

ТЕХНІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ

Система технічного контролю (об'єкти контролю, контрольні операції, їхня послідовність, технічне оснащення, режими, методи, засоби механізації та автоматизації) розробляється одночасно з проектуванням технології виготовлення технічних пристроїв службою головного технолога підприємства або відповідними проектно-технологічними організаціями за участю відділу технічного контролю (ВТК).

Головні завдання ВТК - запобігання випуску (постачання) підприємствами продукції, що не відповідає вимогам стандартів, технічних умов, затверджених зразків (еталонів), проектно-конструкторської та технологічної документації, умовам поставки та договорами.

Контроль якості продукції, що випускається ВТК проводить з таких головних напрямків: контроль технічної документації та технологічних процесів, забезпечення надійності прийнятих виробів, Рекламацийні робота, застосування засобів вимірювань, дотримання метрологічних правил приймання.

1.1 Основні види контролю, терміни і визначення, встановлені в цій області

Технічний контроль - це перевірка відповідності продукції або процесу, від якого залежить її якість, установленим вимогам.

На стадії розробки продукції технічний контроль полягає в перевірці відповідності досвідченого зразка технічному завданню, технічної документації, правил оформлення, викладеним у ЕСКД; на стадії виготовлення він охоплює якість, комплектність, пакування, маркування, кількість пропонованої продукції, хід виробничих процесів; на стадії експлуатації полягає в перевірці дотримання вимог експлуатаційної та ремонтної документації.

Технічний контроль включає три основні етапи:

- Отримання первинної інформації про фактичний стан об'єкта контролю, контрольованих ознаках і показниках його;
- Отримання вторинної інформації - відхилень від заданих параметрів шляхом зіставлення первинної інформації з запланованими критеріями, нормами і вимогами;
- Підготовка інформації для вироблення відповідних керуючих впливів на об'єкт, піддавався контролю.

Контрольованій ознака - це кількісна або якісна характеристика властивостей об'єкта, що піддається контролю. Комплекс організаційно-технічних заходів, спрямованих на забезпечення виробництва продукції із заданим рівнем якості, становить предмет організації контролю.

Метод контролю - це сукупність правил застосування визначених принципів для здійснення контролю. У метод контролю входять основні фізичні, хімічні, біологічні та інші явища, а також залежності (закони, принципи), які застосовуються при знятті первинної інформації відносно об'єкта контролю.

Під системою контролю розуміють сукупність засобів контролю та виконавців, що взаємодіють з об'єктом за правилами, встановленими відповідною документацією.

Засоби контролю - це вироби (прилади, пристосування, інструмент, випробувальні стенди) і матеріали, що використовуються при контролі (наприклад, реактиви).

Види технічного контролю підрозділяються за такими основними ознаками:

- залежно від об'єкта контролю - контроль кількісних та якісних характеристик властивостей продукції, технологічного процесу (його режимів, параметрів, характеристик, відповідності вимогам ЕСКД, ЕСТД, ЄС ТПП);

- по стадіях створення та існування продукції - проектування (контроль процесу проектування конструкторської та технологічної документації), виробничий (контроль виробничого процесу та його результатів), експлуатаційний;

- по етапах процесу - вхідний (контроль якості продукції що надходить, який здійснюється споживачем), операційний (контроль продукції або процесу під час виконання або після завершення певної операції), приймальний (контроль закінченої виробництвом продукції, за результатами якого приймається рішення про її придатності до поставки або використання);

- за повнотою охоплення - суцільний (контроль кожної одиниці продукції, яка здійснюється з однаковою повнотою), вибірковий (контроль вибірок або проб з партії чи потоку продукції);

- по зв'язку з об'єктом контролю в часі - летючий (контроль у випадкові моменти, обрані у встановленому порядку), безперервний (контроль, при якому надходження інформації відбувається безперервно), періодичний (інформація надходить через встановлені інтервали);

- по можливості подальшого використання продукції - руйнує (об'єкт контролю використанню не підлягає), неруйнівний (без порушення придатності об'єкта контролю до подальшого використання);

