

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Розроблення технології виготовлення корпусу КС6Б-09.200**
з дослідженням конструкторсько-технологічних параметрів
різьбових з'єднань

Виконав: студент VI курсу, групи МПм-61
спеціальності _____

131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Тарас РУБАХА
(прізвище та ініціали)

Керівник _____
(підпис) Дмитро РАДИК
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____
(підпис) Андрій ДЯЧУН
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____
(підпис) Ігор ОКІПНИЙ
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) Ігор ЯРЕМА
(прізвище та ініціали)

Тернопіль,
2023

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Окіпний І. Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« 20 » листопада 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 131 Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Рубасі Тарасу Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технології виготовлення корпусу КС6Б-09.200 з дослідженням конструкторсько-технологічних параметрів різьбових з'єднань.

Керівник роботи Радик Дмитро Леонідович, к. т. н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 16 » листопада 2023 року № 4/7-1058

2. Термін подання студентом завершеної роботи 24 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи Робоче креслення корпусу КС6Б-09.200, базовий технологічний процес виготовлення, річна програма випуску 20000 шт., наукова література присвячена дослідженням конструкторсько-технологічних параметрів різьбових з'єднань.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Зміст. Реферат. Вступ. Аналітична частина. Науково-дослідна частина.

Технологічно-конструкторська частина. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Перелік посилань. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Плакати для ілюстрації результатів наукових досліджень (2А1); Налагодження на токарне оброблення (1А1); Налагодження для контролю радіального биття поверхні Ø80 Н7 мм відносно торця (0,5А1); Оправка для розточування отв. Ø 240 і Ø 209,73 мм (0,5А1);

Пристосування для розточування отворів (2А1); Головка свердлильна 8-ми шпindelьна для свердління отв. Ø6,7 мм (1А1); Кондуктор для свердління 8-ми отв. Ø6,7 мм (1А1).

РЕФЕРАТ

Рубаха Тарас Володимирович, кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр на тему: «Розроблення технології виготовлення корпусу КСББ-09.200 з дослідженням конструкторсько-технологічних параметрів різьбових з'єднань». Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, кафедра інжинірингу машинобудівних технологій, група МПм-61. Керівник – канд. техн. наук, доцент Радик Дмитро Леонідович.

Вихідними даними для виконання кваліфікаційної роботи є робоче креслення деталі, базовий технологічний процес її виготовлення та річна програма випуску.

Найпоширенішим видом спряжень деталей в складальних операціях машинобудівного виробництва є різьбові з'єднання. Широке використання кріпильних деталей з різь- і профілеутворюючими елементами в різьбових з'єднання характеризується хорошими показниками їх монтажу та якісними показниками отримуваних з'єднань.

Одним з найважливіших показників процесу спряження і отримуваних з'єднань є величина крутного моменту, на формування якого впливають кутові перекоси гвинтів, нестійке положення гвинта в початковий момент часу, повертання привідної головки й інші зовнішні впливи, котрі як правило, мають ймовірнісний характер.

Отже розроблення системного підходу при виборі конструктивних та технологічних параметрів складальних різь- і профілеутворюючих операцій є актуальним завданням.

Мета кваліфікаційної роботи: вдосконалення технології виготовлення даного виробу, а також дослідження параметрів складальних різьбоутворюючих з'єднань.

Завдання досліджень: дослідити механіку різьутворення кріпильних деталей з різьчими елементами спряженої частини з'єднуваних деталей, а також утворення утримуючого профілю в листових матеріалах; обґрунтувати питання стійкості різьвидавлюючих і самонарізаючих гвинтів; дослідити конструктивні показники з'єднувальних операцій: способи та похибки відносної орієнтації, схеми

базування деталей, а також вплив конструкторсько-технологічних показників кріпильних деталей на силові характеристики процесу складання. Розробити маршрутно-операційний ТП механічного оброблення корпусу КС6Б-09.200; спроектувати спеціальне технологічне оснащення та ріжучий інструмент; розробити заходи з ОП та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження – ТП виготовлення корпусу КС6Б-09.200, а також конструкторсько-технологічні параметри різьбових з'єднань з різь- і профілеутворюючими елементами.

