

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Навчально-науковий механіко-машинобудівний інститут

(повна назва інституту/факультету)

кафедра Технології машинобудування

(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК 658.512

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ ____ ” _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

за освітньо-професійною програмою «Технології машинобудування»

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

**на тему: «Удосконалення методу відпрацювання конструкцій виробів на
технологічність при складанні»**

Виконав (-ла): студент (-ка) б курсу, групи МТ-301мп
(шифр групи)

Ковтун Марія Миколаївна _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник к.т.н., доц. Лашина Юлія Вікторівна _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант _____
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2021 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Навчально-науковий механіко-машинобудівний інститут
Кафедра технології машинобудування

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма «Технології машинобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

_____ Олександр Охріменко

«___» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту

Ковтун Марія Миколаївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації: Удосконалення методу відпрацювання конструкцій виробів на технологічність при складанні

науковий керівник: к.т.н., доц. Лашина Юлія Вікторівна,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «___» _____ 2021р. № _____

2. Термін подання студентом дисертації «10» грудня 2021 р.

3. Об'єкт дослідження: технологічний процес складання.

4. Вихідні дані

Мета роботи: забезпечення ефективності технологічних процесів складання шляхом розроблення і впровадження удосконаленого методу відпрацювання конструкцій виробів на технологічність.

Предмет дослідження: технологічність конструкцій складальних виробів.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити:

1. Виконати огляд сучасних методів відпрацювання конструкцій на технологічність при складанні, які застосовуються в світі. Обрати базовий метод і напрямок його вдосконалення.
 2. Розробити удосконалений метод відпрацювання конструкцій виробів на технологічність при складанні
 3. Виконати аналіз підприємства і запропонувати систему впровадження методики відпрацювання конструкцій виробів на технологічність. Виконати практичну перевірку методики.
 4. Розробити стартап проєкт на основі виконаних досліджень.
6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу: результати розробки представити у виді презентації PowerPoint:
- огляд сучасного стану проблеми – 5 слайдів;
 - мета і задачі дослідження – 1 слайд;
 - результати власних досліджень – 5 слайдів;
 - результати впровадження – 5 слайдів;
 - стартап проєкт – 1-2 слайди;
 - висновки – 1 слайд.

7. Орієнтовний перелік публікацій:

8. Дата видачі завдання 2.11.2021

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Виконати огляд сучасних методів відпрацювання конструкцій на технологічність при складанні	12.11.21	
2	Вдосконалити математичний опис складального виробу, розробити алгоритм аналізу технологічності конструкції. Розробити удосконалений метод відпрацювання конструкцій виробів на технологічність при складанні.	19.11.21	
3	Виконати аналіз підприємства і запропонувати систему впровадження методики відпрацювання конструкцій виробів на технологічність. Виконати практичну перевірку методики.	26.11.21	

4	Розробити старт-ап проєкт на основі виконаних досліджень	3.12.21	
5	Розробити презентацію	10.12.21	

Студент

Марія Ковтун

Науковий керівник

Юлія Лашина

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація містить: 82 сторінок, 34 рисунків, 22 таблиць, 19 літературних джерел.

Актуальність роботи. Процес складання займає не від'ємну частину у виготовленні виробу. Тому підвищення технологічності виробу є ефективним рішенням для зменшення витрат по зв'язаних з виробництвом. Зменшення собівартості виробу дасть нам можливість підвищення в рейтингу серед конкурентів на ринку, відповідно ефективності виробництва.

Мета магістерської дисертації - забезпечення ефективності технологічних процесів складання шляхом розроблення і впровадження удосконаленого методу відпрацювання конструкцій виробів на технологічність.

Задачі дослідження:

1. Виконати огляд сучасних методів відпрацювання конструкцій на технологічність при складанні, які застосовуються в світі (Design for Assembly, DFA, DFMA). Обрати базовий метод і напрямок його вдосконалення.
2. Вдосконалити математичний опис складального виробу та алгоритм аналізу технологічності конструкції. Розробити удосконалений метод відпрацювання конструкцій виробів на технологічність при складанні
3. Виконати аналіз підприємства і запропонувати систему впровадження методики відпрацювання конструкцій виробів на технологічність. Продемонструвати застосування методики на прикладі.
4. Розробити старт-ап проєкт на основі виконаних досліджень.

Об'єкт дослідження – технологічний процес складання.

Предмет дослідження - технологічність конструкцій складальних виробів.

Abstract

The master's dissertation contains: 82 pages, 34 drawings, 22 tables, 19 literary sources.

Relevance of the work. The assembly process is not an integral part of the manufacture of the product. Therefore, increasing the manufacturability of the product is an effective solution to reduce production costs. Reducing the cost of the product will give us the opportunity to increase the ranking among competitors in the market, respectively, the efficiency of production.

The purpose of the master's dissertation is to ensure the efficiency of technological processes of assembly by developing and implementing an improved method of testing product designs for manufacturability.

Research objectives:

1. Review the modern methods of testing structures for manufacturability in assembly, which are used in the world (Design for Assembly, DFA, DFMA). Choose the basic method and the direction of its improvement.

2. To improve the mathematical description of the assembly product and the algorithm of analysis of the manufacturability of the structure. To develop the improved method of working off of designs of products on manufacturability at assembly

3. To carry out the analysis of the enterprise and to offer system of introduction of a technique of working off of designs of products on manufacturability. Demonstrate the application of the technique by example.

4. Develop a start-up project based on research.

Object of research - technological process of assembly.

The subject of the study - research is the manufacturability of assembling products.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ МЕТОДИ ВІДПРАЦЮВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ НА ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ ПРИ СКЛАДАННІ	10
1.1. Технологічність конструкцій виробів (ТКВ) при складанні, основні поняття. Оцінка технологічності.	10
1.2. Основні показники технологічності. Трудомісткість виробу.....	13
1.3. Сучасні методи підвищення технологічності виробу при складанні	17
1.4. Управління технологічністю в межах підприємства	26
1.5. Висновки по розділу, мета та задачі дослідження	27
РОЗДІЛ 2	29
УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ПРИ СКЛАДАННІ І ЙОГО АДАПТАЦІЯ ДО УМОВ ВИРОБНИЦТВА.....	29
2.1. Опис компанії, її структури і бізнес-процесів.....	29
2.2. Адаптація системи відпрацювання конструкцій на технологічність під реальну компанію	32
2.3. Опис проблеми, яку необхідно вирішити (поточні проблеми з конструкцією виробу «поштомат»).....	36
2.4. Висновки по розділу	37
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ	38
3.1. Опис початкової конструкції і технології виготовлення виробу «Поштомат».	38
3.2. Вдосконалення конструкції і технології виготовлення	43
3.3 Порівняння варіантів і прийняття рішення	50
3.4 Висновки	55
РОЗДІЛ 4.	56
РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ	56

4.1 Розробка стартап-проєкту	56
4.2 Опис ідеї проєкту.	56
4.3 Технологічний аудит ідеї проєкту	57
4.5 Розроблення ринкової стратегії проєкту	65
4.6 Розроблення маркетингової програми стартап-проєкту	67
4.7 Висновки за розділом	71
ВИСНОВКИ.....	72
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	73

ВСТУП

В сучасному розвитку машинобудування однією з основних задач є відпрацювання конструкції на технологічність. Технологічність конструкцій виробів - це відповідність конструкції виробу вимогам виробництва, технічного обслуговування та ремонту при заданих показниках якості, обсягу випуску та умов виконання робіт. Окрім того, поняття технологічності включає досягнення оптимальних витрат. Конструкція вважається технологічною, якщо її собівартість є мінімальною при забезпеченні всіх експлуатаційних вимог, тобто конструкція відповідає вимогам найбільш економічного виготовлення. Для розробки технологічної конструкції виробу конструктору потрібно знати умови його виготовлення, виробництва, експлуатації та ремонту.

За різними оцінками при покращенні технологічності конструкції виробу, можна зменшити трудомісткість на 8-20%, а вартість на 5-10%.

Важливою особливістю технологічного процесу складання є те, що, допоміжний час переважає над основним часом. Багато часу витрачається на тестування, контроль після складання, регулювання, виготовлення пристосування, базування, закріплення деталей перед складанням та інше. Всі ці процеси збільшують собівартість та час складання виробу.

Важливою проблемою сучасного машинобудування є забезпечення технологічності конструкції виробу на етапі її проектування або підвищення технологічності виробів, які існують, з метою покращення їх експлуатаційних характеристик, підвищення якості та зменшення собівартості.

Метою даної роботи є забезпечення ефективності технологічності процесів складання шляхом розроблення і впровадження удосконаленого методу відпрацювання конструкцій виробів на технологічність.

РОЗДІЛ 1. СУЧАСНІ МЕТОДИ ВІДПРАЦЮВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ НА ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ ПРИ СКЛАДАННІ

1.1. Технологічність конструкцій виробів (ТКВ) при складанні, основні поняття. Оцінка технологічності.

Технологічність - це відповідність конструкції виробу вимогам експлуатації, виробництва та ремонту, а також включаючи оптимальні витрати. Конструкції виробу, які забезпечують експлуатаційні якості продукції і дозволяють виготовляти їх з мінімальними витратами праці та енергії називають технологічними. Для них характерні зручність, простота компоновки, а також мінімальна трудомісткість при складанні та ремонті [1].

Виділяють три основні поняття технологічності:

1. *Виробнича технологічність* її завдання зменшити час та витрати на конструкторську та технологічну підготовку у виробництво, а також контроль, монтаж та випробування виробу.
2. *Експлуатаційна технологічність*. Вона проявляється в конструкції виробу відповідно при досягненні оптимальних витрат при технічному обслуговуванні, поточному ремонті, зберіганні та транспортуванні, діагностуванні та утилізації.
3. *Ремонтна технологічність* конструкції вона проявляється при заміні та відновленні елементів, монтажі та демонтажі.

До основних факторів, що визначають технологічність виробу належать: вид виробу (деталь, складальна одиниця, комплекс, комплект); конструктивна складність та новизна виробу; складність виготовлення; обслуговування ремонту виробу; тип виробництва (одиничне, серійне чи масове); обсяг та тривалість випуску виробу; умови та можливості конкретного виробництва; попередній досвід підприємства і т.д..

Підвищення рівня технологічності конструкції виробу є одним з головних напрямків підвищення ефективності виробництва, оскільки забезпечує економію

всіх видів ресурсів (трудових, матеріальних, фінансових, енергетичних, часу) при проектуванні технологічній підготовці, виготовлення та ремонті виробу.

На сьогоднішній день до загальних принципів конструювання складальних одиниць можна віднести такі рекомендації [13]:

- конструювання вузлів у вигляді незалежних агрегатів, що встановлюються у машину в складеному стані;
- виключення підбору та пригонки деталей при складанні, досягнення точності методом повної взаємозамінності;
- виключення операцій вивірки, регулювання деталей та вузлів за місцем, передбачення в конструкції фіксуючих елементів, що забезпечують правильне встановлення деталей та вузлів при складанні;
- виключення можливості невірного складання деталей та вузлів, що потребують точної координації один відносно одного, введення блокувань, що дозволяють складання тільки в необхідному положенні;
- спрощення конструкції виробу, уникнення складних конструкцій, що містять велику кількість деталей;
- максимальна уніфікація та стандартизація елементів конструкції.

Розрізняють якісне та кількісне оцінювання ТКВ.

Кількісне оцінювання ТКВ засноване на інженерно-розрахункових методах і проводиться за конструктивно-технологічними ознаками, які істотно впливають на виконання основних вимог до неї.

Кількісне оцінювання виробничої ТКВ проводиться незалежно від абсолютної величини витрат на виготовлення виробу, які обумовлені його конструкцією. Кількісне оцінювання експлуатаційної і ремонтної ТКВ проводиться при витратах на експлуатацію і ремонт, що зіставні із витратами на його виробництво або перевищують їх. Інженерно-розрахунковий метод оцінювання ТКВ являє собою сукупність прийомів, за допомогою яких розробник конструкції визначає і розрахунковим шляхом співставляє чисельні значення показника ТКВ проектного виробу K з відповідним показником конструкції виробу K_0 , який прийнятий в якості бази для порівняння. [2]

Якісне оцінювання ТКВ засновано на інженерно-візуальних методах оцінювання і проводиться за окремими конструктивними і технологічними ознаками для досягнення високого рівня ТКВ. Воно як правило, передує кількісному оцінюванню, але цілком сумісно з ним на всіх стадіях проектування. Якісному оцінюванню може бути піддано одне виконання виробу або сукупність його виконань. Якісне оцінювання одного конструктивного виконання виробу проводиться на підставі аналізу його відповідності основним вимогам до виробничої, експлуатаційної і ремонтної ТКВ. При порівнянні варіантів конструктивних виконань виробу в процесі проектування якісне оцінювання часто дозволяє вибрати кращий варіант виконання або встановити доцільність витрат часу на визначення чисельних значень показників ТКВ для всіх варіантів, що порівнюються. Інженерно-візуальний метод оцінювання ТКВ є сукупністю прийомів, за допомогою яких розробник конструкції візуально оцінює конструктивні і технологічні ознаки виробу. Ці методи широко використовуються для оцінювання якості продукції.

В окремих випадках для якісного опису конструктивних і технологічних ознак виробу можуть бути застосовані шкала інтенсивності цих ознак і, отже, перехід до їхнього кількісного оцінювання за допомогою введення балів.

У 1973 році в рамках Єдиної системи технологічної підготовки виробництва були рекомендовані 35 різних показників. У 1983 році державні стандарти цієї групи були уточнені. ГОСТ 14.201-83 [3] на даний момент рекомендує 11 основних кількісних показників (рис. 1.1).

В більшості випадків у якості показників ТКВ пропонуються трудомісткість, матеріаломісткість, собівартість виготовлення і різні технічні показники, що віднесені стандартом до додаткових технічних показників. Стандартом встановлено, що для оцінки ТКВ повинна використовуватися мінімальна, але достатня для характеристики конструкції кількість показників ТКВ. Остаточну конкретну номенклатуру показників повинна встановлювати галузь.

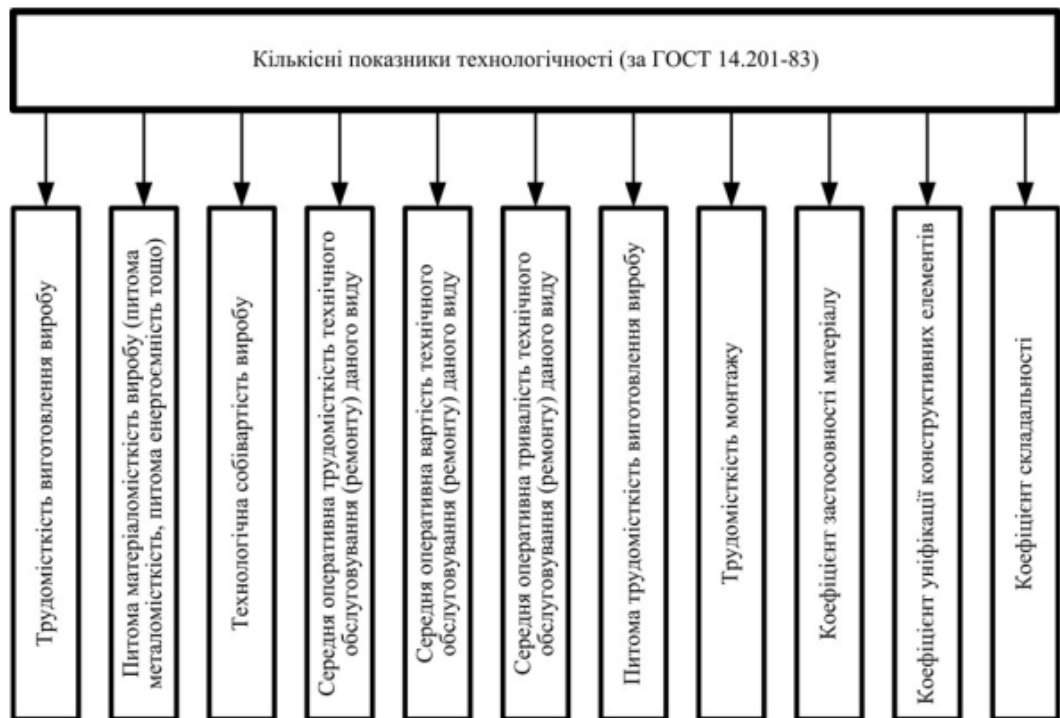


Рисунок 1.1. - Кількісні показники технологічності (ГОСТ 14.201-83)

1.2. Основні показники технологічності. Трудомісткість виробу.

