

Шифр «Контроль»

**Спеціальність «Автомобільний транспорт»
напрямок «Експлуатація та ремонт засобів транспорту»**

**Якість процесу контролю параметрів складнопрофільних виробів
під час ремонту**

ЗМІСТ

Вступ	3
1 Класифікація деталей складної форми та аналіз їх конструкторсько-технологічних характеристик	5
2 Дослідження сучасного досвіду при контролі складнопрофільних поверхонь	10
3 Розроблення методу оцінювання якості процесу контролю деталей складної форми	12
Висновок	20
Список використаних джерел	21

ВСТУП

Стрімкий прогрес у автомобільній промисловості потребує міцних та полегшених конструкцій. Проектування таких конструкцій стає можливим при використанні сучасних програмних засобів. Оптимізація форм деталей, що сприймають великі навантаження призводить до виникнення складнопрофільних деталей. Виготовлення таких деталей є можливим під час використання багатоосьової обробки, а також адитивних технологій. Проте постають питання забезпечення точності та початкових параметрів при ремонті таких деталей, що безпосередньо залежить від методик контролю, вибору контрольно-вимірювальних приладів тощо.

Актуальність обраної теми полягає в удосконаленні процесів контролю параметрів складнопрофільних деталей при ремонті.

Складнопрофільні деталі характеризуються складністю схем установлення та недостатньою інструментальною доступністю. Це обумовлюється складним просторовим розташуванням елементарних поверхонь, з яких вони складаються. При контролюванні параметрів таких деталей виникають складності вибору контрольно-вимірювальних засобів та забезпечення необхідних методик вимірювання. В цьому разі на ремонтному виробництві окрім забезпечення вимірювань із заданою точністю виробів є важливим і забезпечення:

- оптимального застосування для умов заданого ремонтного виробництва системи найбільш прийнятних засобів контролю і вимірювання, які можуть складатися з універсальних, стандартизованих, прогресивних і автоматизованих, а також із комплексу засобів вимірювання;
- удосконалення методик контрольно-вимірювальних процесів ремонтного виробництва;
- зниження трудомісткості контрольно-вимірювальних методик.

Зазначені питання значно обмежують якість процесу контролю складнопрофільних деталей при їх ремонті. У зв'язку з цим актуальним завданням є удосконалення якості процесу контролю параметрів складнопрофільних деталей.

Мета роботи – підвищення ефективності ремонтного виробництва складнопрофільних деталей шляхом прийняття рішень на основі оцінювання якості процесів їх контролю.

Для досягнення цієї мети в ході дослідження необхідно вирішити ряд **завдань дослідження:**

1. Дослідити поняття складнопрофільної деталі та класифікацію складнопрофільних поверхонь.
2. Дослідити сучасний досвід при контролюванні складнопрофільних поверхонь, визначити шляхи вдосконалення процесу контролю складнопрофільних деталей при ремонтному виробництві.
3. Розробити апарат оцінювання якості процесу контролю складнопрофільних деталей при ремонтному виробництві.

Об'єкт дослідження – складнопрофільні деталі автомобілебудівної галузі.

Предмет дослідження – процес контролю параметрів складнопрофільних деталей.

Наукову новизну має запропоноване удосконалення методу оцінювання якості контролю складнопрофільних поверхонь при ремонті та прийняття рішень на основі застосування узагальненого показника «Рівень якості процесу контролю», що дозволяє підвищити ефективність процесів контролю.

Апробація теоретичної частини планується під час проведення конференції «Перший крок у науку 2021», яку буде проведено на базі Сумського державного університету 18-19 березня 2021 (подані тези доповіді).

Практичне значення роботи. Результати дослідження підтверджують доцільність подальшого застосування розглянутого комплексного показника рівня якості процесу контролю складнопрофільних деталей для прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо розробки плану коригувальних дій, спрямованих на вдосконалення процесів ремонту складнопрофільних деталей. Матеріали цієї роботи можуть бути використані за розроблення методик вимірювань, нормативних документів процесів контролю на ремонтному виробництві.

1 КЛАСИФІКАЦІЯ ДЕТАЛЕЙ СКЛАДНОЇ ФОРМИ ТА АНАЛІЗ ЇХ КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Деталі складної форми широко використовуються у народному господарстві. Значна кількість таких деталей входить до конструкцій літальних апаратів та автомобілів. У наш час ця галузь промисловості стало розвивається. Вивчення основних завдань контролю таких виробів потребує аналізу вимог до контрольованих параметрів. Тому аналіз номенклатури деталей й елементарних поверхонь з яких вони складаються, а також розроблення відповідної класифікації є актуальним питанням.

До деталей складної форми можна віднести наступні: деталі літальних апаратів, корпуси полегшених машин, форми для заготівельного виробництва. До автомобільної галузі можна віднести наступні типи деталей: важелі, шатуни, вилки, кронштейни та інші. Приклади складальних одиниць, що містять зазначені деталі та безпосередньо деталей складної форми показані на рисунку 1.1 та рисунку 1.2.

