

УДК 658.512:658.52.011.56

Сула Д.В, студент гр. ПБ-б1м, к.т.н., доц. Стельмах Н.В.
КПІ ім. Ігоря Сікорського

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ СКЛАДАЛЬНИМ ВИРОБНИЦТВОМ НА СТАДІЯХ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Анотація. Досліджено питання оцінки та відпрацювання конструкції виробів на технологічність. Докладно розглянута процедура аналізу складальної технологічності конструкції за допомогою методу DFMA.

Ключові слова: технологічність конструкції, методологія DFMA, складально-орієнтоване проектування.

ВСТУП

Аналіз технологічності конструкції виробу на ранніх стадіях проектування (концептуальне проектування) через обмеженість інформації про майбутнє в технологічному процесі виробництва може ґрунтуватися виключно на якісних методах загальної оцінки їх конструкційних параметрів. Широко поширені загальні принципи і правила, наведені у вигляді рекомендацій («технологічно» - «Не технологічно»), часто ілюструється відповідними прикладами. Однак на практиці якісні методи часто призводять до неадекватної оцінки, оскільки за своєю суттю дуже суб'єктивні, багато в чому залежать від індивідуальних знань і досвіду конкретного проектувальника і від умов даного виробництва.

Недостатня методична розробка рекомендаційного характеру загальних принципів технологічності конструкції для ранніх стадій концептуального проектування є істотним стримуючим фактором підвищення якості виробів, що випускаються.

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ В ОБЛАСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ DFA.

Відомі 3 методи DFA: Hitachi Assemblability Evaluation Method, Boothroyd Dewhurst System, Lucas DFA Technique. На підставі цих методів реалізовані експертні системи Design for Assembly 9.2 (Boothroyd Dewhurst System) і TeamSET Software (Lucas DFA Technique). Однак навіть для цих, найбільш розвинених систем, характерною є орієнтація на діалог з користувачем і практично всі вихідні дані вводяться вручну. Обробка результатів аналізу також виконується людиною, тобто ці системи фактично є електронним варіантом «паперової» методики аналізу, що існувала раніше. У той же час є передумови для автоматизації рішення частини завдань DFA[1].

Процедура аналізу конструкцій за допомогою методології DFA ґрунтується на дослідженні доцільності наявності кожної деталі для забезпечення функціонування всього виробу. Всі інші деталі, принаймні теоретично, можуть бути виключені або ж об'єднані з необхідними деталями. Мірою ефективності процесу складання і ступеня складності конструкції є так званий показник DFA:

$$k_{DFA} = \frac{t \cdot N}{T} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де t - ідеальний час складання однієї деталі (наприклад, для ручного складання $t = 3$ с на деталь); N - теоретично мінімальне число деталей, що забезпечують правильне функціонування зібраного виробу; T - сумарний прогнотований час складання.

Цей показник, для даного конкретного виробу, може покращитися тільки в результаті ліквідації непотрібних деталей, операцій і скорочення трудомісткості складання. Він являє собою якісну оцінку конструкції виробу з точки зору ефективності складального процесу. У зв'язку зі зростаючими екологічними вимогами до продукції, важливе значення при проектуванні набуває облік заключних стадій життєвого циклу виробу (ліквідації та рециклінгу), зокрема зручності його розбирання. При розрахунку і аналізі експлуатаційної технологічності конструкції (надійності машин) технічні об'єкти, в залежності від передбаченої в нормативно-технічній документації можливості проведення ремонтів і технічного обслуговування, можна розділити на два класи: ремонтпридатні і не ремонтпридатні. Більшість машин і їх складальних одиниць відносять до класу ремонтваних об'єктів. Ремонтпридатність - властивість виробу, що полягає в його пристосованості до виявлення і попередження відмов і пошкоджень, до відновлення працездатності і справності шляхом проведення технічного обслуговування і ремонту. Властивість ремонтпридатності конструктивно характеризує компоноване рішення механічної системи (машин, агрегатів, складальних одиниць), а також їх доступність і легкозмінність [2]. Мірою оцінки технологічності на цій стадії може служити показник технічного обслуговування:

$$k_{т.о.} = \frac{c_e}{C_{т.о.}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

де c_e - вартість елемента або операції, яка є метою обслуговування; $C_{т.о.}$ - сумарні витрати на проведення технічного обслуговування.

