичні системи регулювання незалежно від їх конкретної реалізації механічними чи електричними засобами.

Загальна абстрактна схема у вигляді мережі систем масового обслуговування (СМО) дозволяє моделювати зазначені різнорідні об'єкти засобами теорії масового обслуговування і теорії графів. Звідси можна зробити висновок, що одна абстрактна схема може тією ж самою мовою математичних співвідношень описувати різнорідні фізичні процеси, технічні комплекси і людино-машинні системи. Однак безпосередній перехід до математичної моделі можливий лише для найпростіших об'єктів. Для складних же систем як проміжні етапи на шляху абстрагування служать первісний опис природною мовою і (чи) побудова фізичної моделі, що є невід'ємними елементами процесу розробки математичної моделі.

Досліджувана система часто представляється у вигляді структурної схеми, на якій виділені основні компоненти (складові чи частини підсистеми) і зв'язки між ними. Така схема орієнтована в першу чергу на відображення алгоритму функціонування системи. Окремі підсистеми

також можуть бути, у свою чергу, представлені в блоковій формі, що характерно для ієрархічних систем. Компоненти і система в цілому характеризуються такими змінними: $x(t)$ -вхідними (екзогенними), що впливають на систему ззовні чи являють собою результат дії зовнішніх причин; $y(t)$ -вихідними (ендогенними), що виникають у системі чи в результаті впливу внутрішніх причин. Коли ендогенні змінні характеризують стани чи умови, то вони називаються змінними стану- $z(t)$. Поводження системи залежить також від параметрів, які можна задавати незалежно від впливу зовнішнього середовища.

Функціонування компонента чи системи в цілому цілком визначається оператором S , що відображає безліч вхідних сигналів X на безліч вихідних сигналів Y , тобто $S: X \rightarrow Y$. Сигнали можуть бути векторними, чи скалярними, чи навіть залежати від просторових змінних (сигнальні полюси). Зазначене відображення звичайно представляється у вигляді перетворення

$$(y(t)) = S(x(t)), x(t) \in X, y(t) \in Y$$

чи, з врахуванням фізичної реалізованості системи, у вигляді сімейства функціоналів

$$y(t) = F_t(x_{-\infty}^t)$$

Тут через $(x_{-\infty}^t)$ позначений відрізок вхідного сигналу на інтервалі часу $(-\infty, t)$. Оператор чи сімейство функціоналів визначають модель «вхід — вихід» системи, що описує співвідношення між сигналами на її вході і виході на всьому інтервалі їх існування і не відображає її внутрішній стан. Така модель, названа чорною шухлядою, становить особливий інтерес при дослідженні систем методом ІМ.

Формальне визначення.

У представленому описі моделей систем, що базується на понятті відображення (оператора, функціонала, функції), акцент зроблений на детермінування системи. Для ймовірнісних систем, в яких діють стохастичні механізми, співвідношення виду необхідно замінити імовірними співвідношеннями. При цьому можна використовувати прямий опис динамічної стохастичної системи, що визначає зв'язок між реалізаціями процесів на вході і виході за допомогою стохастичного відображення, чи непрямого опису.

Ми визначили систему у вигляді композиції взаємозалежних компонентів. Звідси випливає рекурсивно, що, в свою чергу, досліджувана система являє собою підсистему більш складної системи і т.д., а її компоненти можуть бути структурно представлені у вигляді взаємодіючих елементів, тобто декомпозицію будь-якої системи можна продовжувати в обидва боки нескінченно. Щоб визначення системи було конструктивним, доцільно процес такої розбивки системи на атомарні підсистеми можна було зупинити, у той же час, при необхідності, його продовжити. У цьому відношенні ефективним інструментом математичного моделювання систем

є теоретико-множинний підхід, де сама система виступає як абстрактна безліч об'єктів, властивості яких можуть завжди бути конкретизовані для різних додатків. При виділенні якого-небудь компонента повинна бути визначена його взаємодія (чи інтерфейс) з іншими компонентами системи чи з зовнішнім середовищем.

Реальні системи і процеси дуже складні. Тому, як відзначалося раніше, при побудові їхніх математичних моделей, як правило, прибігають до розкладання системи на компоненти, тобто до декомпозиції. В залежності від деталізації опису декомпонованої системи розрізняють три рівні представлення математичних моделей: біхевіористський (поведінковий); стану і структурний.

На біхевіористському рівні система розглядається як чорна шухляда. Елементом опису є «траєкторія», а сам опис являє собою безліч траєкторій. Цей нижній рівень опису дуже важливий при натурному і напівнатурному дослідженні реальної системи чи при експериментуванні з імітаційною моделлю.

Рівень стану вимагає знання внутрішнього механізму функціонування системи. Відповідний опис є достатнім для формування послідовно в часі безлічі траєкторій. При цьому обчислюються майбутні стани на основі знання поточного і функції переходів. Однак для одержання реакції системи необхідно задати функцію виходів, що реалізує відображення безлічі станів. При цьому поведінка системи буде цілком визначено.

На структурному рівні система може бути представлена в блоковому вигляді, де кожен компонент (блок) описується на більш низькому рівні. Повний опис включає також взаємозв'язки чи сигнали, якими обмінюються окремі блоки (компоненти), тобто інтерфейс вхідних і вихідних сигналів взаємодійних компонентів. Очевидно, що структурний рівень дозволяє однозначно задати опис на рівні стану чи на біхевіористському рівні.

Слід зазначити, що такий загальний формальний опис рідко використовується. Інженер-системотехнік звичайно має справу з невеликим набором типових математичних моделей.

Теоретико-множинний підхід до опису систем, розглянутий раніше, може бути орієнтований на конкретні методи їхнього дослідження. Зокрема, математичні моделі, покладені в основу мов імітаційного моделювання, вимагають включення до складу формального опису системи не тільки її компонентів і їх взаємодії, але також характеристик і властивостей системи і її складових. При цьому сукупність компонентів називається полем системи, а під характеристикою розуміється інформація про організацію системи.

У динамічних системах поле і характеристика системи залежать від часу, а в статичних є інваріантами, що дозволяє розглядати статичні системи як сталу динамічних систем.

Кожен клас має своє поле (область), а сукупність властивостей об'єктів, що входять до нього, називається характеристикою класу.

Для динамічних систем прийємо такі умови: якщо елемент залишає поле системи, то він не може повернутися в нього; число атрибутів у характеристиці класу залишається постійним; елемент не може змінювати поле класу.

Типові математичні моделі

При вивченні складних систем аналітичними й імітаційними методами широко використовуються абстрактні схеми, названі безупинними чи дискретними моделями. До безупинних відносяться моделі, що описуються диференціальними рівняннями (звичайними чи в частинних похідних).

Можуть бути також введені і комбіновані безперервно-дискретні моделі (наприклад, різницеві рівняння).

8) Вимоги до формування модельних варіантів конструкції технологічного обладнання

Моделювання конструкції технологічного обладнання включає, як правило, надання мінімум трьох можливих варіантів модернізації конструкції (нові кінематичні схеми, принципово нові компоновки, нові гідро-, електро-, пневмопринципи роботи обладнання) вузла чи агрегату, який модернізується.

Виявлення можливих варіантів модернізації виконується на основі творчого інженерного мислення студента з урахуванням обсягу знань з відповідних дисциплін.

З кожного можливого варіанта необхідно:

- навести перелік параметрів впливу та межі зміни їх значень;
- надати технічні, конструкторські, ескізні характеристики (бажано в узагальненому табличному вигляді).

Для більш повного опису конструкцій варіантів необхідно надати ескізний вид конструкції вузла з кожного варіанта модернізації з коротким описом складових частин.

Приклад.

Умова модернізації: модернізується вузол роздаткового пістолета в мийній установці. Необхідно розробити варіанти можливої модернізації конструкції даного вузла на рівні ескізного проекту.

Початкові умовні дані: тиск в системі – P ; кут робочого сопла - L ; діаметра сопла- d ; форма сопла – F .

Можливі модельні варіанти модернізації:

Перший варіант:

- зміна тиску в системі: P - збільшення; L , d , F -постійні.

Другий варіант:

- зміна кута робочого сопла: L - менше, більше; P , d , F -постійні.

Третій варіант:

- зміна діаметра сопла- d , інші параметри постійні;

Четвертий варіант:

- зміна форми сопла – F, інші параметри – постійні.
Межі зміни параметрів вузла, що модернізується:
- P - 10-20 атм; L - 30-45 ; d - 10...50 мм; F - конусна, циліндрична форма.

2.2 Перевірка варіантів на вимоги працездатності, техніки безпеки, виробничої санітарії, конкурентоздатності, експлуатаційної та ремонтної ефективності

Виконання даного комплексу робіт з модернізації (проекування) конструкції технологічного обладнання вимагає виконання порівняльної оцінки варіантів модернізації з таких вимог:

- виконати комплексний розрахунок вузлів та деталей варіантів модернізації конструкції за параметрами, що змінюються;
- надати результати модернізації за переліком оцінних параметрів (у табличному виді);
- розглянути переваги і недоліки всіх варіантів.

З кожного варіанта модернізації конструкції розглянути питання:

- довговічність роботи;
- ремонтпридатність;
- техніка безпеки;
- виробнича санітарія;
- конкурентна здатність;
- економічна ефективність;

2.3 Вибір та обґрунтування оптимального варіанта проектування

1) Методика вибору оптимального варіанта проектування

Вибір оптимального варіанта проектування проводиться в такій послідовності:

- вибір критерію(їв) оптимальності (ефективності) модернізації;
- порівняння значень параметрів окремих варіантів модернізації із необхідним значенням вибраного критерію (критеріїв) оптимізації;
- вибір оптимального варіанта за прийнятим критерієм оптимізації;
- обґрунтування проведеного вибору.

2) Вибір критерію оптимальності

Одним з найважливіших питань оптимізації виробничих процесів на автомобільному транспорті є вибір і обґрунтування критерію оптимальності (ефективності). До теперішнього часу не існує єдиної теорії ефективності, яка б давала чітке визначення місця і ролі кожної галузі в цілому, окремих підгалузей, виробництв, підрозділів.

Доцільність прийняття того чи іншого рішення визначається перш за все економічними показниками якості функціонування систем. Це висуває певні вимоги до критеріїв ефективності взагалі і, в певній мірі, на автомобільному транспорті.

Критерій ефективності повинен відбивати конкретні умови, в яких він приймається, і забезпечувати об'єктивне рішення проблеми, що розглядається, з точки зору народногосподарської ефективності. Тому можна сказати, що критерій оптимальності – це міра для порівняння кількісної оцінки різних варіантів прийняття рішення.

Вибір і наукове обґрунтування критеріїв ефективності – одна з найважливіших умов успішного рішення різноманітних задач і виконання конкретних досліджень. В процесі обґрунтування і вибору критерію ефективності слід дати відповіді на два запитання: по-перше, що вимірювати?; по-друге, яка поведінка системи забезпечує оптимальне досягання мети?

Можна сформулювати основні вимоги, яким повинен відповідати критерій оптимальності :

- по можливості бути одним, що дозволяє вибрати найбільш простий процес рішення задачі, особливо з використанням ЕОМ;
- виражати в кількісній мірі і допускати об'єктивну оцінку точними методами;
- кількісна міра критерію ефективності повинна об'єктивно відбивати результати чи хід рішення задачі;
- кількісна характеристика критерію повинна бути чуттєвою навіть до незначних змін обмежень, що накладаються на задачу;
- мати точне математичне вираження і бути розрахованим.

Вибір критерію ефективності залежить від масштабу задач, що вирішуються. В цьому відношенні системний аналіз дозволяє сформулювати критерії ефективності з врахуванням загального критерію. Тому слід розрізняти загальні критерії, що характеризують народногосподарський ефект, і часткові критерії, що характеризують окремі задачі, але в тісному зв'язку і єдності з загальними.

Розглянемо загальні критерії ефективності функціонування автотранспортних підприємств. Основне призначення транспорту – переміщення різноманітних вантажів в часі і просторі.

В якості критерію ефективності можна приймати прибуток, норму рентабельності, ціну продукції. В цілому прибуток дійсно характеризує економічну потужність автотранспортного підприємства. Але цей критерій не може виступати в якості загального критерію народногосподарської ефективності, оскільки він безпосередньо пов'язаний з тарифами на перевезення.

В якості критерію ефективності можна прийняти норму рентабельності:

$$R_i = P_i / C_i ,$$

де P_i - прибуток кожного i -го приведеного автомобіля; C_i - ціна перевезення i -го приведеного автомобіля.

Тобто норма рентабельності базується на прибутку і враховує витрати на перевезення. Однак суттєвий недолік цього показника – його безрозмірність, що обмежує форму виразу цільової функції.

Найбільш загальним є критерій мінімуму приведених затрат, який відображає величину сукупних затрат суспільної праці на автотранспорті.

Числове значення цього критерію розраховується за формулою:

$$W=(C+E_H K)/Q ,$$

де С- затрати на експлуатацію рухомого складу, грн.; E_H - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладів; К- капітальні вклади, грн.; Q- вантажообіг, т/км.

Наведені питомі затрати складаються із затрат на експлуатацію рухомого складу і відповідного ефекту від капітальних вкладів.

Затрати на експлуатацію складаються із змінних і постійних. Змінні затрати пов'язані з надійністю і довговічністю автомобілів. Тому в якості загального критерію прийнятті приведені затрати.

Часткові критерії ефективності функціонування автотранспортних підприємств і окремі підсистеми характеризують використання парку автомобілів при мінімальних витратах на утримання рухомого складу.

Часткові критерії ефективності повинні задовольняти загальний критерій, а це можливо, якщо кожен з них при оптимальному значенні буде понижати критерій питомих приведених затрат.

Розглянемо критерій ефективності функціонування систем, що визначають технічну готовність парку автомобілів. Одним з таких критеріїв є коефіцієнт технічної готовності K_T . Що до одиничного автомобіля, то під коефіцієнтом технічної готовності розуміється частка часу, коли автомобіль знаходиться в технічно справному стані при тривалій його експлуатації.

Коефіцієнт готовності характеризує технічний стан автомобілів. Але він не враховує матеріальних і трудових затрат, що пов'язані з обслуговуванням і ремонтом автомобілів. Тому для вибору оптимального керування при різних варіантах організації систем обслуговування і ремонту недостатньо знати коефіцієнт, що характеризує частку часу перебування автомобіля в неробочому стані. Для розв'язання цих задач необхідні критерії, що враховують вартісні параметри систем.

В загальному вигляді сумарні приведені затрати – це функція вхідних параметрів (кількості вимог на обслуговування) і керованих (кількість обслуговуючих ліній, постів, обслуговуючих робітників, виробничої структури і режиму роботи системи).

3) Методи оптимізації

В загальному випадку вибір методу оптимізації залежить від методу розв'язання поставленої задачі. При практичній оптимізації стохастичних

систем найбільш широкого розповсюдження отримали методи перебирання варіантів, градієнтного спуску, випадкового пошуку, планування експерименту.