Показники технологічності конструкції входять в групу ресурсозберігаючих показників якості, характеризують його властивості, що визначають пристосованість конструкції до досягнення оптимальних витрат при виготовленні, експлуатації та ремонті для заданих значень показників якості виробу, кількості її випуску та умов виконання роботи. Ресурсозберігаючі показники якості представлені на рисунку 1.2.

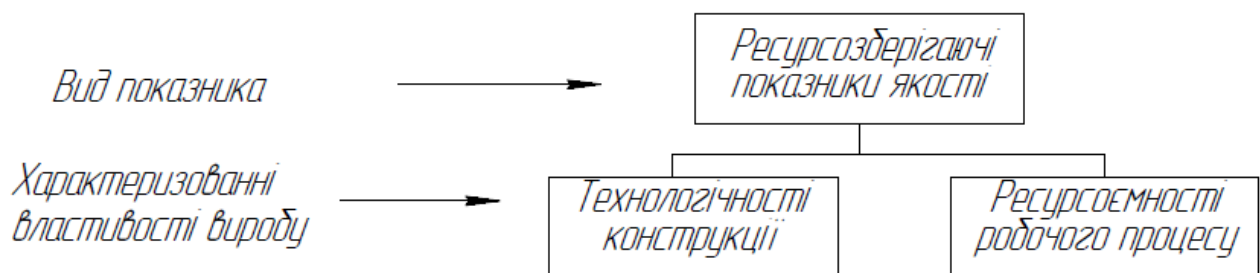


Рисунок 1.2. Ресурсозберігаючі показники якості виробу

Показники ресурсоемності робочого процесу характеризують властивості виробу, визначаючи економічність його функціонування, тобто ефективність використання ресурсів (енергії, роботи, матеріалів, часу), необхідних для безпосереднього використання виробу за його призначенням.

Основні показники ТКВ та властивості, що ними характеризуються, показані на рис.1.3.

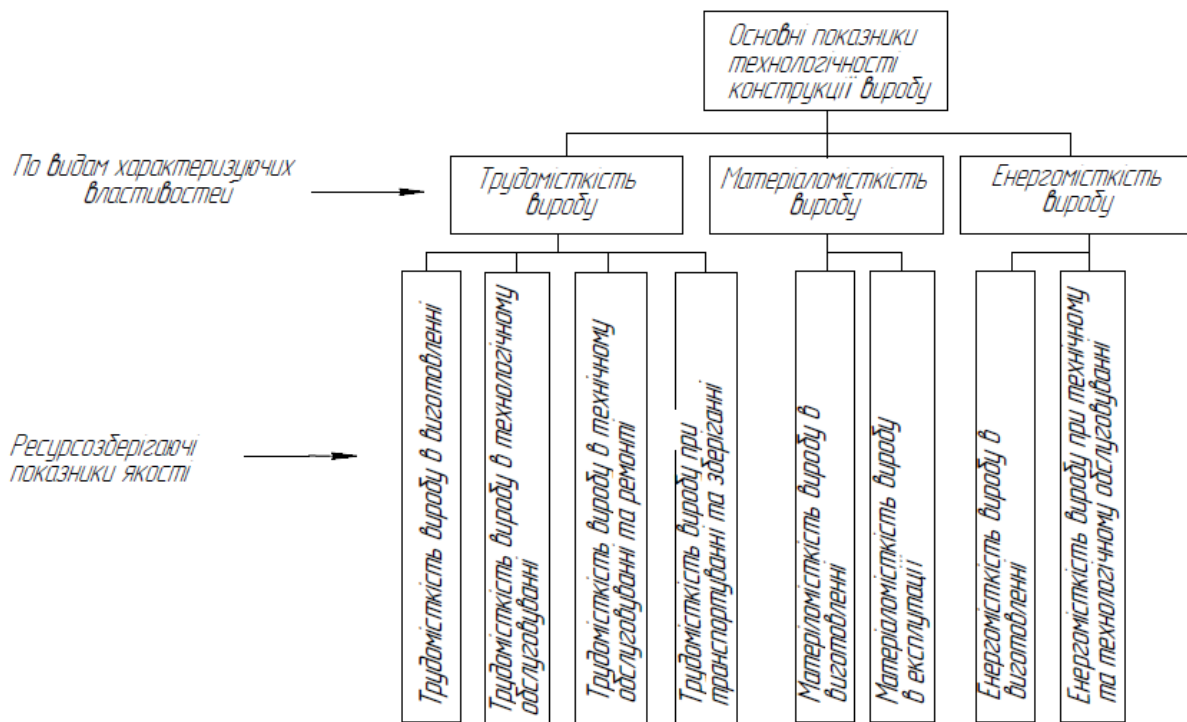


Рисунок 1.3 – Основні показники ТКВ та властивості, що ними характеризуються

Також окрім цих 3-х груп одиничних показників до основних показників відносять показники технологічної собівартості виробу, що характеризують витрати різних видів ресурсів комплексно в вартісному вираженні.

Трудомісткість виготовлення виробу визначається як сума нормо-годин, які витрачаються на виготовлення одного виробу, з урахуванням його конструкторських особливостей в сфері виробництва, монтажу виробу поза межами підприємства-виробника, технічне обслуговування або ремонт виробу. Різновидами цього показника, що визначається витратами праці в конкретній області ТКВ є:

- трудомісткість виробу в технологічній підготовці виробництва (ТПВ);

- трудомісткість виробу в виготовленні;
- трудомісткість виробу в технічному обслуговуванні (ТО);
- трудомісткість виробу в ремонті;
- трудомісткість виробу в утилізації;
- загальна трудомісткість виробу.

При порівняльному аналізі варіантів конструкції виробу необхідно забезпечити виконання наступних вимог:

- технологічні процеси виконання робіт у всіх сферах їх реалізації повинні бути прогресивними, тобто відповідати кращим показникам діючої системи їх атестації;
- існуючі або запропоновані умови виконання робіт на виробництві, експлуатації та ремонті для порівняння варіантів конструкції повинні бути однаковими або приведені до однакового організаційно – технічного рівня;
- порівняння варіантів конструкції повинні мати приблизно рівні абсолютні, а також питомі маси, однотипну характеристику використаних матеріалів;
- трудомісткість виробу аналізованих конструктивних виконань повинна бути меншою, чим менша їх маса;
- значення показників трудомісткості виробу слід визначати одним і тим ж методом.

У випадку неможливості прийняття однозначного рішення по конструкції на основі даних про трудомісткість виробу потрібно обов'язково застосувати інших показників ресурсоемності. На практиці показник трудомісткості виробу частіше за все застосовують разом з показником матеріалоемності виробу.

Цілі та задачі забезпечення ТКВ [5]. Мета забезпечення ТКВ полягає в наданні конструкції виробу такого комплексу властивостей, при якому досягаються оптимальні значення витрат всіх видів ресурсів при виробництві, експлуатації та ремонті виробу і для заданих показників якості, обсягів випуску і умов виконання робіт.

Цільова функція управління процесом розробки виробу по завданням показників ТКВ повинна забезпечуватись можливістю екстремального управління [4]:

$$Y(Q_a, Q_b) \rightarrow \text{extr}, \quad Q \in S \quad (1)$$

де Q_a, Q_b – значення відповідно досягнутого на даному етапі розробки і базового показника ТКВ; S – область допустимої зміни показника ТКВ.

Забезпечення ТКВ полягає в такому впливі на множину параметрів конструкції $X = (x_1, \dots, x_m)$, яке приводить до досягнення екстремальної цілі при дотриманні сформульованих обмежень вигляду $g_i(X) = 0, h_j(X) \geq 0$ [4]:

$$Q(X) \rightarrow \text{extr}, \quad x \in S \quad (2)$$

$$S: \begin{cases} g_i(X) = 0, i = \overline{1, I}, \\ h_j(X) \geq 0, j = \overline{1, J} \end{cases}$$

де функції Q, g, h визначаються на основі конструктивних особливостей виробу, а також різноманітних виробничих, експлуатаційних і ремонтних факторів, що впливають на значення показників ТКВ.

Обмеження визначаються з урахуванням прийнятих на підприємстві або граничних норм і вимог до числових характеристик ТКВ, встановлених в стандартах та інших документах.

Досягнення екстремальної цілі (2) пов'язаної з вирішенням наступних основних задач забезпечення ТКВ:

- прогнозування, встановлення і застосування базових показників ТКВ для даного виду виробу;
- відпрацювання конструкції виробу на технологічність при технологічній підготовці виробництва;
- вдосконалення умов виконання робіт при виробництві, експлуатації та ремонті;
- кількісна оцінка ТКВ;
- технологічний контроль конструкторської документації;

- підготовка та внесення в конструкторську документацію змін, що забезпечуючих досягнення базових показників ТКВ, у відповідності до результатів технологічного контролю.

Забезпечення ТКВ є складовою частиною робіт з проектування та прийняття рішень щодо удосконалення конструкції виробу, технологій його виробництва, експлуатації та ремонту.

1.3. Сучасні методи підвищення технологічності виробу при складанні

В англomовній літературі немає загального поняття «технологічність», а використовуються такі терміни: *assemblability* – придатність до складання або технологічність при складанні; *design for assembly* (DFA) – «конструкція (конструювання), орієнтована на складання»; *design for manufacturing & assembly* (DFMA) – «конструкція (конструювання), орієнтована на виробництво та складання»; *manufacturability* – придатність до виробництва або технологічність при виготовленні.

Design for Manufacture and Assembly (DFMA, a trademark of Boothroyd Dewhurst, Inc.) – це «комп'ютеризована система, в якій зменшення вартості виробництва та складання досягається шляхом зменшення кількості деталей».

Методика *DFMA* спрямована на скорочення виробничих витрат. Це реалізується шляхом скорочення числа деталей, проектування технологічних при виготовленні і складанні конструкцій, оцінки складності реалізації різних варіантів конструкції тощо.

Відповідно до аналізу різних літературних джерел, нами виокремлено три найбільш розповсюджені основні методи DFA: Boothroyd Dewhurst System [14, 15], Lucas DFA Technique [16] та Hitachi Assemblability Evaluation Method [17, 18]. Ці методи можуть оперувати такими даними, як геометрія, функціональне призначення та характеристики взаємодії компонентів отримані від конструктора. Варіанти виконання виробів порівнюються шляхом оцінки вартості, а також складності виробництва, крім цього складання деталей на кожному етапі згідно з набором таблиць, що базуються на емпіричних даних,

отриманих з виробничого досвіду. Деталь аналізуватиметься відповідно до її розмірів та маси, управління, складності захвату, орієнтування, подачі, встановлення під час складання та ін. (рис. 1.4)

TABLE 5. MANUAL ASSEMBLY ANALYSIS

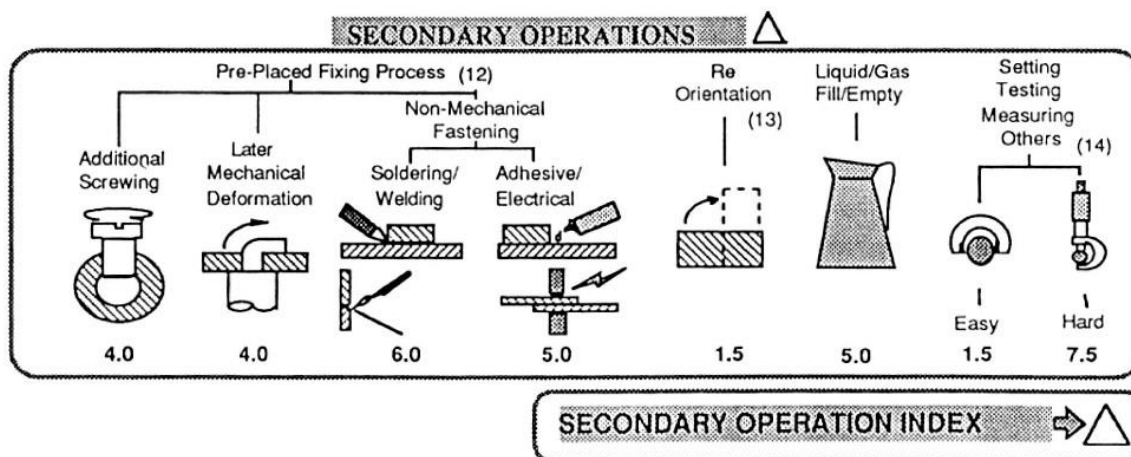
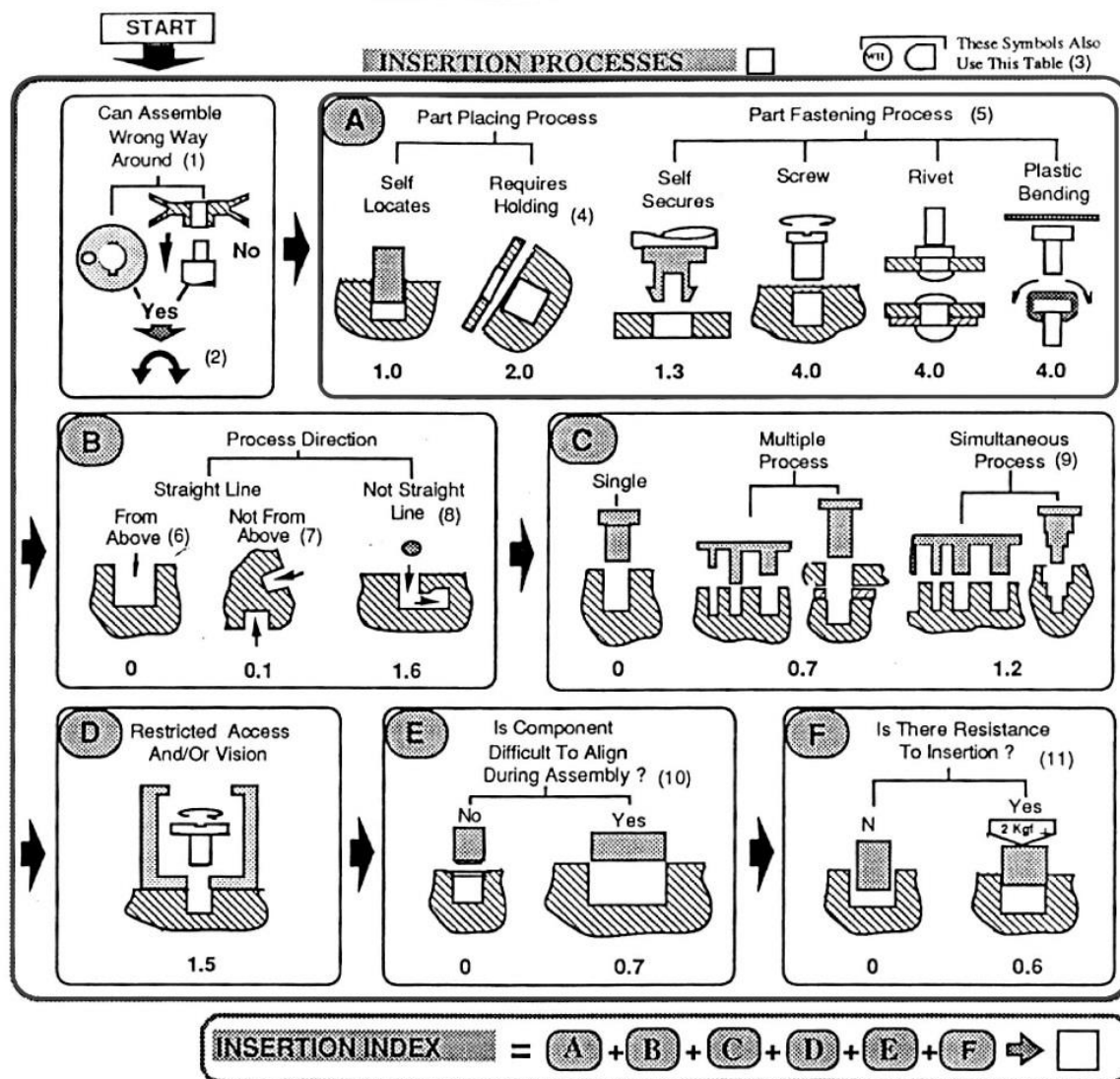


Рисунок 1.4 – Запозичено, «Design for assembly/manufacturing analysis practitioners manual»

Метод Hitachi Assemblability Evaluation Method (AEM) був розроблений у 1976 р. Суть цього методу полягає на використанні двох показників: E – показник технологічності при складанні; K – вартісний показник покращення процесу складання.