- за ступенем використання засобів контролю - вимірвальний, реєстраційний, органолептичний, по контрольному зразку (шляхом порівняння ознак якості продукції з ознаками якості контрольного зразка), технічний огляд (за допомогою органів почуттів, у необхідних випадках із залученням засобів контролю, номенклатура яких встановлена відповідною документацією);

- з перевірки ефективності контролю - інспекційний (здійснюється спеціально уповноваженими виконавцями з метою перевірки ефективності який раніше виконував контролю);

- залежно від виконавця - відомчий контроль (здійснюється органами міністерства або відомства), державний нагляд (здійснюється спеціальними державними органами);

- в залежності від рівня технічної оснащеності - ручний (використовуються немеханізовані засоби контролю для перевірки якості деталей, виробів), механізований (застосування механізованих засобів контролю), автоматизований

(здійснюється з частковою участю людини), автоматичний (без особистої участі людини), активний (безпосередньо впливає на хід технологічного процесу і режимів обробки з метою управління ними);

- за типом перевіряються параметрів і ознакам якості - геометричних параметрів (контроль лінійних, кутових розмірів, форми та ін), фізичних властивостей (теплопровідність, електропровідність, температура плавлення та ін), механічних властивостей (жорсткість, твердість, пластичність та ін) , хімічних властивостей (хімічний аналіз складу речовини, корозійна стійкість в різних середовищах і ін), металографічні дослідження (контроль мікро-та макроструктури заготовок, напівфабрикатів, деталей), спеціальний (контроль герметичності, відсутності внутрішніх дефектів), функціональних параметрів (контроль працездатності приладів , систем, пристроїв у різних умовах), ознак якості, наприклад зовнішнього вигляду візуально.

Випробування - експериментальне визначення кількісних та якісних характеристик властивостей об'єкта випробувань як результату впливу на нього при його функціонуванні, при моделюванні об'єкта і впливів.

Вид випробувань - це класифікаційна угруповання випробувань за певною ознакою. Відповідно до видової класифікації випробування поділяються за наступними основними ознаками:

- в залежності від цілей випробувань;
- за наявності бази для порівняння результатів;
- за точністю значення параметрів;
- по етапах розробки продукції;
- за рівнем проведення;
- по етапах процесу;
- за періодичністю проведення;
- з оцінки рівня якості продукції;
- з оцінки доцільності вимірювання;
- за тривалістю проведення;
- за ступенем інтенсифікації процесів;
- по можливості подальшого використання продукції;
- в залежності від місця проведення;
- залежно від оцінюваних властивостей;
- за видом впливу на об'єкт.

Випробувань підлягають дослідні зразки (партії) та продукція серійного, масового та одиничного виробництва. Дослідний зразок або дослідну партію піддають попереднім і приймальних випробувань (перевірок) за спеціально розробленими програмами.

Попередні випробування проводять для визначення відповідності продукції технічним завданням, вимогам стандартів, технічної документації і для вирішення питання про можливість представлення її на приймальні випробування.

Приймальні випробування проводять з метою: визначення відповідності продукції технічним завданням, вимогам стандартів та технічної документації, оцінки технічного рівня; визначення можливості постановки продукції на виробництво; вироблення рекомендацій щодо встановлення категорії якості.

Всі дефекти, виявлені в процесі виготовлення й обробки виробів, необхідність додаткових доробок продукції і результати проведення цих робіт фіксуються в діючих документах підприємства. Для обліку і усунення дефектів використовуються наступні документи: первинні облікові документи дефектів; сигнальний листок; карта дефекту.

Первинні облікові документи дефектів, виявлених у процесі виготовлення та відпрацювання виробів, - це журнал обліку результатів контрольних операцій з технологічного процесу, журнал обліку і підготовки результатів випробувань на підприємстві, акт дефектації виробів після випробувань, відомості дефектів, виявлених при натуральних випробуваннях, зауваження з випробувальних полігонів та ін

Сигнальний листок служить для реєстрації та контролю за усуненням дефектів, якщо проведення додаткових робіт і централізований контроль можливі без дозволу керівництва підприємства.

Карта дефекту призначена для реєстрації та контролю за усуненням дефектів, якщо на проведення додаткових робіт та централізованого контролю необхідний дозвіл керівництва підприємства.