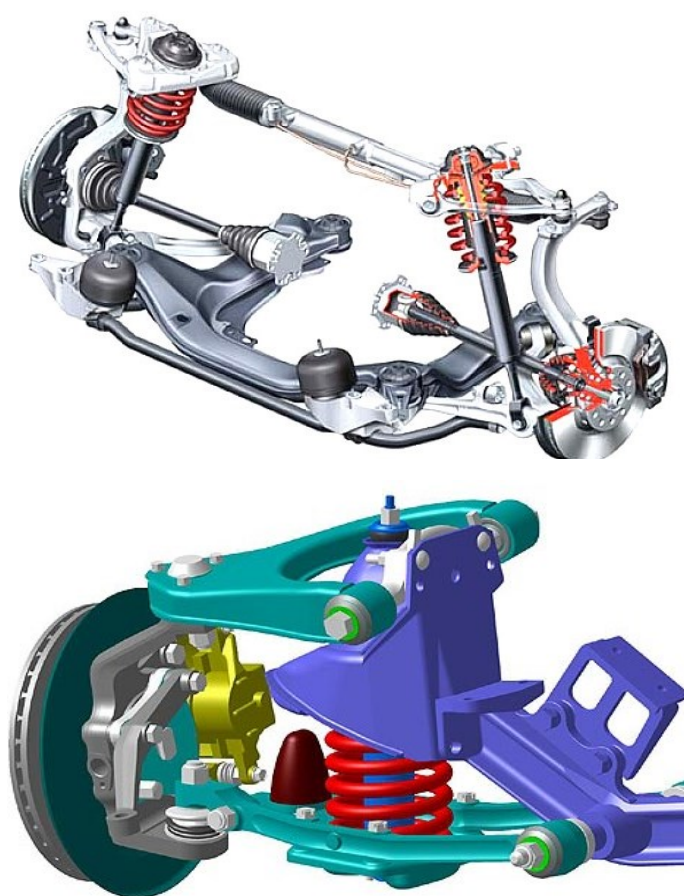


Рисунок 1.1 – Складальні одиниці, що містять складнопрофільні деталі.