В залежності від наявності у деталі різних «нетехнологічних» властивостей розраховується показник пристосованості деталі E_i до процесу складання, за допомогою віднімання певної кількості балів з загальної оцінки. Умова пристосованості виробу до процесу складання виглядає наступним чином:

$$E = \frac{\sum_{i=1}^N E_i}{N} > 80 ,$$

де N – кількість деталей у виробі.

Процедура перепроєктування відбувається за умови, якщо загальний показник технологічності виробу $E < 80$, її мета покращити деталі з найменшими значення E_i .

Відношення вартості процесу складання нової конструкції до вартості складання попередньої визначається вартісним показником. Якщо $K \leq 0.7$, то показник вважається задовільним, таке значення показника пояснюється тим, що економія коштів складає не менше як 30%. Даний метод дозволяє конструктору в досить зручній формі оцінити виріб з точки зору його придатності до складальних процесів та вартості, проте має ряд недоліків. Наприклад, скорочення кількості деталей виробу може привести до збільшення E , так як він розраховується як середнє значення, при цьому перевагу необхідно надавати саме конструкції з меншою кількістю деталей. Ще одним недоліком методу є його спрямованість лише на сам процес встановлення або закріплення деталі, ускладнене орієнтування, захоплювання та транспортування в явному вигляді не досліджувались.

Відповідно до методики DFMA, запропонованої в [Boothroyd, Dewhurst] пошук конструктивних рішень зі зменшеною кількістю деталей відбувається на основі аналізу трьох критеріїв:

1. Чи рухається деталь відносно усіх інших, вже складених, деталей під час роботи виробу? За методикою враховуються лише макропереміщення, мікропереміщення, що викликані пружністю елементів, не беруться до уваги.
2. Чи повинен відрізнитися матеріал деталі від інших, вже складених, та чи повинна вона бути ізольована від них? Враховуються тільки суттєві причини, пов'язані із властивостями матеріалу.
3. Чи повинна деталь бути окремою від інших, вже зібраних деталей, тому що інакше необхідне складання або розкладання окремих деталей буде неможливим.

Вищезазначені запитання допомагають встановити «важливі» деталі, необхідні для роботи виробу, що являють собою множину теоретично мінімальної кількості деталей.

За допомогою *DFA* індексу оцінюється технологічність виробу при складанні. Формула для розрахунку *DFA* індексу E_{ma} має наступний вид:

$$E_{ma} = \frac{N_{\min} t_a}{t_{ma}},$$

де $N_{\min}$ – теоретично мінімальна кількість деталей; t_a – базовий час встановлення деталі у виріб; t_{ma} – визначений час складання виробу.

Усереднений час встановлення найпростішої деталі (без потреби в орієнтуванні, в додатковому інструменті), дорівнює 3 секунди під цим поняттям пояснюється базовий час встановлення деталі у виріб.

Розрахунок часу складання виконується на основі таблиць, в яких певним особливостям конструкції деталі або СО поставлені у відповідність часові показники [1], визначені емпірично.

Методика оцінки заснована на аналізі кожної деталі або СО та процесу її встановлення. Перепроєктування виробу полягає в скороченні кількості деталей та підвищенні технологічності при складанні деталей з найвищими показниками трудомісткості.

Фактично, *Boothroyd and Dewhurst's system* встановлює систематичну процедуру аналізу конструкції перед складанням та виробництвом (рис. 1.5)



Рисунок 1.5 – Кроки, що виконуються при DFMA

DFA Product Simplification [19] (рис. 1.6) являє собою програмне забезпечення, яке допомагає оцінити конструкцію виробу з точки зору технологічних процесів складання та спрямовує перепроєктування з метою зменшення витрат, пов'язаних з цими процесами. Робота системи побудована за принципом «запитання-відповідь», тобто конструктор додає деталь за деталлю згідно послідовності складання та відповідає на поставлені запитання стосовно їх конструктивних особливостей та процесів встановлення. Таким чином визначаються деталі, що можуть бути об'єднані, а також найдорожчі складальні процеси, які необхідно проаналізувати більш детально. Згідно представленої інформації конструктор приймає рішення стосовно перепроєктування виробу, після чого знову оцінює процес його складання.

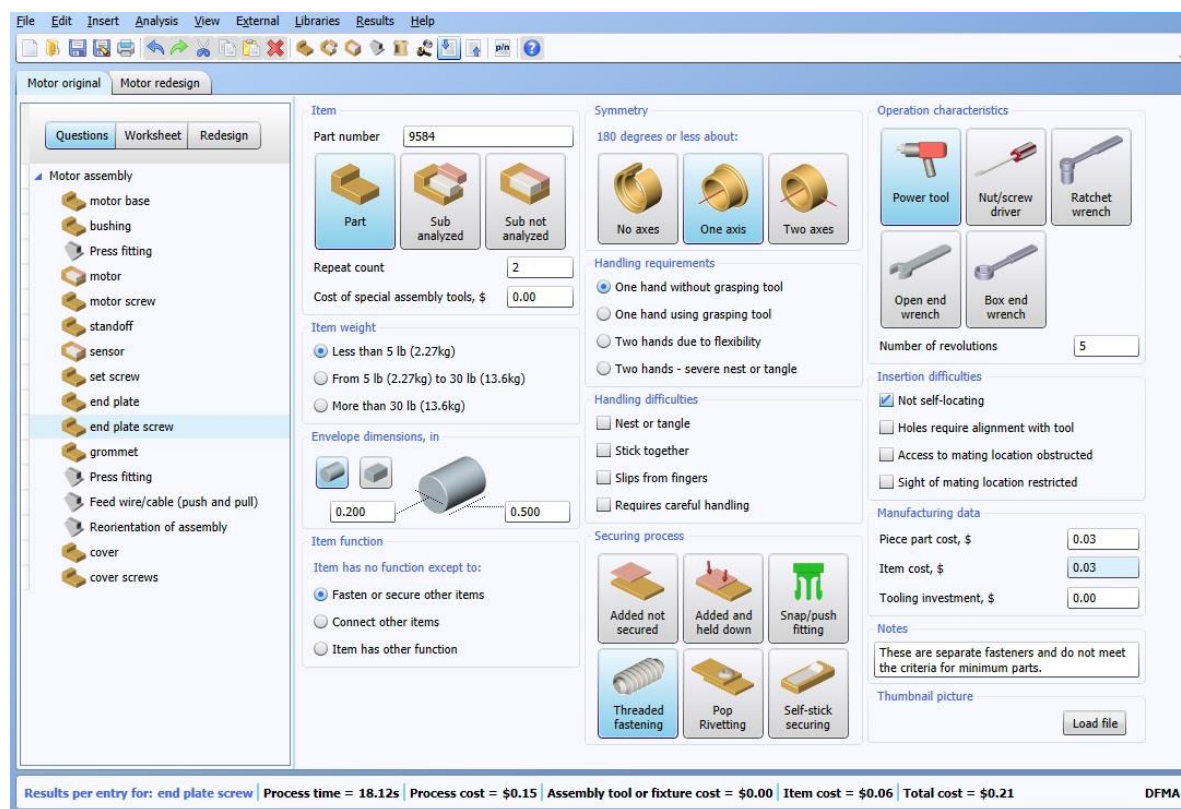


Рисунок 16 Інтерфейс програмного засобу *DFA Product Simplification*

Даний метод у поєднанні з методом DFM та програмним забезпеченням DFM Concurrent Costing (рис. 1.7) є досить потужним інструментом підтримки прийняття рішень та оцінки процесів виготовлення виробів. Недоліком методу є відсутність задання послідовності і змісту технологічних операцій в явному вигляді.

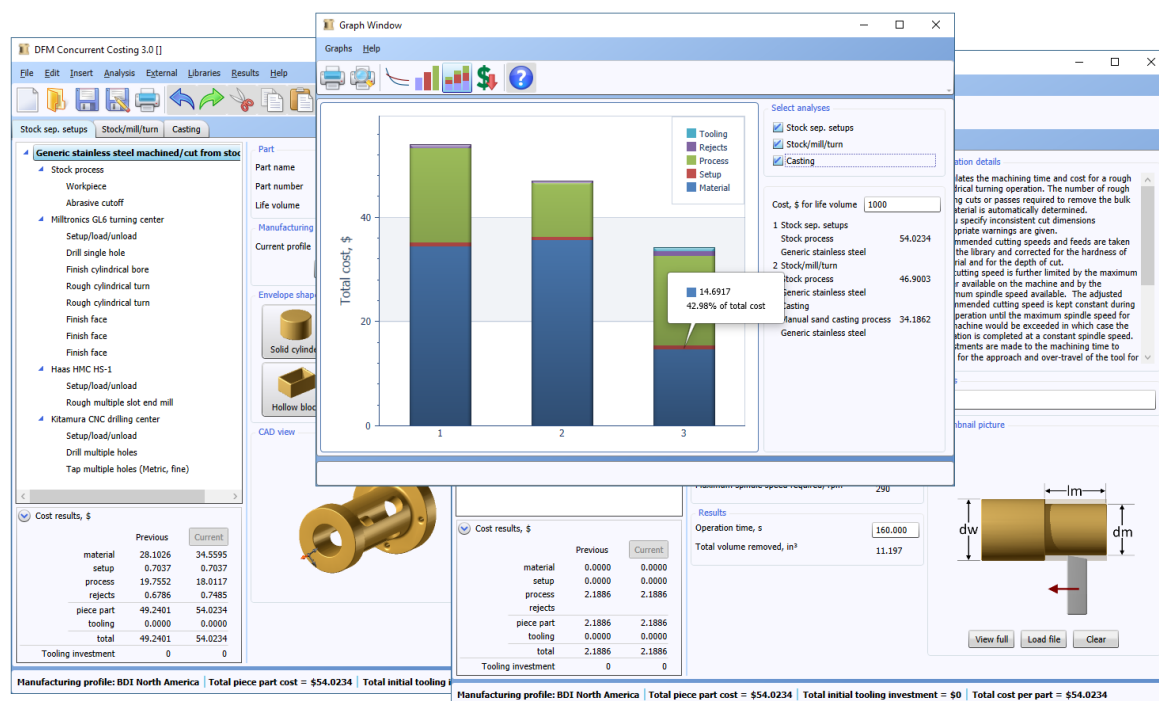


Рисунок 1.7 Інтерфейс програмного забезпечення DFM Concurrent Costing [19]

Методика *Lucas DFA Technique* складається з таких основних частин [16]:

1. *Функціональний аналіз*. Спрямований на зменшення кількості деталей. Під час виконання функціонального аналізу визначається показник теоретично мінімальної кількості деталей та надаються рекомендації стосовно деталей, що потенційно можуть бути об'єднані або виключені.

Основними причинами, за якими деталь має бути окремою від інших, подібно до методу Boothroyd Dewhurst, вважаються наступні:

- Відносний рух
- Унікальний матеріал

- Заміна при обслуговуванні

Деталь вважається «важливою» (*essential*) А-деталлю, якщо вона є окремою від інших за однією з 3-х згаданих вимог. Деталь вважається «неосновною» (*nonessential*) В-деталлю, якщо деталь не повинна бути окремою від інших за 3-ма названими причинами. Відношення кількості «основних» деталей до загальної кількості деталей у виробі з точки зору складання називають показником якості конструкції *DE*. Значення даного показника має бути не менше 60%, тобто:

$$DE = \frac{A}{A+B} \cdot 100 > 60\%$$

2. *Аналіз оперування деталлю.* Виявляє проблеми з ручним або автоматизованим оперуванням деталлю. Базується на аналізі розмірів, маси, геометрії та певних фізичних особливостей деталей. Після заповнення спеціальної форми розраховується сумарне значення індексу оперування деталями виробу. Відношення індексу оперування до кількості А-деталей визначає показник оперування, який не повинен перевищувати 2.5.

3. *Аналіз складання.* Визначення складності кожного складального переходу. Виконується аналогічно до попереднього етапу шляхом сумування коефіцієнтів, пов'язаних із ускладненнями процесу встановлення деталей. Показник складності операцій встановлення розраховується як відношення сумарного індексу встановлення до кількості А-деталей. Даний показник не повинен перевищувати 2.5.

Очевидно, що існує залежність між послідовністю складання виробу та технологічними характеристиками складальних операцій і переходів, отже перед виконанням DFA аналізу конструктор повинен мати у розпорядженні дані стосовно послідовності складання виробу. При використанні методу *Lucas DFA Technique* послідовність складання виробу та зміст технологічних операцій представляється у виді діаграм

(рис.1.8). В даній діаграмі тип виконуваних дій відображається геометричними фігурами, а саме:

- - операція встановлення
- △ - додаткова операція (змастити, протерти тощо)
- - операція закріплення
- D - розкладання
- ◻ - повторне складання.

Лінії показують послідовність виконання переходів, а всередині фігури вказується час.

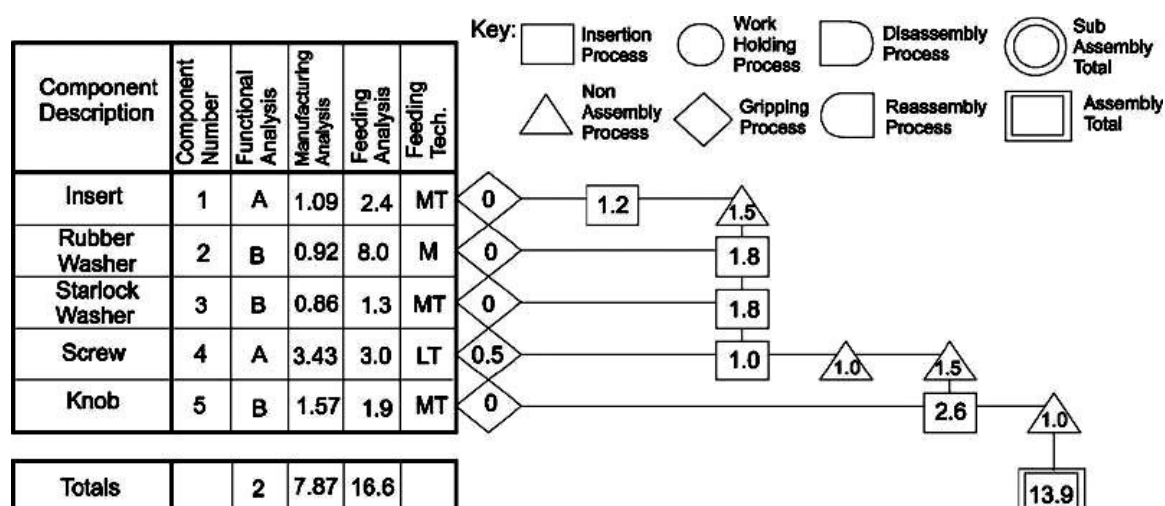


Рисунок. 1.8 Діаграма послідовності складання [11]

4. *Аналіз виробництва.* В відповідності до форми, матеріалу та виробничих процесів, визначається відносна вартість виробництва деталей. Однією з вагомих переваг такої оцінки вартості виготовлення деталі є те, що для будь-якого процесу формула залишається незмінною, а змінюються лише таблиці, з яких вибираються коефіцієнти.