Наукова новизна роботи полягає у розробленні системного підходу при виборі конструктивних та технологічних параметрів складальних різь- і профілеутворюючих операцій різьбових з'єднань.

Практичне значення отриманих результатів: розроблено раціональний ТП виготовлення корпусу КС6Б-09.200, спроектовано спеціальне технологічне оснащення, ріжучий інструмент та контрольне пристосування для його реалізації, оформлено комплект технічної документації згідно ГОСТ 3.1404-86.

Апробація. Основні результати роботи доповідались на VI Міжнародній студентській науково-технічній конференції “Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання”, м. Тернопіль, 27-28 квітня 2023 року.

Кваліфікаційна робота включає пояснювальну записку та графічну ілюстрацію. Записка складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, переліку посилань із 23 найменувань та додатків. Обсяг основної частини становить 78 сторінок, додатків – 74 сторінки.

Графічна частина зображена на 8 аркушах формату А1.

ЗМІСТ

	ст.
ВСТУП	7
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	
1.1. Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами	9
1.2. Актуальність теми роботи	12
1.2. Методи вирішення поставленої проблеми	12
1.3. Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу	14
2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	
2.1. Характеристика об'єкту дослідження	15
2.2. Програма і методика теоретичних та експериментальних досліджень	18
2.3. Оброблення результатів досліджень	30
2.4. Аналіз і узагальнення отриманої інформації	31
2.5. Висновки та пропозиції щодо використання результатів виконаних досліджень	32
3. ТЕХНОЛОГІЧНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	
3.1. Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва. Аналіз технологічності виробу	34
3.2. Розроблення маршрутно-операційного технологічного процесу виготовлення виробу	37
3.2.1 Аналіз типу та організаційної форми виробництва	37
3.2.2 Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки	39
3.2.3 Вибір технологічних і вимірювальних баз	40
3.2.4 Формування маршрутного технологічного процесу виготовлення виробу з вибором технологічного обладнання	41
3.2.5 Визначення припусків на оброблення та розмірів заготовки	42
3.2.6 Вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірювального інструменту	46
3.2.7 Визначення режимів різання та технічних норм часу	47

3.3. Визначення кількості обладнання. Розроблення планів компонування цеху та розміщення обладнання на ділянці	50
3.4. Конструювання спеціального оснащення та інструментів	60
3.4.1 Головка свердлильна 8-ми шпindelьна	60
3.4.2 Пристосування для розточування внутрішніх циліндричних поверхонь	66
3.4.3 Кондуктор для свердління 8-ми отворів Ø 6,7 мм.	67
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
4.1 Розрахунок екранів для захисту від електромагнітного випромінювання ...	69
4.2 Захист і знезараження сировини, напівфабрикатів і готової продукції харчової промисловості	70
ВИСНОВКИ	75
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	77

ВСТУП

Машинобудування виготовляє машини різноманітного призначення для використання в різних галузях економіки. Науково-технологічний процес у машинобудуванні суттєво визначається розвитком і вдосконаленням народного господарства країни. Прискоренню науково-технологічного прогресу сприяє зростання продуктивності праці, підвищення ефективності виробництва та поліпшення якості продукції.

Застосування передових високопродуктивних методів оброблення, які гарантують високу точність і якість поверхонь, підвищує ресурс роботи деталей та ефективність використання сучасних автоматичних та поточних ліній, верстатів із програмами управління, електронних і обчислювальних машин, а також іншої новітньої техніки. Застосування прогресивних форм організації та економіки виробничих процесів спрямоване на розвиток та вирішення основних завдань.

На сесіях Верховної Ради та засіданнях Кабінету міністрів України при розгляді промислових питань підкреслювалось про необхідність розвитку машинобудування і металооброблення, піднесення кожної галузі до рівня передових країн світу.

Одним із напрямків економічного і соціального відродження України на сьогоднішньому етапі є збереження і підтримання темпів виробництва продукції, поступове впровадження нових прогресивних технологій, значно підвищити технічний рівень і покращити якість виготовлення техніки й інструментів, а зростаючий випуск продукції машинобудування веде до збільшення трудомісткості оброблення металів, як основних матеріалів, методом різання.