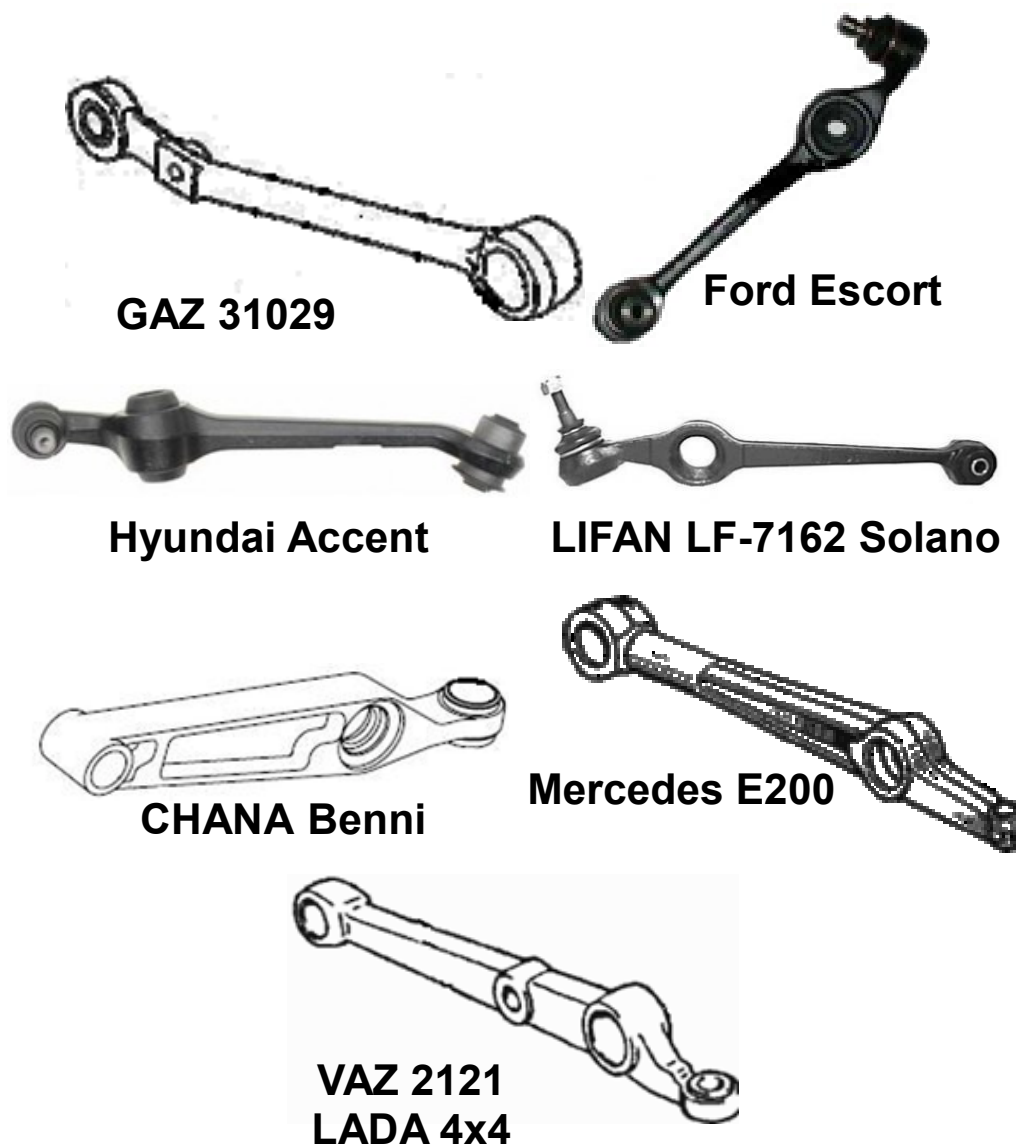


Рисунок 1.2 – Приклади складнопрофільних деталей

Для отримання інформації щодо обсягів деталей складного профілю І. Дегтярьовим [1] проаналізовано специфікації механізмів автомобілів седан ГАЗ 3102, позашляховик ВАЗ 2121 (LADA 4x4), що були виготовлені у 1980-1990-х роках, та седани LIFAN LF-7162 Solano та Hyundai Accent, що були виготовлені у наш час. Результати аналізу відсоткового співвідношення наведено на рисунку 1.3.

Аналізуючи рисунок 1.3 можна зробити висновок, що кількість деталей складної форми поступово збільшується: 10% деталей складної форми в конструкції автомобілів 1980-90-х років випуску порівняно з 14% сучасних автомобілів.

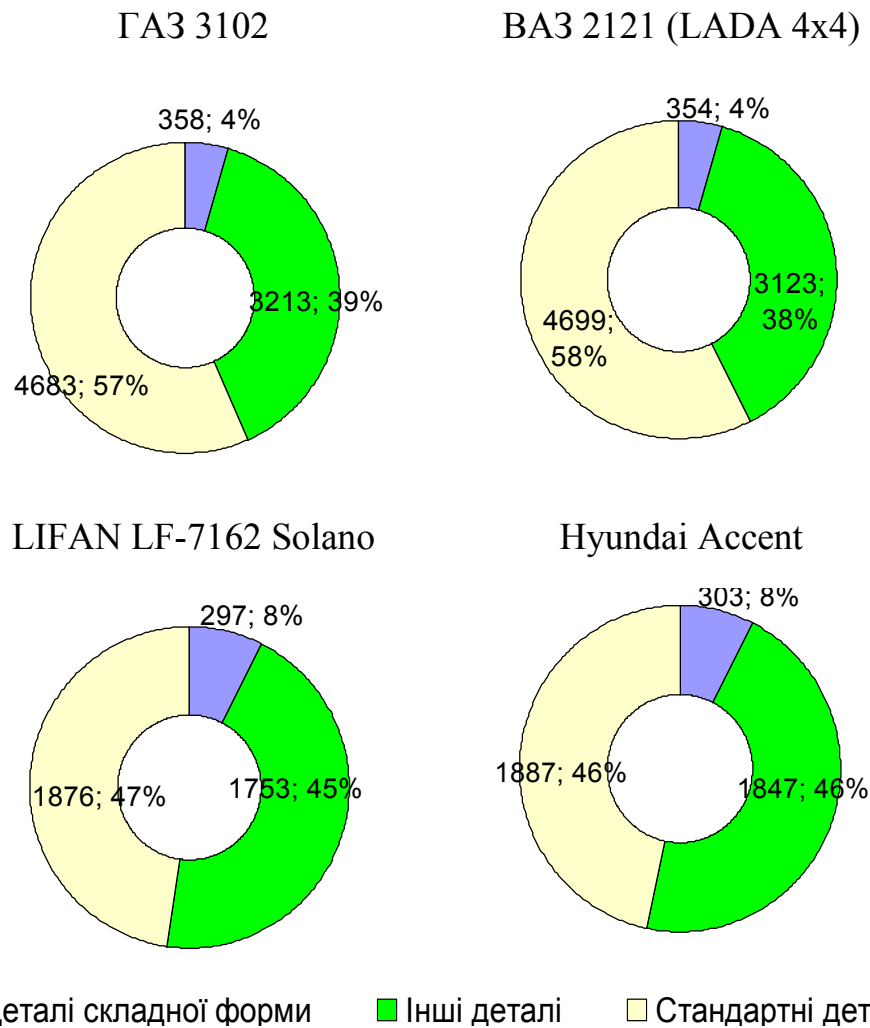


Рисунок 1.3 – Відсоткове співвідношення деталей в автомобілях

Також в роботі [1] зазначений відсоток деталей складної форми у інших вузлах: у механізмі передньої осі (30%), рамі (25%), механізмі рульового керування (16%), механізмі зчеплення та коробці передач (13% та 10% відповідно), передній підвісці (10%). У деяких механізмах сучасних автомобілів кількість деталей складної форми досягає 26% (рис. 1.4). Найбільше їх міститься у таких складальних одиницях: механізм рульового керування (26%); підвіска двигуна (25%); задня та передня підвіски (21 та 16% відповідно); двигун (20%); механізм зчеплення та коробка передач (близько 15% в кожному).