2 ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ

2.1 Основні поняття, терміни і визначення

Міжнародний стандарт ISO встановлює терміни за якістю, пояснює їх сутність і те, як вони застосовуються в стандартах ISO серії 9000-2000 «Системи якості».

Відповідно до ГОСТів якість продукції - це сукупність властивостей, що обумовлюють її придатність задовольняти певні потреби відповідно до призначення.

Продукція - це матеріалізований результат процесу трудової діяльності, що володіє корисними властивостями і призначений для задоволення потреб суспільного або особистого характеру. Результати праці можуть бути матеріалізований (сировина, матеріали, технічні пристрої, харчові продукти і т.д.) і нематеріальній (енергія, інформація).

Властивість продукції - це об'єктивна особливість, яка проявляється при створенні, експлуатації або споживанні виробу.

Ознакою продукції є якісна або кількісна характеристика будь-яких її властивостей або станів. До якісними ознаками можна віднести колір матеріалу, форму виробу, наявність на поверхні деталі антикорозійного або декоративного покриття, спосіб скріплення деталей виробу (зварювання, клепка), спосіб налаштування або регулювання технічних пристроїв (ручний дистанційний, напівавтоматичний).

Кількісний ознака є параметром продукції і може бути одним з показників її якості.

Показник якості продукції - кількісна характеристика одного або декількох властивостей продукції, що складають її якість, що розглядається стосовно до певних умов її створення, експлуатації і споживання.

2.2 Класифікація показників якості промислової продукції

Поодинокі показники, що характеризують одне з властивостей продукції, можуть ставитися як до одиниці продукції, так і до сукупності одиниць однорідної продукції, наприклад: напрацювання виробу на відмову (години), питома витрата палива (г / к.с.), Максимальна швидкість руху (км / год).

Комплексні показники характеризують спільно кілька простих властивостей або одне складне, що складається з кількох простих.

Інтегральні показники відображають відношення сумарного корисного ефекту від експлуатації продукції до сумарних витрат на її створення та експлуатацію.

Показники призначення характеризують властивості продукції, визначають основні функції, для виконання яких вона призначена, і обумовлюють область її застосування. Вони підрозділяються на показники функціональної і технічної ефективності (продуктивність верстата, міцність тканини); конструктивні (габаритні розміри, коефіцієнти сборності і взаємозамінності); показники складу і структури (процентний вміст сірки в коксі, концентрація домішки в кислотах).

Показники надійності характеризують властивості безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності і зберігання.

Безвідмовність показує властивість виробу безперервно зберігати працездатність протягом деякого часу або деякого напрацювання, що виражається в ймовірності безвідмовної роботи, середній напрацювання до відмови, інтенсивності відмов.

Довговічність - властивість виробу зберігати працездатність до настання граничного стану при встановленій системі технічного обслуговування і ремонтів. Одиницями показниками довговічності є середній ресурс, середній термін служби.

Ремонтпридатність - властивість виробу, що полягає в пристосування його до попередження і виявлення причин виникнення відмов, пошкоджень та усунення їх наслідків шляхом проведення ремонтів і технічного обслуговування.

Відновлювані виробу характеризується середнім часом відновлення до заданого значення показника якості і рівнем відновлення.

Зберігання - властивість продукції зберігати справний і працездатний, придатний до споживання стану протягом і після зберігання і транспортування. Одиницями показниками зберігання можуть бути середній термін зберігання і призначений термін зберігання.

Ергономічні показники, що характеризують систему "людина - виріб - середовище використання" і враховують комплекс гігієнічних, антропометричних, фізіологічних і психологічних властивостей людини, поділяються на такі групи:

- Гігієнічні (освітленість, температура, випромінювання, вібрація, шум);
- Антропометричні (відповідність конструкції виробу розмірам і формі тіла людини, відповідність розподілу ваги людини);
- Фізіологічні (відповідність конструкції виробу силовим і швидкісним можливостям людини);
- Психологічні (відповідність виробу можливостям сприйняття і переробки інформації).