Аби вдало реалізувати вищеперераховані методи необхідний немалий досвід конструктора. Результативність залежить від таких факторів, як суб'єктивні вхідні данні (введені конструктором стосовно класифікації деталей

та аналізу процесу складання), а також від послідовності складання (визначається інженером).

1.4. Управління технологічністю в межах підприємства

Ефективність використання потенціальних можливостей закладених в функціональній структурі системі управління технологічністю виробу залежить від раціональної побудови організаційної структури управління технологічністю виробу. Організаційна структура визначається, як сукупність підсистем, об'єднаних ієрархічними взаємозв'язками, що забезпечують розподіл функцій управління між особами, що приймають рішення і підлеглими управлінцями для досягнення цілей системи.

В якості прототипу системи управління технологічністю в межах підприємства розглянемо схему (рис.1.9), яка поєднує розробку і виробництво виробу, розроблену в [4]. Відомо, що задачі забезпечення технологічності виробу вирішуються на стику конструкторської і технологічної підготовки виробництва. На спеціалізовану службу управління технологічністю (підрозділ забезпечення технологічності виробу), підлеглу через керівництво підрозділу головному інженеру, покладається відповідальність за проведення однієї технічної політики на підприємстві на всіх стадіях створення високотехнологічного виробу з розробкою нормативно-технічних і директивних документів, що забезпечують заданні параметри технологічності виробу [4].

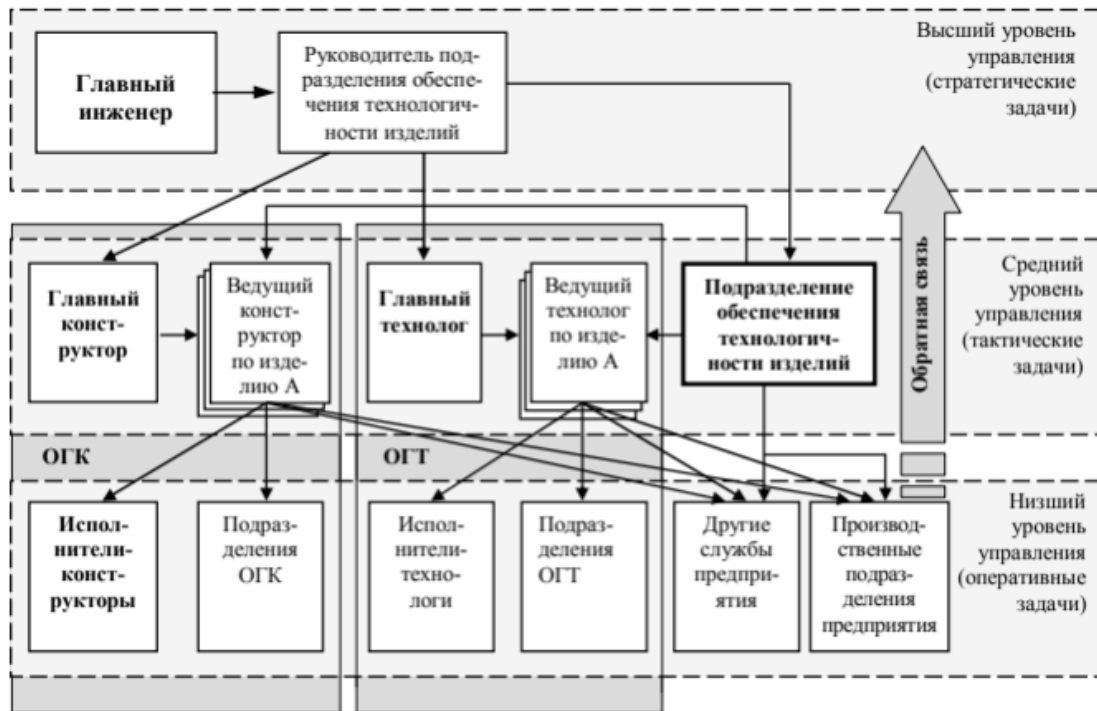


Рисунок 1.9 – Організаційна схема системи управління технологічністю виробу на підприємстві [4]

Представлена в [4] функціональна структура і організаційна схема управління технологічністю може успішно застосовуватись при побудові систем управління технологічністю, що випускають та освоюються на підприємстві машинобудуванні и приладобудуванні виробів.

1.5. Висновки по розділу, мета та задачі дослідження

В проектуванні конструкцій, забезпечення технологічності є важливою задачею. Технологічність може оцінюватись якісною та кількісною оцінкою. Якісна оцінка проводиться на всіх етапах проектування, кількісна оцінка базується на відношенні досягнутих показників до базових. Основними показниками технологічності конструкцій виробу є: трудомісткість виробу, матеріаломісткість виробу та енергомісткість виробу. Забезпечення технологічності з точки зору складання, яке досягається на етапі проектування конструкції виробу в англійській літературі має назву Design for Assembly (DFA). В роботі було розглянуто три основних методи DFA. Встановлено, що головними задачами, що мають бути вирішеними для успішного застосування

методів DFA/DFMA аналізу є: опис конструкції виробу, опис технологічного процесу складання, опис пов'язаних з конкретним конструкторсько-технологічним рішенням економічних показників, оцінка складності виробу та формалізація показників «пристосованості» конструкції виробу до складання.

На сьогоднішній день питання підвищення технологічності складальних виробів є надзвичайно актуальним, адже успішне його вирішення дозволить скоротити виробничі витрати при забезпеченні, а в окремих випадках навіть підвищенні, необхідних експлуатаційних характеристик.

Мета роботи: забезпечення ефективності технологічних процесів складання шляхом розроблення і перевірки на практиці удосконаленого методу відпрацювання конструкцій виробів на технологічність.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Проаналізувати структуру підприємства, для якого виконуються роботи, і запропонувати систему впровадження методики відпрацювання конструкцій виробів на технологічність.
2. Запропонувати вдосконалений алгоритм аналізу технологічності конструкції з урахуванням особливостей роботи підприємства.
3. Виконати вдосконалення конструкції виробу з метою підвищення технологічності при виготовленні та обслуговуванні.
4. Розробити старт-ап проєкт на основі виконаних досліджень.

РОЗДІЛ 2

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ПРИ СКЛАДАННІ І ЙОГО АДАПТАЦІЯ ДО УМОВ ВИРОБНИЦТВА

В даному розділі було розглянуто питання підвищення технологічності конструкції при складанні для виробу, який виготовляється компанією «Українські інтелектуальні системи». Описана система за якою працює компанію при розробці конструкцій.

2.1. Опис компанії, її структури і бізнес-процесів

Компанія «Українські інтелектуальні системи» [20] — міжнародний постачальник послуг у галузі розробки програмного забезпечення та інноваційних ІТ-рішень для автоматизації складу та логістики. Заснована в 2013 році.

Компанія UIS вже розмістилась та добре зарекомендувала себе на ринку в Україні, Естонії, Білорусії, Казахстан, а також перебуває в процесі виходу на ринок в таких країнах, як Китай, Росія, Канада, Португалія. (рис.2.1)

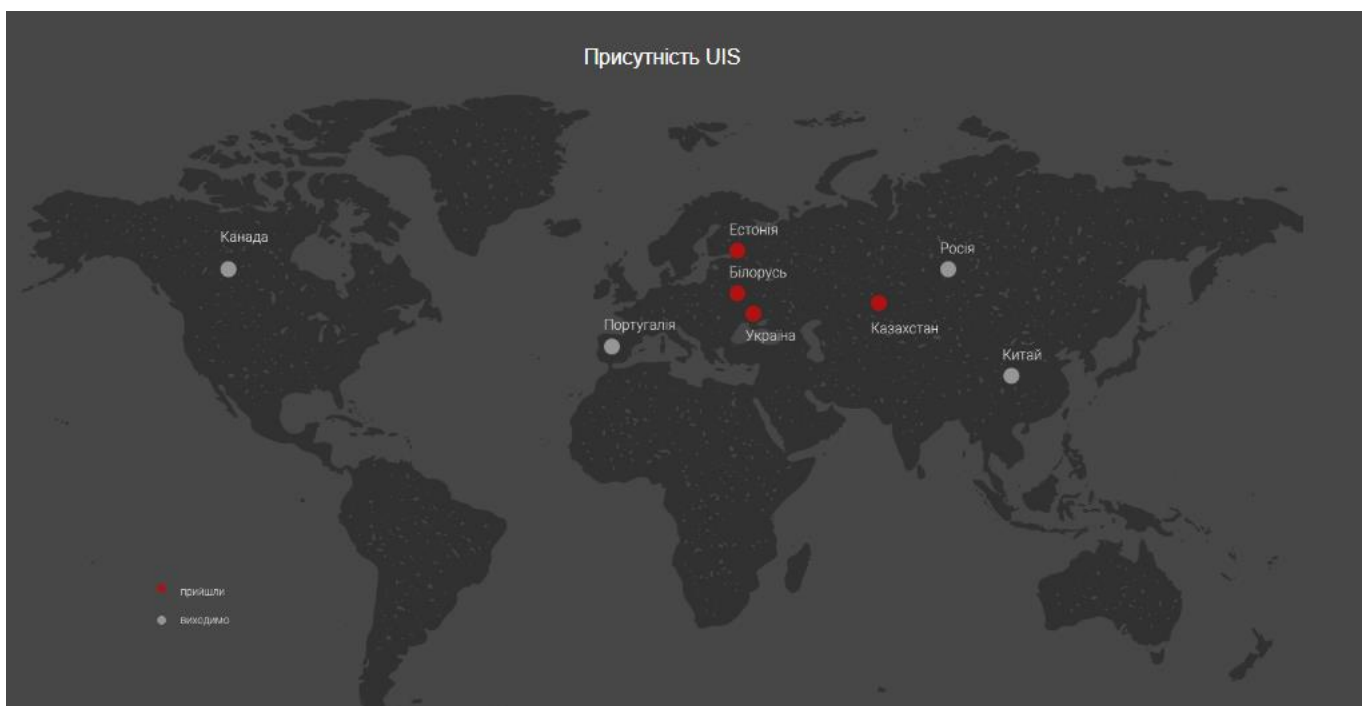


Рисунок 2.1. – Присутність компанії UIS на ринках світу



Рисунок 2.2 – Досягнення компанії

Компанія реалізує проекти відповідно до 3 етапів: аналіз, розробка, впровадження.

Перший етап «Аналіз» включає:

- Формування статуту проекту;
- Опис цільових бізнес процесів;
- Написання технічного завдання.

Другий етап «Розробка» включає:

- Доробка системи;
- Внутрішнє тестування;
- Демонстрація системи замовнику.

Третій етап «Впровадження» включає:

- Навчання;
- Інструкції;
- Підтримка під час запуску.

Найбільшим попитом користується така продукція компанії:

1. Системи *PICK BY LIGHT TA PUT TO LIGHT*

Автоматизовані сортувальні стелажі для складу. Комплексне рішення для автоматизації повного циклу збору замовлень з технологіями Pick-by-light і Put-to-light.

Put-to-light – це напівавтоматична система сортування, призначена для прискорення процесу формування та відбору замовлень за допомогою світлових підказок. Відбувається це таким чином: після сканування штрихового коду товару загоряється лампочка в тій комірці, куди потрібно покласти. Такий алгоритм роботи дозволяє уникнути помилок при складанні замовлень. Крім того, значно збільшується швидкість виконання завдання.

Pick-by-light – режим роботи цієї ж системи в зворотному порядку. Працівник сканує штрих код вантажу / товару / посилки, і лампочкою підсвічує комірку, з якої потрібно взяти товар для його комплектації.

2. Система великогабаритного вимірювання METRIX.

Metrix – комплекс автоматизації вимірювання об'єму та маси посилок, що застосовується для передачі вимірних параметрів на приймаючу станцію. Це відмінне рішення для оптимізації рутинних складських процесів, яке скоротить тимчасові витрати і підвищить продуктивність підприємства.

3. Конвеєрне сортування.

Високопродуктивна автоматична конвеєрна система сортування товарів і вантажів.

Конвеєрне сортування посилок – вкрай корисна річ для виробників, дистриб'юторів, логістичних операторів. Якщо ви маєте справу з великою кількістю замовлень конвеєрне сортування є ідеальним рішенням вашої проблеми.

4. Поштомат.

Поштомат – електронний програмно-технічний комплекс з n-ою кількістю комірок, який застосовується для самообслуговування, а саме для автоматичних операцій прийому і видачі посилок. Кур'єр доставляє посылку до поштобату, отримувач забирає її у зручний для себе час.

Він виконує 3 функції: приймає посылку, зберігає її якийсь час, видає посылку.

Компанія прагне стати піонером у галузі створення автоматичного обладнання, ведучи стандартизацію, технічну перспективу та комерціалізацію, а також стимулювати інновації в автоматичних обладнаннях та інформаційних технологіях у всьому світі. Її ціль вийти на світовий ринок та показати розробленні унікальні рішення для оптимізації рутинних складських процесів.

2.2. Адаптація системи відпрацювання конструкцій на технологічність під компанію

В роботі будемо спиратися на наступні поняття та позначення [10].

Виріб, який має ієрархічно впорядковану множину деталей та *складальних одиниць* (СО) називається *складальний виріб* (СВ) (рис.2.3).

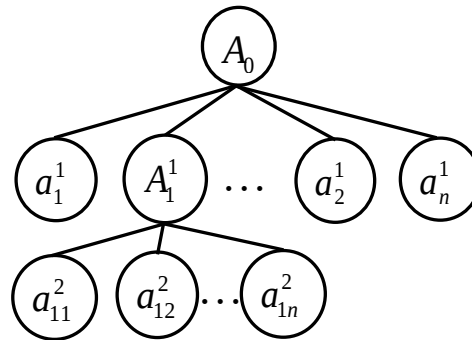


Рисунок 2.3 Конструкторське рішення СВ

A_{mn}^k – n -а СО k -го рівня декомпозиції, що належить m -й СО $(k-1)$ -го рівня;

a_{mn}^k – n -а деталь k -го рівня декомпозиції, що належить m -й СО $(k-1)$ -го рівня.

Будь-який складальний виріб може бути описаний множиною деталей і складальних одиниць, а саме

$$A^0 = A \cup a \quad (2.1)$$

Інформація про функціональну декомпозицію виробу є початковою для створення технологічної декомпозиції СВ. На основі технологічної декомпозиції виробу може бути сформоване дерево *технологічного процесу складання* (ТПС) шляхом виділення в кожному підскладанні базових деталей/СО та впорядкування деталей і СО відповідно до ТПС. З метою покращення процесу

складання під час послідовного складання (ПС), ієрархія компонентів СВ може бути змінена.

Також до ТПС відносяться технологічні операції, які не пов'язані з безпосередньо встановленням деталей у виріб, а виконуються над вже встановленими деталями/СО (наприклад, зварювання, затягування болтів тощо). Такі операції додаються до процесу складання у якості окремих вузлів – на рис.2.5 позначені пунктирною лінією. Відповідно до [10], якщо op_{mn}^k – n -а операція k -го рівня декомпозиції, яка виконується при складанні m -ї СО $(k-1)$ -го рівня, вираз (2.1) може бути представлений як:

$$A^0 = A \cup a \cup op \quad (2.2)$$

Для опису послідовного складання використовується лише дерево процесу складання СВ. Для розвитку і розповсюдження ТПС на послідовно-паралельні та паралельні складальні процеси в [10] запропоновано представити графічний опис процесу поруч з деревом процесу складання. Графічний опис процесу враховує виконання операцій у часі (рис. 2.5).