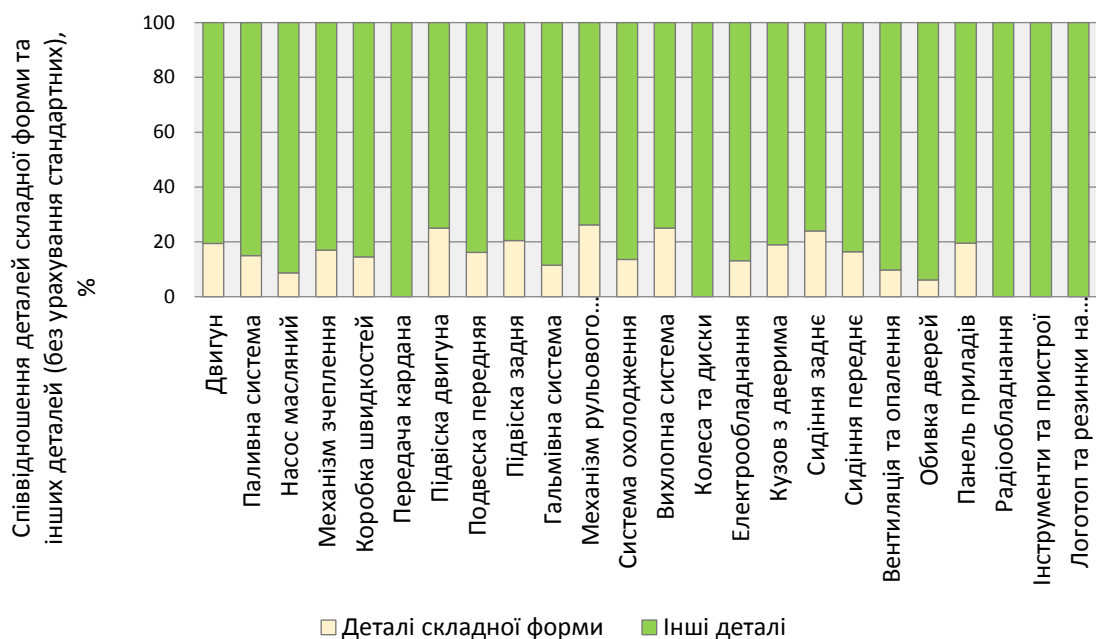


Рисунок 2.2 – Відсоткове співвідношення деталей складної форми на прикладі вузлів автомобіля Hyundai Accent.

Класифікацією складнопрофільних деталей займалися ряд таких вчених: І. Дегтярьов [1], Є. Решетнікова [2], І.Дружинський [3], А. Лещенко [4], А. Ляшков [5]. За ЄСКД 1.79.100 ОК 012-93 [6] деталі, що наведені на рисунку 1.2 входять до класу 74. Окрім цього в автомобільній галузі зустрічають класи: клас 71 – деталі – тіла обертання типу кілець, дисків, шківів, блоків, стрижнів, втулок, склянок, колонок, валів, осей, штоків, шпинделів і ін.; клас 72 – деталі – тіла обертання з елементами зубчастого зачеплення; труби, шланги, зволікання, розрізні сектори, сегменти; вигнуті з листів, смуг і стрічок; аерогідродинамічні; корпусні, опорні; ємнісні, підшипників; клас 73 – деталі – не тіла обертання корпусні, опорні, ємнісні;

Зазначені деталі характеризуються складною просторовою формою. Хоча ці деталі є складнопрофільними, вони складаються з великої кількості елементарних поверхонь, які можуть бути взаємно розташовані у різних площинах і під кутом. До елементарних поверхонь можна віднести площини, уступи, циліндричні або конічні отвори тощо.

Найпоширені поверхні мають вигляд [7]:

- алгебраїчних поверхонь (мають математичну залежність певної форми і з певного розташування в просторі);
- поверхні з числовими відмітками, форма яких визначена окремими крапками, а координати цих крапок задані у вигляді чисел, зазвичай зведених в таблицю;
- конструктивні поверхні, форма яких визначається конструктивною необхідністю.

Аналізуючи класифікацію складнопрофільних поверхонь можна зробити висновок, що процес контролю таких поверхонь складається з вимірювання точності розмірів і розташування елементарних поверхонь або у комплексі, або окремо. Тому для вдосконалення процесів контролю доцільно розглянути сучасні способи і засоби вимірювань таких поверхонь.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНОГО ДОСВІДУ ПРИ КОНТРОЛІ СКЛАДНОПРОФІЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ

Відомі класифікації засобів вимірювання (далі – ЗВ) підрозділяють їх:

- за ступенем універсальності (універсальні, обмеженої універсальності, спеціальні);
- за ступенем автоматизації (механізовані, автоматизовані);
- за характером контакту з вимірювальними поверхнями (контактні, безконтактні);
- за способом вимірювання (абсолютні, відносні);
- за призначенням (робочі, еталонні, промислові (технічні), лабораторні).