Метод перебирання варіантів – найпростіший, але і найбільш далекий від оптимального. Нехай оцінюється значення цільової функції $W=W(x_1, x_2, \dots, x_n)$ при зміні параметрів x_i , значення яких обмежені границями заданої області θ . Просте перебирання полягає в тому, що проводиться порівняння кожного значення $W(x_j)$ зі значенням $W(x_{j-1})$ і іншими значеннями, отриманими раніше. Якщо кількість змінних x_j невелика, то можна задовольнитися знаходженням оптимального плану простого перебирання.

Метод градієнтного спуску оснований на представленні градієнта як векторної величини, що визначає напрямок зростання (падіння) цільової функції. Складові градієнта вказують напрямок шляху до оптимальної точки. Кожна складова градієнта – частинна похідна цільової функції за відповідною зміною керування. Якщо ця складова градієнта має знак плюс, то рух йде вздовж осі в позитивному напрямку і приводить точку до максимуму поверхні відклику, в протилежному випадку – до мінімуму відклику.

Метод випадкового пошуку також відноситься до групи градієнтних методів. Для нього характерна відсутність обмежень на розмірність простору. Випадковий пошук може бути без самонавчання і з самонавчанням.

Однак градієнтні методи мають суттєві недоліки :

- невисоку швидкість руху;
- труднощі при потраплянні в зону довгих гребенів на поверхні відклику;
- труднощі в досяганні кінцевої точки оптимуму.

Швидкість сходження визначається вибором матриці масштабних коефіцієнтів. Слід погодитися з існуючою точкою зору, що метод випадкового пошуку буває дуже ефективним на початку організації пошуку екстремуму і малокорисним в зоні кінцевої точки.

До методів направленного пошуку відноситься метод пошуку з парними пробами. Цей метод дозволяє визначити напрямок градієнта після двох пробних кроків.

Але оптимізація цільової функції, що задана за допомогою статистичної моделі, має деякі особливості.

Для оптимізації систем з заданою цільовою функцією алгоритмічного виду розроблений спеціальний метод. Суть цього методу полягає в тому, що процес починається з довільної точки x_0 і ітераційно створюється послідовність x^1, x^2, \dots .

Це задача випуклого програмування, яка зводиться до багаторазового визначення мінімуму деякої гладкої випуклої функції однієї змінної.

Крім того, на основі отриманих даних моделювання вельми перспективним є метод планування активного експерименту. Цей метод при порівняно невеликій кількості реалізацій дозволяє провести пошук екстремуму, змінюючи всі змінні, що входять до цільової функції. За допомогою методу планування експерименту можна виявити ступінь впливу змінних на вихідну функцію, визначити ступінь взаємодії змінних і зменшити розмірність задачі, виключаючи незначні фактори.

Для реалізації пошуку оптимуму методом планування експеримента складається матриця планування. Ці плани ортогональні і рототабельні, тому що всі коефіцієнти регресії оцінюються незалежно один від одного з однаковою дисперсією, а отримані рівняння регресії мають таку властивість, що дисперсія передбачуваного значення залежить від радіуса, проведеного з центра експерименту.

Математичну модель об'єкта дослідження записують у вигляді рівняння функції відклику

$$Y=f(x_0, x_2, \dots, x_n) ,$$

де x_n - коефіцієнти простору.

В цьому просторі розташована поверхня відклику, на якій необхідно знайти екстремальну точку.

4) Типові критерії вибору оптимального рішення

Максимінний критерій Вальда. Відповідно до цього критерію гра з природою ведеться як гра з розумним, причому агресивним, супротивником, що робить усе для того, щоб перешкодити нам досягти успіху. Оптимальною вважається стратегія, при якій гарантується виграш у будь-якому випадку не менший, ніж «нижня ціна гри з природою»:

$$\alpha = \max_i \min_j a_{ij} .$$

Якщо керуватися цим критерієм, що уособлює «позицію крайнього песимізму», треба завжди орієнтуватися на гірші умови, знаючи напевно, що «гірше цього не буде». Очевидно, такий підхід — «перестраховальний», природний для того, хто дуже боїться програти,— не є єдино можливим, але як крайній випадок він заслуговує розгляду.

Критерій мінімаксного ризику Севіджа. Цей критерій — теж у крайній песимістичний, але при виборі оптимальної стратегії радить орієнтуватися не на виграш, а на ризик. Вибирається в якості оптимальної та стратегія, при якій величина ризику в найгірших умовах мінімальна:

$$S = \min_i \max_j r_{ij} .$$

Сутність такого підходу в тому, щоб всіляко уникати великого ризику при ухваленні рішення. У змісті «песимізму» критерій Севіджа подібний із критерієм Вальда, але самий «песимізм» тут розуміється по-іншому.

Критерій песимізму-оптимізму Гурвіца. Цей критерій рекомендує при виборі рішення не керуватися ні крайнім песимізмом («завжди розраховуй на гірше!»), ні крайнім, легковажним оптимізмом («либонь крива вивезе!»). Відповідно до цього критерію вибирається стратегія з умови:

$$H = \max_j (\xi \min_i a_{ij} + (1-\xi) \max_i a_{ij}),$$

де ξ — «коефіцієнт песимізму», що вибирається між нулем і одиницею.

При $\xi = 1$ критерій Гурвіца перетворюється в критерій Вальда; при $\xi = 0$ — у критерій «крайнього оптимізму», що рекомендує вибрати ту стратегію, при якій найбільший виграш у рядку максимальний. При $0 < \xi < 1$ виходить щось середнє між тим і іншим. Коефіцієнт ξ вибирається суб'єктивно — чим небезпечніша ситуація, чим більше ми хочемо в ній «підстрахуватися», чим менша наша схильність до ризику, тим ближче до одиниці вибирається ξ .

При бажанні можна побудувати критерій, аналогічний H , виходячи не з виграшу, а з ризику, але ми на цьому не будемо зупинятися.

«Що ж,— запитає читач,— вибір критерію — суб'єктивний, вибір коефіцієнта ξ — теж суб'єктивний, значить і рішення теж приймається суб'єктивно, тобто, грубо кажучи, довільно? Де ж тут наука? Причому тут математика? Може, краще було б просто, без математичних витівок, вибрати рішення за своєю волею?»

Якоюсь мірою читач правий — вибір рішення в умовах невизначеності завжди умовний, суб'єктивний. І все-таки в якійсь (обмеженій) мірі математичні методи корисні і тут. Насамперед, вони дозволяють привести гру з природою до матричної форми, що далеко не завжди буває просто, особливо коли стратегій багато (у наших прикладах їх було дуже мало). Крім того, вони дозволяють замінити просте спостереження матриці виграшів (чи ризиків), від якого, коли матриця велика, може просто «зарябіти» в очах, послідовним чисельним аналізом ситуації з різних точок зору, вислухати рекомендації кожної з них і, нарешті, зупинитися на чомусь певному. Це аналогічно обговоренню питання з різних позицій, а в суперечці, як відомо, народжується істина. Так що не чекайте від теорії рішень остаточних.

Якщо рекомендації, що впливають з різних критеріїв, збігаються — тим краще, виходить, можна сміло вибрати рішення, що рекомендується: воно швидше за все «не підведе».

Приклад.

В якості критерію оптимальності по мийній установці, що розглядалася вище, можна навести такі оцінювальні параметри:

- мінімальні витрати миючої рідини - $Q \min$;
- мінімальний час миття - $T \min$;
- мінімальні додаткові витрати на модернізацію - $S \min$;
- мінімальна металоємність вузла - $M \min$;
- мінімальне електроспоживання вузла - $E_{сп.} \min$;
- максимальна загальна економічна ефективність модернізації - $S_{заг} \max$.

В якості критерію оптимальності модернізації вибираємо, наприклад, оптимізацію значення параметра Q . Витрати води повинні бути мінімальні:

$$Q \Rightarrow \min$$

Для того, щоб вибрати раціональний варіант модернізації, необхідно порівняти остаточні значення витрат води, які отримані в кожному модельному варіанті модернізації конструкції, між собою.

Варіант 1 - $Q = 25$ л/хв.;

Варіант 2 - $Q = 23$ л/хв.;

Варіант 3 - $Q = 27$ л/хв.;

Варіант 4 - $Q = 26$ л/хв.;

Умова мінімізації витрат води $Q \Rightarrow \min$ вказує нам на найбільш ефективний варіант модернізації - 2-й.

3 РОЗРОБКА КОНСТРУКТОРСЬКИХ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РІШЕНЬ

3.1 Розробка конструкторських рішень

Розробка структурної, кінематичної та інших схем.

Виконується розробка відповідно до потреб, які висвітлені в попередніх розділах, схем вузла (обладнання), що модернізується.

В залежності від вимог розробляються:

- обов'язково: структурна та кінематична схеми;
- додатково: гідравлічна, електрична та інші схеми.

Кінематичний, силовий розрахунки.

Визначення основних геометричних характеристик вузла (обладнання) виконується у відповідності з методиками, за якими викладаються дисципліни "Деталі машин", "Підйомно-транспортне обладнання".

Приклад. Виконати розрахунок насадок струминної мийної установки.

Основна умова миття на струминних мийних установках - перевищення динамічного тиску рідини над місцевими властивостями забруднення. Для виконання цієї умови необхідно забезпечити розмивну здатність струменя, що досягається забезпеченням оптимальних параметрів таких величин:

- діаметр насадки "dn" та кількість насадок "Nn";
- відстань між насадками "hn" ;
- витрати води "Q";
- перепад тиску на насадці "P".

Вхідні дані для розрахунку вибираються за реальною установкою.

Для видалення частинок забруднення при струминному митті необхідно визначити мінімальний радіус круглого струменя за формулою:

$$r = 2,7 \cdot d_3,$$

де d_3 - діаметр частинок забруднення, що видаляються, м.

На основі проведених досліджень встановлено, що 80% складу твердої фази елементів забруднення поверхні автомобіля мають розмір $(0,01-0,25) \cdot 10^{-3}$, м. Для розрахунків прийнято:

$$d_3 = 2,5 \cdot 10^{-3}, \text{ м}$$

Швидкість витікання струменя визначається за формулою:

$$V_c = K_v \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H},$$

де: K_v - коефіцієнт швидкості. Для конічних та циліндричних насадок K_v дорівнює значенню коефіцієнта витікання насадки $M_{\text{ю}}$ ($M_{\text{ю}} = 0,7-0,98$);

H - напір води, мм.вод.ст.;

g - прискорення вільного падіння - $9,81 \text{ м/с}^2$.

Орієнтовні витрати води з одної насадки визначаються за формулою

$$Q = \Pi \cdot r \cdot e \cdot V_c,$$

де: Π - число "Пі";

e - коефіцієнт стиснення струменя. Для конічних насадок та циліндричних насадок з конічною частиною $e = 1$.

Діаметр насадки, яка проектується, визначається за формулою:

$$d_H = \frac{4 \cdot Q - 2}{\Pi \cdot V_c} \cdot 10$$

Перепад тиску на насадці визначається за формулою :

$$p = \frac{8 \cdot j \cdot Q \cdot 2}{g \cdot m \cdot d_H \cdot \Pi \cdot N_H},$$

де: N_H - кількість насадок, шт.

$$N_H = l_c / h_n,$$

де: l_c - загальна довжина колектора мийного блока, м;

h_n - крок між насадками, м.

Стосовно вантажного автомобіля, за умови забезпечення миття всієї бокової поверхні, загальна довжина колектора визначається за формулою:

$$l = l_k + l_{ш},$$

де: l_k , $l_{ш}$ - довжина колектора, що очищує, відповідно, кузов та шасі автомобіля, м.

Колектор віддалений від бічної поверхні так: мінімально в середньому на 0,3 м, максимально - на 1,55 м.

Зона очищення "Xоч" має дві складові, які характеризують якість та ефективність мийного процесу:

- X1 - зона очищення гарантованої якості, м;

- X2 - зона очищення задовільної чистоти (служить для визначення меж досягнення економічного та ефективного миття, впливає на значення коефіцієнта перекриття струменів K_c та на крок між насадками h_m , м).

Це пояснюється тим, що очищена поверхня не має чітких контурів, а має перехідні області. При проектуванні струминних установок важливо знати обидві складові "Xоч", тому що оптимальний розмір зони очищення розташовується між X1 та X2.

Визначення X_1 та X_2 виконується за експериментально встановленими формулами, які використовуються для практичних інженерних розрахунків при проектуванні установок:

$$X_1 = \rho \cdot (7,888 - 8,642/d_H - 0,076/l - 0,005V_n) \cdot 10,$$

$$X_2 = \rho \cdot (2,01d_H - 0,631l \cdot 1,917/h_3 - 0,055V_n + 0,097) \cdot 10,$$

При цьому $X_1 < X_{оч} < X_2$.

Відстань між насадками (крок) визначається за формулою:

$$h_n = 2X_{оч} \cdot K_c,$$

де: K_c - коефіцієнт перекриття струменів з насадок,
 $K_c = 0,9$.

Після встановлення діаметра насадки, її типу та конфігурації визначається секундна витрата води Q_c :

$$Q_c = m \cdot \pi \cdot d_H / 4 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \cdot 10, \text{ л/с}$$

Напір води H приймається на основі рекомендацій довідкових даних.

Витрати води через насадки визначаються за формулою:

$$Q = Q_c \cdot N_n \cdot f,$$

де: f - коефіцієнт запасу, $f = 1,1 - 1,3$.

При наявності переміщення автомобіля зі швидкістю V_a бажано скористатися формулою:

$$Q = 0,46 \cdot \frac{d_H + 0,98 - 2}{V_a + 0,24 + 0,55} \cdot P \cdot 10 \cdot (L_{CP} + a) \cdot N_n,$$

де: a - габарит наближення, м.

Найбільш ефективно очищення поверхні здійснюється на довжині струменя, що визначається за формулою:

$$L_{CT} = 57200 \cdot \left(\frac{V_c \cdot \rho \cdot d_H - 0,15E}{z} \right) \cdot \left(\frac{0,31}{\rho \cdot d_H \cdot z} \right) \cdot d_H,$$

де: E - коефіцієнт динамічної густини;

z - коефіцієнт поверхневого натягу води;

ρ - щільність рідини.

Після визначення оптимальних параметрів струминної установки розраховується її необхідна продуктивність Π . При визначенні Π враховується типаж автомобілів, конструктивні та технологічні параметри мийної установки.

$$\Pi = \frac{2 \cdot X_{оч} \cdot N_H \cdot K_C \cdot L_{ср} \cdot K_D \cdot V_a \cdot 60}{(1 + K_{рф}) \cdot H_a \cdot L_a \cdot K_{np} \cdot (L_{ср} + a)}$$

де: H_a, L_a – відповідно, висота та довжина автомобіля, м;

$L_{ср}$ - середня довжина автомобілів, що минуться, м;

K_D - коефіцієнт, що враховує динаміку руху колекторів установки, $K_D > 1$ (визначається конструктором при кресленні кінематичної схеми робочих органів установки);

V_a - швидкість пересування автомобіля (конвеєра) відносно робочих органів установки;

$X_{оч}$ - ширина зони очищення струменя, що витікає з однієї насадки, м;

$K_{рф}$ - коефіцієнт рельєфності, який враховує екранування поверхні. Значення $K_{рф}$ наведені в таблиці 1;

K_{np} - коефіцієнт, що враховує просвіт автомобіля.