Знизити процес механічного оброблення дозволяє використання прогресивних технологій (точне литво, штампування і т. д.), однак, це не дуже зменшує собівартість. Це пояснюється появою великої кількості нових марок сталі, сплавів й інших конструкційних матеріалів з особливими технологічними і фізичними властивостями, (високою міцністю, твердістю, малою пластичністю, що погано впливає на процес різання), а також зростанням параметрів машин

(швидкохідність, навантаження, жорсткості), які тягнуть за собою ускладнення конструкції деталей, вузлів, машин тощо.

В сучасному машинобудівному виробництві переважають два головних напрямки – це забезпечення якісних показників виробів машинобудування та забезпеч. високої продуктивності. Підвищ. якісних та експлуатаційних параметрів машинобудівної продукції досягається різними технологічними методами, та складальними операціями з використанням роз'ємних різьбових кріплень.

В даний час широкого використання набули кріпильні деталі з різь- і профілеутворюючими елементами, що пояснюється хорошими показниками їх технологічного монтажу і якісними характеристиками різьбових з'єднань при виконанні складальних операцій. Отже розроблення системного підходу при виборі конструктив. та технологіч. параметрів складальних різьеутворюючих операцій на всіх етапах їх реалізації є актуальним завданням.

Отже, метою даної кваліфікаційної роботи є здійснення ретельного аналізу технологічного процесу, базуючись на останніх наукових і технічних досягненнях, а також враховуючи досягнення в галузі сучасного верстато- та машинобудування загалом. Основною метою є розробка передового технологічного процесу, який сприятиме підвищенню продуктивності праці, й одночасно підвищить якість виробу та знизить його собівартість.

Головним завданням є розробка ТП оброблення конкретної деталі, проектування верстатно-інструментального обладнання, розробка плану розміщення обладнання на ділянці, а також визначення заходів з ОП та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз стану питання за літературними джерелами.

Широке використання кріпильних деталей з різь- і профілеутворюючими елементами пояснюється хорошими показниками їх монтажу і якісними характеристиками отримуваних з'єднань.

Асортимент кріпильних різьєутворюючих деталей постійно піддається вдосконаленню та розширенню. Ці деталі об'єднують процеси формування різі в, з'єднання та затягування в одному елементі, що дозволяє забезпечити високі характеристики міцності, стопоріння та відновлюваності в різьбових парах.

Різеутворюючі болти, гвинти, шпильки, втулки, штифти й інші елементи випускаються згідно з державними та галузевими стандартами, технічними умовами, а також відповідно з даними каталогів ведучих фірм і корпорацій.

Споживання кріпильних виробів окремими галузями промисловості, в процентному відношенні від всіх кріпильних елементів, приблизно складає:

- автомобільна промисловість – 42 %;
- аерокосмічна галузь – 14 %;
- решта галузі – 44 %.

Монтаж різь- і профілеутворюючих кріпильних деталей має технологічні особливості:

1. Кріпильні елементи загвинчуються в гладкі отвори, формуючи різьбову поверхню, а в окремих випадках самі попередньо просвердлюють отвір, зокрема в тонколистових деталях.

2. Геометрія різь-утворюючих ділянок кріпильних елементів різноманітна, як і принципи формоутворення.

3. Процес складання з'єднань супроводж. значними крутильними моментами.

4. Стопоріння кріпильних різьєутворюючих деталей здійснюється дією після деформаційної усадки отворів, в інших випадках затягуванням по збіганні різі або ж по спец. різьбових ділянках з особливим профілем різі, а також застосуванням додаткових елементів або супутніх деталей на стержнях.

5. Початковий момент загвинчування кріпильно-різеутворюючих деталей зазвичай нестійкий, що вимагає особливих умов і засобів пристроїв орієнтації для суміщ. осей.

6. Привідні елементи виступаючих частин кріпильно-різеутворюючих деталей конструктивно різноманітні.

7. Контактуючі елементи базових деталей і форми отворів також вимагають індивідуальних технічних рішень в конструкціях орієнтуючих пристроїв.