Показники економічності визначають досконалість виробу за рівнем витрат матеріальних, паливно-енергетичних і трудових ресурсів на його виробництво та експлуатацію (споживання). Це в першу чергу собівартість, ціну покупки і ціна споживання, рентабельність і т.д.

Естетичні показники характеризують інформаційно-художні – ву виразність виробу (оригінальність, стильове відповідність, відповідність моді), раціональність форми (відповідність форми призначенню, конструктивному рішенню, особливостям технології виготовлення і застосовуваних матеріалах), цілісність композиції (пластичність, впорядкованість графічних образотворчих елементів).

Показники технологічності мають відношення до таких властивостей конструкції виробу, які визначають його пристосованість до досягнення оптимальних витрат при виробництві, експлуатації та відновлення заданих значень показників якості. Вони є визначальними для показників економічності. Поодинокі показники технологічності - питома трудомісткість, матеріаломісткість, енергоємність виготовлення й експлуатації виробу, тривалість циклу технічного обслуговування і ремонтів та ін

Показники стандартизації і уніфікації характеризують насиченість виробу стандартними, уніфікованими й оригінальними складними частинами, якими є що входять до нього деталі, вузли, агрегати, комплекти і комплекси. До цієї групи відносяться коефіцієнт застосовуваності, коефіцієнт повторюваності, коефіцієнт уніфікації виробу або групи виробів.

Патентно-правові показники характеризують ступінь патентного захисту патентної чистоти технічних рішень, використаних у виробі, що визначає її конкурентоспроможність на внутрішньому і зовнішньому ринку.

Екологічні показники визначають рівень шкідливих впливів на навколишнє середовище в процесі експлуатації або споживання виробу. До них належать: вміст шкідливих домішок, що викидаються в навколишнє середовище; можливість викиду шкідливих часток, газів і випромінювань, рівень яких не повинен перевищувати гранично допустимої концентрації.

Показники безпеки характеризують особливості продукції, що обумовлюють при її використанні безпека людини (обслуговуючого персоналу) та інших об'єктів. Вони повинні відображати вимоги до заходів і засобів захисту людини в умовах аварійної ситуації, не санкціонованої і не передбаченої правилами експлуатації в зоні можливої небезпеки. Показник, за яким приймається рішення оцінювати якість продукції, називається визначальним. Властивості, що враховуються визначальним

показником, можуть характеризуватися одиничними і (або) комплексними (узагальнюючими) показниками якості.

Узагальнюючі показники є середньою величиною, включають кількісні оцінки основних властивостей продукції та їх коефіцієнтів вагомості.

Оптимальним значенням показника якості продукції є таке, при якому досягається найбільший корисний ефект від експлуатації (споживання) продукції при заданих затратах на її створення та експлуатацію (споживання).

2.3 Етапи формування якості

На початковій стадії проводяться роботи з формування вихідних вимог до продукції, які, як правило, включають: складання заявки на розробку і освоєння, створення аванпроект, науково-дослідні роботи та підготовку технічного завдання.

Технічне завдання, як правило, складається з наступних розділів: найменування і область застосування продукції, підстава для розробки, мета та призначення розробки, технічні вимоги, економічні показники, стадії і етапи розробки, порядок контролю і приймання, додатки.

Замовник формує вихідні вимоги, для створення продукції необхідного технічного рівня.

Розробник здійснює розробку технічного завдання на основі вихідних вимог замовника, а також з урахуванням результатів виконаних науково-дослідних і експериментальних робіт, аналізу передових досягнень вітчизняної та зарубіжної техніки, прогресивних типажів і систем машин і устаткування, вивчення патентної документації, вимог зовнішнього та внутрішнього ринків.

Замовник разом з розробником в технічному завданні визначають порядок процесу здачі та приймання результатів розробки:

- Види виготовлених зразків (експериментальних, досвідчених, головних);
- Категорії випробувань;
- Розгляд результатів на приймальній комісії та її склад;
- Документи, надані на приймання.

Виробник визначає необхідність участі розробника у підготовці і освоєнні виробництва продукції. При необхідності вони спільно розробляють документи, що входять до складу технологічної підготовки виробництва, проводять кваліфікаційні випробування.