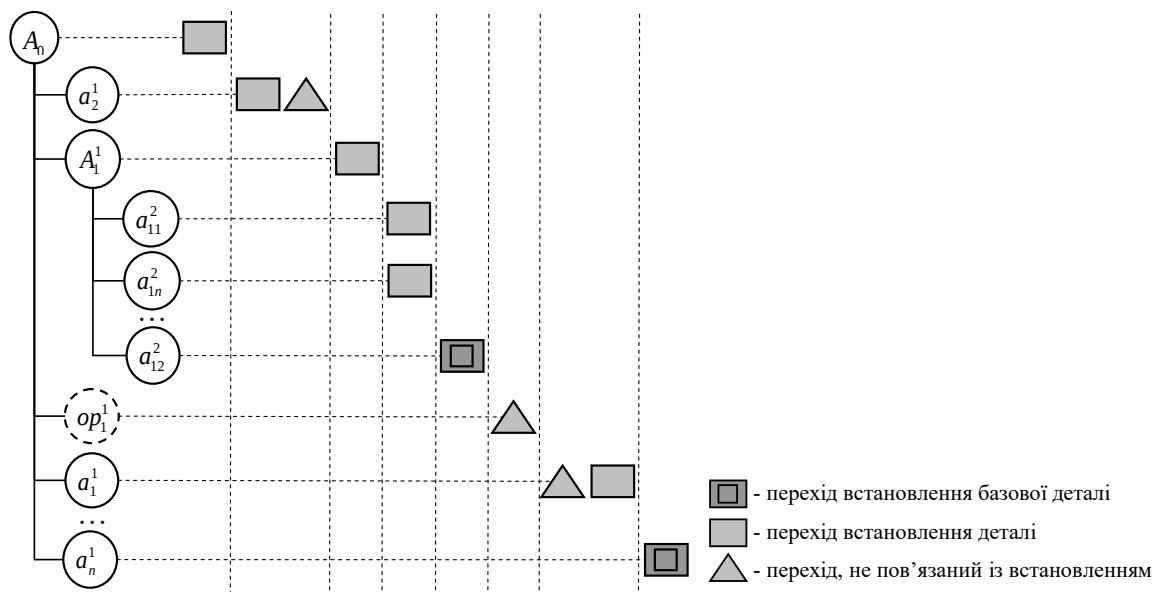


Рис.2.5 Конструкторсько-технологічне рішення [10]

Сукупність даних про конструкторські та технологічні характеристики виробу називають *конструкторсько-технологічним рішенням* (КТР).

В якості методу відпрацювання конструкції виробу на технологічність був обраний алгоритм автоматизованого пошуку кращого КТР представлений в [10].

З метою адаптації алгоритму до умов компанії, для якої виконуються роботи по підвищенню технологічності виробу при складанні, пропонується наступна послідовність пошуку кращого КТР СВ (рис. 2.6).

Етап 1. Дослідження «вузьких місць» виробу. Порівняння з конкурентами, виявлення проблем та їх рівня: виробничі, експлуатаційні тощо. Формулювання завдання на перепроєктування. В компанії, яка розглядається, даний етап є результатом аналізу виробу, який існує, замовник погоджує з головним технологом усі зміни та його вимоги до майбутнього виробу, які можливо винести та реалізувати в новій розробці конструкції.

Основними вимогами до виробу є:

1. Надійність та довговічність конструкції.
2. Максимальне уникнення зварних елементів в виробі.
3. Зменшення вартості та часу у складанні, ця вимога являється найбільшим пріоритетом у виготовлення та розробці нової конструкції.
4. Зручність та легко доступність у складанні та ремонті виробу.

Етап 2. Аналіз наявного (базового) конструкторсько-технологічного рішення.

2.1. Аналіз і опис конструкторської інформації KTP_0^K «як є».

Тривимірна модель СВ, створена в певній з САД-системі, містить наступну інформацію: конструкторська декомпозиція виробу, назва, габаритні розміри, маса, матеріал деталей та СО.

2.2. Аналіз технології складання виробу і виготовлення деталей, формування технологічної складової опису KTP_0^T .

За допомогою САД-системи на основі 3-D моделі створюється повністю вся технічна документація для подальшого впровадження виробу.

2.3. Формування економічної інформації KTP_0^E .

Для того щоб вдало змінити конструкцію виробу важливо знати час і вартість кожної складальної операції та переходу, на основі яких проводиться розрахунок часових та вартісних показників КТР.

Процес формування інформації про вартість складання виробу реалізований наступним чином: розраховується виготовлення даного виробу (нарізка деталей на лазері, гнуття, встановлення та приварення бонок або приварних шпильок, зварювання окремих складальних одиниць і т.д.), витрати на заробітну плату, витрати на метизи, які використовуються при складанні виробу.

Етап 3. DFA аналіз варіанту KTP_j

3.1. Скорочення кількості деталей СВ:

Одним з найбільш ефективних рішень для зменшення витрат та часу у складанні є зменшення кількості деталей у СВ без втрати функціональності і якості виробу, а іноді навіть при її покращенні. На даному етапі мають бути проаналізовані «вузькі місця» конструкції, а також сформульовані функціональні обмеження.

3.2. Аналіз конструкцій деталей з точки зору процесу складання. В цьому етапі проводиться аналіз конструкторських рішень, від яких залежать складальні процеси.

3.3. Аналіз з'єднань. На цьому етапі потрібно проаналізувати найбільш трудомісткі при складанні з'єднання і, по можливості, замінити їх на більш технологічні.

Етап 4. Аналіз доцільності виконання конструкторських робіт

4.1. Аналіз запропонованого КТР, оцінка технологічної здійсненності, а також забезпечення необхідних експлуатаційних вимог.

4.2. Прийняття рішення стосовно переконструювання СВ. Створення базової інформації для формування KTP_i .

Етап 5. Створення нової конструкції KTP_i .

Частина інформації успадкована від «батьківського» КТР, виконуються конструкторські роботи відповідно до запропонованих удосконалень,

розробляється опис технологічного процесу складання нової конструкції, розраховуються часові і вартісні показники виготовлення і складання.

Етап 6. Порівняльний аналіз і прийняття рішення

Порівняльний аналіз проводиться з метою знаходження КТР, яке б забезпечило зменшення витрат на виготовлення виробу без втрати його якості.

Якщо результат порівняльного аналізу задовільний – необхідне рішення знайдено, якщо ні – виконується подальший пошук кращого КТР.

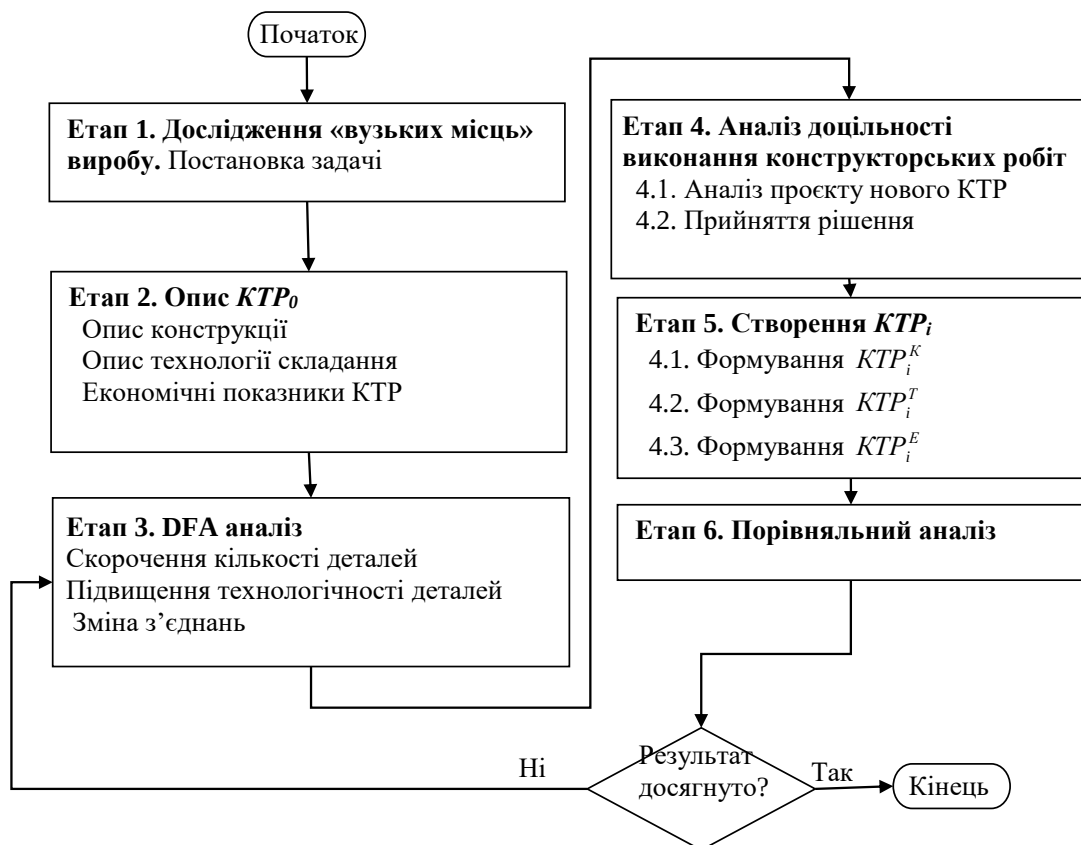


Рисунок 2.6 Алгоритм пошуку кращого КТР

2.3. Опис проблеми, яку необхідно вирішити (поточні проблеми з конструкцією виробу «Поштомат»)

На сьогодні «Поштомат» користується великою популярністю в мережі доставок посилок. Не зважаючи на те, що, є розроблено досить багато різних конструкцій поштомату, питання удосконалення конструкції на технологічність складання є досі актуальним.

Дана конструкція «Поштомату» містить велику кількість деталей та майже вся конструкція є зварною, це підвищує собівартість виготовлення виробу, а також недоліком є те, що, якщо виникне потреба в заміні деталі, нам прийдеться виконувати заміну повністю складальної одиниці, в якій міститься дана деталь.

Доступ до електроніки та замків також обмежений та важко доступний, на заміну або налаштування ми витрачаємо багато часу.

В цілому виріб має високу вартість виготовлення та складання, а також займає багато часу при складанні.

Тому було запропоновано розробити вдосконалену конструкцію виробу «Поштомат», в якій підвищити технологічність при сервісному обслуговуванні:

- Забезпечити доступ до електроніки для заміни і налаштування;
- Забезпечити доступ до замків.

Підвищити технологічність при складанні:

- Зменшити кількість деталей
- Зменшити кількість зварних з'єднань та їх складність

Підвищити ремонтпридатність, зменшити собівартість виготовлення виробу, зменшити час складання.

2.4. Висновки по розділу

В цьому розділі було розглянуто питання технологічності на певному підприємстві. Зробивши опис компанії, можна сказати, що дана компанія успішно реалізована на ринку в Україні та інших країнах та розвиватись є куди далі. У майбутньому розвитку, компанія придає велику увагу у вдосконаленні конструкцій на технологічність.

Розроблено удосконалений метод відпрацювання конструкцій виробів на технологічність, який включає 6 етапів.

Ефективність розробленого методу розглянемо на прикладі відпрацювання на технологічність одного із продуктів компанії – виробу «Поштомат».

Розділ 3. Практична реалізація

В даному розділі ми розглянемо та порівняємо дві конструкції виробу «Поштомат» на технологічність їх складання.

Поштомат – це автоматичний термінал з безліччю осередків, у які кур'єр доставляє посылку, а одержувач може потім у будь-який зручний для нього час (вдень чи вночі) може забрати її. Основна ідея та цінність сервісу пошти – зручність для клієнта, тобто просте отримання замовлення у будь-який час.

Важливо при проектуванні моделі поштомату врахувати те, що це автоматичний пристрій, в ньому знаходиться багато електроніки, це вимагає в конструкції вільний доступ для монтажу усього необхідного, а також врахувати на майбутнє можливість заміни деталей та електричних приладів, тобто легкий та швидкий доступ для ремонту.

3.1. Опис початкової конструкції і технології виготовлення виробу «Поштомат».

У цьому розділі розглянемо початкову конструкцію і технологію виготовлення складального виробу «Поштомат» (рис.3.1), тривимірна модель була спроектована в середовищі SOLIDWORKS.

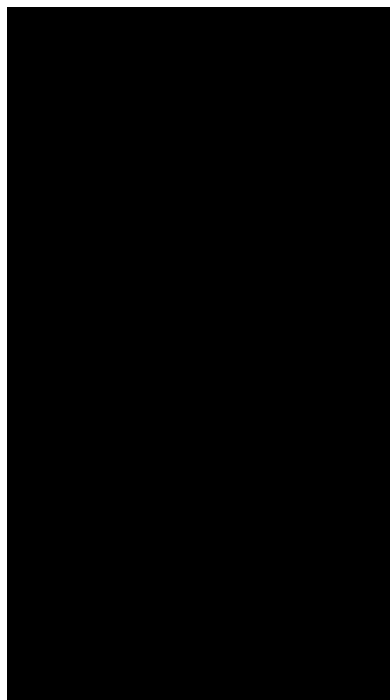


Рисунок. 3.1 - 3-D модель складального виробу «Поштомат»

Конструкція складається з 4-х зварних складальних одиниць, досить складної збірки за рахунок багатьох дрібних деталей, всього в даному виробі 623 деталі, частина деталей встановлюється на заклепки або різьбові з'єднання. Збірка виконується майже повністю за рахунок листового металу, деталі вирізаються лазером та виконуються згин деталі. Оскільки конструкція не потребує високої точності виготовлення, це значно заощаджує час виготовлення виробу в цілому.

До складальних одиниць, які зварюються відносяться такі складальні елементи виробу: основа (рис.3.2), корпус середини (рис.3.3), бокова стінка (рис.3.4), криша (рис.3.5).

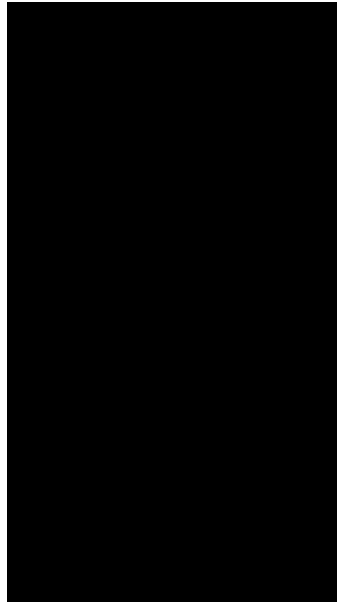


Рисунок 3.2 – Ескіз зварювання основи

Конструкція основи має 24 деталі, всі деталі базуються по шип-пазам та зварюються по контуру стику, зварні шви зачищаються.

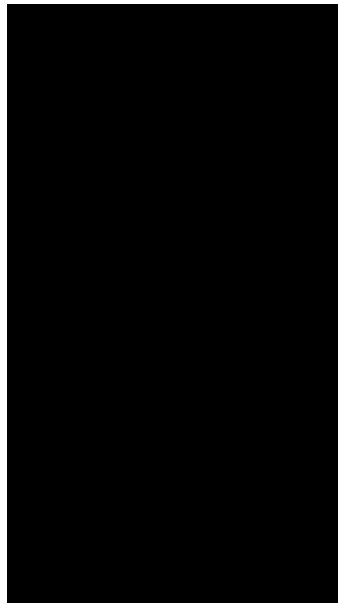


Рисунок 3.3 – Ескіз зварювання корпусу середини

Корпус середина має 80 деталей, всі деталі базуються по шип-пазам та зварюються по контуру стику, усі зварні шви зачищаються. Дана конструкція при зварюванні займає багато часу тому, що містить велику кількість маленьких деталей. Також конструкція містить 74 клепальних гайок, встановлення яких є швидким за умови пневматичного клепальника для такого виду гайок.