Цей показник для даного виробу може покращитися тільки в результаті ліквідації непотрібних деталей, операцій і скорочення трудомісткості розбирання. Він є якісною оцінкою конструкції виробу з точки зору ефективності процесу розбирання на стадії технічного обслуговування. Під поняттям розбирання мається на увазі послідовність технологічних операцій поділу виробу на складові його елементи. Метою цих операцій є отримання доступу до необхідних деталей і вузлів при технічному обслуговуванні виробу або вилучення найбільш цінних з них при його утилізації. Це змушує до проведення, вже на ранніх стадіях проектування, глибокого аналізу можливостей поділу в майбутньому проектованого виробу на його складові. Розбирання в зв'язку з подальшим рециклінгом є ефективним засобом повторного використання вузлів, деталей або матеріалів з утилізованих виробів, що приводить згодом до економії використання матеріалів і зниження собівартості при виробництві нових виробів [3].

Складання є важливим етапом у розробці продуктів і складає третину робочої сили компанії. Зменшення кількості деталей і полегшення складання дозволять спростити виріб. Окрім вартості монтажної роботи, проектування для монтажу має багато інших переваг, а деякі з них наведено нижче [4].

- Коли продукт спрощується, стає легше зібрати на заводі та розібрати його, якщо потрібно провести технічне обслуговування, ремонт або демонтаж.

- Прості склади часто можуть бути випущені на ринок раніше, оскільки менша частина розробляється, закуповується, перевіряється та зберігається, з меншою ймовірністю, що відбудеться затримка.

- Зменшення кількості деталей потребує меншого обсягу інженерних та виробничих контрольних документів, зменшення потреби у перевірці та документах з якості, меншій кількості налаштувань, меншій кількості обробки матеріалів та, можливо, зменшенні навантаження на придбання.

ВИСНОВОК

Методологія DFMA вважається, на думку багатьох авторів, найважливішою складовою одночасного інтегрованого проектування. Джерелом успіху DFMA є можливість аналізу технологічності конструкції вже на ранніх стадіях проектування, до того, як визначені витрати на виробництво виробу. Як показують результати практичного застосування, крім зниження витрат, використання методології DFMA вносить також значний внесок у поліпшення якості і в скорочення часу впровадження виробу на ринок. Метод DFMA створює можливості для зростання творчих і раціоналізаторських здібностей, одночасно забезпечуючи проектувальника солідними та авторитетними даними, що допомагають досягненню кращої якості і надійності проєктованого виробу. Можливість швидкого виявлення зайвих елементів, уточнення трудомісткості і собівартості виробу, в сукупності, призводять до зростання конкурентоспроможності виробу на ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лашина Ю.В. Підвищення технологічності виробу з точки зору складання шляхом формалізованого скорочення кількості деталей / Ю.В. Лашина, В.А. Пасічник // Вісник ЖДТУ. – Житомир.: ЖДТУ, 2008. – №4 (47). – С. 39–44.

2. Boothroyd, G. Assembly automation and product design / Geoffrey Boothroyd. 2nd ed. ISBN 1 57444-643-6, CRC Press Taylor & Francis Group, 2005.

3. Стельмах Н.В. Формування моделі опису структури складального виробу в приладобудуванні // Н.В. Стельмах // Наукові вісті НТУУ КПІ. - 2013. - 1. - С. 106–110. doi.org/10.20535/1810-0546.2013.1.90717

4. Арпеньгтьев Б.М., Павлова А.А. Автоматизированное проектирование процессов сборки на основе унификации и стандартизации // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2001. – №8 – С. 2-5.