Вивчення сучасного досвіду дозволяє презентувати у таблиці 2.1 типову укрупнену номенклатуру засобів вимірювання згідно наведеної класифікації.

Таблиця 2.1 – Типова номенклатура засобів вимірювання

Універсальні	Спеціальні	Автоматизовані
Важільна скоба Мікрометр Глибиномір Індикатор Штангенциркуль Шаблон	Контрольно- вимірювальний пристрій спеціальний Калібр-пробка Калібр-скоба	Координатно- вимірювальна машина

Також аналіз світового досвіду дозволяє визначити явні недоліки вибору засобів вимірювання при розробці технологічного процесу контролю складнопрофільних деталей при ремонтному виробництві:

- призначення засобів вимірювань ведеться окремо для кожної операції, що є неефективним для багатноменклатурного ремонтного виробництва;
- призначення універсальних і стандартизованих засобів вимірювання є неефективним за наявності прогресивних і автоматизованих засобів контролю;
- висока трудомісткість контролю в умовах відсутності автоматизованих засобів для формування результатів контролю;

– відсутність підвищення кваліфікації контролера, в зв'язку з використанням простих контрольно-вимірювальних засобів.

Зазначені питання значно обмежують якість процесу контролю складнопрофільних деталей при їх ремонті.

Тому можна виділити основні параметри якості процесу контролю складнопрофільних деталей:

1. Закріплення ЗВ за деталями
2. Рівень автоматизації
3. Трудомісткість контролю
4. Кваліфікація контролера
5. Трудомісткість підготовки до контролю

Отже аналізуючи вищезазначене доцільно розробити метод оцінювання якості процесу контролю складнопрофільних деталей.

3 РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДУ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ КОНТРОЛЮ ДЕТАЛЕЙ СКЛАДНОЇ ФОРМИ

Для оцінювання рівня якості процесу контролю параметрів складнопрофільних виробів під час їх ремонту запропоновано комплексний показник, який розраховується за формулою, яку розроблено з використанням закономірностей кваліметрії [10]:

$$R = \sqrt[m]{\prod_{i=1}^m \frac{\sum_{j=1}^n K_j \cdot \gamma_j}{10}} \cdot 100, \% \quad (3.1)$$

де $i = \dots m$ – кількість засобів вимірювання;

$j = 1 \dots n$ – кількість показників якості процесу контролю;

K – значення одиничного показника якості процесу контролю в класифікаційній групі (в балах);

γ – вага одиничного показника якості процесу контролю.

Для наочності презентування комплексного показника R його нормують до еталонного значення, який відповідає 100%. Крім цього враховано коефіцієнт перерахунку розмірності 100/10, оскільки максимальне значення одиничного показника якості процесу контролю K_j рівне 10 балам.

Бальні характеристики оцінювання одиничних показників якості процесу контролю в якості прикладу наведені в таблиці 3.1. В подальшому для бальної характеристики одиничних показників якості процесу контролю пропонується розроблення шкал їх оцінювання за допомогою використання методів нечіткої логіки, описаних у [11].

Значення ваги одиничного показника якості процесу контролю також підлягає обґрунтуванню. У цьому разі пропонується застосування експертних методів, а саме експертного методу попарного порівняння. Цей метод є комплексом математико-статистичних й логічних методів, які базуються на основі аналізу інформації експертами та прийняття рішень.

Таблиця 3.1 – Бальні характеристики оцінювання одиничних ПОЯВАМ Q_i згідно критеріїв

Кількість балів для одиничного показника якості процесу контролю	Опис відповідності критеріям
10-9	Дуже добре
8-7	Добре
6-4	Середньо
3-2	Задовільно
1-0	Незадовільно

Алгоритм визначення ваги одиничного показника якості поділяється на два основних етапи: перший – вибір оптимальної множини найменувань ознак X , а другий – призначення множини числових значень x кожної ознаки.

Визначення результируючих оцінок по кожному досліджуваному показнику проводиться на основі експертизи за алгоритмом, що складає етапи, які показані на рисунку 3.2.

На етапі формування множини показників якості формують бланк опитування експерта, який включає перелік показників якості та оцінки експерта (приклад наведено в таблиці 3.2).

Таблиця 3.2 – Бланк опитування експерта

Показники i		1	2	3	4	5
Показники j						
1	Закріплення ЗВ за деталями	1	2	1	2	1
2	Рівень автоматизації	0	1	1	1	0
3	Трудомісткість контролю	1	1	1	1	2
4	Кваліфікація контролера	0	1	1	1	1
5	Трудомісткість підготовки до контролю	1	2	0	1	1