Рисунок 3.4 – Ескіз зварювання бокової стінки: а) права; б) ліва.

Одна сторона бокової стінки містить 34 деталі, на деталі BFR_001, BFR_002 виконане гравіювання по якому виставляються усі деталі та приварюються по контуру стику.

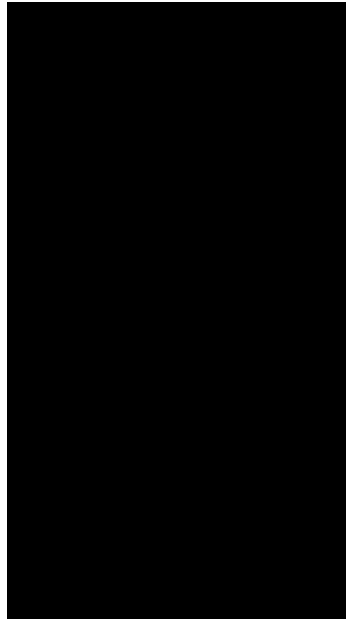


Рисунок 3.5 – Ескіз зварювання криши

Конструкція криши має 11 деталей, які виставляються по шип пазам та зварюють по контуру стику, зварні шви зачищаються. Також дана збірка має 2 приварні гайки та 2 приварні шпильки.

Далі зварюються основний корпус «Поштомату» до попередньо звареної збірки основи приварюється корпус середини та бокові стінки, а також деталі поз. 6,7,8 для жорсткості конструкції. Ескіз зварної конструкції наведений на рис.3.6.

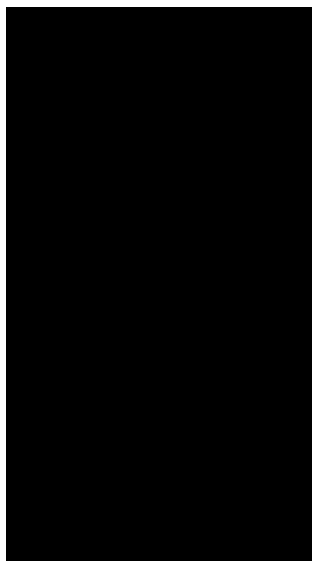


Рисунок 3.6 – Ескіз зварювання основного корпусу

Збірка дверей повністю складається за допомогою заклепок. Одна дверка містить 13 деталей та 4 приварних шпильки, також заклепується 4 клепальних гайки, на які прикручується за допомогою гвинтів петля для замка. На рисунку 3.7 зображено дверку в розібраному вигляді та зібраному. Всього в даному виробі «Поштомату» 24 дверки: 11 шт. - права маленька дверка, 10 шт. - ліва мала дверка, 1 шт. - сервісна дверка, 1 шт. - права велика дверка та 1 шт. - ліва велика дверка.



Рисунок 3.7 – а) 3-D модель дверки; б) 3-D модель дверки в розібраному вигляді.

Подальше складання «Поштомату» відбувається після того, як встановлюється вся електроніка в корпусі середини, на заклепки ми встановлюємо задні стінки, кришка задньої частини середини, фальш панелі, якими ми обшиваємо корпус середини, закриваючи доступ до електроніки. Після чого ми встановлюємо полки, які теж клепаємо на заклепки та встановлюємо ось на якій фіксуємо дверці. Далі вставляємо композити на бокові частини, та клеїмо

композит на верх і низ, клепаємо верхню полку, встановлюємо та підключаємо електроніку, закриваємо кришкою, яка фіксується двома болтами заді. На рисунку 3.8 зображено конструкцію в розкладеному вигляді.

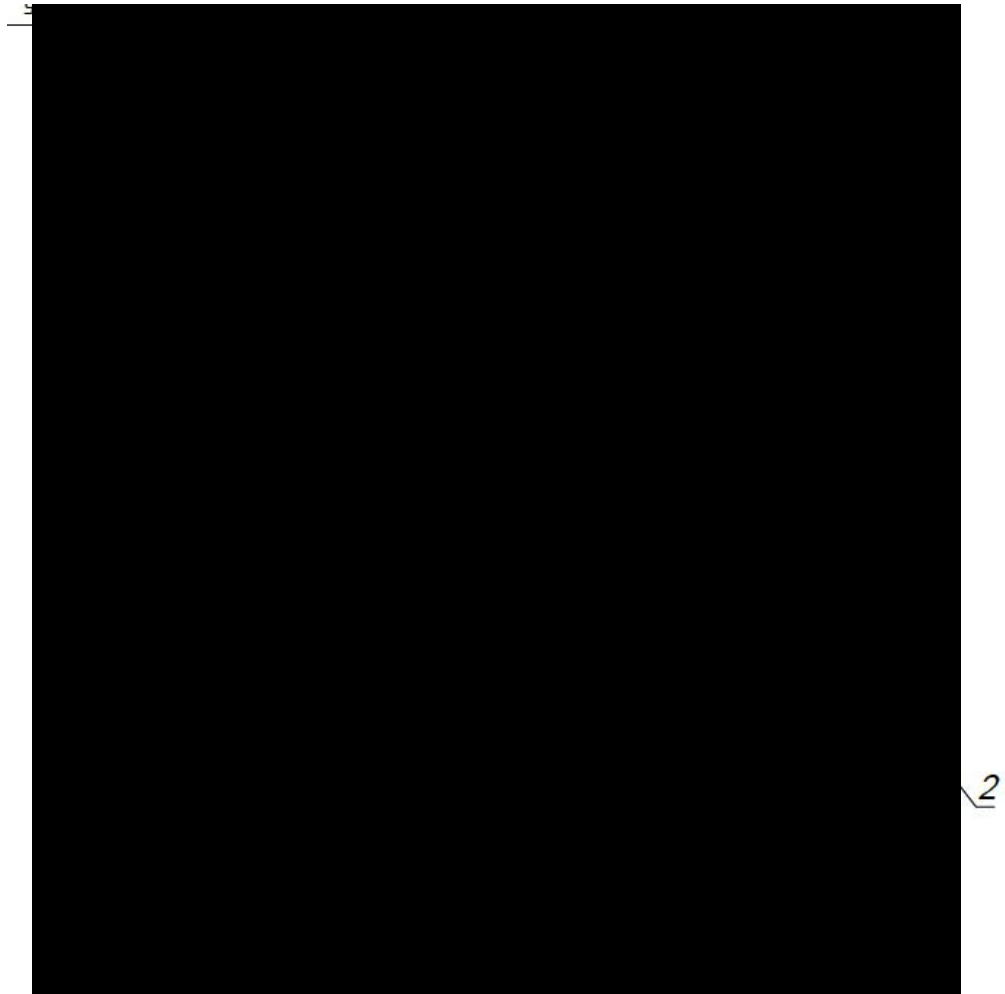


Рисунок 3.8 - «Поштамат» в розкладеному вигляді:

- 1) основний корпус; 2) задня стінка; 3) фальш панелі; 4) полки; 5) верхня полка; 6) криша; 7) дверці; 8) кришка для задньої частини середини;*
- 9) композит.*

3.2. Вдосконалення конструкції і технології виготовлення

На рисунку 3.9 представлено вдосконалену конструкцію «Поштамату».

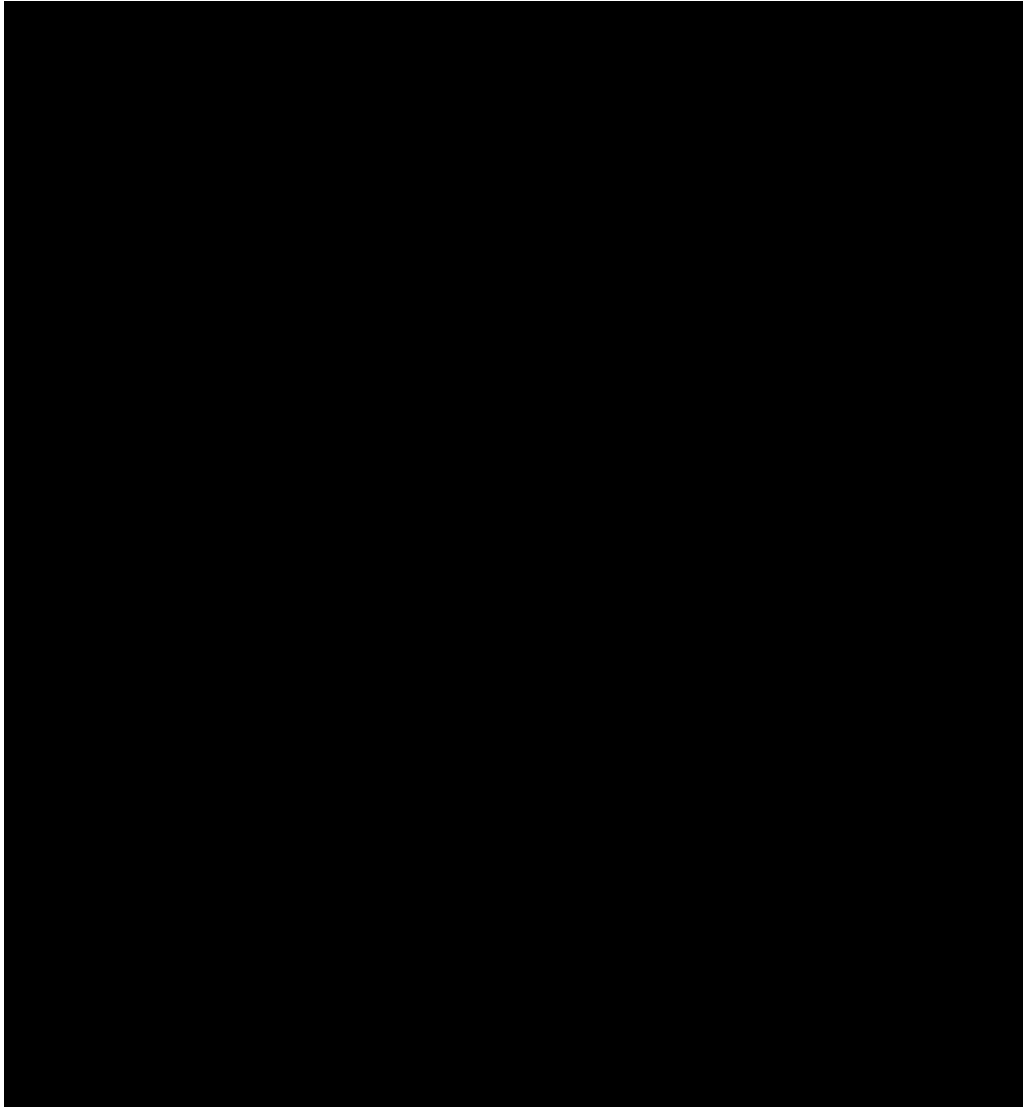


Рисунок 3.9 – 3-D модель вдосконаленої конструкції «Поштомату»

Така конструкція складається тільки з 3-х (основа, криша, кронштейн для криши) зварних складальних одиниць, всього конструкція має 326 деталі, майже вся конструкція збирається за допомогою з'єднання заклепками або різьбові з'єднання. Дана конструкція відрізняється від попередньої кришею, яка піднімається за допомогою кронштейна та сервісної комірки, в якій знаходиться вся основна електроніка, такий варіант виконання дає нам легкий та швидкий доступ до електроніки в разі потреби її заміни або налаштування.

Зварювання основи містить не багато деталей та є досить легким, що не можна сказати про зварювання криши, адже вона зварюється з 2-х попередньо зварених складальних одиниць та 1 деталі.

Ескізи зварних конструкцій наведені на рис. 3.10, рис.3.11, рис.3.12.



Рисунок 3.10 – Ескіз зварювання основи

Конструкція основи має 9 деталей та 6 приварних гайок. Деталі виставляються по шип-пазам та приварюються по контуру стику.

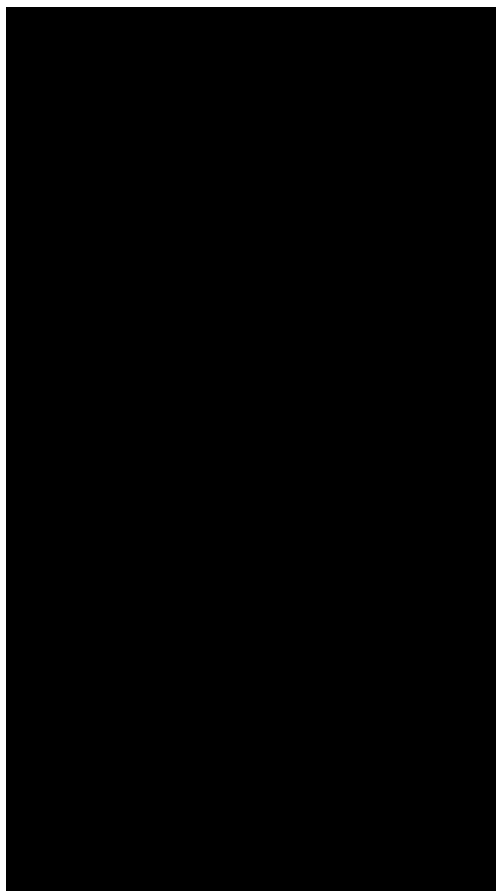


Рисунок 3.11 – Ескізи поетапного зварювання криши



Рисунок 3.12. – Ескіз зварювання кронштейна для криши

Повна конструкція криши містить 18 деталей та 12 гайок клепальних. Зварювання відбувається по стандартній схемі виставляємо деталі по шип-пазам та проварюємо по контуру стика.

Наступний етапом на кришу встановлюється композит на заклепки та з'єднуємо кришу та кронштейн за допомогою 2-х гвинтів (рис. 3.13).



Рисунок 3.13 – 3-D повної збірки кришки

Наступним етапом складання є збір середини (рис.3.14), до деталі поз.1 клепаються деталі поз. 2,4,5,6,7,8 , аналогічно складаємо ліву частину середини, а далі дві середини складаються та скручуються гвинтами в 4 точках, а також стягується деталлю поз.3 зверху і знизу, які кріпимо заклепками. Дана конструкція середини є досить зручною і швидкою у збирані, великою перевагою є доступ до замків, які ми можемо замінити не розбираючи середину, а тільки знімаючи кришки для замків, які встановлюють далі також на заклепки.

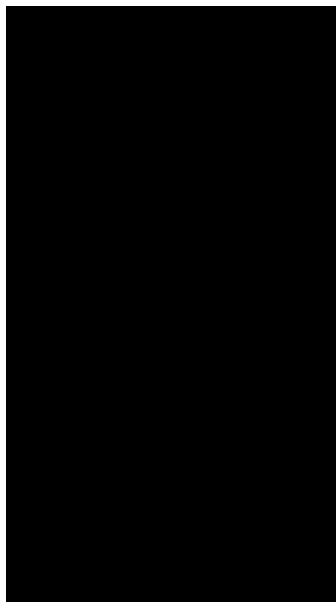


Рисунок 3.14 – Ескіз складання середини

Збірка середини містить 41 деталі та 7 клепальних гайок.

Після, до середини ми заклепуємо задні стінки та бокові частини поштомату. Наступний етап встановлення полок, спочатку клепаються верхня і нижня полка, а далі всі між серединні полки. Зібраний корпус встановлюється на основу та фіксується гвинтами. Кришу встановлюємо також на гвинти, а також вставляються бокові стінки і заді фіксуються гвинтом. Останнім етапом в збірці є встановлення дверей.

В даному поштомоті встановлено 29 дверок: 12 шт. – права мала дверка; 11 шт. – ліва мала дверка; 1 шт. – права середня дверка; 1 шт. – ліва середня дверка; 1 шт. – права велика дверка; 1 шт. – ліва велика дверка; 1 шт. – ліва сервісна дверка; 1 шт. –сервісна дверка зверху. Одна дверка має 4 деталі, всі деталі встановлюються на заклепки, на рисунку 3.15 представлена тривимірна модель дверей.