8. Складальні вироби із різеутворюючими деталями застосовуються в різноманітних галузях виробництва – від дрібносерійного до масового. Це вимагає використання відпов. засобів механізац. та автоматизац. Також існує широкий спектр галузей, які використовують цю технологію, таких як машинобудування, електроніка, будівництво та обслуговування автотранспортних засобів.

Можливість загвинчування деформуючих шпильок на сьогоднішній обмежена через великі значення крутних моментів, які визначають силову напруженість процесу, високі енергозатрати на загвинчування, а також експлуатаційні параметри. Питання силового розвантажування найповніше розглянуті в роботах С.Я. Березіна [20].

Технологічне забезпечення процесу складання з використанням стандартних деформуючих елементів обмежено в основному процесами, які реалізуються на базі свердлильних верстатів. В роботі А.В. Хандожко [22] описаний процес монтажу на верстатах з ЧПК з позиційним столом. Однак ним не досліджені параметри точності процесів складання. Відсутні відомості про вплив різних похибок технологічної системи на точність і стійкість положення шпильок.

Для монтажу деформуючих шпильок може використовуватися різне обладнання, в тому числі і переналагоджуване, тип якого визначає структуру процесу, продуктивність складання, степінь автоматизації та інші показники.

У ряді робіт вказується, що для забезпечення якісного з'єднання необхідна відсутність напружень текучості в стержні шпильки. Ця умова виконується за рахунок підвищення міцності матеріалу шпильок та зниження крутних моментів формоутворення різи.

Умови гарантованого складання для різних з'єднань носять індивідуальний характер, особливості якого визначаються механікою взаємодії різь формируючих ділянок кріпильних деталей з базової деталі.

Відмінно від з'єднань з натягом за ДСТУ 4608-81, в яких шпилька може бути орієнтована по різьбі, в гладких різьбових з'єднаннях орієнтування повинно здійснюватися по осі і фасках гладкого отвору. У даному випадку ручне складання і попереднє наживлення шпильок без спеціальних пристосувань неможливе. Це пояснюється відсутністю різь в отворі і як наслідок – нестійке положення шпильки в початковий момент загвинчування. Нестійкість шпильки викликана розклинюючою дією західного витка при різь утворенні.

Використання направляючих кондукторних втулок і спеціальних складальних патронів дозволяє усунути цей недолік. Такі патрони мають змінний режим роботи, що дозволяє в початкових фазах загвинчування працюють в жорсткому режимі.

Основними параметрами при розрахунку гладких різьбових з'єднань є діаметр отвору під різьбу яку видавлюють. Він визначає висоту внутрішнього різьбового профілю. Припуск під різьбу розраховують за формулою [22]

$$\delta = \frac{d - d_o}{2}$$

де d , d_o – діаметр різь шпильки і отвору.

Внутрішній різьбовий профіль залежить ще від таких параметрів як коефіцієнт заповнення профілю η , висота видавленого профілю h , величина не заповнення профілю Δ .

Найбільш поширені матеріали, для яких застосовують різьують кріпильні елементи, це корпусні та інші деталі з литтєвих алюмінієвих сплавів марки АЛ4, АЛ9, АЛ10В, АЛ32 і магнієві сплави марки МЛ5. Рідше застосовують алюмінієві деформовані сплави та сплави на основі міді. Корпуси з низьковуглецевої сталі з НВ<190 і сірого чавуну з НВ<215 використовують при вгвинчуванні деформуючих шпильок зі зміцненою різьбовою частиною.

Найчастіше застосовують різь М8 – М20 з кроком Р = 1,0 – 2,0 мм.

1.2 Актуальність теми роботи

Розширення номенклатури кріпильних різеутворюючих елементів, впровадження спеціальних технологій, які знижують силову напруженість операцій спряження, і автоматизованого обладнання для операцій складання дозволили значно розширити галузь застосування складальних різеутворюючих процесів, створити їх наукову основу і елементи системного аналізу, однак залишається ряд невирішених питань, які обмежують ефективність їх реалізації в промисловості України.

Одна із таких проблем пов'язана з вирішенням задач комплексного підходу при проектуванні та використанні операцій складання кріпильних різеутворюючих елементів на всіх стадіях.