Дія технічного завдання закінчується після затвердження акту приймальної комісії.

2.4 Зміст оцінки рівня якості продукції

Оцінка рівня якості продукції - це сукупність операцій, включаючи вибір номенклатури показників якості продукції що оцінюється, визначення значень цих показників і їх порівняння з базовими.

Для цілей оцінки рівня якості вся промислова продукція розділена на два класи.

Перший клас (продукція, що витрачаються при використанні) поділяється на три групи:

1 - сировину та паливно-природні копалини, що пройшли стадію видобутку, рідке, тверде та газоподібне паливо та ін;

2 - матеріали та продукти (лісоматеріали, штучне паливо, масла та мастила, хімічні продукти та ін);

3 - витратні вироби (рідке паливо в бочках, балони з газами, кабелі в котушках і т.п.).

Другий клас (продукції, витрати свій ресурс) складають дві групи:

1 - неремонтуєміе вироби (електровакуумні і напівпровідникові прилади, резистори, конденсатори, підшипники, шестірні і т.п.);

2 - ремонтвані вироби (технологічне обладнання, автоматичні лінії, вимірювальні прилади, транспортні засоби тощо).

Номенклатуру показників якості продукції встановлюють з урахуванням призначення та умов її застосування, вимог споживачів (замовників), основних вимог до показників якості продукції і області їх застосування.

Методи визначення значень показників якості продукції поділяються на дві групи:

- за способами отримання інформації - вимірювальний, реєстраційний, органолептичний і розрахунковий;

- за джерелами її одержання - традиційний, експертний і соціологічний.

Вимірювальний - заснований на інформації, що отримується з обов'язковим використанням технічних вимірювальних засобів, передбачених конструкцією виробу або додаткових (амперметри, вольтметри, тахометри, спідометри і т.п.).

Реєстраційний - використовується інформація, що отримується шляхом підрахунку (реєстрації) числа визначених подій, предметів або витрат, наприклад: реєстрація кількості відмов виробу при випробуваннях.

3 МЕТОДИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Рівень якості продукції - це відносна характеристика її якості, заснована на порівнянні значень показників якості оцінюваної продукції з базовими значеннями відповідних показників. Базовим значенням показника є оптимальний рівень, реально досяжний на деякий період часу. За базові можуть прийматися: кращі вітчизняні та зарубіжні зразки, за якими є достовірні дані про якість, а також досягнуті в деякому попередньому періоді часу чи знайдені експериментальним і теоретичним методами.

Для оцінки рівня якості продукції застосовують диференціальний, комплексний або змішаний методи.

Диференціальний метод заснований на використанні одиничних показників, щоб визначити, по яких з них досягнуто рівня базового.

Якщо одні відносні показники за результатами розрахунків виявилися кращими, а інші гірше, застосовують комплексний або змішаний метод оцінки.

Комплексний метод заснований на застосуванні узагальненого показника якості продукції, який являє собою функцію від одиничних (комплексних) показників. Узагальнений показник може бути виражений головним показником, що відображає основне призначення продукції, інтегральним або середнім зваженим.

Якщо є необхідна інформація, визначають головний показник і встановлюють функціональну залежність його від вихідних показників. Наприклад, головним показником вантажних автомобілів є річна продуктивність в т-км, автобусів - продуктивність в пасажиро-кілометрів, енергетичних турбін - річне вироблення енергії в кВт-ч, у металорізальних верстатах - продуктивність в кількості оброблених деталей і т.п.

Інтегральний (узагальнений) показник використовується тоді, коли можна встановити сумарний корисний ефект від експлуатації або споживання продукції і сумарні витрати на створення та експлуатацію продукції.

Середні зважені показники застосовують, якщо не можна встановити функціональну залежність головного показника від вихідних показників якості, але можливо з достатнім ступенем точності визначити параметри вагомості усереднює показників.

Змішаний метод заснований на одночасному використанні одиничних і комплексних (узагальнених) показників оцінки якості продукції. Він застосовується в тих випадках, коли сукупність одиничних показників є досить великий і аналіз значень кожного з них диференціальних методом не дозволяє отримати узагальнюючих висновків.