$K_{np} = 0,87-0,89$;

a - габарит наближення. Як правило, $a=2$ м.

Приклад 2.

Розрахунок номінальної вантажопідйомності стояка автомобільного підйомника, діаметра плунжера.

Підйомник, що розглядається, має два стояки. Навантаження від ваги автомобіля, яке припадає на один стояк, розподіляється близько до того, як розподіляється вага автомобіля по його осях.

Розрахункова формула вантажопідйомності одного стояка має такий вигляд, кН:

$$G_n = 10 \cdot K_3 \cdot M_{a2} \cdot g,$$

де K_3 - коефіцієнт запасу вантажопідйомності;

M_{a2} - маса автомобіля, що припадає на задні осі, кг;

g - прискорення вільного падіння, $g=9,81$ м/с².

Якщо відома вантажопідйомність та тиск робочої рідини, то можна визначити необхідну площу плунжера, а через неї - його діаметр. Вантажопідйомність плунжера

$$G_n = p \cdot f,$$

де p - тиск робочої рідини; f - площа поперечного перерізу плунжера.
 Якщо у вищенаведеній залежності площу плунжера визначити через його діаметр: $f = \pi d^2 / 4$ та вирішити її відносно діаметра, тоді одержимо, м:

$$d = 2 \frac{G_{II}}{3 \cdot p \cdot \Pi \cdot 10}$$

Коефіцієнт 10 необхідний для переведення тиску, вираженого через МПа, в кПа.

Діаметр округляють до найближчого нормалізованого лінійного розміру; $d = 0,24$ м.

Приклад 3. Розрахунок продуктивності насоса та геометричних розмірів шестеренного насоса, що обслуговує гідропідйомник.

Продуктивність насоса визначається об'ємом, який звільняють плунжери підйомника при їх переміщеннях з крайнього нижнього положення до крайнього верхнього, та часом, за який це переміщення здійснюється, л/хв:

$$Q_H = 6 \cdot 10 \cdot \frac{4 \cdot \Pi \cdot d^2}{4 \cdot r} \cdot h \cdot m,$$

де m - кількість стояків підйомника; h - висота підйому, м;

r - час підйому, с.

За коефіцієнтом $6 \cdot 10$ переводять м/с у л/хв.

За відомою продуктивністю можна вибрати конкретну модель насоса. Найчастіше використовують шестеренні насоси. Конкретні моделі не завжди відповідають висунутим вимогам, тому розраховують необхідні геометричні розміри, а на їх основі розробляють конструкцію насоса.

За вказаним напрямом обертання шестерен з нижньої порожнини насоса масло витісняється, а в верхню засмоктується. Реальна продуктивність насоса відрізняється від геометричної завдяки перетіканню масла з областей підвищеного тиску до областей зниженого:

$$Q_{\Gamma} = Q_H / \eta_v ;$$

де η_v – об'ємний коефіцієнт подачі, $\eta_v = 0,7 \dots 0,82$.

Легко показати, що геометрична продуктивність насоса зв'язана з його геометричними розмірами залежністю, л/хв:

$$Q_{\Gamma} = 2 \pi \cdot m z \cdot z \cdot \eta_v \cdot 10 ;$$

де mz - модуль зубця шестерні, мм; z -число зубців шестерні;
 n -частота обертання шестерень, хв^{-1} ; v -ширина шестерні або довжини зубця, мм.

Задавшись частотою обертання шестерні (наприклад, $n=2500\text{хв}^{-1}$), можна визначити діаметр початкового кола шестерні за умови, що лінійна швидкість не перевищує $V < 8$ м/с. Це гарантує відсутність кавітації при роботі насоса, мм:

$$d_o < \frac{6 \cdot 10 \cdot V}{U \cdot \Pi},$$

Діаметр шестерні зв'язує між собою число зубців і модуль:

$$d_o = mz.$$

В шестеренних насосах використовуються шестерні з числом зубців 8....15 та модулем 2....4. Для нашого випадку шестерня з числом зубців 15 і модулем 4 матиме діаметр початкового кола 60 мм, що відповідає умові $V < 8$ м/с.

Таким чином, невідомим залишається ширина шестерні, яку можна розрахувати, вирішивши рівняння (3.24) відносно v :

$$v = \frac{Q \cdot g}{2 \cdot \Pi \cdot m \cdot z \cdot n \cdot 10} \text{ /мм/}.$$

Вибір модуля, числа зубців та кругової швидкості можна вважати вдалим, якщо v/d_o знаходиться в межах 0,8....1,5.

3.2 Особливості монтажу, наладки, пуску та експлуатації обладнання. Розробка системи з підтримки обладнання в робочому стані. Оцінювання виконаних розробок за конструктивно-технологічними параметрами

При виконанні розробок з питань *монтажу, наладки, пуску та експлуатації технологічного обладнання* необхідно проглиблено розглянути питання технології монтажу обладнання, під'єднання джерел енергії, послідовності пуску обладнання в роботу, технологічної експлуатації обладнання - порядку роботи з використанням даного обладнання.

Розробки бажано представити у табличній формі.

При розробці питань з *підтримку обладнання в робочому стані* необхідно розглянути:

- причини появи та перелік відмов обладнання;
- систему технічного обслуговування та ремонту обладнання;

- класифікацію видів робіт з ТО та ремонту;
- режими ТО, ремонту;
- структуру ремонтних циклів та періодів,

та виконати розрахунок режимів ТО та ПР: періодичність виконання робіт, трудомісткість, витрати запасних частин; визначити категорії складності ремонту, нормативи ремонтоскладності; розрахувати необхідну чисельність ремонтних робітників; дослідити метрологічні умови та технологію метрологічних перевірок.

Надається класифікація допоміжного обладнання, що використовується для обслуговування та ремонту ТОВ ПАТ.

Розробляється технологічна документація: операційні, маршрутні карти, відомості забезпечення, карти дефектації виконання окремих видів робіт з ТО, ремонту обладнання.

Оцінювання виконаних розробок за конструктивно-технологічними параметрами виконується на основі розрахунку рівня та ступеня механізації робіт по окремих зонах, ділянках та по підприємству в цілому, виконується розрахунок комплексних та окремих показників механізації робіт по окремій ділянці.

Базою для визначення цих показників є спільний аналіз операцій технологічних процесів і обладнання, що використовуються при виконанні цих операцій.

Рівень механізації виробничих процесів виявляє частку механізованої праці в загальних працевитратах.

Ступінь механізації виробничих процесів виявляє заміщення робочих функцій людини, що реально виконуються обладнанням в порівнянні з повністю автоматизованими технологічними процесами.

4 ВІТЧИЗНЯНИЙ І ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД СТВОРЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ОБЛАДНАННЯ

4.1 Напрямки діяльності конструкторських фірм

Досвід створення технологічного обладнання для механізації технологічних операцій ТО і ПР автомобільного рухомого складу на АТП, накопичений в нашій країні і за кордоном, показує, що створення принципово нових і ефективних зразків обладнання є складною, різноплановою задачею, розв'язання якої пов'язане з проведенням всебічного аналізу існуючих зразків, розробкою нових ідей, принципів дії і будовою перспективного обладнання, виконанням великого об'єму робіт по оформленню технічної документації, виготовленню ряду дослідних зразків, їх доведенню, експериментальному опрацюванню й ін. Тому проектуванням нового технологічного обладнання займаються нарівні з конструкторськими колективами науково-дослідні і інші організації. Найбільші об'єми робіт зі створення нової техніки і її промислового виробництва виконує об'єднання «Росавтоспецобладнання». Внаслідок проведених робіт освоєне виробництво ряду довершених, перспективних зразків технологічного обладнання, серед яких можна відмітити мотор-тестори для перевірки технічного стану карбюраторних і дизельних двигунів, діагностичні комплекси, деякі зразки мийних установок, підйомників і ін.

За кордоном в цьому напрямі проводиться велика робота, головним чином, в країнах з сильно розвинутою автомобільною промисловістю (США, ФРН, Англія, Японія, Франція і ін.).

Так, лише американська фірма «Seap win tels», що спеціалізується на виробництві пристосування, обладнання і інструмента для ТО і ремонту різних машин (головним чином автомобілів), проводить його більше за 9 тис. видів (моделей). При цьому фірма випускає обладнання для механізації кріпильних і найпростіших регулювальних робіт 466 моделей і 2310 типорозмірів, розбирально-складальних і слюсарних робіт 163 моделей і 664 типорозмірів; великі науково-дослідні і конструкторські роботи зі створення, головним чином, діагностичного обладнання виконує німецька фірма «Voch», яка є однією з провідних в світі з випуску цього обладнання. Крім розробки і випуску окремих зразків вона займається також створенням і продажем діагностичних комплексів, розробкою систем і постів діагностування легкових автомобілів і т. п.

Пропозиції фірми з випуску технологічного обладнання за масштабами виробництва і технічним забезпеченням знаходяться на високому рівні і не поступаються заводам з виробництва автомобільного енергоустаткування і інших виробів.

Використання накопиченого вітчизняного і зарубіжного досвіду в

області створення технологічного обладнання різного призначення є необхідною умовою розробки нових, перспективних його моделей і визначенням провідних напрямів їх розвитку. Через велику різноманітність технологічного обладнання і неможливість уявлення перспектив його вдосконалення окремо за кожним зразком або їх типами, нижче наводяться результати аналізу вітчизняного і зарубіжного досвіду тільки з найбільш актуальних напрямів розвитку обладнання, деякі цікаві конструктивні рішення і пропозиції з механізації основних видів робіт з ТО і ПР.

4.2 Перспективні напрями проектування обладнання по видах основних робіт ТО і ремонту, загальні вимоги, кращі конструктивні рішення

Прибирально-мийне обладнання.

Цей вид обладнання один з основних засобів механізації найбільш трудомісткого і важливого виду робіт з ТО автомобілів на АТП. До перспективного напрямку його розвитку включають вдосконалення конструкції існуючих мийних машин і розширення їх номенклатури, створення нових зразків і типів (установки для миття автомобілів без застосування води, безщіткові машини з автоматичним режимом миття в залежності від міри забрудненості автомобіля).

У наш час створюються щіткові мийні установки для легкових автомобілів і автобусів, струминні і струминно-щіткові, для вантажних автомобілів, універсальні щіткові і струминно-щіткові установки для легкових і вантажних автомобілів, автобусів.

Основними шляхами вдосконалення щіткових мийних установок є :

- створення установок зі складною кінематикою рушення щіток, автоматичною зміною напрямку їх обертання і автоматичним регулюванням зусилля притискання до поверхні, що обмивається, для забезпечення якісного миття автомобілів різних типів, які мають складну конфігурацію кузова і велике число виступаючих частин;

- створення багатощіткових конвеєрних установок для забезпечення високої продуктивності миття (до 100 авт/г при швидкості руху конвеєра 15 м/хв і довжині автомобіля 7 м) і можливості зміни режиму роботи в залежності від міри забрудненості автомобіля (за допомогою зміни швидкості руху конвеєра);

- застосування бічних щіток, що гойдаються з кутом нахилу, який змінюється відносно вертикалі для забезпечення найкращого прилягання щіток до різних частин автомобіля і, зокрема, поліпшення якості миття бамперів і коліс;

- забезпечення можливості відключення верхньої горизонтальної щітки при митті вантажних автомобілів з відкритою платформою, автобусів з багажником на даху, спеціалізованих автомобілів;

- забезпечення швидкої заміни щіток;

- забезпечення миття автомобілів з антенами радіозасобів без пошкодження останніх.

- застосування порталів з верхнім приводом для виведення приводних механізмів із зони забруднення, де вони зазнають несприятливих впливів води, бруду і миючих речовин.

Основними шляхами вдосконалення струминних мийних установок є :

- створення установок з кутом напрямку (атаки) водяних струменів, який змінюється безпосередньо в процесі миття, що значно збільшує зону ефективного впливу водяних струменів і підвищує якість миття;

- збільшення тиску води приблизно до 30 кгс/см² для підвищення ефективності миття;

- створення підвісних струминних мийних установок типу установки, що випускається фірмою «Ultrazonec machines»;

- створення струминно-щіткових мийних установок для підвищення якості миття і універсальності використання установки.

За останні роки за рубежом велике поширення отримали універсальні мийні установки, придатні для миття легкових автомобілів і автобусів (установки щіткового типу), вантажних автомобілів і автобусів (установки щіткового або струминно-щіткового типу) або для миття вантажних і легкових автомобілів і автобусів (щіткові або струминно-щіткові установки). Оскільки такі універсальні мийні установки знаходять широке застосування в автогосподарствах зі змішаним складом парку автомобілів, що характерно для більшості вітчизняних АТП, цей досвід необхідно використати.

У деяких зарубіжних установках використовується додатковий підвісний пульт управління для повторного його включення вручну при митті автомобіля особливо складної конфігурації і необхідності внаслідок цього постійного втручання оператора.

Як правило, зарубіжні фірми випускають «сімейства» мийних установок з різним (на вимогу споживача) набором окремих елементів, причому комплекти набираються з елементів в різній кількості і асортименті в залежності від необхідної продуктивності мийного поста (наприклад, 40...60, 90...110, 140...160, 180...200 авт./год.). Перевага таких комплектів полягає в широкій уніфікації деталей і вузлів їх елементів, можливості використання комплектів обладнання на великих і дрібних АТП.

НИИАТ рекомендує розширити номенклатуру і розробити в найближчі роки такі зразки: багатощіткові конвеєрні лінії продуктивністю 110...120 авт./год. для миття легкових автомобілів, щіткову мийну установку продуктивністю 80...100 авт./год. для миття легкових автомобілів, установку продуктивністю 80...100 авт./год. для миття низу легкових автомобілів, універсальні струминно-щіткові мийні установки продуктивністю 30...40 і 50...60 авт./год. для миття вантажних автомобілів, автопоїздів, автомобілів з тентом, фургонів, установку

продуктивністю 10...15 авт./год. для миття автофургонів всередині, щіткові установки продуктивністю 40...60 і 60...80 авт./год. для миття автобусів, установку продуктивністю 60...80 авт./год. для миття коліс автобусів і інші.

НИИАТом дані рекомендації з конструктивного вдосконалення мийних установок різних типів. Одна з рекомендацій - безводні мийні установки доцільно розробляти, використовуючи досвід зарубіжних фірм, наприклад, німецької фірми «Ovas», мийна установка якої працює за принципом електронного опромінення автомобіля (установка моделі 1/4/70). У мийній установці, яка пересувається на роликах по утоплених в підлогу рейках, вмонтовані три так звані електронних випромінювачі, які посилюють мікрохвилі. Під впливом опромінення в частках пилу і бруду (зазвичай, мінерального походження), що знаходяться на поверхні автомобіля, виникає молекулярна вібрація і вони відстають від поверхні. Переваги цієї установки: повністю виключене застосування води, споживана потужність становить всього 2 тис. КВт, термін миття становить 5 хв. (за цей час мийна установка проходить 1 раз над автомобілем по всій його довжині).

