

**МАШИНОЗНАВЧІ КРИТЕРІЇ СКЛАДАЛЬНО- ТА
РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ, УНІФІКАЦІЇ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ
НАСИЧЕНОСТІ (АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД)**

У статті досліджена можливість підвищення технологічності та інших параметрів будь-яких конструкцій на базі використання апріорних критеріїв складально- і ремонтпридатності, уніфікації та функціональної насиченості (критерії Лося).

Динаміка нинішнього виробництва ставить особливі вимоги до інтелектуального рівня конструювання, зміну підходів з точки зору врахування всіх критеріїв – не тільки експлуатаційних показників а і технологічності конструкції, в тому числі складально- і ремонтпридатності, уніфікації та функціональної насиченості. Останні фактори значно впливають на оцінку економічної доцільності конструювання і виготовлення різних машин або приладів.

Можна було б не підкреслювати, що галузь машино- та приладобудування відстає, наприклад, від темпів розвитку електронної та обчислювальної техніки або зв'язку, якби не значне уповільнення розвитку загальної теорії конструювання машин і спад впровадження нових ефективних доступних конструкцій, особливо в сільськогосподарську практику. Теоретичні дослідження в конструюванні носять епізодичний характер, обмежуються окремими виробами. Розробка, вивчення, і особливо, впровадження оптимальних критеріїв складально- і ремонтпридатності машин і приладів помітно не задовольняє вимоги технічного прогресу [4].

Наразі кількісні показники технологічності складання і ремонту виробів визначаються досить умовно, в залежності від базових рівнів

трудомісткості і собівартості, які не є об'єктивним інструментом для їх оцінки, що не сприяє активному відпрацюванню виробу в процесі конструювання.

Це пояснюється тим, що трудомісткість можна отримати тільки тоді, коли в наявності є пронормований технологічний процес на готову продукцію, і впливати на її вдосконалення вже запізно. Крім того, ці показники, в свою чергу, різні для різних підприємств і вони є факторами, змінними в часі (залежать від технічного рівня підприємства, кваліфікації спеціалістів, тощо) [2,3]. У цьому випадку характеризують не стільки технологічність виробу, скільки досягнутий технічний та організаційний рівень підприємства, який виконує складання чи ремонт. Вони залежать від типу виробництва (одиничне, серійне, масове) та інших причин, які накопичуючись, можуть потворити оцінку технологічності, особливо виробів, освоєваних вперше.

Таким чином, вищезазначений комплекс показників не дозволяє об'єктивно оцінити технологічність виробів на стадії їх розробки. Це є причиною того, що ряд недоліків виявляється з запізненням, на кінцевих етапах роботи, коли вже проведені значні витрати часу та коштів.

Не відкидаючи необхідності дотримання відомих якісних критеріїв (зручність доступу до різних вузлів виробу, можливість використання стандартного інструменту тощо), відсутність попередніх кількісних критеріїв технологічності складання та ремонту, і, як наслідок, в значній мірі конструкцій, їм відповідних, стримує економічний розвиток підприємства.

Дослідження, представлені в даній роботі, мають на меті виявлення таких кількісних критеріїв, які дозволяли б об'єктивно оцінювати і ініціювати підвищення технологічності конструкцій на початкових етапах їх створення.

Теоретично, з огляду на структуру виробу, конструкція тієї чи іншої одиниці його має максимальну складальнопридатність (ремонтнопридатність), якщо вона дозволяє складання (розбирання) в будь-якій послідовності і забезпечує встановлення (зняття) іншої деталі чи вузла. Таким чином, в конструкції апріорно визначений порядок розміщення деталей чи вузлів, а послідовність складання чи розбирання може бути будь-якою на кожному структурному рівні виробу.