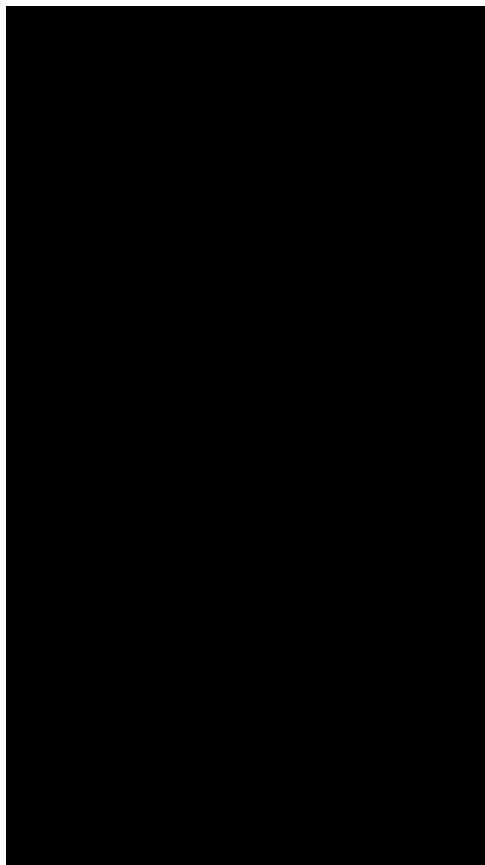


Рисунок 3.15 – а) 3-D модель збірки дверей; б) 3-D модель дверей в розібраному вигляді.



Рисунок 3.16 - «Поштомат» в розібраному вигляді

3.3 Порівняння варіантів і прийняття рішення

За допомогою програми DFA порівнюємо вартість та час складання конструкцій дверей в представлених двох версіях «Поштомату».

Початкова конструкція дверей було 13 деталей, деякі з них зварювались, а інші встановлюються на заклепки або гвинтові з'єднання. На рис. 3.17 представлений технологічний процес складання початкової конструкції дверей.

The screenshot shows the DFA Expert software interface. On the left is a 'Дерево вариантов' (Options Tree) with a tree structure where '0' is selected, and '0-1' and '0-2' are sub-options. The main area displays a table with 11 rows of components for 'Дверка 1'. The table columns are: N, Структура, Шифр, Кол-во, С. сум, С. сб, С. уст, С. изг., and several empty columns for additional data. The components listed are: Дет... (2), Кор... (1), Кріп... (1), Реб... (1), Реб... (1), Пет... (1), Отлив (1), Регу... (2), Стоп... (1), Кри... (1), and Кри... (1). The total cost (С. сум) is 166,75, and the total weight (С. сб) is 11,87.

N	Структура	Шифр	Кол-во	С. сум	С. сб	С. уст	С. изг.								
0	Дверка 1		13	166,75	11,87	0,95	0,00								
1	Дет...		2	1,960	0,000	0,980	0,000								
2	Кор...		1	0,952	0,000	0,952	0,000								
3	Кріп...		1	0,853	0,000	0,853	0,000								
4	Реб...		1	0,818	0,000	0,818	0,000								
5	Реб...		1	0,818	0,000	0,818	0,000								
6	Пет...		1	0,805	0,000	0,805	0,000								
7	Отлив		1	0,980	0,000	0,980	0,000								
8	Регу...		2	1,820	0,000	0,910	0,000								
9	Стоп...		1	0,910	0,000	0,910	0,000								
10	Кри...		1	0,980	0,000	0,980	0,000								
11	Кри...		1	0,980	0,000	0,980	0,000								

Рисунок 3.17 – Технологічний процес складання “Двері 1” в середовищі
DFA Expert

В удосконаленій конструкції дверей значно зменшилась кількість деталей, збірка складається всього з 4 деталей, що значно зменшує час та вартість на складання такої конструкції. Процес складання є досить простим оскільки всі деталі закріплюються на заклепки.

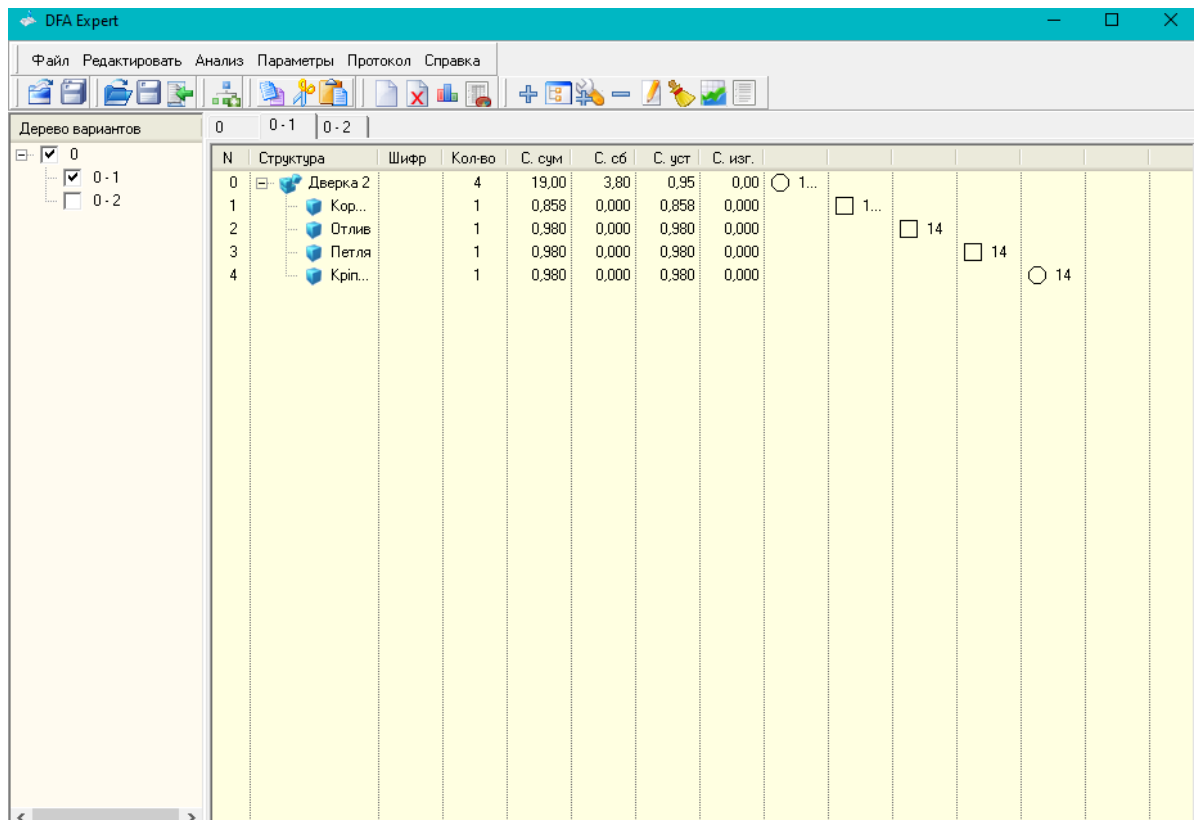


Рисунок 3.18 – Технологічний процес складання “Двері 1” в середовищі
DFA Expert

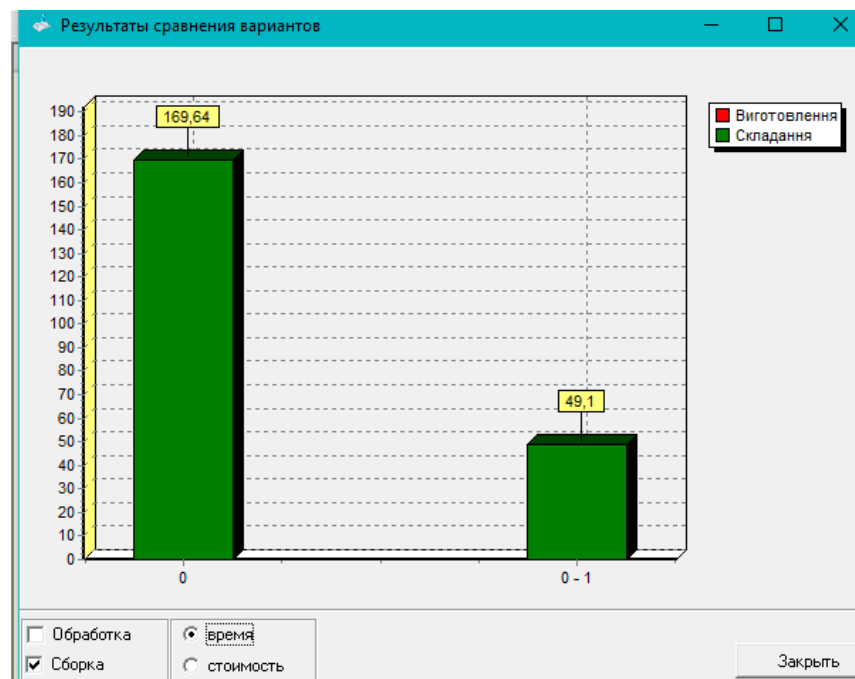


Рисунок 3.19 – Результат порівняння складання дверок

Порівнявши два приклади розроблених конструкцій дверей, однозначно складання дверки в удосконаленій версії поштомаду є чудовим рішенням, враховуючи, що кількість дверей у поштомаді велика і вони займають досить великий відсоток часу у складанні.

Виготовлення поштомату з зварним каркасом складається з 623-х деталей, така кількість деталей є досить великою для даного типу конструкції, що значно ускладнює складання. В другій версії так звана “вдосконалена” конструкція «Поштомату» кількість деталей менша у 2 рази менша, а саме 326 деталей.



За рахунок меншої кількості деталей у вдосконаленому поштомати, відповідно час виготовлення менший. Виготовлення та зварення «Поштомату» складає 8-10 робочих днів, а виготовлення вдосконаленого «Поштомату» складає 3-5 робочих днів. Звичайно кількість деталей відіграє велику роль у виготовленні, але також значну роль зіграло складність зварних конструкцій, особливо зварювання корпусу. Використання великої кількості деталей малих габаритів збільшує час зварки, тому у вдосконаленій версії було прийнято рішення максимально зменшити кількість зварних конструкцій та їх складність.

При складанні такого виробу виділяється окремий етап складання монтаж на місці. В зварному варіанті майже вся конструкція зварена попередньо, його повне складання займає 2-4 робочих дні. Вдосконалена версія «Поштомату», за рахунок складання майже усієї конструкцій на заклепки, займає 3-5 робочих днів.

Отже, повне складання «Поштомату» складає 10-14 робочих днів, а вдосконалена версія «Поштомату» 8-10 робочих днів.

Оскільки в двох варіантах поштомату, особливо в вдосконаленому, велика кількість деталей встановлюється на заклепки потрібно використовувати пневматичний заклепочний інструмент, це значно зменшує час складання.

Також важливим є ремонтпридатність та обслуговування даних конструкцій.

У вдосконаленій версії поштомату за рахунок встановлення більшості деталей на заклепки, ми можемо легко замінити будь-яку потрібну деталь для цього нам лише потрібно висвердлити заклепки та замінити деталь, маючи таку можливість конструкція збільшує строк своєї експлуатації. У зварній конструкції для заміни підлягає невелика кількість деталей, термін експлуатації такого поштомату менший, чим у вдосконаленого варіанту.

Також перевагою вдосконаленого поштомату є легкий доступ до заміни електроніки або її налаштування, це є важливо для даної конструкції, адже час від часу замки виходять з ладу і потребують заміни. Для налаштування електроніки у вдосконаленому поштоматі потрібно лише відкрити сервісну комірку, яка закривається на замок. У зварній конструкції, щоб отримати доступ до електроніки потрібно відкрути та зняти повністю кришу за умови, що на криші встановлена ще сонячна панель це є не зручно та довго. Щоб замінити замки у вдосконаленому поштоматі потрібно відкрутити 3 гвинти, у зварній конструкції спочатку потрібно зняти заклепки на фальш панелі після чого ми отримаємо доступ до замків, які ще додатково потрібно відкрутити.

Значною перевагою зварного поштомату це його жорсткість. За рахунок зварного корпусу конструкція є досить жорсткою та надійною, що не можна сказати про вдосконалений варіант.

Якщо порівнювати вартість виготовлення двох поштоматів, то вдосконалена версія є більш вигідною для подальшого використання та виготовлення. Вартість такого поштомату буде складати 29562 грн з ПДФ, вартість зварної конструкції більша майже в 2 рази, її вартість складає 52896 грн з ПДФ.

3.4 Висновки

Запропонований в розділі 2 алгоритм удосконаленого методу відпрацювання конструкцій виробів на технологічність був перевірений практично при удосконаленні конструкції виробу «Поштомат», який розробляється і виготовляється компанією «Українські інтелектуальні системи».

Виконаний порівняльний аналіз двох конструкторсько-технологічних рішень виробу «Поштомат». В результаті встановлено, що вдосконалена версія «Поштомату» має більше переваг. Ціль зменшення кількості деталей, майже повна відмова від зварних конструкцій, зменшення вартості виготовлення виробу, скорочений час складання була досягнута.

Нова конструкція виробу містить на 48% менше деталей, тривалість виготовлення елементів скорочено в з 10 до 5 днів, виробничий цикл складання скорочено з 14 до 10 днів.

Незважаючи на свої переваги, конструкторське рішення виробу потребує внесення деяких корективів у конструкції. При подальшому вдосконаленні конструкції потрібно обов'язково додати жорсткості для даного виробу. Також потрібно врахувати похибку у виготовленні деталей та збільшити допуски. В складанні середини додати кріпильні елементи.

РОЗДІЛ 4.

РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

4.1 Розробка стартап-проєкту

Стартап – це нещодавно створена компанія, яка буде свій бізнес на основі нових ідей, що потребують подальшого розвитку та підходящих бізнес-технологій для її подальшого провадження в ринковій реалізації. В цьому розділі виконаний маркетинговий аналіз стартап проєкту задля визначення принципової можливості його ринкового впровадження та можливих напрямів реалізації цього впровадження. Проведення маркетингового аналізу передбачає виконання нижченаведених кроків.

5.2 Опис ідеї проєкту.

4.2 Опис ідеї проєкту.

Розроблення та впровадження автоматизованих систем отримання поштових замовлень.

Застосування такої продукції значно покращить роботу поштових закладів, така система отримання посилок буде зручною як для клієнтів, так і для самих відділень пошти, а також скоротить час на технологічну підготовку, що є актуальними проблемами в наш час у приладобудуванні.

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап-проєкту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Розроблення та впровадження автоматизованих систем отримання поштових замовлень.	Приладобудування	Зменшення фінансових затрат та часу на технологічну підготовку та виконання процедур отримання замовлень.

Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї (чим відрізняється від існуючих аналогів та замінників) порівняно із пропозиціями конкурентів передбачає:

Таблиця 4.2 - Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проєкту

№	Техніко-економічні параметри ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів		W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
1	Простота конструкції	Мій проєкт	Проєкт конкурента	-	-	+
2	Низька вартість			-	-	+
3	Швидкість виготовлення			-	+	-
4	Продуктивність			-	-	+
5	Широкий діапазон застосування			-	-	+
6	Рентабельність			-	-	+
7	Наявність товару замінника			+	-	-
8	Екологічність			-	-	+
9	Новизна			-	-	+
10	Транспортування			-	-	+

4.3 Технологічний аудит ідеї проєкту

В межах даного підрозділу необхідно провести аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею проєкту (технології створення товару).

Визначення технологічної здійсненності ідеї проєкту, яка полягає в розробці та продажі автоматизованої системи отриманні посилок, передбачає аналіз таких складових, табл. 4.3:

- За якими технологіями вимовлятиметься автоматизована система згідно ідеї проєкту?
- Чи є доступна програмна реалізація автоматизованої системи?
- Чи є доступними такі технології для авторів цього проєкту?