Мийну установку без щіток створила італійська фірма «Iala». У цій установці кузов автомобіля спочатку зазнає впливу негативно заряджених дрібних капель м'яючого засобу. Краплі вдаряють в частки бруду, відриваючи їх від поверхні кузова. Потім подається душ з позитивно заряджених крапель м'яючого засобу. При цьому бруд видаляється остаточно. На завершальному етапі автомобіль проходить обполіскування і сушку гарячим повітрям. На всю процедуру йде менше чотирьох хвилин.

Очевидно, що створення таких безводних мийних установок конче необхідно в умовах дефіциту водних ресурсів, що насувається.

Вважається перспективною розробка такого типу вітчизняних мийних установок, застосування яких підвищує якість миття.

Зарубіжні фірми разом з мийною лінією звичайно постачають установку для регенерації води і мийного розчину, яка забезпечує значне зниження експлуатаційних витрат. При цьому майже повністю виключається стік забрудненої води в каналізацію. У виняткових випадках мийну лінію з такою установкою можна експлуатувати взагалі без підключення до каналізації. Одночасно установка підвищує тиск води для мийної лінії.

Очевидно, що необхідно створити вітчизняні установки для регенерації води після миття. Їх впровадження дозволить уникнути будівництва очисних споруд, що дорого коштують, і дасть значну економію води.

Підйомно-транспортне обладнання.

З великого числа різнотипних за будовою і призначенням зразків, що входять до цієї групи обладнання, найбільший інтерес викликають підйомники, що є базою для робочого поста ТО і ПР.

Перспективи розвитку підйомників включають такі основні напрями: вдосконалення існуючих підйомників і розширення їх номенклатури за рахунок розробки нових зразків обладнання, розробка підйомного обладнання, що забезпечує можливість роботи з автомобілем одночасно на декількох рівнях.

Аналіз існуючих підйомників, що серійно випускаються з урахуванням потреб АТП, дозволив визначити пропозиції з розвитку їх перспектив:

- розширення номенклатури підйомників, що випускаються;
- розробка і виробництво пересувних підлогових підйомників для легкових автомобілів;
- розробка пересувних підйомних стояків, які можна комбінувати в чотирьох, шести-, восьмистоякові підйомники і використовувати для обслуговування важких вантажних автомобілів, автобусів, причепів, вантажних автомобілів з причепами;
- розробка чотирістоякових підйомників балконного типу;
- розробка комплексу обладнання для суміщеного поста, що складається з неглибокої оглядової канами і підйомника або підйомної естакади.

Створення нових підйомно-оглядових пристроїв, що забезпечують можливість одночасної роботи на трьох різних рівнях, доцільно здійснювати з використанням досвіду зарубіжних фірм, зокрема фірми «Senger» і ін.

Пристрій фірми «Perquite» призначений для вантажних автомобілів масою 7,5 т. Підлога майстерні являє собою основний робочий рівень. Другим рівнем служить оглядова канава, встановлена між напрямками естакади. У бічній стінці канами влаштований маслоприймач для масла, що відпрацювало. Третій рівень утворить майданчик, що знаходиться на рівні кабіни автомобіля. Майданчик з'єднаний з платформою естакади і має відкидну сходинку. З обох сторін естакади можуть бути розташовані колонки для підключення електро- і пневмоінструмента, маслороздаткових і мастильних агрегатів.

Такі пристрої забезпечують кращі умови роботи виконавців а також підвищують продуктивність праці.

Обладнання для розбирально-складальних і ремонтних робіт

Перспективи розвитку цього обладнання визначаються головним чином вдосконаленням і більш широким застосуванням гайковертів і інших інструментів і пристроїв.

Для подальшої механізації розбирально-складальних і ремонтних робіт необхідно ширше застосовувати механізований інструмент з пневмо- і електроприводом, використання якого дозволяє на 20-60% знизити трудомісткість робіт.

Зарубіжний і вітчизняний досвід останніх років показує, що пневмоінструмент поступово починає витісняти електроінструмент. Це

пояснюється тим, що він характеризується більшою безпекою і меншим споживанням електроенергії.

Пневмоінструмент вельми перспективний і майже повністю замінює електроінструменти. За кордоном номенклатура пневмоінструмента включає різноманітні вироби багатьох фірм, наприклад, ударні гайковерти фірми «Colyuche» з регульованим крутним моментом нескладної і компактної конструкції, гвинтоверти цієї ж фірми з пневмодвигунами трьох розмірів, багатошпindelні гайковерти, свердла з пістолетною рукояткою, зубила, рубильні молотки, трамбівки і ін.

Діагностичне обладнання. Перспективи розвитку і проектування цього обладнання визначаються особливостями діагностичних робіт і використання діагностичної інформації.

Розвиток і проектування діагностичного обладнання в зв'язку з вказаними вище особливостями повинні відбуватися у двох основних напрямках: вузькоспеціалізованому, при якому контрольно-діагностичні засоби використовуються при перевірці, регулюванні й інших операціях по агрегатах, вузлах автомобілів на робочому посту, і загальновиробничому, при якому результати діагностування застосовуються для управління технологічним процесом на автотранспортному підприємстві.

Перспективи проектування обладнання :

- розробка або вдосконалення автоматизованих комплексів і діагностичних систем, включаючи автоматизовані засоби реєстрації і видачі діагностичної інформації;

- розробка систем збирання, обробки і передачі діагностичної інформації органам управління виробництвом АТП і зберігання статистичних даних про технічний стан автопарку.

Перспективи проектування діагностичних засобів місцевого значення включають:

- розробку або вдосконалення стендів і приладів для діагностики окремих агрегатів, вузлів автомобіля по одному, декількох або комплексів діагностичних параметрів;

- підвищення точності і стабільності існуючих діагностичних засобів швидкої дії, зручності користування, рентабельності, надійності, зниження витрат на їх обслуговування і ремонт і ін.;

- вишукування принципово нових діагностичних параметрів і методів діагностування автомобіля, розробка на їх основі більш ефективних і точних стендів, приладів, пристроїв.

Кожен з цих напрямів містить великий перелік складних і численних питань (застосування ЕОМ, створення засобів реєстрації результатів діагностування, дослідження технічного стану вузлів, агрегатів автомобіля, ознак і симптомів їх несправності .

Велике значення при проектуванні діагностичних засобів має вдосконалення конструкції агрегатів і систем автомобілів, їх контролепридатність, наявність місць для приєднання діагностичних

приладів і пристроїв, встановлення постійних вбудованих датчиків і приладів, підтримка необхідних режимів діагностування.

До вдосконалення конструкції автомобіля відноситься і розробка його агрегатів і систем з постійно діючими діагностичними приладами і датчиками, тобто забезпечення їх так званими вбудованими діагностичними засобами.

Системи вбудованої (бортової) діагностики можуть входити в конструкції агрегатів як складова і невід'ємна його частина або тимчасово встановлюватися на автомобілі для періодичних перевірок його технічного стану, або ж обмежуватися тільки датчиками, вмонтованими у вузол, механізм, з выводами для приєднання до традиційних діагностичних приладів або пристосувань для цих цілей.

Вбудована діагностика може істотно скоротити трудомісткість діагностичних робіт, що виконуються на постах АТП, і забезпечити нагляд за зміною технічного стану агрегатів в процесі експлуатації автомобіля.

Оскільки використання вбудованої діагностики відноситься до проблем вдосконалення конструкції автомобілів, це питання в книзі детально не розглядається.

Масштаби, першочерговість і ефективність розробок діагностичного обладнання у великій мірі залежать від темпів здійснення технічної політики з укрупнення АТП, створення автотранспортних об'єднань. Для великих АТП і СТО буде потрібна розробка високопродуктивних, автоматизованих засобів діагностики (стендів, установок, комплексів) придатних для роботи в єдиній системі забезпечення діагностичної інформації служб управління виробництвом.

Однак як для великих, так і для малих АТП необхідна розробка довершених, зручних в застосуванні і ефективних переносних пересувних приладів і пристроїв для окремих діагностичних операцій, що не піддаються автоматизації і централізації.

Головною при цьому повинна бути розробка приладів відносно багатоцільового призначення, тобто придатних для перевірки декількох вузлів, агрегатів автомобіля за єдиним параметром або для вимірювання декількох параметрів однієї системи, наприклад, для перевірки ряду елементів енергоустаткування, для перевірки герметичності гальмового приводу, системи живлення, а також інших систем.

Подальшому вдосконаленню підлягають також традиційні прилади, стенди і інше обладнання, наприклад, стенди для перевірки гальм, тягово-економічних якостей автомобіля, кутів встановлення керованих коліс і інші, прості за будовою, виготовленням і в експлуатації.

Основними тенденціями механізації діагностичних робіт з перевірки агрегатів, систем, що забезпечують безпеку і економічність автомобіля, є:

- створення і використання комплексів діагностичних стендів, приладів для обслуговування окремих агрегатів або їх груп, систем автомобіля;

- здійснення технічно і економічно виправданої автоматизації режимів діагностування автомобіля;
- створення обладнання багатоцільового призначення;
- розробка обладнання відносно простого за влаштуванням, обслуговуванням і ремонтом, надійним в роботі, такого, що легко забезпечує хорошу видимість результатів контролю, підключається до автомобіля, (великі чіткі шкали і стрілки вказівних приладів і ін.);
- розробка пристроїв, що забезпечують скорочення часу діагностування, отримання досить повної і достовірної діагностичної інформації про системи, агрегати, механізми автомобіля, що перевіряються;
- створення пристроїв, що забезпечують підвищення продуктивності праці робітників, зниження вартості виконання операцій, безпечні умови роботи.

Нижче наводиться коротка інформація про найбільш прогресивні і довершені зразки діагностичного обладнання.

До найбільш перспективних відносяться автоматизовані системи діагностування автомобілів, що забезпечують отримання, обробку і видачу діагностичної інформації у вигляді друкарського бланка (картки) або сигналів, що надходять в АСУ АТП. Ці системи і комплекси побудовані на базі найбільш довершених методів і засобів діагностики автомобілів.

Роботою зі створення нових і вдосконалення існуючих систем займається ряд фірм за рубежом.

При перевірці енергоу статкування перспективними є так звані мотор-тестери з осцилографом і без нього, компактні легкі прилади для вимірювання декількох параметрів, а для діагностування батарей є прилад, який працює на принципі розвантаження батареї через фіксований опір протягом 15-20 с і вимірювання підсумкового напруження.

Для перевірки системи живлення двигунів перспективними є витратоміри палива, що дозволяють вимірювати поточну (при різних швидкостях і навантажувальних режимах роботи двигуна) і сумарну (протягом заданого періоду часу або шляху руху (випробування) автомобіля) витрати палива, а також відсутні поки що універсальні прилади, що дозволяють контролювати як склад паливної суміші, так і вміст скраплених речовин у відпрацьованих газах.

За рубежом розроблений ряд оригінальних зразків діагностичного обладнання, які можуть вважатися перспективними.

Для візуального контролю якості сумішоутворення (роботи карбюратора) німецька фірма «Lukas» випускає пристосування «Solatjune», що являє собою свічку запалювання з прозорим елементом і системою дзеркал.

Спостерігають за кольором полум'я свічки, вкрученої замість діючої. При роботі двигуна оцінюють якість сумішоутворення. Блакитний колір полум'я свідчить про бідну суміш, оранжевий і червоний - про

багату.

Прилад (установка) для обстеження і виявлення несправностей деталей в важкоступних місцях автомобіля створений фірмою «Akle International». Він складається з переносного відеоапарата з відеокамерою і спеціальним пристроєм для перегляду циліндрів. Роздільна здатність об'єктива 15°. Місце, що досліджується, відображається на екрані.

Німецькою фірмою «Джеро Георг Пфор» створений циферблатний прилад для вимірювання щільності антифризу. Він складається з корпусу, що є резервуаром для випробуваного антифризу, у якому закріплена нерухома стрілка, і плаваючої шкали, яка повертається і встановлюється в залежності від щільності рідини. Стрілка завжди знаходиться в горизонтальному положенні відносно поділки шкали, яка виявилася проти конуса, стрілка показує щільність антифризу. Прилад забезпечений гумовою грушею для всмоктування рідини в корпус.

Ряд фірм, наприклад, французька фірма «Марпа», випускає електронні пристрої (стенди) для контролю і регулювання геометричних параметрів коліс легкових і вантажних автомобілів, що забезпечує підвищення точності результатів контролю. На колесо встановлюється металевий диск, до якого підводиться колонка з трьома стержневими контакторами, з яких один є базовим (нерухомим), а два, розташовані відносно нього перпендикулярно, рухомі, електронні. Їх переміщення передається на прилади. Стенди такого призначення виготовляються з застосуванням лазерної техніки.

Для швидкого і точного виявлення різної нещільності, місць витоків рідин і газів фірма «ASF Gaselshaft fur Electrotechnic Bern» випускає переносний ультразвуковий дефектоскоп, що складається з генератора ультразвукових коливань, приймача, головних телефонів, електронного щупа з індикатором. Місце дефекту визначається за максимальною інтенсивністю сигналу, чутного в телефонах при переміщенні щупа. Прикладом приладу багатоцільового призначення може служити малогабаритний ручний прилад електронного типу для перевірки параметрів системи запалювання, що випускається американською фірмою «Кознек». Він дозволяє виміряти біля 10 різних параметрів.

5 АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

5.1 Основні положення системи автоматизації проектувального процесу

Широке впровадження систем автоматизованого проектування (САПР) у діяльність проектно-конструкторських організацій і підрозділів припускає перш за все інтенсивну автоматизацію рутинних графічних робіт.

Оснoву тих систем, які в нас називаються інтегрованими системами САПР, а за кордоном - Computer Integrated Manufacturing (СІМ), складають саме системи машинної графіки. З їхньою допомогою процес створення нового об'єкта від розрахунку його поверхонь засобами геометричного моделювання до виробництва за згенерованими програмами для верстатів з ЧПК виявляється цілком комп'ютеризованим. Сучасні графічні системи створюються з застосуванням спеціальних технічних пристроїв, математичних методів, програмного забезпечення, своєї лінгвістики, працюють зі спеціалізованими базами даних, тобто містять у собі практично всі підсистеми САПР.

В даний час в усьому світі розроблена величезна кількість різних графічних систем, орієнтованих на ту чи іншу обчислювальну техніку. У зв'язку з цим потрібно відразу сказати, що існують графічні системи робочих станцій типу VAX, Hewlett-Packard, Sun, Apollo і графічні системи персональних ЕОМ типу IBM PC.

Звичайно ж графічні системи робочих станцій більш потужні. Саме робота подібних обчислювальних комплексів із застосуванням графічних систем фірм McDonnell Douglas, Intergraph і ін. вражають нашу увагу на численних виставках з інформатики і обчислювальної техніки.

Можливості графічних систем персональних ЕОМ скромніші. Вони ще не досить потужні для забезпечення так званого об'ємного моделювання, але весь комплекс задач, пов'язаних зі створенням плоских креслень, цілком вирішується засобами IBM PC.

Ринок графічних систем персональних ЕОМ досить широкий. Тільки в нашій країні досить відомими є такі графічні системи, як Автокад, VersaCAD, Microsystem, MicroCADAM і багато інших. Але, безперечно, найпопулярнішою графічною системою персональних ЕОМ і в нашій країні, і за кордоном є Автокад.