Кількісний критерій [5] складальнопридатності виробу (чи вузла) логічно визначити як відношення потужності можливих (або реальних) підмножин різних послідовностей приєднання деталей і вузлів до потужності множини – ступеня цього виробу (під потужністю в теорії множин розуміється кількість [1]): $K^c = [m(P)^c + 1] / m(P_n)$, де K^c – критерій технологічності складання; $m(P)^c$ – потужність множин реальних підмножин одиниці, яку розглядаємо. Її можна отримати складанням (одиниця додана для обліку пустої множини, яка входить в знаменник);

$m(P_n)$ – потужність множини – ступеня складальної одиниці, що підрахована, виходячи тільки з її складу.

Уточнимо, що можливими (реальними) підмножинами складальної одиниці є ті підмножини, створення яких дозволяє провести складання. При розрахунку підмножин беруть до уваги тільки найменування деталей та вузлів конкретної складальної одиниці, тобто враховують закон ідемпотентності.

Кількісний критерій [5] ремонтпридатності складальної одиниці логічно визначити як відношення потужності множини деталей та вузлів, які можна зняти, не знімаючи інших деталей і вузлів, до потужності множини–ступеня цієї складальної одиниці: $K^P = [m(P)^P + 1] / m(P_n)$, де

K^P – критерій ремонтпридатності; $m(P)^P$ – потужність множин реальних підмножин, які можна отримати при будь-якій послідовності розбирання складальної одиниці на визначеному рівні, приймаючи до уваги її саму (одиниця в чисельнику додана, приймаючи до уваги, що в знаменнику є пуста множина); $m(P_n)$ – потужність множини–ступеня складальної одиниці розрахована, виходячи тільки з числа найменувань деталей і вузлів на даному рівні розбирання.

Одним із важливих кількісних критеріїв є критерій уніфікації.

Сучасна конструкторсько-технологічна концепція прагне переважно до статичних форм уніфікації, які, старіючи, можуть негативно впливати на розвиток техніки. Застосування динамічної уніфікації, яка передбачає еволюцію своїх форм, стримується відсутністю методів динамічної уніфікації.

Кількісний критерій уніфікації деталей доцільно базувати на понятті первинного елементу, як найпростішої частини, що має найбільш низький структурний рівень. Крім того, звернення уніфікації до найпростіших частин дозволяє стверджувати про побудову елементарної теорії уніфікації.

Звичайно, досягнення максимального рівня критерію уніфікації для багатьох типів деталей – складне і трудомістке завдання. Тому, в прикладному аспекті, для таких типів можна говорити тільки про тенденцію до зменшення числа різновидностей первинних елементів в деталях, що послужить підвищенню уніфікації.

Розмірковуючи абстрактно, можна стверджувати, що при мінімізації розмірів первинних елементів на якихось обмежених рівнях створюється елемент, з якого шляхом численних повторів можна побудувати будь-яку складну деталь, дуже далеку від наших сьогоденних уявлень про уніфіковану деталь.

Все вищезгадане доцільно представити у вигляді закону уніфікації деталей. Його можна сформулювати так: *уніфікація виробу росте при зменшенні числа первинних елементів, її складових, і стає максимальною при одному виді.*

Формулу визначення кількісного критерію уніфікації можна побудувати так: $K^y = 1/n_a$, де: K^y – кількісний критерій уніфікації; n_a – число первинних елементів в поелементному об'єднанні деталей, які розглядаються, тобто, число видів елементів.

При одному первинному елементі уніфікація буде максимальною, так як $n_a = 1$. При двох первинних елементах ($n_a = 2$) $K^y = 0,5$ уніфікація погіршилась і т.д.

Розширення і вдосконалення методів формалізації структури конструкцій і конструювання машин і механізмів – один із ефективних шляхів їх оптимізації. Зростаючі вимоги підвищення ефективності виробництва встановлюють такий підхід до конструювання виробів, що мають продукуватись великими серіями, при якому покращання їх параметрів повинно проводитись нерозривно пов'язаними зі зростом технологічності.