Для забезпечення якості кріпильного різеутворюючого з'єднання необхідно дослідити механіку різеутворення кріпильних деталей з ріжучими елементами спряженої частини з'єднаних деталей, а також утворення утримуючого профілю в листових матеріалах. Необхідно обґрунтувати питання стійкості різевидавлюючих і самонарізаючих гвинтів, які встановлюються як в корпусні деталі так і в листовий матеріал.

Необхідно також дослідити режими загвинчування кріпильних різеутворюючих елементів в пластмасові деталі, які все ширше використовуються в сучасному машино- і приладобудуванні, в електронній та будівельній галузях.

Таким чином розроблення системного підходу при виборі конструктив. та технологіч. параметрів складальних різеутворюючих операцій на всіх етапах їх реалізації є актуальним завданням.

1.3 Методи вирішення поставленої проблеми.

Процес утворювання різьбових з'єднань за допомогою кріпильних різеутворюючих деталей характеризується значною сукупністю параметрів, властивості яких необхідно враховувати при проведенні їх теоретич. і експериментал. досліджень.

Всю їх сукупність можна розділити:

- геометричні (розміри, допуски, похибки);
- фізико-механічні (міцність, твердість матеріалів, мікроструктура зміцнених шарів);
- силові показники (сили і моменти спряження, жорсткість технологіч. системи, моменти демонтажу);
- швидкісні (кутові координати поворотів, кутові швидк. та прискор.).

Найважливішим показником процесу спряження і отримуваних з'єднань є величина крутного моменту.

На формування крутного моменту також впливають кутові перекося гвинтів, нестійке положення гвинта в початковий момент часу, провертання привідної головки (зрив шліца) й інші зовнішні впливи. Ці величини носять, як правило, ймовірнісний характер.

З'єднання з самонарізаючими і різьвидавлюючими гвинтами відносяться до класу тугих різьбов. з'єднань, у яких посадка забезпечується гвинтом по зовнішньому і середньому діаметрах різі. Щільність посадки в гнізді визначається не тільки натягом, але й коефіцієнтом тертя в різьбі. Від цих величин залежить крутний момент при загвинчуванні, а також стопорящі властивості з'єднання.

Для дослідження параметрів різьбов. з'єднань, які самонарізаються, використовувались такі гвинти:

- стандартні гвинти М2×10, М5×20, М6×35 ДСТУ 17475-72;
- гвинти самонарізні розміром від 2,5×6 до 6×55 ДСТУ 10619-80
- гвинти самосвердлярні розміром від 3×8 до 6,3×25 ТУ-14-4-1466-87.

Для перелічених кріпильних деталей досліджувались такі схеми з'єднань:

1. В корпус.

В корпусні матеріали загвинчуються тільки стандартні і самонарізаючі гвинти.

2. В листовий матеріал (з отвором під різьбу і без отвору).

В листовий матеріал можна загвинчувати стандартні, самонарізаючі та самосвердлярні гвинти, або спеціальні.

1.4 Висновки та постановка задачі на кваліфікаційну роботу магістра

Провівши аналіз існуючих розробок в галузі технології складальних різеутворюючих процесів можна зазначити що існує ряд недосліджених технологічних параметрів, які стримують підвищення ефективності використання з'єднань з самонарізаючими і різевидавлюючими кріпильними деталями.

Для їх вирішення необхідно вирішити такі основні задачі:

- дослідити експлуатаційні характеристики отримуваних з'єднань;
- вплив конструктивно-технологічних показників кріпильних деталей на силові характеристики процесу складання;
- дослідити конструктивні показники з'єднувальної операції: способи та похибки відносної орієнтації, схеми базув. деталей;
- дослідження процесів взаємозамінності деталей при складанні;
- визначити техніко-економіч. показники ефективн. запропонованих рішень.

При виконанні проєктної частини магістерської дипломної роботи необхідно врахувати основні тенденції та напрямки сучасної технології машинобудув.

1. Наближення заготовки за формою, розмірам і якості поверхні до готової деталі, що дає можливість скоротити розхід металу, зменшити трудомістк. оброблення деталей на металоріз. верстатах, а також зменшити затрати на ріж. та вимірювал. інструменти, ел.-енергію та інше.