Для підтвердження цього факту можна звичайно ж говорити про кількість користувачів Автокаду, обсяги його щорічних продажів, географію дилерських контор фірми Autodesk і ін. Але для професіонала більш переконливими виявляються відомості, наприклад, про те, що обмінний файл Автокаду (формат DXF) є фактичним стандартом не тільки для графічних систем усіх персональних ЕОМ, але і для графічних систем

багатьох робочих станцій. Чи про те, що практично усі фірми - виробники периферійного устаткування і графічних адаптерів для персональних ЕОМ одночасно з випуском нових зразків своєї продукції відразу ж розробляють чи замовляють відповідні драйвери для роботи даного устаткування саме з Автокадом, а не з будь-якими іншими графічними системами.

В світі випускається кілька періодичних журналів для користувачів Автокаду і навіть у нашій країні є подібна спроба (журнал "Мир САПР").

Однією з головних переваг системи Автокад є її відкритість, що дозволяє з її допомогою чи в сукупності з нею створювати численні програмні додатки у всіляких предметних областях. Тому Автокад варто сприймати не як одиничну програму, а як цілий комплекс взаємозалежних і сумісних один з одним програмних продуктів.

Причому, кількість цих продуктів постійно росте. Розробником подібних продуктів є і фірма Autodesk зі своїми підрядчиками, і численні користувачі, що освоїли не тільки графічні можливості системи, але і навчилися використовувати Автокад як інструмент для своїх власних розробок.

В даний час за допомогою Автокаду чи програм "з його оточення" можна створювати параметризовані креслення (система GLisp), працювати з графічними базами даних (системи ABASE, РЕЛИФ), розробляти програми для верстатів із ЧПК (система PEPS-2), створювати плоскі і об'ємні моделі об'єктів, що проектуються (системи AutoShade, AutoSolid), створювати рухомі зображення мультфільмів і рекламних роликів (системи AutoFlix, Autodesk Animator) і багато чого іншого.

Починаючи з 10-ї версії Автокад піддався "русифікації", тому бажаючі можуть придбати російськомовну версію Автокаду і працювати в звичному російськомовному середовищі.

Автори не ставили перед собою задачу в невеликому за обсягом навчальному посібнику описати всі наявні команди системи Автокад і способи їхнього застосування. Головну мету вони бачать у тім, щоб за допомогою обмеженого набору найбільш важливих команд десятої версії Автокаду навчити користувача вирішувати свої професійні задачі, пов'язані з підготовкою проектно-конструкторської документації.

Викладена методика спирається на багаторічний досвід викладання Автокаду у вузах і інститутах підвищення кваліфікації. Вона охоплює процес розробки креслення від креслення формату до одержання твердої копії.

5.2 Основні принципи роботи системи АВТОКАД

Графічний пакет Автокад призначений для автоматизації креслярських робіт. Прикладні системи автоматизації креслярських робіт є дуже потужним інструментальним засобом. Швидкість і легкість, з якими можуть бути виконані підготовка і модифікація креслення з використанням обчислювальної системи, забезпечують величезну

економію часу в порівнянні з "ручним" кресленням. Автокад дає користувачу мікрокомп'ютера таку досконалу технологію, яка раніше була доступна тільки на великих і дорогих обчислювальних системах.

Автокад здатний відповідно до вказівок користувача точно і швидко згенерувати креслення, надає можливість виправляти помилки, що допускаються в ході креслення, і навіть здійснювати великі коректування без перекреслювання всього креслення.

Система Автокад підтримує набір графічних примітивів, що використовуються при побудові креслень. Примітивами є відрізок, коло, текстовий рядок і т.п. Щоб повідомити системі Автокад, який примітив креслити, необхідно ввести відповідну команду. Команди можуть вводитися з клавіатури чи вибиратися з меню. Потім, відповідаючи на питання-підказки, що з'являються на екрані дисплея, користувач задає команді певні параметри. В число цих параметрів завжди входить крапка на кресленні, в якій потрібно помістити графічний примітив; іноді потрібні також розмір чи кут повороту. Після введення всієї необхідної інформації примітив креслиться і з'являється на графічному дисплеї. Потім можна ввести команду для креслення іншого примітива чи виконати іншу функцію системи Автокад.

Інші функції системи Автокад дають можливість модифікувати креслення різними способами. Примітиви можуть стиратися, переміщатися, копіюватися і т.д. Можна змінити зображення креслення на графічному дисплеї чи отримати інформацію про креслення. Система Автокад забезпечує точне розміщення об'єктів на кресленні. Тверду копію креслення можна одержати, використовуючи графопобудовник чи принтер.

5.3 Основне і додаткове устаткування

Автокад може функціонувати на різних комп'ютерах, що працюють під керуванням операційних систем PC DOS, MS DOS, OS/2, AEGIS, VMS, UNIX і Macintosh II. Однак, з огляду на широке застосування в Україні персональних комп'ютерів сумісних зі стандартом фірми IBM, будемо розглядати функціонування Автокаду в середовищі операційної системи MS DOS.

Крім базового комплексу (процесор, клавіатура, текстовий монітор і дисководи) системі Автокад потрібний графічний монітор. Для комп'ютерів з процесором типу Intel необхідна наявність математичного співпроцесора (тільки для версії Автокаду вище 6-ї).

Для відображення креслень використовується графічний дисплей. На деяких комп'ютерах система Автокад працює з двома дисплеями; один - для видачі запитів на введення команд і виведення тексту, а інший - для роботи в графічному режимі. Однак найчастіше для графіки і для текстів використовується один дисплей. У цьому випадку три рядки внизу екрана резервуються для введення команд і підказок, а в правій частині екрана

може знаходитися меню. Коли система Автокад працює на таких одномоніторних системах, то вона запам'ятовує 24 (чи більше) рядки, як на звичайному текстовому дисплеї. Якщо інформація не помістилася в трирядкову нижню зону і початок повідомлення пропав, то можна за допомогою функціональної клавіші F1 переключити дисплей у текстовий режим і прочитати все повідомлення. Повторне натискання клавіші F1 повертає дисплей у графічний режим.

Розглянутого вище устаткування цілком достатньо для інсталяції системи Автокад. При наявності даного устаткування можна навчитися користуватися системою Автокад і виводити графічне зображення побудованих креслень на дисплей. Але для одержання твердих копій креслень буде потрібно або графопобудовник, або принтер із графічними можливостями виведення.

Рекомендується доповнити систему такими пристроями вказання, як "миша" чи цифровий планшет. Кожен з цих пристроїв забезпечує миттєве введення команд чи точок. Ввести що-небудь із клавіатури відносно просто, але вказати що-небудь на екрані і натиснути кнопку - ще простіше. Цифровий планшет можна використовувати не тільки для вказання точок і введення команд, але і для копіювання існуючих креслень.

З переміщенням пристрою типу "миша" по площині столу, курсор рухається екраном графічного дисплея. Щоб вибрати точку чи пункт меню, досить вказати на них курсором і натиснути клавішу миші. Якщо на пристрої кілька клавіш, то вони застосовуються для виклику найбільш популярних команд системи.

Вибір точки чи пункту меню за допомогою планшета здійснюється так, як для миші. Однак пристрій вказання планшета переміщується тільки по поверхні планшета. Планшет надає ще дві додаткові можливості крім тих, які характерні для інших пристроїв вказання. Можна відкалібрувати планшет щодо твердої копії креслення, що дозволить створити в системі Автокад точну копію цього креслення. Крім того, можна виділити на поверхні планшета до чотирьох областей і використовувати їх у якості меню планшета.

5.4 Основні поняття, параметри і властивості креслень в системі АВТОКАД

Креслення в системі Автокад

Креслення Автокаду - це файл, що містить опис графічного зображення в спеціальному форматі.

Системи координат

Для розміщення точок на кресленні використовується декартова система координат. Координата X відповідає горизонталі, а координата Y - вертикалі. Таким чином, будь-яка точка на кресленні визначається парою координат X і Y і представляється у форматі (x,y). Точка перетинання осей

є початком координат. Така система координат називається світовою системою координат (ССК).

Змінити ССК не можна, але можна ввести додаткову декартову систему координат, так звану користувальницьку систему координат (КСК). Початок КСК можна помістити в будь-яку точку ССК і повернути її осі під будь-яким кутом. Піктограма, що висвічується в нижньому лівому кутку екрана, показує орієнтацію поточної КСК, вказуючи позитивні напрямки осей X і Y.

Одиниці виміру креслення

Графічні примітиви на кресленні розміщуються відповідно до координат характерних точок. Наприклад, можна провести лінію, вказуючи координати її початкової і кінцевої точок. Відстань між двома точками на кресленні вимірюється в екранних (умовних) одиницях. Таким чином, лінія, проведена між точками (1,1) і (1,2), має довжину, рівну одній екранній одиниці. Втім, Автокад працює не тільки з цілими числами. Координати кожної точки креслення представляються в графічній базі даних з точністю до 14 знаків, тому об'єкт можна розмістити, наприклад, у точці (507.841142,0.0038059).

Екранна одиниця може відповідати будь-якій формі виміру. Це може бути міліметр, сантиметр, метр, дюйм чи що-небудь ще. Таким чином, можна користуватися при кресленні реальними координатами, що характеризують фізичний об'єкт, не думаючи про масштаб. Коли креслення закінчене, його можна вивести па графопобудовник у будь-якому масштабі.

Графічні примітиви

Графічні примітиви - це заздалегідь визначені елементи, які можна внести в креслення однією командою. Система Автокад пропонує такі типи примітивів: відрізки, кола, дуги, точки, тексти, блоки, атрибути, розміри, полілінії, а також не розглянуті в даному посібнику траси, фігури, форми, тривимірні полілінії, грані і мережі.

Відрізки, кола і дуги можуть креслитися за допомогою різних типів ліній. Точки можуть зображуватися квадратами, колами, хрестиками чи будь-якими їхніми комбінаціями.

Фігури являють собою зафарбовані трикутники чи чотирикутники на площині.

Тексти можуть виконуватися будь-яким шрифтом, будь-якого розміру і під будь-яким кутом. Крім того, можна створити власні текстові шаблони, використовувати дзеркальне відображення, нахил букв і довільне співвідношення між висотою і шириною текстових символів.

Траси - це суцільні лінії ненульової, але постійної товщини.

Форми - це невеликі об'єкти, що визначаються поза системою Автокад і розміщуються на кресленні в зазначених точках, із заданим масштабом і під певним кутом.

Блоки - це іменовані складені примітиви, сформовані з інших примітивів. Креслення, що створене в Автокаді і зберігається на диску, можна розглядати як блок і вставляти його в інше креслення, що в даний момент створюється чи редагується, з різними масштабними множниками і необхідним кутом повороту.

Атрибути - це текстова інформація, яку користувач може змінювати в процесі вставки блока в креслення і яка може зображуватися на екрані чи залишатися невидимою.

Розміри - це блоки, що складаються з ліній, дуг, стрілок і розмірного тексту.

Полілінії - це нескінченні зв'язані між собою послідовності прямолінійних і дугових сегментів.

Властивості графічних примітивів

Для будь-якого графічного примітиву можуть задаватися колір і тип лінії. Колір кодується числом від 1 до 255, що визначає спектральний колір об'єкта, який креслиться на графічному дисплеї. Тип лінії - це спеціальна послідовність лінійних сегментів, що чергуються, і пропусків. Використовуючи колір і тип лінії, можна виділити важливі деталі на кресленні.

Декільком першим номерам кольорів присвоєні стандартні назви. Для монохромних пристроїв кількість кольорів не грає ролі. Варто зауважити, що використання номерів кольорів корисно навіть при наявності монохромного графічного дисплея, тому що при виведенні на багатопір'євий графопобудовник можна призначити кожному номеру кольора перо з різними за кольором чорнилами чи з різною товщиною наконечника.

Для структурування графічної інформації в системі Автокад застосовується корисний і зручний спосіб, оснований на техніці шарів. Креслення уявляється у вигляді необмеженої безлічі шарів, на кожному з яких можуть бути розміщені різні графічні примітиви. Гарною аналогією цьому способу є накладені один на одного аркуші прозорої кальки.

Кожному шару ставиться у відповідність певний колір і тип лінії, тому замість того, щоб вказувати колір і тип лінії кожного графічного примітиву, можна користуватися їхніми значеннями для даного шару, якщо вони Вас задовольняють. Шари можна робити видимими і невидимими.

Границі креслення і методи керування зображенням

Автокад припускає, що креслення виконується в прямокутній області, для якої можна задати в прийнятій системі координат будь-які розумні границі. Якщо креслення виходить за ці границі, то їх можна легко змінити. Можна взагалі відключити контроль границь. Таким чином, границі визначають область, в яку користувачу хотілося б помістити креслення.

Термін “зображення” відноситься до видимої на екрані частини креслення Автокада. Якщо змінюється креслення, змінюється і зображення. Однак, зображення можна змінювати, залишаючи креслення незмінним, наприклад, відображаючи на екрані іншу частину креслення.

Видиме на екрані зображення можна збільшити чи зменшити. При зменшенні масштабу зображення на екрані стає більш дрібним і можна побачити більшу частину креслення. Збільшення масштабу дозволяє відобразити вибрану невелику частину креслення на весь екран і побачити її деталі. Можна користуватися візуальною зміною масштабу для креслення складних елементів креслення з уточненням усіх деталей, після чого можна повернутися до колишнього масштабу зображення для перегляду закінченого креслення. "Коефіцієнт візуального масштабу" системи Автокад може складати близько 10 трильйонів до одного, що більш, ніж досить.

Графічний дисплей використовується як вікно, через яке можна переглянути все креслення чи його частину. Якщо точки (1,1) і (1,2) на кресленні завжди стоять одна від одної на відстані, рівній одній екранній одиниці, то візуально інтервал між ними на екрані дисплея можна змінити в залежності від режиму перегляду креслення. Коли креслення дається дрібним планом, відстань між точками здається маленькою. (Лінія, накреслена між точками (1,1) і (1,2) може бути тільки чверть сантиметра довжиною на екрані.) И, навпаки, коли креслення дається великим планом, відстань між точками виявляється великою. (Лінія довжиною в одну одиницю на екрані може представлятися довжиною в кілька сантиметрів.) В обох випадках відстань в екранних одиницях залишається постійною. Змінюється тільки зображення на екрані дисплея.

Аналогічно можна виконати зсув зображення в будь-якому напрямку. Зсув дозволяє переглянути будь-яку частину креслення без зміни масштабу зображення.

Можливість обміну графічною інформацією

Ви можете зберігати креслення системи Автокад у формі текстового файлу в коді ASCII, що може легко оброблятися програмами користувача чи передаватися на інший комп'ютер. Копії креслень, що згодом не будуть редагуватися, зручно зберігати у вигляді слайдів (файлів у форматі SLD). Слайди займають набагато менше місця на диску, ніж креслення у форматі DWG, і розпізнаються багатьма комп'ютерними видавничими системами.

Файли обміну інформацією у форматі DXF можуть створюватися програмами користувачів для наступної передачі їх в Автокад і перетворення у файли креслень. За допомогою цього методу може здійснюватися обмін даними між системою Автокад і базами даних інших систем автоматизованого проектування, а також виконуватися аналіз і модифікація графічної інформації. Файли обміну креслярською інформацією можуть також зчитуватися чи записуватися у форматі IGES.