Система якості, як правило, взаємопов'язана з усіма видами діяльності, що визначають якість продукції. Її дія поширюється на всі етапи життєвого циклу продукції і процеси, від початкового виявлення потреб ринку до кінцевого задоволення встановлених вимог. Типовими видами діяльності, що впливають на якість, є наступні:

- Маркетинг і вивчення ринку;
- Проектування і розробка продукції;
- Планування та розробка процесів;
- Закупівлі;
- Виробництво або надання послуг;
- Перевірки;
- Упакування і зберігання
- Реалізація і розподіл;
- Монтаж і введення в експлуатацію;
- Технічна допомога і обслуговування;
- Післяпродажна діяльність;
- Утилізація або переробка продукції наприкінці корисного терміну служби.

3.1 Статистичний та вхідний контроль якості продукції

Статистичний приймальний контроль - це вибірковий контроль якості продукції, заснований на застосуванні методів математичної статистики для перевірки відповідності якості виробів встановленим вимогам. Основним його завданням є відбраковування партій, засміченість яких дефектними примірниками виробів перевищує рівень, регламентований нормативною документацією для нормального ходу виробництва.

Сутність статистичного регулювання технологічних процесів полягає в тому, що в певні моменти часу з сукупності одиниць продукції, що пройшли даний процес, відбирають вибірку і вимірюють контрольований параметр. За результатами вимірювань визначають одну зі статистичних характеристик, значення якої наносять на контрольну карту, і залежно від цього значення приймають рішення про коригування процесу або про його продовження без коригування.

Контрольна карта - карта, на якій для наочності відображення стану технологічного процесу відзначають значення відповідної регульованою вибіркової характеристики суміжних вибірок або проб.

Проба - певна кількість нештучної продукції, відібраний для контролю.

Вибірка - виріб або певна сукупність виробів, відібраних для контролю з партії чи потоку продукції.

Потік продукції - продукція одного найменування, типо-номіналу або типорозміру і виконання, що знаходиться в русі на технологічній лінії.

За значень контрольованого параметра в послідовних вибірках контрольні картки дозволяють своєчасно виявити разладку технологічного процесу і вжити заходів до її усунення. Сигналом разладки технологічного процесу є вихід регульованою статистичної характеристики за кордон регулювання.

Статистичне регулювання технологічного процесу - це коригування значень параметрів технологічного процесу за результатами вибіркового контролю параметрів виробленої продукції, що здійснюється для технологічного забезпечення необхідного рівня її якості.

Використовуються три методи статистичного регулювання:

- Середніх арифметичних значень і середніх квадратичних відхилень;
- Середніх арифметичних значень і розмаху;
- Медіан та індивідуальних значень.

Одним з головних компонентів виробництва, що безпосередньо забезпечують якість продукції, є технологічний процес. Від його досконалості, точності і стабільності залежить стабільність якості, надійність і довговічність виробів.

Точність технологічного процесу - це ступінь відповідності результатів його виконання встановленим вимогам, стійкість (надійність) - це властивість зберігати точність ознак якості при протіканні процесу без зупинки.

Об'єктами контролю точності є всі елементи технологічного процесу: продукція на різних стадіях її виготовлення; устаткування і оснащення, що використовуються при виготовленні продукції; діяльність працівників, що беруть

участь в технологічному процесі. Контроль точності технологічних процесів проводиться на стадіях технологічної підготовки виробництва і серійного випуску виробів.

Заходи щодо організації вхідного контролю є невід'ємною частиною технологічної підготовки виробництва і передбачаються графіками її проведення. Під вхідним контролем якості продукції (ВККП) розуміється контроль виробів постачальника, що надійшли до споживача і призначених для використання при виготовленні, ремонті або експлуатації виробів. Основною його метою є виключення можливості проникнення у виробництво сировини, матеріалів, напівфабрикатів, комплектуючих виробів, інструменту з відхиленнями від параметрів якості, передбачених нормативною документацією.