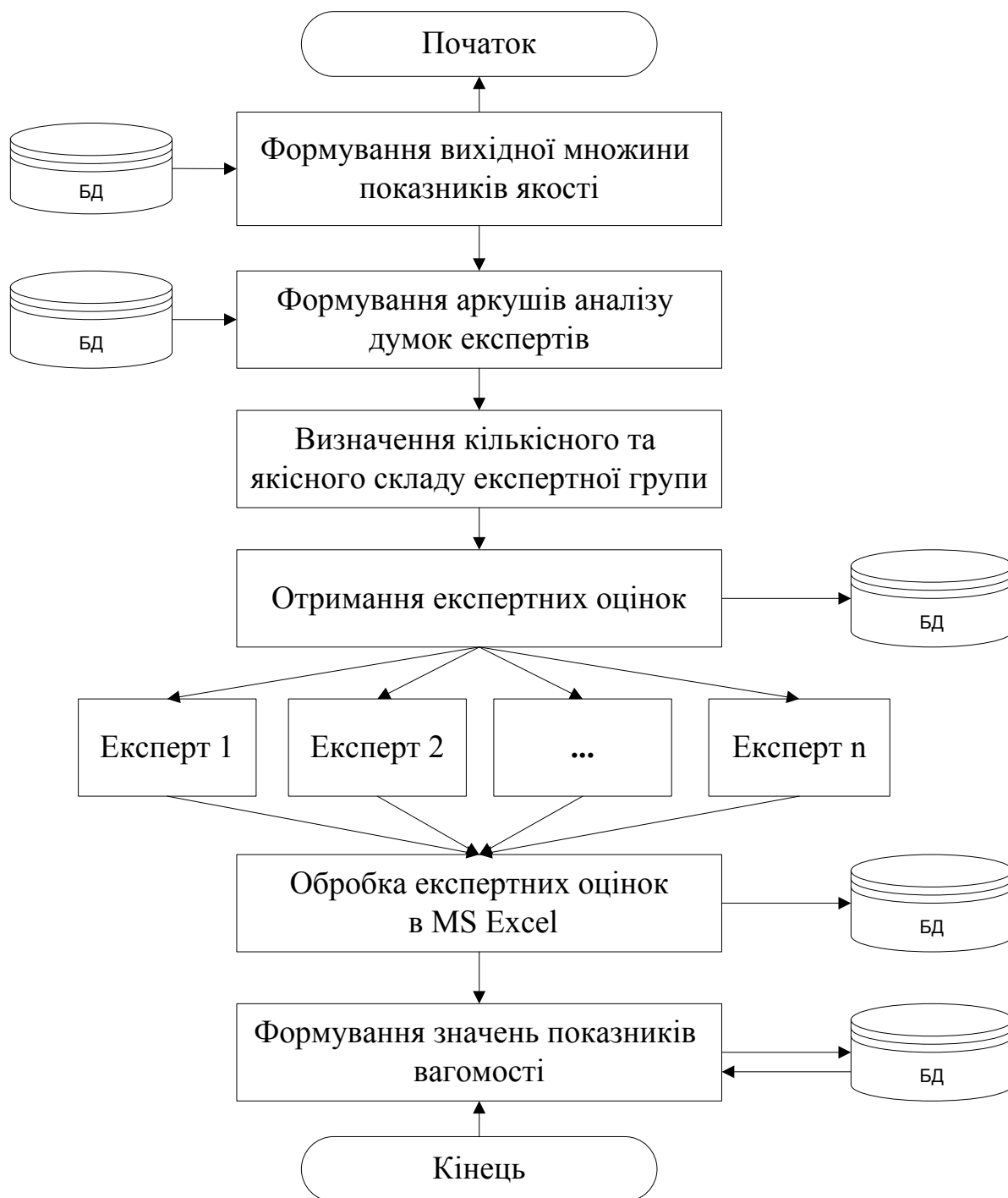


Рисунок 3.2 – Алгоритм проведення експертного методу попарного порівняння при визначенні ваги показників якості

На наступному етапі визначають експертну групу. До складу експертної групи рекомендовано залучати начальників відділів контролю, контролерів, метрологів, а також наукових співробітників або керівників, які займаються дослідженням процесів вимірювання та контролю.

Чисельність експертної групи розраховують за формулою, запропонованою Азгальдовим [12]:

$$n = \frac{0,04d^2}{\Delta q^2 (1 - \bar{\gamma})}, \quad (3.2)$$

де d - розмах шкали вимірювань;

$\bar{\gamma}$ - припустиме значення довірчої ймовірності, з якою визначено значення колективної експертної оцінки. Зазвичай обирають рівень значущості $\alpha = 0,05$ й тоді довірна ймовірність $\bar{\gamma} = (1 - \alpha) = 0,95$, Δq - припустиме значення абсолютної похибки (Δq) колективної експертної оцінки. Для подальших розрахунків рекомендовано приймати $\Delta q = (6 \text{ або } 7)$.

Після заповнення бланків експертами проводять необхідні розрахунки і прооводять зваження думок експертів за методикою, що описана нижче. Результат опрацювання аркуша аналізу думок члена експертної групи репрезентовано в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Приклад аркуша аналізу думок експерта

Показники i / Показники j		1	2	3	4	5	$G_j(1)$	$\gamma_j(1)$	$G_j(2)$	$\gamma_j(2)$	$G_j(3)$	$\gamma_j(3)$
1	Закріплення ЗВ за деталями	1	2	1	2	1	7	0,280	27	0,200	162	0,300
2	Рівень автоматизації	0	1	1	1	0	3	0,120	27	0,200	81	0,150
3	Трудомісткість контролю	1	1	1	1	2	6	0,240	27	0,200	108	0,200
4	Кваліфікація контролера	0	1	1	1	1	4	0,160	27	0,200	81	0,150
5	Трудомісткість підготовки до контролю	1	2	0	1	1	5	0,200	27	0,200	108	0,200
Сума							25	1	135	1	540	1

Примітка. У табл. 3.2 перевага j -го об'єкта перед i -м позначена цифрою 2, рівноцінність - цифрою 1, а перевага j -го об'єкта перед i -м - цифрою 0.