Завантаження системи Автокад і головне меню

Дистрибутивні диски системи Автокад містять безліч файлів. На деяких з них знаходиться власне програма, тоді як на інших - драйвери для різних графічних пристроїв введення/виведення. Треті ж містять файли, що включають меню, текстові шрифти, шаблони, консультативну інформацію і т.д.

Програмні файли необхідно розмістити на твердому диску так, щоб операційна система змогла знайти їх, а файли підтримки - так, щоб Автокад зміг знайти їх. Потім конфігурацію системи Автокад слід привести у відповідність з конкретним устаткуванням.

Автокад цілком використовує повне ім'я файлу і деревоподібну структуру директорій, що підтримуються операційною системою. Можна мати кілька директорій креслень чи зберігати сам Автокад і всі креслення в одній директорії.

Після завантаження системи Автокад на екрані дисплея з'являється коротке інформаційне повідомлення, що міститься у файлі acad.msg, а потім головне меню. Меню забезпечує доступ до різних частин системи Автокад, наприклад, до графічного редактора.

Одержання твердої копії креслення

При описі головного меню Автокаду ми вже згадували про способи одержання твердої копії креслення. Режими роботи відповідно визначали можливості виведення креслення на графопобудовник і принтер. Але потрібно сказати, що користувач досить рідко застосовує згадані режими головного меню.

Зручніше і швидше одержати тверду копію креслення безпосередньо з режиму коректування чи режиму створення нового креслення. Для цього існують відповідні команди Автокаду PLOT і PRPLOT.

Ви можете одержати тверду копію креслення тільки при наявності відповідних периферійних пристроїв. Звичайно, набагато краща якість креслення (кольорове, із гладкими лініями) виходить на графопобудовнику, але при відсутності цього пристрою можна скористатися і принтером.

Попередньо необхідно винести на графопобудовник (принтер) вертикальну і горизонтальну лінії відомої довжини. Потім потрібно виміряти лінійкою дійсні довжини намальованих (чи надрукованих) ліній. Якщо Ви знайшли розбіжності між замовленими і фактично отриманими довжинами ліній, то потрібно провести калібрування пристроїв. Сам процес калібрування і конфігурації системи особливих труднощів не викликає.

Варто нагадати таке важливе для одержання твердої копії креслення поняття Автокаду, як екранні одиниці виміру. Дотепер у процесі створення креслення, визначаючи координати точок. Ви користувалися деякими абстрактними одиницями виміру, не зв'язаними ні з яким конкретним пристроєм виведення графічного зображення. Тільки при одержанні

твердої копії креслення ці абстрактні екранні одиниці виміру вперше одержать конкретні і звичні назви - міліметри, дюйми, сантиметри й ін. Причому, Ви зможете змінити масштаб Вашого креслення, вписати його в існуючий розмір листа, повернути зображення на 90^0 , записати сформований файл наказів для графопобудовника на диск і ін.

Усі ці можливості надаються в діалозі користувача із системою команд PLOT чи PRPLOT. Для скорочення місця і часу ми розглянемо діалог із системою тільки після команди PLOT.

Перше повідомлення системи виглядає в такий спосіб:

What to plot - Display, Extents, Limits, View or Window:

Що креслити - Екран, Границі, Ліміти, Вид чи Рамку:

система запитує - що виводити на графопобудовник:

- зображення на екрані дисплея?

- всю площу креслення, яку воно займає у світових координатах чи координатах користувача?

- частину креслення, обмежену рамками, заданими в команді LIMITS [ЛІМІТИ]?

- частину креслення, визначену спеціальним "видом" (у даному посібнику не згадувалося)?

- частину креслення, обмежену "рамкою"?

Користувач вибирає ту опцію, що йому потрібна в даному випадку, після чого система переключає екран дисплея в текстовий режим і висвічується ряд установочних параметрів, обговорених ще при конфігурації графопобудовника.

Якщо користувач згодний вивести креслення на графопобудовник без зміни цих параметрів, він зупиняє діалог з системою і дає команду на рисування. Але набагато частіше користувач бажає що-небудь змінити в порядку виведення креслення на графопобудовник. Тому у відповідь на запит:

Do you want to change anything? Хотите що-небудь змінити?

користувач звичайно відповідає: Y [T].

У наступному діалозі система пропонує:

- для кожного кольору відрисовки примітивів на кресленні вибрати номер відповідного пера на графопобудовнику. При цьому додатково для кожного кольору можна задати індивідуальний тип ліній і швидкість переміщення пера графопобудовника. Останнє положення важливе в тих випадках, коли різнобарвні фломастери чи пера з чорнилом по-різному "лягають" на папір. При цьому приходиться індивідуально підбирати швидкість їхнього переміщення.

- вказати, які саме одиниці виміру довжини (дюйми чи міліметри) будуть відповідати екранним одиницям виміру;

- визначити координати початку (лівого нижнього кута) Вашого паперового листа;

- визначити розміри наявного листа паперу;

- вказати, чи потрібно при виведенні повернути зображення Вашого креслення на 90^0 за годинковою стрілкою;

- вказати ширину ліній, що її забезпечує фломастер чи перо;

- вказати чи варто відслідковувати різну товщину ліній креслення. У випадку позитивної відповіді графопобудовник буде по кілька разів креслити товсті лінії креслення, домагаючись необхідної товщини. Кількість проходів визначається зазначеною Вами в попередньому пункті шириною пера чи фломастера;

- вказати відповідність між кількістю зазначених Вами одиниць виміру на кресленні і відповідною кількістю екранних одиниць. Фактично в цьому пункті Ви задаєте масштаб, у якому виводите креслення на папір.

Ви можете вказати $1=1$ і кожній екранній одиниці виміру буде відповідати точно один, наприклад, міліметр.

У випадку $10=1$ Ви збільшите Ваше креслення в 10 разів у порівнянні з його зображенням на екрані дисплея, а у випадку $1=10$ - навпаки, зменшите Ваше креслення.

Можна попросити систему (у випадку відповіді F) так змінити розмір Вашого креслення, щоб він, по можливості, повністю зайняв надану йому на папері площу.

Після усіх відповідей система приступає до креслення.

6 ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ТЕКСТОВОЇ ТА ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИН КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

6.1 Вимоги до текстових документів

6.1.1 Способи виконання документів

Документи виконують одним із способів:

машинописним — на одній стороні листа через два інтервали. Шрифт друкарської машинки повинний бути чітким, висотою не менш ніж 2,5 мм, стрічка тільки чорного кольору (напівжирна);

рукописним — основним креслярським шрифтом за ДСТУ 2.304—96 з висотою букв і цифр не менш 2,5 мм. Цифри і букви необхідно писати чітко, чорною тушшю;

типографським — відповідно до вимог, які висуваються до типографських видань.

Записи, формули, умовні знаки, рисунки, внесені в документи, виготовлені машинописним способом, виконують чорною тушшю рукописним способом.

Помилки, описки і графічні неточності, виявлені в процесі оформлення документа, допускається виправляти підчищенням чи зафарбовуванням білою фарбою і нанесенням на тому ж місці виправленого тексту машинописним способом чорною тушшю чи рукописним текстом.

Ушкодження аркушів текстових документів, помарки і сліди не повністю вилюченого колишнього тексту (графіку) не допускаються.

Після внесення виправлень документ повинен задовольняти вимоги мікрофільмування.

Документ повинен містити титульний лист, зміст, вступну частину, основну частину, список використаних джерел, додатки (при наявності) і лист реєстрації змін.

Аркуші (сторінки) документа нумерують. На першому листі (титульний лист) номер не ставлять. Якщо в документі є рисунки і таблиці, розташовані на окремих аркушах, їх включають у загальну нумерацію аркушів. Зміст, список використаних джерел, додатки і лист реєстрації змін також включають у загальну нумерацію аркушів. Нумерація аркушів повинна бути наскрізною.

6.1.2 Розташування і побудова тексту

Вимоги розміщення. Текст розміщують таким чином: відстань від рамки до границь тексту залишають на початку рядків не менш 5 мм, - наприкінці рядків не менше 3 мм; відстань від верхнього чи нижнього рядка тексту до верхньої чи нижньої рамки залишають не менше 10 мм.

Абзаци в тексті починають відступом, рівним п'ятьом ударам друкарської машинки (15—17 мм).

Текст основної частини документа при необхідності може бути розділений на розділи. Розділи, якщо цього вимагає виклад тексту, поділяють на підрозділи. Для зручності, чіткості і стислості викладу текст розбивають на пункти незалежно від того, поділений він на розділи чи підрозділи. Пункти розбивають на підпункти. Пункти і підпункти можуть мати нумерацію.

При великому обсязі документа допускається його розділяти на частини (книги). Кожну частину (книгу) комплектують окремо. Усім частинам (книгам) привласнюють одне позначення документа. Починаючи з другої частини до цього позначення додають порядковий номер (арабськими цифрами).

Нумерацію аркушів документа роблять у межах кожної частини (книги), кожну частину (книгу) починають на листах з основним написом за формою 2 ДСТУ 2.104—96.

Розділи і підрозділи. Кожен розділ документа рекомендується починати з нового листа. Найменування розділів і підрозділів повинні бути короткими і відповідати змісту. Найменування розділу записують у вигляді заголовка (симетрично тексту) великими літерами, найменування підрозділу — з абзацу малими літерами (крім першої великої), врозбивку.

Розділи і підрозділи повинні бути пронумеровані арабськими цифрами з крапкою наприкінці. Висота цифр така ж, як заголовної букви.

У заголовках розділу і підрозділу переноси слів не допускаються, крапки наприкінці не ставляться.

Якщо заголовок складається з двох речень, їх розділяють крапкою.

Відстань між основами рядків у заголовках повинна бути півтора інтервали (5 мм).

Відстань між найменуванням розділу і наступним текстом чи найменуванням підрозділу повинна бути: при виконанні тексту рукописним способом — 15 мм; при виконанні машинописним — 3—4 інтервали.

Відстань між найменуванням розділу й останнім рядком попереднього тексту при виконанні документа рукописним способом повинна бути 20мм, при виконанні машинописним — 4—5 інтервалів.

Відстань між заголовком підрозділу і наступним текстом повинна бути такою, як у тексті. Відстань між найменуванням підрозділу й останнім рядком попереднього тексту при виконанні документа рукописним способом повинна бути 15 мм, при виконанні машинописним — 3 інтервали.

Пункти. Пункти повинні мати порядкові номери в межах:

- усього документа, якщо він не розділений на розділи;
- кожного розділу чи підрозділу.

Номер пункту розділу складається з номерів розділу і пункту, розділених крапкою. Номер пункту підрозділу складається з номерів

розділу, підрозділу і пункту, розділених крапкою. Після номера ставлять крапку.

Текст пункту разом з порядковим номером записують з абзацу, наприкінці ставлять крапку. Цифри, що вказують номери пунктів, не повинні виступати за межі абзацу.

Підпункти.. Підпункти виконують за тими ж правилами, що і пункти. Нумерацію роблять у межах пункту.

Перерахування. Перерахування, що містяться в пунктах чи підпунктах, записують з абзацу і позначають при необхідності арабськими цифрами з дужкою, наприклад: 1), 2), 3) і т.д.

6.1.3 Правила написання тексту. Основні вимоги до термінології

Текст викладають коротко, чітко, без неоднозначного його тлумачення. Мова викладу повинна бути простою, характерною для наукових і технічних документів. Застосовувати звороти розмовної мови не допускається, рекомендується уникати зайвих вступних фраз і складних зворотів. Складні звороти необхідно замінити декількома простими.

Прийнята в тексті термінологія повинна відповідати встановленій в стандартах, а при їх відсутності — загальноприйнятій в науково-технічній літературі.

Якщо в документі прийнята специфічна термінологія, то на початку його повинен бути приведений перелік застосовуваних термінів з відповідними роз'ясненнями.

Якщо в документі спеціальні терміни повторюються менше трьох разів, перелік не складають, а їх роз'яснення приводять у тексті при першому згадуванні.

Не допускається застосовувати:

- для одного і того ж поняття різні науково-технічні терміни, близькі за змістом (синоніми);

- техніцизми і професіоналізми;

- тавтологічні словосполучення, наприклад: хронометраж часу, промислова індустрія; преїскурант цін; у січні місяці;

- слова і вирази, приведені в лівому стовпці табл. 6.1. Іноземні слова і терміни при наявності рівнозначних слів і термінів у російській мові застосовувати не допускається. Наприклад: пролонгувати — продовжити, репродукувати — відтворювати, відтворити; превалювати — переважати; лідирувати — очолювати.

Повне найменування виробу на титульному листі, в основному надписі і при першому згадуванні в тексті документа повинне бути однаковим з найменуванням його в основному конструкторському документі.

У наступному тексті порядок слів у найменуванні повинний бути прямим, тобто на першому місці повинне бути визначення (прикметник), а потім — назва виробу (іменник).

Таблиця 6.1 - Список слів і виразів

Не прийнятих до вживання	Прийнятих до вживання
У грудні минулого року	У грудні 1997 року
У грудні поточного року	У грудні 1998 року
Унаслідок чого пропонується	Пропоную
Вищевикладене	Зазначене вище
Для відома і керівництва	Для відома, для керівництва
Досконально	Точно
Викладене	Зазначене
Поволі	Поступово
Якийсь, якимось	Який, яким
Як швидко	Коли, якщо
Слід	Належить
На предмет	Для
Сьогодні пропонується	Пропонуємо, повідомляємо
Покамість	Поки
По тому	Тому
Додаток згаданий	(Не писати слово «згаданий»)
Сугубо	Посилено
Таковий	Такий
Нібито	Начебто

При цьому допускається вживати скорочене найменування виробу.

Найменування предметів, об'єктів, застосовуваних в тексті, підписувальних підписах, таблицях і додатках, повинні бути однаковими.

У тексті, а також у реквізиті «Підпис» ініціали повинні розташовуватися перед прізвищем.

Скорочення

Скорочення слів у тексті, як правило, не допускається. Виняток складають скорочення, загальноприйняті в українській мові і встановлені відповідними державними стандартами.

Скорочення слів і словосполучень, дозволених до застосування в анотаціях і рефератах, а також у списках використаних джерел, установлені ДСТУ 7.12—96.

Не допускається скорочувати слова, якщо при їхньому вживанні можливе різне розуміння тексту.

Скорочення деяких слів і словосполучень, загальноприйнятих у українській мові, приведені в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 - Перелік скорочень деяких слів і словосполучень, загальноприйнятих в українській мові

Слово (словосполучення)	Скорочення	Умови застосування
То що	і.т.п.	Наприкінці фрази
І так далі	і.т. д.	Те ж саме
Та інше	та ін.	Те ж саме

Не слід скорочувати словосполучення: так що, головним чином, повинно бути, таким чином, так званий.

Дозволяється застосовувати скорочення слів і словосполучень, характерних для певної галузі чи області діяльності (застосування вузькоспеціальних термінів).