Для здійснення ВККП в системі ВТК створюються спеціалізовані підрозділи вхідного контролю. Основні завдання підрозділів ВККП: проведення вхідного контролю якості що надходить на підприємство продукції, оформлення документів за результатами контролю; контроль за проведенням технологічних випробувань продукції в цехах, лабораторіях, контрольно-випробувальних станціях та інших підрозділах; контроль за дотриманням складськими працівниками правил зберігання та видачі у виробництво що надійшла продукції; виклик представників постачальників для участі у складанні акта за дефектів, виявлених на вхідному контролі; аналіз причин виникнення дефектів у продукції, що поставляється; підготовка статистичної інформації про дефекти, їх характеристика для використання її в системі управління якістю продукції на заводі-постачальнику.

4 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

Сучасна техніка експерименту досягла досить високого рівня. В приладобудуванні експериментально визначаються різні величини: швидкості та прискорення руху, сили і моменти сил, споживані потужності, механічні напруження, деформації, частоти коливань та інші. Найчастіше експеримент використовується для перевірки теоретичних висновків або окремих припущень, які приймаються апріорно при цих висновках. Однак в певних випадках відсутні вихідні дані для теоретичних висновків про характер досліджуваного явища. Тоді процес дослідження необхідно починати з пробних експериментів, на основі яких може бути створена модель досліджуваного об'єкту. До недавнього часу в техніці застосовували **однопараметричний (однофакторний)** спосіб експериментальних досліджень. При цьому всі параметри досліджуваного об'єкту, крім того, що вивчається, фіксуються на постійному рівні. Варіюючи почергово змінними, можна отримати залежність досліджуваної величини від інших параметрів. Однак цей спосіб, по-перше, вимагає великих затрат часу, а по-друге, не завжди дозволяє виявити одночасну взаємодію окремих параметрів. На сучасному етапі розвитку техніки застосовують **багатофакторний експеримент**, який є предметом теорії його планування.

Для оптимізації перебігу різного типу процесів необхідно мати уяву про характер впливу на мету дослідження (наприклад, на певний якісний показник) факторів, які визначають умови роботи, тобто мати деяку математичну модель об'єкту.

При **пасивному експерименті**, коли лише фіксуються фактори і результати процесу, але немає можливості змінювати їх (фактори) по визначеному плану, отримані залежності відображають процес тільки в вузьких границях випадкових змін факторів. Такий метод значно обмежує можливості досліджень і оптимізації процесу, особливо, якщо механізм останнього мало або зовсім не вивчений.

Активний експеримент передбачає вимушену зміну досліджуваних факторів в необхідних межах, виходячи з планування експерименту.

Характеристика мети дослідження називається **параметром оптимізації** або **критерієм ефективності**. Параметр оптимізації є результатом процесу, що вивчається, його виходом або реакцією.

Вхідні змінні, які відповідають різним способам впливу на об'єкт, називаються **факторами**. Для зменшення помилок експериментів слід врахувати усі суттєві фактори, так як вони можуть довільно змінюватися. Вхідні параметри повинні безпосередньо впливати на об'єкт дослідження, а не бути функцією інших змінних. Наприклад, температура процесу різання не може бути вибрана як фактор, оскільки вона є некерованою і залежить від ряду інших величин (режимів різання, властивостей матеріалу, геометрії інструменту тощо).

Задача планування експерименту зводиться до знаходження певної наближеної залежності математичного сподівання результату (виходу) експерименту від вхідних параметрів (факторів). Аналітично ця залежність є функцією (математичною моделлю) багатьох змінних.

В загальному випадку дослідження процесу ведеться при неповному знанні механізму досліджуваних явищ. Звичайно, що вигляд функції в цьому випадку невідомий, але для розв'язку експериментальних задач можна знайти її апроксимацію. Найзручніше представити невідому нам функцію виходу поліномом. Для скорочення числа дослідів на першій стадії дослідження приймають поліном першого степеня або **лінійну модель**.