Нижче викладається формалізований метод аналізу, синтезу і оптимізації конструкцій, спрямований на підвищення технологічності і експлуатаційних характеристик. Почнемо з наступних передумов: параметри нової конструкції будемо задавати відносно існуючих конструкцій, враховуючи аксіому – конструкцію, складену з елементів, будемо рахувати істинною, якщо деталі і (чи) вузли можна з'єднати, отримуючи функціонуючу складальну одиницю, яка задовольняє відповідних призначенню заданих параметрів. Припустимо, що ці вузли і деталі виконують свої функції в межах заданих параметрів, але виникла необхідність значного збільшення серійності випуску виробу з обов'язковою умовою підвищення технологічності виробництва. Далі розглянемо кожен елемент з точки зору можливості виконання ним додатково інших функцій так, щоб спростити виготовлення чи збирання. Іншими словами, перевіряємо всі пари “конструкція-функція” на присутність об'єктивної відповідності, у даному випадку, в напрямку підвищення технологічності. Численні досліди довели, що при наведеному попарному розгляді завжди є можливість оптимізації. Далі проводимо корегування виробу з наданням багатофункціональним елементам додаткових функцій і, відповідно, звільнення від них малофункціональних елементів з метою ліквідації чи спрощення цих конструктивів. Зміну і ліквідацію елементів проводимо, вирішуючи основне завдання: підвищення технологічності і/або покращання експлуатаційних параметрів.

Досягнення мети перевіряється обчисленням відповідних кількісних критеріїв. Вказаний підхід дає також кількісний критерій функціональної насиченості конструктивів машин чи приладів: $K^\phi = \frac{M^\phi}{M}$, де M^ϕ – кількість реально виконуваних конструкційних функцій деталлю, вузлом; M – кількість усіх конструкційних функцій деталі, вузла, виконання яких

відомо при існуючому рівні знань про ці елементи в даному їх використанні.

Таким чином, якщо вирішувати завдання оптимізації конструкцій з врахуванням усіх обмежень, то наслідком зростання функціональної насиченості конструктивів завжди буде покращення параметрів конструкцій. При намірах отримати конструкції, які мають новизну і корисність, тобто відповідають критеріям винаходу цей метод дуже ефективний.

Дослідження і наукові результати Л.В. Лося показали, що

- використання математично-машинознавчих аспектів для знаходження критеріїв, які базуються на внутрішніх особливостях виробів, дозволяє об'єктивно оцінити конструкцію на всіх стадіях конструювання і, передусім, найбільш ранніх;

- розглянутий критерій уніфікації є передумовою формалізованого зв'язку між складом кожної деталі і сукупності будь-якого типу деталей на рівні первинних елементів. Підвищення рівня уніфікації безпосередньо залежить від числа різновидностей первинних елементів, що кількісно виражається у відповідному критерії уніфікації.

- Вказані результати є значним вкладом в розвиток машинознавства.

Подальші дослідження

Подальшими дослідженнями повинен бути пошук передумов для зростання технологічності, складально- і ремонтпридатності на основі відпрацювання конструкцій до рівня, відповідного максимальним значенням кількісних критеріїв.

Для широкого використання критеріїв Лося в аграрному машинобудуванні доцільно продовжити індуктивні докази на базі конкретних сільгоспмашин – (комбайнів, сівалок, культиваторів).

Література

1. Гильберт Д., Бернайс П. Основания математики. Теория доказательств: пер. с нем.– М.: Наука, 1979. – 520 с.
2. ГОСТ 14.201–73. Общие правила обработки конструкции изделия на технологичность.– М: Издательство стандартов, 1973. – 62 с.
3. ГОСТ 14.202–73. Правила выбора показателей технологичности конструкций изделий.– М: Издательство стандартов, 1973. – 76 с.
4. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1 (ч.1). Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. – Харків: ОКО, 2001. – 444 с.
5. Лось Л.В. Теория структуры технологичных машин и приборов. – Житомир: Житомирский сельхозинститут, 1991. – 167 с.