Записують такі скорочення одним зі способів:

- безпосередньо в тексті (у дужках після повного найменування при першому згадуванні), якщо скорочень у документі менше 20 і кожне з них повторюється не більше 3—5 разів, наприклад: Динамометр пружинний (ДП);

- у переліку стовпцем (скорочене найменування ліворуч — повне найменування праворуч), якщо скорочень у документі більше 20 і кожне з них повторюється не менше 3—5 разів, наприклад:

РК — ручне керування;

АК — автоматичне керування;

ЕБ — електронний блок.

Такий перелік скорочень поміщають на початку документа перед переліком термінів.

Якщо в документі наводяться пояснювальні написи, які наносяться безпосередньо на виготовлений виріб (наприклад, на планки, таблички до елементів керування і т.п.), то їх виділяють шрифтом (без лапок), наприклад, ВКЛ., ВИМКН., чи лапками — якщо напис складається з цифр і (чи) знаків.

Найменування команд, режимів, сигналів і т.п. у тексті варто виділяти лапками, наприклад: «Сигнал + 27 включено».

Найменування, що складається з декількох слів, при повторному його згадуванні в тексті рекомендується писати в скороченому вигляді, наприклад: Сушильна піч — Піч. Тут при згадуванні повного найменування в дужках пишуть надалі і його прийняте скорочення, наприклад: Сушильна піч (надалі — піч).

Довільні словоутворення застосовувати не допускається, наприклад:

Правильно:	Неправильно:
механічна обробка	Мехбробка
Технічна документація	Техдокументація
державний бюджет	Держбюджет
технологічний процес	Техпроцес
господарський договір	Госпдоговір

Слова maximum і minimum застосовують у скороченому вигляді тільки для індексів, наприклад: U_{\max} , U_{\min} . У тексті ці слова варто писати українською мовою: максимальний, мінімальний.

Складні слова зі значенням власного імені, утворені частково з початкових звуків, частково з усічених слів, пишуться в першій частині великими буквами, у другій — малими, наприклад: НДІмаш. Такі слова відмінюються, наприклад: НДІмашем.

Числа і знаки в тексті

У тексті документа числа з розмірністю пишуть цифрами, а без розмірності — словами, наприклад: зазор — не більш 2 мм, котушку просочити два рази.

Дробові значення пишуть тільки цифрами, наприклад: 1/3 суміші. Числові значення величин у тексті повинні вказуватися з необхідним ступенем точності, при цьому в ряді величин вирівнювання числа знаків після коми не обов'язкове.

Кількісні числівники пишуть без відмінкових закінчень, наприклад: у 12 випадках, на 20 аркушах.

Дати пишуть без відмінкових закінчень, наприклад: 21 квітня, але в 90-х роках, 90-і роки.

При римських цифрах відмінкові закінчення не пишуть, наприклад: у XVII сторіччі.

При вказанні обмежувальних норм перед числовими значеннями пишуть не менше, чи не більше, від і до, понад, наприклад - товщина покриття не більше 0,2 мм. При вказанні меж величин (від ... до) рекомендується застосовувати тире, наприклад: пп. 7—12, рис. 1—4, товщина покриття 0,5—2,0 мм. Якщо в граничних величинах є від'ємні

значення, використовують показник межі «від ... до», наприклад: від плюс 8 до мінус 5 °С.

Перед числовими величинами ставити тире не допускається, щоб не сплутати його зі знаком мінус, наприклад: температура повітря 20 °С. Для величин, що мають від'ємне значення, пишуть слово мінус, наприклад: температура повітря мінус 20 °С. Якщо в тексті приводяться тільки додатні значення величин, то знак плюс перед ними не ставлять, наприклад: від 10 до 20 °С.

У тексті не допускається застосовувати без числових чи буквених значень:

математичні знаки: > (більше); < (менше); = (дорівнює); 0 (нуль); log (логарифм), sin (синус), cos (косинус) і ін.;

знаки: № (номер); % (відсоток); °С (градус Цельсія) і ін.

Ці знаки в тексті пишуть словами, наприклад: відсоток вмісту домішок, державний стандарт.

Знаки №, % і ° при позначенні множини не подвоюють.

Одиниці фізичних величин.

Основні одиниці СІ приведені в табл. 6.3, додаткові одиниці в табл. 6.4. Несистемні одиниці допускаються до застосування без обмеження терміну нарівні з одиницями СІ.

Таблиця 6.3 - Основні одиниці СІ

Величина		Одиниця		
Найменування	Размірність	Найменування	Позначення	
			міжнародне	українське
Довжина	L	метр	M	м
Маса	M	кілограм	Kg	кг
Час	T	секунда	S	с
Сила електричного струму	I	ампер	A	A
Сила світла	J	кандела	Cd	кд

Примітки:

1. Крім температури Кельвіна (позначення T) допускається застосовувати також температуру Цельсія (позначення t), що пов'язана з температурою Кельвіна виразом $t = T - T_0$, де $T_0 = 273,15K$ за

визначенням. Температура Кельвіна виражається в Кельвінах, температура Цельсія—в градусах Цельсія (позначення міжнародне і українське °С). За величиною градус Цельсія дорівнює Кельвіну.

2. Інтервал чи різницю температур Кельвіна виражають у Кельвінах. Інтервал чи різницю температур Цельсія допускається виражати як у Кельвінах, так і в градусах Цельсія.

Застосування, позначення і написання одиниць фізичних величин повинне відповідати ДСТУ 8.417—96 «Одиниці фізичних величин». У документі значення одиниць фізичних величин можуть виражатися в: одиницях СІ (основні, додаткові, похідні), десяткові кратні і частки від них; одиницях, що допускаються до застосування нарівні з одиницями СІ; одиницях, термін вилучення яких установлений відповідно до міжнародних угод.

Таблиця 6.4 - Додаткові одиниці СІ

Найменування величини	Одиниця		
	Найменування	Позначення	
		міжнародне	Українське
Плоский кут	Радіан	rad	Рад
Тілесний кут	стерадіан	sr	Ср

Правила написання позначень одиниць

Для написання значень величин застосовують позначення одиниць буквами чи спеціальними знаками (...°, ..."), причому використовують два види літерних позначень: міжнародні (з використанням букв латинського чи грецького алфавіту) і українські. Умовні літерні позначення фізичних величин (механічних, електричних і ін.) повинні відповідати встановленим у відповідних державних стандартах.

Прийняті одиниці фізичних величин того самого параметра в межах усього документа повинні бути однаковими. Наприклад: довжина труби прийнята в метрах; товщина стінки труби — у міліметрах.

Одиниці, найменування яких носять імена вчених, у позначенні пишуться з великої букви: А – ампер, К - кельвін, Гц - герц, Н - ньютон, Па - паскаль, Дж - джоуль, Вт - ватт, Кл - кулон, В - вольт, Ф - фарада, Ом - ом, См - сіменс, Вб - вебер, Тл - тесла, Гн - генрі, Бк - беккерель, Гр - грей, Зв - зіверт.

Розмірність одиниць варто застосовувати тільки після числового значення величин. Їх розміщують у рядок з числовим значенням величини, без перенесення на наступний рядок. Між останньою цифрою і розмірністю одиниці залишають пропуск, наприклад: 10 м, 15 мм, 20 кг,

80 %, 20 °С. Винятки складають позначення у вигляді знака, піднятого над рядком, перед якими пропуску не залишають: 20°.

При наявності десяткового дробу в числовому значенні величини позначення одиниці варто поміщати після всіх цифр, наприклад: 423,06 м; 5° 45,48' чи 5° 45' 28,8".

При вказанні значень величин із граничними відхиленнями варто поміщати числові значення з граничними відхиленнями в дужки і розмірність одиниці поміщати після дужок чи проставляти після числового значення величини і після її граничного відхилення.

Правильно:	Неправильно:
(100.0 ± 0,1) кг, 50 г ± 1 г	100,0 ± 0,1 кг, 50 ± 1 г

Якщо в тексті приводиться ряд числових значень однієї величини, то одиницю виміру вказують після останньої цифри, наприклад: 20, 30, 40 м.

У літерних позначеннях відношень одиниць як знак ділення повинна застосовуватися тільки похила чи горизонтальна риска.

Допускається застосовувати позначення одиниць, піднесення до степеня (додатного і від'ємного). Якщо для однієї з одиниць, що входять у відношення, встановлене позначення у виді від'ємного степеня (наприклад: S⁻¹, m⁻¹, k⁻¹, m⁻¹), застосовувати похилу чи горизонтальну риску не допускається.

При застосуванні похилої риски позначення одиниць у чисельнику і знаменнику варто поміщати в рядок, добуток позначень одиниць у знаменнику варто взяти в дужки.

При вказанні похідної одиниці не допускається комбінувати літерні позначення і найменування одиниць, тобто для одних одиниць приводити позначення, а для інших — найменування.

Правильно:	Неправильно:
80 кілометрів за годину	80 км за год.
80 км/год	80 км/годину

Допускається застосовувати поєднання спеціальних знаків з літерними позначеннями одиниць, наприклад: ...°/s.

У тексті застосовують повні найменування одиниць виміру. Наприклад, варто писати: товщина стінки труби — у міліметрах (не можна писати: товщина стінки труби — у мм).

У тексті документа перед умовною позначкою параметра дають його пояснення, наприклад: тимчасовий опір розриву.

Для технологічних документів прийняте поняття не “одиниці виміру”, а “одиниці величини” (відповідно до вимог класифікатора одиниць величини і переліку).

Похідні одиниці СІ варто утворювати з основних і додаткових одиниць СІ за правилами утворення когерентних похідних одиниць відповідно ДСТУ 8.417—96, додаток.

Похідні одиниці СІ, що мають спеціальні найменування, також можуть бути використані для утворення інших похідних одиниць СІ. Приклади похідних одиниць СІ, найменування яких утворені з найменувань основних і додаткових одиниць, див. ДСТУ 8.417—96. Похідні одиниці, що мають спеціальні найменування, відповідно, ДСТУ 8.417—96.

Утворення десяткових, кратних і подільних одиниць, а також їх найменування і позначення, створюють за допомогою множників і префіксів, див. ДСТУ 8.417—96.

Приєднання до найменування одиниці двох чи більше префіксів підряд не допускається. Наприклад, замість найменування одиниці мікро-мікрофарада варто писати пікофарада.

Для утворення кратних і подільних одиниць маси використовується частинна одиниця грам (0,001 кг), наприклад, міліграм (mg, мг) замість мікрокілограм (mkg, мккг). Частинну одиницю маси - грам - допускається застосовувати і без приєднання префікса, чи префікс її позначення варто писати разом з найменуванням одиниці, до якої він приєднується, чи, відповідно, з її позначенням.

Якщо одиниця утворена як добуток чи відношення одиниці, префікс варто приєднувати до найменування першої одиниці, що входить у добуток чи відношення, наприклад, кілопаскаль-секунда на метр (кПа • s/м; кПа • с/м).

Допускається застосовувати префікс в другому множнику добутку чи в знаменнику лише в обґрунтованих випадках, коли такі одиниці широко поширені і перехід до одиниць, утворених відповідно до першої частини пункту, пов'язаний з великими труднощами, наприклад: тонно-кілометр (t/кТ; т/км), ват на квадратний сантиметр (W/cm²; Вт/см²), вольт на сантиметр (V/см, В/см).

Найменування кратних і подільних одиниць від одиниці, піднесеної до степеня, варто утворювати шляхом приєднання префікса до найменування вихідної одиниці, наприклад, для утворення найменувань кратної чи подільної одиниці від одиниці площі — квадратного метра, що являє собою другий степінь одиниці довжини — метра, префікс варто приєднувати до найменування цієї останньої одиниці: квадратний кілометр, квадратний сантиметр.

Позначення кратних і подільних одиниць від одиниці, піднесеної до степеня, варто утворювати додаванням відповідного показника степеня до позначення кратної чи подільної від цієї одиниці, причому показник

означає піднесення до степеня кратної чи подільної одиниці (разом із префіксом).

Вибір десяткових кратних і подільних одиниць від одиниць СІ диктується насамперед зручністю їх застосування. З різноманіття кратних і подільних одиниць, що можуть бути утворені за допомогою префіксів, вибирають одиницю, що приводить до числових значень величини, прийнятої на практиці.

В принципі кратні і подільні одиниці вибирають таким чином, щоб числові значення величини знаходилися в діапазоні від 0,1 до 1000.

У деяких випадках доцільно застосовувати ту саму кратну чи подільну одиницю, навіть якщо числові значення виходять за межі діапазону від 0,1 до 1000, наприклад, у таблицях числових значень для однієї величини чи при зіставленні цих значень в одному тексті.

У деяких областях завжди використовують ту ж саму кратну чи подільну одиницю. Наприклад, в машинобудівних кресленнях лінійні розміри завжди виражають у міліметрах.

Рекомендації з вибору кратних і подільних одиниць від одиниць СІ див. ДСТУ 8.417—96, додаток 3, табл. 1.

Рекомендовані кратні і подільні одиниці від одиниць СІ для даної фізичної величини не слід вважати вичерпними, тому що вони можуть не охоплювати діапазони фізичних величин, що розвиваються, у нових галузях науки і техніки.

Для зниження ймовірності помилок при розрахунках десяткові кратні і подільні одиниці рекомендується підставляти тільки в кінцевий результат, а в процесі обчислень всі величини виражати в одиницях СІ, замінюючи префікси степенями числа 10.

Формули

У формулах позначення символів і числових коефіцієнтів необхідно застосовувати відповідно до встановлених стандартів. Їх значення повинні бути приведені безпосередньо під формулою.

Кожне значення подають з нового рядка в тій послідовності, у якій воно приведено у формулі. Перший рядок розшифровки повинен починатися зі слова де. Після формули ставлять кому. Двокрапка після слова “де” не ставиться.

Наприклад:

$$R_t = R_{20} + \alpha(t - 20) + \beta(t - 20)^2,$$

де R_t - опір при температурі t °С;

R_{20} - опір при температурі 20 °С;

α, β - коефіцієнти.

У поясненнях позначень величин до формул допускається застосовувати позначення одиниць без числових значень.

Розміщення позначень одиниць в одному рядку з формулами, що виражають залежності між величинами чи їх числовими значеннями, представленими в буквеній формі, не допускається.

Літерні позначення одиниць, що входять у добуток, варто відокремлювати крапками на середній лінії, як знаками множення. У машинописних текстах допускається крапку не піднімати.

Допускаються літерні позначення одиниць, що входять у добуток, відокремлювати пропусками, якщо це не призводить до непорозуміння.

Формули в тексті варто записувати в новий рядок. Вище і нижче кожної формули повинно бути залишено не менш одного вільного рядка. Якщо рівняння не вміщається в один рядок, воно повинно бути перенесене після знака рівності (=) чи після знаків плюс (+), мінус (-), множення (\times) і ділення (:). Якщо підряд слідує кілька рівнянь чи формул, розрахунків за цими формулами, то наприкінці кожного з них ставлять крапку з комою, а після останнього — крапку.

Усі формули, якщо їх у документі більш однієї і є посилання на них, нумерують арабськими цифрами в межах розділу. Номер формули вказують у круглих дужках із правої сторони листа на рівні формули. Номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули, розділених крапкою, наприклад : (6.2).
Допускається нумерація формул у межах всього документа.