5 ВХІДНІ ФАКТОРИ ЕКСПЕРИМЕНТУ

Кожний фактор, який приймає участь в процесі, має визначені межі зміни своєї величини, всередині яких він може приймати або будь-яке значення, або ряд дискретних значень. Сукупність всіх значень, які може приймати даний фактор, називається **областю визначення фактора**. Але в області визначення потрібно знайти локальну підобласть для планування експерименту, тобто для кожного фактора потрібно вказати той інтервал змін параметрів в межах яких проводиться дослідження. Для цього на основі апріорної інформації встановлюються орієнтовні значення факторів, комбінація яких дає найкращий результат. Цій комбінації (набору) значень факторів відповідає миттєва точка у факторному просторі, яка й приймається за вихідну точку при побудові плану експерименту. Коефіцієнти цієї точки називаються **основними (нульовими) рівнями факторів**.

Інтервалом варіювання факторів називається деяке число (своє для кожного фактора), додавання якого до основного рівня дає **верхній**, а віднімання - **нижній** рівні фактора. Величина цього інтервалу приймається за одиницю нового масштабу вимірювання факторів. Для спрощення запису умов експерименту та обробки експериментальних даних масштаби по осях вибираються так, щоб верхній рівень відповідав + 1, нижній - 1, а основний відповідав 0. Для факторів з неперервною областю визначення це досягається за допомогою формули перетворення (**кодування факторів**).

Початок координат переноситься в точку, що відповідає значенням основних (нульових) рівнів факторів, а самі значення факторів змінюються в новому масштабі.

Найчастіше застосовують **планування на двох рівнях** які дають можливість описати процес поліноміальною лінійною моделлю, яка включає також і взаємодію факторів. В цьому випадку в експерименті використовується значення факторів, які відповідають верхнім і нижнім границям інтервалу варіювання.

Експериментальні плани, в яких всі фактори змінюються на двох рівнях, називаються планами типу 2^k , де k - число факторів.

6 ПОВНИЙ ФАКТОРНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

Повним факторним експериментом (ПФЕ) називається експеримент, який реалізує всі можливі комбінації рівнів незалежних факторів, кожний з яких варіюється на двох рівнях.

Знаходження моделі повного факторного експерименту складається з таких етапів:

- планування експерименту;
- власне експерименту;
- одержання математичної моделі об'єкта з перевіркою статичної значимості вибірових коефіцієнтів регресії;

- перевірка адекватності математичної моделі.

Використовуючи кодовані значення факторів (+1, -1), умови експерименту можна записати у вигляді таблиці або **матриці планування** (рядки відповідають різним дослідом, стовпці – значенням факторів).

Матриця планування для трьох факторів подана в таблиці.

Для зручності побудови плану типу 2^k існує **правило чергування знаків**. В стовпці для параметру X_1 знаки змінюються почергово, в стовпці для X_2 їх чергують через 2, для X_3 – через чотири, для X_4 – через 8 і т.ін. (за степенями двійки). Знаки стовпців комбінацій добуток факторів отримують шляхом множення відповідних факторів матриці планування.

7 ДРОБНИЙ ФАКТОРНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

В багатьох практичних задачах взаємодії другого або вищих порядків відсутні або порівняно малі. Крім того на перших етапах дослідження часто необхідно отримати в першому наближенні лише лінійну апроксимацію рівняння зв'язку при мінімальній кількості експериментів. Тому використовувати повний факторний експеримент для визначення коефіцієнтів лише при лінійних членах і парних добутках неефективно внаслідок великого числа варіантів варіювання ($2k$) особливо при великому k . В цьому випадку проводять **дробний факторний експеримент** (ДФЕ) виду $2k-m$.

Розглянемо матрицю планування 2^3 . Вона дозволяє побудувати **неповну кубічну модель** з взаємодіями, тобто розрахувати 8 коефіцієнтів рівняння регресії. При умові, що в інтервалах варіювання процес описується лінійною моделлю, достатньо визначити лише 4 коефіцієнти.

Матриця планування дробного факторного експерименту з 4-х дослідів представлена таблицею. Тут добуток факторів X_1X_2 прирівнюється до X_3 , а замість восьми дослідів для вивчення впливу трьох факторів достатньо повести чотири досліді. Побудова матриці планування ґрунтується на основі закономірностей ПФЕ (правило чергування знаків) і при цьому вона (матриця) не втрачає своїх оптимальних властивостей.