Уточнення ваги показників у цій роботі запропоновано робити методом послідовного наближення. В таблиці 3.2 значення ваги отримують подвійним попарним зіставленням та послідовним наближенням. Тобто результат виміру в (w) наближенні визначається як середньоквадратичне зважене. Первісні результати приймають як перше наближення. У другому наближенні вони використовуються як вага $\gamma_j(2)$ суджень експертів. Після наступного обліку цих ваг отримують нові результати і у третьому наближенні розглядають як коефіцієнти вагомості $\gamma_j(3)$ тих же думок експертів знову.

Теорема Перона-Фробеніуса [13] наголошує, що цей процес є сходимим при певних, виконуваних на практиці умовах. Отже коефіцієнти вагомості наближаються до постійних значень і це відображає співвідношення між показниками при встановлених експертами вхідних даних.

Результат розрахунку j -го показника за першого наближення $G_j(1)$ (первісний результат) визначається за формулою:

$$G_j(1) = \sum_{l=1}^m K_{jl}, \quad (3.3)$$

де K_{jl} - кількість переваг j -го показника одним експертом ($l=1 \dots m$);

Результати розрахунку j -го показника в (w) наближенні будуть дорівнювати [13]:

$$G_j(w) = \sqrt{[(G_1(w-1))^2 \cdot K_{j1} + \dots + (G_m(w-1))^2 \cdot K_{jm}], \quad (3.4)$$

де $G_j(w-1)$ - результат розрахунку j -го показника в $(w-1)$ наближенні.

Значення ваг $\gamma_j(w)$ наближенні визначають за формулою

$$\gamma_j(w) = \frac{G_j(w)}{\sum_{j=1}^m G_j(w)}, \quad (3.5)$$

Уточнення значень буде тривати поки задану точність не буде досягнуто, тобто поки не буде виконана наступна умова:

$$\gamma_j(w) - \gamma_j(w-1) \leq \varepsilon, \quad (3.6)$$

де ε –точність обчислень, яка зазвичай затверджується [15]:

$$\begin{aligned} \varepsilon &= 0,001 \text{ при } 1 < a \leq 1; \\ \varepsilon &= 0,01 \text{ при } a > 5 \end{aligned}, \quad (3.7)$$

де a – коефіцієнт, який показує: у скільки разів вага кращого з показників перевершує вагу гіршого показника.

Для виключення випадку потрапляння до групи некомпетентного експерта проводять оцінювання узгодженості їх думок на основі розрахунку коефіцієнта узгодженості думок – коефіцієнта конкордації Кендела [13]:

$$W = \frac{12 \sum_{i=1}^n (\gamma_i - \bar{\gamma})^2}{m^2 (n^3 - n)}, \quad (3.8)$$

де n –число показників якості;

γ_i –вага експертів для кожного одиничного показника якості;

$\bar{\gamma}$ – середня вага для всіх одиничних показників якості;

m – кількість експертів.

Значення коефіцієнта конкордації Кендела $W \geq 0,6$ перебуває в інтервалі $0 \leq W \leq 1$, а отже узгодженість думок експертів вважається прийнятною.

У результаті розрахунку експертних оцінок наводиться таблиця ваг показників якості процесу контролю складнопрофільних деталей при ремонті (таблиця 3.4).

Таблиця 3.4 – Результати експертної оцінки ваг показників якості процесу контролю складнопрофільних деталей при ремонті результати експертної оцінки

Номер показника	Показник якості	Вага γ_i
1	Закріплення ЗВ за деталями	0,30
2	Рівень автоматизації	0,15
3	Трудомісткість контролю	0,20
4	Кваліфікація контролера	0,15
5	Трудомісткість підготовки до контролю	0,20

Для висновків щодо рівня якості процесу на основі комплексного показника якості запропоновано використовувати відому шкалу бажаності Харінгтона, у відсотках [14]. Для прийняття рішень щодо рівня якості процесу на основі комплексної оцінки запропоновані наступні рекомендації (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Рекомендації щодо прийняття рішень щодо якості процесу контролю складнопрофільних деталей при ремонті.