Таблиця 4.3 - Технологічна виконаність ідеї проєкту

№ п/п	Ідея проєкту	Технології реалізації ідеї	Наявність технологій в країні	Доступ до технологій
1	Забезпечення умов для виконання робіт	1. Створення бази. Документації	1. Наявні	1. Доступні
2		2. Розроблення технологічного процесу виготовлення та складання виробу	2. Наявні	2. Доступні
		3. Розробка вимог для контрольної оцінки та проведення тестування.	3. Наявні	3. Доступні
		4. Її апробація	4. Наявні	4. Доступні
Обрана технологія реалізації ідеї проєкту: єдина, що можлива для реалізації.				

Проєкт можливо запустити згідно всіх показників.

4.4 Аналіз ринкових можливостей для запуску стартап-проєкту

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проєкту, та загроз на ринку, які можуть завадити реалізації проєкту, дозволяє спланувати напрями розвитку проєкту із урахуванням ринкового стану, потреб потенційних клієнтів та пропозицій, що пропонують конкуренти.

Спочатку необхідно провести огляд попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку, табл. 4.4.

Таблиця 4.4 - Попередня характеристика потенційного ринку для стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринкового середовища	Характеристика
1	Кількість головних гравців	4-5
2	Загальний обсяг продажів	до 200 од. в рік
3	Динаміка ринку	Стабільна
4	Наявність перешкод для входу на ринок	Обмеження в застосуванні продукції, велика конкуренція
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Безпечність конструкції, довговічність
6	Середній показник рентабельності в галузі (або по ринку), %	75%

Далі будуть визначатися потенційні клієнти, їх характеристики, а також формуватися орієнтовний список вимог до товару для кожного клієнта.

Таблиця 4.5 - Характеристика потенційних клієнтів для стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія	Відмінності у поведінці різних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Вибір якісного обладнання, для автоматизованого отримання поштових замовлень.	Компанії, які використовують різні способи доставки	Немає	- Якість результатів – Відносно невисока ціна продукту

				- Зручність у використанні - Можливість модернізації, та низька вартість її проведення, Ремонтопридатність.
--	--	--	--	--

Після визначення потенційних клієнтів проводиться аналіз ринку: складання таблиць показників, що сприяють виведенню проекту на ринок, та показників, що йому перешкоджають, табл. 4.6-4.7. Фактори в таблиці подані в порядку зменшення значимості. Таблиця 4.6 - Фактори загроз

№ п/ п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція
1	Недовіра новому	Недовіра до нового виробника конструкції на ринку, що не виправдана часом	Вибір перевіреної аналогічної позиції конкурента в якості прототипу. Лабораторні випробування, Представлення на виставках
2	Не досконалість	Виявлення недосконалості в конструкції в порівнянні з конструкцією конкурента	Перегляд конструкції, усунення недоліків, заміна по гарантії.

3	Підвищення конкуренції	Поява в асортименті конкурентів аналогічної конструкції	Патентування конструкції, створення унікального дизайну, підвищення розмірів виробництва, час виготовлення та складання конструкції, ціна виробу.
---	------------------------	---	---

Таблиця 4.7 - Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція
1	Розширення асортименту	Збільшення доступних автоматизованій системі отримання.	Впровадження цих можливостей.

Аналіз пропозиції: визначаються загальні показники конкуренції на ринку автоматизованого обладнання.

Таблиця 4.8 - Ступеневий огляд конкуренції

Особливості конкурентного середовища	Як буде проявлятися дана характеристика на ринку	Зміни в діяльності підприємства
1. Вид конкуренції	Монополія	Зацікавлення новим оригінальним та якісним продуктом, потенційних та старих клієнтів.
2. Ступінь конкурентної боротьби	Локальна	Поява продукту на міжнародному ринку.
3. За ознакою галузі	Внутрішньогалузева	Підтвердження якості продукту зі сторони клієнта

4. Конкуренція по виду товарів:	Товарно-видова	Підтвердження оригінальності продукту
5. За видом конкурентних переваг	Цінова	Доступність продукту для потенційних клієнтів
6. За інтенсивністю	Марочна	Розвиток бренду програмного продукту

Після аналізу конкуренції проводимо більш детальніший аналіз умов конкуренції в галузі.

Таблиця 4.9 - Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Елементи аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальник	Клієнти	Товари замітники
	Поштові та логістичні компанії	Потенційними конкурентами є компанії, які спробують освоїти даний продукт	Підприємства, які виготовляють нестандартні комплектуючі	Споживачі вузького кола.	Невеликий перелік заміників
Висновки	Складно визначити інтенсивність конкуренції	Ця програма є перспективною, має можливість виходу на ринок, потенційних	Недостатньо ресурсів	Клієнти обирають з того, що мають	майже нема обмежень через відсутність товарів заміників

		конкурентів мало		та не диктую ть умов	
--	--	---------------------	--	----------------------------	--

Отже, товари замітники майже відсутні, конкуренція на міжнародному рівні наявна, але продукт перспективний, конкурентоспроможний і має гарну можливість виходу на ринок. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності:

Таблиця 4.10 - Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Пояснення
1	Недовіра новому	Скептичне ставлення до нової конструкції
2	Не досконалість	Виявлення недосконалості в конструкції порівняно з конструкцією конкурента, але вона також набагато дорожча та займає багато часу у виготовленні та складанні.
3	Підвищення конкуренції	Поява в асортименті конкурентів схожої конструкції
4	Розширення асортименту	Виготовлення нових інструментів
5	Стандартизація	Застосування нових стандартних компонентів

За визначеними факторами конкурентоспроможності проводимо аналіз сильних та слабких сторін стартап-проєкту, табл. 4.11.

Таблиця 4.11 - Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з іншими методами
----------	----------------------------------	--------------	---

			-3	-2	-1	0	1	2	3
1	Недовіра новому	15						+	
2	Не досконалість	14		+					
3	Підвищення конкуренції	16		+					
4	Розширення асортименту	19							+
5	Стандартизація	17					+		

Завершальним етапом аналізу ринку можливостей впровадження прототипу буде складання SWOT-аналізу (матриця аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) на основі ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін. Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складаємо на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища.

Ринкові загрози та ринкові можливості є наслідками (прогнозованими результатами) впливу факторів, і, на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення. Наприклад: зниження доходів потенційних споживачів – фактор загрози, на основі якого можна зробити прогноз щодо посилення значущості цінового фактору при виборі товару та відповідно, – цінової конкуренції (а це вже – ринкова загроза).

Таблиця 4.12 - SWOT- аналіз стартап-проекту.

Можливості: Зменшення ціни на даний продукт, збільшення можливостей конструкції, модернізація, зменшений час виробництва, розширення асортименту	Загрози: недовіра до бренду, малий попит на продукт, збільшення конкурентів на ринку, недосвідчена команда, маловідомість на ринку
--	--

На основі SWOT-аналізу розробляємо альтернативи ринкової поведінки (перелік заходів) для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти

конкурентів, що можуть бути виведені на ринок Визначені альтернативи аналізуються з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів, табл 4.13.

Таблиця 4.13 - Альтернативи ринкового впровадження стартап-проєкту

№ п/п	Альтернатива ринкової поведінки	Вірогідність отримання ресурсів	Строки застосування
1	Доопрацювання, усунення недоліків	+	Від 1-го до 2-х місяців
2	Публікація результатів лабораторних досліджень та тестів	+	Від 3-х до 4-х місяців
3	Підтримка спонсорів	+	Від 4-х до 8-ми місяців
4	Участь у міжнародних виставках	+	Від 1-го до 3-х місяців

4.5 Розроблення ринкової стратегії проєкту

Першим етапом розроблення ринкової стратегії буде визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів.

Таблиця 4.14 - Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Група великих підприємств	+	+	+	±
2	Група середніх підприємств	+	+	+	+

3	Малі підприємства і приватні особи	+	±	-	±
Які цільові групи обрано: стратегія диференційованого маркетингу					

Для роботи в обраних сегментах ринку формуємо базову стратегію розвитку.

Таблиця 4.15 - Визначення базової стратегії розвитку

Обрана альтернатива розвитку проєкту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
	Стратегія диференційованого маркетингу	Розширення лінійки виробів	Стратегія диференціації

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки

Таблиця 4.16 - Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

Чи є проєкт «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
Ні	Забирати існуючих	Буде, ті характеристики, які справляються з поставленою задачею	Зробити кращу конструкцію, меншу вартість.

На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника (стартап-компанії) та до продукту, а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку та стратегії конкурентної поведінки розробляється стратегія позиціонування, що полягає у формуванні ринкової позиції (комплексу асоціацій), за яким споживачі мають ідентифікувати бренд/проект.

Таблиця 4.17 - Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспро можні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Якість, безпека, характеристики, зовнішній вигляд	Стратегія диференціації	Широкий спектр застосування	Новизна виробу, цінова політика, якість роботи продукту , виключні характеристики

4.6 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Першим кроком є формування маркетингової концепції товару, який отримає споживач. Для підсумовуємо результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 4.18 - Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами
1	Покращені характеристики	Автоматизований вибір інструментального забезпечення	Простіше і швидше
2	Низька вартість	Знижена собівартість виробу	Нижча ціна
3	Можливість вибору	Розширення можливості	Ширший асортимент товару для всіх груп потенційних покупців

Потім розробляємо трирівневу маркетингову модель товару: уточнюємо ідею продукту та/або послуги, його фізичні складові, особливості процесу його надання.

Таблиця 4.19 - Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Суть та її складові
I. Товар за задумом	Продуктом є конструкція, завданням є зібрати її з мінімальної кількості деталей в єдине ціле
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики
	Висока швидкість виконання роботи
	Якість: регламентовано стандартами та нормативами ДСТУ
	Марка: назва організації-розробника «ФЛМ» + назва товару «Система

	автоматизованого отримання поштових замовлень»
III. Товар із підкріпленням	До продажу: операторська техніка
	Після продажу: гарантійне обслуговування
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: реєстрація торгової марки, промислового зразка, корисної моделі, винаходу, оригінальний вигляд .	

Після формування маркетингової моделі товару слід особливо відмітити – чим саме конструкція буде захищена від копіювання. Захист може бути організовано за рахунок захисту ідеї товару (захист інтелектуальної власності), або ноу-хау, чи комплексне поєднання властивостей і характеристик, закладене на другому та третьому рівнях товару. Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар (остаточне визначення ціни відбувається під час фінансово-економічного аналізу проекту), яке передбачає аналіз ціни на товари-аналоги або товари субституту, а також аналіз рівня доходів цільової групи споживачів, табл. 4.20. Аналіз проводиться експертним методом.

Таблиця 4.20 - Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	Від 5800\$	До 200000\$	2500-5500\$

Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту, в межах якого приймається рішення, табл. 4.21:

- Проводити збут власними силами або залучати сторонніх посередників (власна або залучена система збуту);

- Вибір та обґрунтування оптимальної глибини каналу збуту;
- Вибір та обґрунтування виду посередників.

Таблиця 4.21 - Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Зберігання, сортування, встановлення контакту, інформування	Збут власними силами	міжнародний	структурована
2		Збут через дилерів	міжнародний	структурована

Останньою складовою маркетингової програми є розроблення концепції маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів, табл. 4.22.

Таблиця 4.22 - Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Пошук аналогів	Інтернет мережа	Доступність інформації про продукт	Новизна	Якість, характеристики та ціна

4.7 Висновки за розділом

З аналізу даного стартапу видно, що він має усі перспективи стати успішним проєктом. Значну роль в даному стартапі відіграє фактор новизни на ринку, висока якість продукту, низька ціна, швидке виготовлення, що одразу приверне увагу потенційних покупців, і знизить конкуренцію на початкових етапах. Головною небезпекою є не виправдання очікувань споживачів, які наважаться придбати новий продукт, це може звести нанівець усі зусилля прикладені до створення продукту. Тому проєкт потребує ретельної підготовки, тестувань. У випадку вдалого виходу на ринок відкриваються великі перспективи для розвитку проєкту, такі як співпраця з поштовими та логістичними гігантами в країні та за її межами.

ВИСНОВКИ

Основним результатом магістерської дисертації є забезпечення ефективності технологічних процесів складання при проєктуванні нової конструкції виробу шляхом розроблення і впровадження удосконаленого методу відпрацювання на технологічність.

На основі огляду та порівняння сучасних методів оцінювання та підвищення технологічності виробів при складанні, обслуговуванні і ремонті, які використовуються в світі, було прийнято рішення об'єднати переваги декількох з них при розробці власного удосконаленого методу.

Практична перевірка розробленого методу виконана для реального підприємства при відпрацюванні на технологічність при складанні конструкції виробу «Поштомат». В результаті вдалось скорити кількість деталей на 48%, зменшити кількість зварних складальних одиниць, зменшити собівартість та час складання конструкції. Вартість виготовлення становить 29562 грн з ПДФ, яка майже в 2 менша чим вартість попередньої конструкції. Час вдалось скоротити майже в тричі, час виготовлення поштомату складає 3-5 робочих днів..

На основі виконаної роботи розроблено старт-ап, який має перспективи успішної реалізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. https://stud.com.ua/161731/tehnika/ponyattya_tehnologichnosti_konstruktsiyi_virobiv
2. Лапковський С.В. к.т.н., доц., Савлюк С.А. Солдатова М.О. КІЛЬКІСНЕ ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ, НТУУ «Київський політехнічний інститут», м.Київ, Україна; м.Київ 2012
3. ГОСТ 14.201-83 Обеспечение технологичности конструкции изделий. Общие требования, [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://docs.cntd.ru/document/1200012270>
4. Г.Х. Ирзаев, Разработка функциональной и организационной структур управления технологичностью промышленных изделий, УДК 06.04: 658.512
5. Технологичность конструкции изделия: Справочник/Ю. Д. Амиров, Т. К. Алферова, П. Н. Волков и др. Под общ. ред. Ю. Д. Амирова. — 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1990. — 768 с.
6. ГОСТ 18831-73 Технологичность конструкций. Термины и определения [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.normacs.ru/Doclist/doc/44KD.html>.
7. Автоматизация сборки в машиностроении: учебное пособие / А.А. Ласуков; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 176с.
8. В.А. Пасічник, д-р техн. наук, Ю.В. Лашина, аспірант Національний технічний університет України «КПІ», Метод цілеспрямованого перепроєктування складальних виробів та його реалізація у “DFA Expert”
9. [ПОНЯТТЯ ПРО ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ВИРОБІВ - ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ - Підручники для студентів онлайн \(stud.com.ua\)](#)
10. Методичні ре-комендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.

11. В.А. Пасічник, д-р техн. наук, Ю.В. Лашина, аспірант Національний технічний університет України «КПІ», Методи цілеспрямованого перепроєктування складальних виробів та його реалізацію у «DFA Expert».
12. Новый политехнический словарь / Гл. ред. А. Ю. Ишлинский. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2000. – 671 с.: ил.
13. Орлов П. И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие. В 2-х кн. Кн. 1/Под. ред. П. Н. Учаева. – Изд. 3-е, испр. – М.: Машиностроение, 1988 – 560 с., ил.
14. Boothroyd G. Product design for manufacture and assembly // Computer Aided Design. – 1994. – Vol. 26, №9. – P. 505-520.
15. Boothroyd, G. Design for Assembly – A Designer's Handbook // Department of Mechanical Engineering, University of Massachusetts, Amherst, Nov. 1980.
16. Lucas Engineering Systems Ltd., University Of Hull, Design For Assembly/Manufacture Analysis Practitioners Manual, Version 10.5, CSC Manufacturing, Solihull, UK, 1995.
17. Miyakawa S. Simultaneous Engineering and the Producibility Evaluation Method // International Conference on the Application of Manufacturing Technologies, Detroit, April 1991.
18. Miyakawa, S. and Ohashi, T. The Hitachi Assembly Evaluation Method (AEM)// Proc. International Conference on Product Design for Assembly, Newport, Rhode Island, April 15-17, 1986.
19. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://www.dfma.com/software/dfma.asp>
20. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://uislab.com/>