Таблиці

Для зручності викладення і читання документа цифрові й інші дані рекомендується розміщувати в таблиці. Розміри таблиць вибирають довільно в залежності від матеріалу, що розміщується. Горизонтальні лінії в таблиці проводити не рекомендується. Якщо таблиця розбита на рядки, то висота їх повинна бути не менше 8 мм. Запис в рядках роблять в один ряд. Рядки граф не повинні бути порожніми.

Таблиця повинна мати шапку і бокову частину. У шапці таблиці розміщують заголовки і підзаголовки граф. Діагональне розділення шапки таблиці не допускається. Заголовки і підзаголовки граф виконують малими літерами (крім першої великої). Якщо підзаголовок складає одне речення з заголовком, то його починають з малої літери. Наприкінці заголовків і підзаголовків розділові знаки не ставлять. Заголовки записують в однині.

Для скорочення тексту заголовків і підзаголовків окремі поняття, якщо вони пояснені в тексті чи приведені на ілюстраціях, дозволяється замінити літерними позначеннями, наприклад: D — діаметр, H — висота, L — довжина. Показники з тим самим літерним позначенням групують послідовно, у порядку зростання індексів, наприклад: L_1, L_2 .

У боковій частині таблиці поміщають найменування показників, параметрів і інші дані для граф. Текст рядків бокової частини виконують малими літерами (крім першої великої). Окрему графу «№ п/п» вводити не дозволяється. При необхідності нумерації показників, параметрів чи інших

даних порядкові номери вказують у боковій частині таблиці перед їх найменуванням.

Повторюваний текст у графах (при відсутності горизонтальних ліній) допускається:

- якщо він складається з одного слова, замінити лапками;
- якщо він складається з двох і більше слів, при першому повторенні замінити словами “те ж”, а далі лапками;
- якщо повторюється лише частина фрази, то цю частину замінити словами “те ж” з додаванням додаткових відомостей;
- якщо значення параметра однакове для декількох рядків, вказувати його один раз (на рівні середнього рядка).

Ставити лапки замість повторюваних цифр, марок, математичних і хімічних символів не допускається. Якщо цифрові чи інші дані в графах не приводяться, необхідно ставити прочерк. Якщо найменування в боковій частині записане в кілька рядків, то в сусідніх графах норми (кількості), що виражені в числовому значенні, записують на рівні останнього рядка, текстовий матеріал починають на рівні першого рядка.

Цифри в графах розташовують так, щоб класи чисел були один під одним, а числові величини мали однакову кількість десяткових знаків,

Дробові числа приводять у вигляді десяткових дробів, за винятком розмірів у дюймах, що записують за типом: $1/2$, $1/1$.

Слова “більш”, “не більш”, “менш”, “не менш”, “у межах” при вказанні обмежувальних норм поміщають у боковій частині чи в заголовку графи поруч з найменуванням відповідного параметра чи показника після одиниці виміру, відокремлюючи комою.

При вказанні послідовних інтервалів величин, що охоплюють усі величини ряду, перед величинами пишуть від, понад, до, наприклад: від 10 до 11, понад 1, до 12. В інтервалах, що охоплюють не усі величини ряду, між величинами переважно ставлять тире, наприклад: 4—10, 1300—1500. Межі розмірів вказують від меншого до більшого.

Числові величини повинні бути виражені у відповідних одиницях виміру. Вводити окрему графу «Одиниця виміру» не допускається. Позначення одиниць поміщають:

- над таблицею, якщо всі параметри мають однакову одиницю виміру;
- у заголовках граф, якщо всі параметри в графі мають однакову одиницю виміру;
- над таблицею, якщо переважна частина граф має параметри з однаковою одиницею виміру. Позначення одиниць інших параметрів подають у заголовках відповідних граф;
- у боковій частині поруч з найменуванням параметра, відокремлюючи їх комою, якщо всі параметри в рядку мають однакову одиницю виміру.

Умовне позначення кутових величин (градуси, мінути, секунди) при числових значеннях проставляють у кожному рядку; при відсутності горизонтальних ліній вказують тільки в першій.

Таблиці, якщо їх у документі більше однієї, повинні мати порядкові номери. Нумерація ведеться в межах розділу арабськими цифрами без знака №. Номер таблиці повинен складатися з номера розділу і порядкового номера таблиці, розділених крапкою, наприклад: Таблиця 2.3. Допускається наскрізна нумерація таблиць.

Якщо текст документа не розбитий на розділи, таблицям привласнюють порядкові номери в межах усього документа, наприклад: Таблиця 5. Якщо в документі тільки одна таблиця, номер їй не привласнюють і слово Таблиця не пишуть.

Напис Таблиця 5 поміщають над лівим верхнім кутом таблиці і не підкреслюють. Слово Таблиця виконують малими літерами (крім першої великої).

У необхідних випадках таблиця може мати заголовок. Його виконують малими літерами (крім першої великої). Заголовок повинний бути коротким і цілком відображати зміст таблиці. Наприклад:

Таблиця 5.1 – Основні параметри технологічного обладнання

При перенесенні таблиці на наступний лист заголовок повторюють і над ним пишуть Продовження табл. із вказанням номера, наприклад: Продовження табл. 2.3.

Таблиці з великою кількістю граф поділяють на частини і поміщають одну частину під одною, вказуючи над наступними частинами слова Продовження табл... Заголовок у цьому випадку поміщають тільки над першою частиною таблиці.

Ілюстрації

Для пояснення тексту, що викладається, допускається його ілюструвати графіками, діаграмами, схемами, кресленнями й ін. Для ілюстрації зовнішнього вигляду виробів і робіт, пов'язаних з виготовленням і експлуатацією виробів, рекомендується використовувати фотознімки з натури. Ілюстрації, що поміщаються в тексті, іменують рисунками.

Рисунки, якщо їх у документі більше одного, повинні мати порядкові номери. Нумерація ведеться в межах розділу арабськими цифрами. Номер рисунка складається з номера розділу і порядкового номера рисунка в розділі, розділених крапкою. Допускається наскрізна нумерація рисунків. Слово рисунок пишуть з вказанням номера, наприклад: Рисунок 1.4 .

Якщо текст документа не розбитий на розділи, то рисункам привласнюють порядкові номери в межах усього документа, наприклад: “Рисунок 1”, “Рисунок 2”. Якщо в документі тільки один рисунок, номер його не вказують. Підпис “Рисунок 2” поміщають під рисунком.

Рисунок, якщо цього вимагає виклад тексту, може мати найменування, а при необхідності і пояснювальні дані (підрисунковий текст). Найменування поміщають над рисунком у вигляді заголовка і виконують малими літерами (крім першої великої), пояснювальні дані — під

рисунком. У цьому випадку номер рисунка поміщають вище пояснювальних даних.

Написи на рисунках виконують креслярським шрифтом з розміром букв і цифр, прийнятим у тексті документа.

Виконання діаграм, графіків, креслень і схем, що є ілюстраціями, повинне відповідати вимогам стандартів ЄСКД.

Рисунок, як правило, варто розміщати після першого згадування його в тексті. Якщо в розділі рисунків декілька, дозволяється розміщати їх по порядку номерів наприкінці розділу чи оформляти у вигляді додатків. Якщо після посилання на рисунок йде розгляд матеріалу, що ілюструється, то в тексті слово рисунок пишуть без скорочення і номера, наприклад: Як видно з рисунка... .

Правила виконання діаграм

ДСТУ 2.319—94 установлює правила виконання діаграм, що зображують функціональну залежність двох і більше змінних величин в системі координат. Застосовують прямокутну систему координат і полярну систему координат.

У прямокутній системі координат незалежну змінну, як правило, необхідно відкладати на горизонтальній осі (осі абсцис).

Позитивні значення величин відкладають на осях, як правило, вправо і вгору від точки початку відліку. При виконанні діаграм у системі трьох координат (просторовій) функціональні залежності варто зображувати в аксонометричній проекції за ДСТУ 2.317—92.

У полярній системі координат початок відліку кутів (кут 0°) повинен знаходитися на горизонтальній чи вертикальній осі.

6.2 Загальні правила виконання креслень

1) Формати

ДСТУ 2.301—96 встановлює основні і додаткові формати листів креслень і інших документів, передбачених стандартами на конструкторську документацію всіх галузей промисловості і будівництва.

Формати листів визначаються розмірами зовнішньої рамки (виконаної тонкою лінією) оригіналів, дублікатів, копій.

За основні формати приймаються:

- формат з розмірами сторін 1189×841 мм, площа якого дорівнює 1 м^2 , і інші формати, отримані шляхом послідовного розділення його на дві рівні частини паралельно меншій стороні відповідного формату.

Позначення і розміри основних форматів повинні відповідати зазначеним у табл. 6,5.

При необхідності застосовують формат А5 з розмірами сторін 148×210 мм.

Таблиця 6.5 - Позначення і розміри основних форматів.

Позначення формату	Розміри формату, мм
A0	841 × 1189
A1	594 × 841
A2	420 × 594
A3	297 × 420
A4	210 × 297

Допускається застосування додаткових форматів, утворених збільшенням коротких сторін основних форматів на величину, кратну їх розмірам, наприклад: A0 × 2, A4 × 8, A2 × 3 і т.д.

Таблиця 6.6 - Розміри форматів, що виготовляються, мм

		Формати			
Кратність	A0	A1	A2	A3	A4
2	1189×1682				
3	1189×2523	841×1783	594 × 1261	420 × 891	297 × 630
4		841×2378	594 × 1682	420×1189	297 × 841
5			594×2102	420×1486	297×1051
6				420×1783	297×1261
7				420×2080	297×1471
8					297×1682

2) Масштаби

ДСТУ 2.302 - 98 встановлює масштаби зображень і їх позначення на кресленнях усіх галузей промисловості і будівництва. Стандарт не поширюється на креслення, отримані фотографуванням, а також на ілюстрації в друкованих виданнях і т.п.

Масштаб креслення — відношення чисел, що показує, у скільки разів зображення предмета на кресленні збільшене чи зменшене відносно своїх дійсних розмірів.

У залежності від складності і величини зображення масштаби на кресленнях повинні вибиратися з такого ряду:

Масштаби зменшення	1:2; 1:2.5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15;1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400;1:500; 1:800; 1 :1000.
Натуральна величина	1:1
Масштаби збільшення	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

При проектуванні генеральних планів великих об'єктів допускається застосовувати масштаби: 1 : 2000; 1 : 5000; 1:10 000; 1:20 000; 1:25 000; 1:50 000.

У необхідних випадках допускається застосовувати масштаби збільшення $(100n) : 1$, де n — ціле число.

Якщо на форматі всі зображення виконані в одному масштабі, його значення проставляється у відповідній графі основного напису креслення за типом: 1:1; 1:2; 2:1; 4:1 і т.д.

Масштаб зображення на кресленні, що відрізняється від зазначеного в основному написі, вказують безпосередньо під написом, що відноситься до зображення, наприклад:

$$A - A(1:1) ; B(1:1) .$$

3) Лінії

ДСТУ 2.303 - 98 встановлює види й основні призначення ліній на кресленнях усіх галузей промисловості і будівництва. Спеціальні призначення ліній (зображення різьб, шліців, границі зон з різною шорсткістю і т.д.) визначені у відповідних стандартах ЄСКД.

Існує дев'ять типів ліній. Товщина суцільної основної лінії повинна бути в межах 0,5-1.4 мм у залежності від величини і складності зображення, а також від формату креслення. Товщина лінії повинна бути однаковою для всіх зображень на даному кресленні, що кресляться в однаковому масштабі. Довжину штрихів у штрихових лініях варто вибрати в межах 2 - 8 мм, а відстань між штрихами - 1- 2 мм.

У випадку, коли штрихові лінії (лінії невидимого контуру) доходять до лінії контуру зображення, вони повинні впиратися в лінію контуру без проміжку. При перетинанні ліній невидимого контуру штрихи повинні перетинатися. Довжина штрихів у розімкнутих лініях вибирається в межах 8-20 мм у залежності від величини зображення.

Для складних розрізів і перетинів допускаються кінці розімкнутої лінії з'єднувати штрихпунктирною тонкою лінією. Довжина штрихів у штрихпунктирних тонких лініях повинна бути від 5 до 30 мм, відстань між штрихами — у межах 3-5 мм (посередині крапка). Штрихпунктирні лінії варто починати і закінчувати штрихами, а не крапками.

Довжина штрихів і проміжків у певної штрихової чи штрихпунктирної лінії на всій її довжині повинна бути однаковою.

Центри кіл у всіх випадках виконують (позначають) перетинанням штрихів, а не точок.

Штрихпунктирні лінії, що застосовуються в якості центрових чи осьових, варто замінити суцільними тонкими лініями, якщо діаметр кола чи розміри інших геометричних фігур у зображенні менші 12 мм. Кінці центрових і осьових ліній повинні виступати за лінію кола чи за межі зображення виробу чи його елемента на 3-5 мм, а в тих випадках, коли ці лінії переходять у виносні, їх виводять за розмірні лінії.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Канарчук В.Є. Технічне обслуговування, ремонт та зберігання автотранспортних засобів: Підручник для студентів вузів. В 3 т./ Вища школа.- Київ: 1996. - Т.1: Теоретичні основи. Технологія . - 406с.
2. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов/ Под ред. Е.С.Кузнецова .- М.: Транспорт, 1991.- 413 с.
3. Селиванов С.С., Иванов Ю.В. Механизация процессов обслуживания и ремонта автомобилей. - М.: Транспорт, 1984.-198 с.
4. Харазов А.М., Кривенко Е.А. Диагностирование легковых автомобилей на станциях технического обслуживания.- М.:Высш.шк.,1986.-439с.
5. Харазов А.М. Диагностическое обеспечение технического обслуживания и ремонта автомобилей: Справ. пособие для ПТУ.-М.: Высш.шк., 1990.-208с.
6. Оборудование для текущего ремонта сельскохозяйственной техники. Справочник /С.С.Черепанов и др. -М.: Колос, 1989. -256с.
7. Специализированное технологическое оборудование. Номенклатурный каталог ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1986. - 165с.
8. Специализированное оборудование стран - членов СЭВ для технического обслуживания и ремонта автомобилей. Каталог-справочник.-М.: ЦБНТИ Минтранса РСФСР, 1989.- 124с.
9. Специализированное оборудование для технического обслуживания и ремонта автомобилей. Номенклатурный каталог /Информтранс Министерства транспорта Российской Федерации .-М.:1992. -Ч.,І.,П.,Ш.
10. Табель технологического оборудования автотранспортных предприятий.- К.: Укроргавтотранс, 1989. - 178с.
11. Транспорт і навколишнє середовище /А.Г.Говорун, В.Ф.Скорченко, М.М.Худолій.-К.:Урожай, 1992.-144с.
12. Технологическое оборудование для технического обслуживания и ремонта легковых автомобилей. Справочник. Р.А.Попреждзинский, А.М.Харазов и др. -М.: Транспорт, 1988.-176с.
13. ОНТП-01-86. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта.-М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР,1986.-128с.
14. ГОСТ 17.2.2-03-87. Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерений содержания окиси углерода и углеводородов в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями. Требования безопасности.
15. ГОСТ 21393-75. Автомобили с дизелями. Дымность отработанных газов. Нормы и методы измерений.