Рівень якості, %	Рекомендації щодо прийняття рішень
80 - 100	Дуже гарна якість. Процес всім вимогам; якість забезпечена.
Вище 63 до 80	Гарна якість. Незначна невідповідність. Процес може бути припустимим при умові виконання коригуючих дій; мають місце декілька незначних невідповідностей (чи одне значне)
Вище 37 до 63	Задовільна якість. Значна невідповідність. Процес викладання задовільний. Його можна зарахувати умовно. Наявні значні невідповідності, які повинні бути усунені. Процес вимагає розроблення процедури аналізу невідповідностей та плану їх усунення (або розроблення плану коригувальних дій)
Вище 20 до 37	Погана якість. Критична невідповідність процесу викладання. Процес вимагає часового обмеження до усунення невідповідностей.
Вище 0 до 20	Дуже погана якість. Повна невідповідність, при якій процес потребує розроблення плану коригувальних дій, часового обмеження до усунення невідповідностей та повторної перевірки.

ВИСНОВОК

В роботі проведені дослідження, спрямовані на удосконалення процесу контролю параметрів складнопрофільних деталей у ремонтному виробництві.

У роботі проведено дослідження поняття складнопрофільної деталі. Вивчено класифікацію складнопрофільних поверхонь та проведено аналіз конструкторсько-технологічних характеристик. Визначено, що поверхню складного профілю можна представити у вигляді комплексу елементарних поверхонь.

Досліджено сучасний досвід при контролюванні складнопрофільних поверхонь визначено недоліки процесу контролю.

Тому в результаті роботи було запропоновано систему показників якості та метод для їх оцінювання при процесі контролю складнопрофільних деталей. Для цього в роботі запропоновані рекомендації щодо прийняття рішень стосовно рівня якості процесу контролю. Застосування запропонованого алгоритму дає можливість кількісно оцінити якість процесу контролю складнопрофільних деталей, а також детально проаналізувати можливі невідповідності.

Застосування запропонованого методу оцінювання якості дозволяє проводити об'єктивне оцінювання рівня якості, приймати обґрунтовані рішення при управлінні якістю процесу контролю складнопрофільних деталей, а також визначати невідповідності (критичні точки) та критерії щодо розроблення плану коригуючих дій.

В подальшому автори пропонують вдосконалити нормативну базу процесу контролю шляхом розроблення нормативного документа, в якому будуть регламентовані вимоги до оцінювання якості на основі застосування запропонованого методу й номенклатури показників оцінювання якості процесу контролю складнопрофільних деталей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. **Дегтярьов І. М.** Технологічне забезпечення обробки деталей типу важелів в умовах серійного виробництва з використанням гнучких верстатних пристроїв [Електронний ресурс] : дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.02.08 / Іван Михайлович Дегтярьов ; наук. керівник Іванов В. О. ; Сумський держ. ун-т. – Суми, 2017. – 200 с. – Бібліогр.: с. 153-166. – укр.
2. **Решетникова, Е. П.** Повышение эффективности изготовления деталей со сложнопрофильными поверхностями на основе разработки комплекса контрольно-измерительных процедур в системе планирования многономенклатурных технологических процессов: ... дисс. канд. техн. наук: 05.02.08 – технология машиностроения //Е. П. Решетникова. – Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А. – 207 с.
3. **Дружинский, И. А.** Сложные поверхности. Математическое описание и технологическое обеспечение: справочник.-Л.Машиностроение, 1985. – 265с
4. **Лещенко, А. И.** Классификация поверхностей сложной формы в машиностроении [Текст] /А.И. Лещенко // Университетская наука -2015, механико-машиностроительный факультет.-ПГТУ.- С. 17-20.
5. **Ляшков, А. А.** Моделирование формообразование сложных поверхностей деталей / А.А. Ляшков, Ю.Н. Вивденко, А.Н. Шутов, С.А. Балановский // Металлообработка. – 2010. - №4 (58). – С. 36-42
6. Классификатор ЕСКД. Общероссийский классификатор изделий и конструкторских документов ОК 012-93.
7. **Дружинский, И.А.** Сложные поверхности. Математическое описание и технологическое обеспечение: справочник.-Л.Машиностроение, 1985. – 265с.
8. **Клименко, Л. П.** Метрологія, стандартизація та управління якістю / Л.П. Клименко, Л.В. Пізінцалі, Н.І. Александровська, В.Д. Євдокимов – Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2011
9. Засіб вимірювальної техніки [Електронний ресурс] // Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Засіб_вимірювальної_техніки

10. **Кисилевська А.Ю.** Кваліметричне оцінювання якості організації випуску процедур з використанням лікувальних вод/А.Ю. Кисилевська, О.М. Нікіпелова//Вестник физиотерапии и курортологии. 2012, 2, С. 25-26.

11. **Денисенко, Ю. О.** Удосконалення нормативної бази інструментальної підготовки виробництва щодо поліпшення техніко-економічних показників : монографія / Ю. О. Денисенко, В. О. Залога, О. В. Івченко. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 93 с.

12. **Азгальдов, Г. Г.** Теория и практика оценки качества товаров. Основы квалиметрии / Г. Г. Азгальдов — М.: Экономика, 1982. — 256с.

13. Азгальдов, Г.Г. Оценка и аттестация качества в строительстве / Г.Г. Азгальдов, О.М. Сендерова. – М. : Стройиздат, 1977.

14. **Harrington, E. C.** The Desirability Function//Industrial Quality Control, 1965, Vol. 21, 10, 494-498