2. Підвищ. продуктивності праці за рахунок застосув. автоматичних ліній, автоматів, агрегатних верстатів, верстатів з ЧПК і багатоопераційних, застосування нових, сучасніших методів обробки, нових марок матеріалу, ріж. інструментів, швидкісного шліфування, алмазного хонінгування та ін.

3. Концентрація двох і більше різних операцій на одному верстаті для одночасного або послідовного оброблення великою к-стю інструменту з великими режимами різання і автоматизацією допоміжних підйомів.

4. Розвиток зміцнюючих технологій, тобто підвищення міцнісних та експлуатаційних хар-стик деталей шляхом зміцн. поверхневого шару механічними, термічними та іншими шляхами.

5. Організація ТП з вигот. деталей і складання виробів в потоковій лінії.

6. Зменшення трудомісткості переміщ. деталей між робоч. місцями і цехами.

2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика об'єкту або предмету дослідження

2.1.1 З'єднання з різьбоутворюючими шпильками

Гладконарізні з'єднання охоплюють діапазон метричних різей від М5 до М22 з кроком до 2 мм. У відомих роботах досліджені можливості встановлення деформуючих шпильок в гладкі отвори корпусів з алюмінієвих і магнієвих сплавів: АЛ4, АЛ5, АЛ9, МЛ5, МЛ7, ВАЛ5, корпуси з латуні Л69, низьковуглецевих сталей з твердістю до 190 НВ і сірих чавунів з НВ < 215.

Гладконарізні з'єднання, за своїми характеристиками, подібні до з'єднань із натягом по середньому діаметру. Натяг забезпеч. високі стопорящі властивості, але одночасно призводить до значних крутних моментів згвинчування, що може підірвати надійність складального вузла та вплинути на керованість процесом. Відзначимо, що у з'єднань, як визначено в ДСТУ 4608–81, різь у гнізді формується за допомогою мітчиків згідно з ДСТУ 11188–82. Це призводить до підвищеної трудомісткості при складальних операціях та вимагає сортування шпильок на селективні групи для забезпечення однорідних натягів.

Загвинчування деформуючих шпильок супроводжується високими значеннями крутних моментів. Це означає, що моменти складання гладконарізних з'єднань мають дві складові: деформаційну M_g і фрикційну M_t .

При цьому перша складова визначається західним витком шпильки, а друга – процесом тертя на витках різі.

$$M_{KP} = M_g + M_T = M_g + (M_T^{\sigma} + M_T^B) \cdot n, \quad (2.1)$$

де M_T^{σ} – момент тертя на бічній поверхні різьбового профілю;

M_T^B – момент тертя по вершинах різі;

n – число витків на довжині згвинчування (без деформуючого витка).

Значні крутні моменти обмежують застосування гладкорізьбових з'єднань і знижують надійність процесу складання. Березін С. Я., Семічевській Г. А. пропонують дві умови для забезпечення надійного і якісного складання:

1. Висока точність положення шпильки в початков. момент загвинчування.
2. Зменшення до мінімуму крутних моментів.

До засобів першої групи можна віднести підбір мастильних речовин, швидкостей згвинчування, матеріалів корпусів і кріпильних елементів. Конструктивні способи включають призначення мінімальних припусків під різь, підбір оптимальних значень кута фаски на шпильці, застосування допоміжної оснастки, застосування деформуючих шпильок з нестандартним профілем різі західної частини (А.с. 1802221 F 16 В 33/02).

Зниження крутних моментів можливо технологічними і конструктивними засобами, а також шляхом використання інтенсифікуючих впливів (електронагрів, ультразвук, вібрації) [20].

У роботі запропоновано знижувати величину крутного моменту підбором змащення і формою західної частини шпильки. Шпилька з гостровершинним профілем західної частини дозволяє знизити величину крутного моменту на 25% для корпусів із сплавів АЛ9 і АЛ32 [22].

2.1.2 З'єднання з різьбоформуєчими і свердлярними різьбоформуєчими гвинтами

У галузях автомобільного виробництва, авіабудування, виготовлення оргтехніки та будівництва широко використовуються самонарізні та різьбовидавлюючі гвинти. Зазвичай їх застосов. для з'єднання листових матеріалів та пластмас. В галузі виробництва електроніки та приладів, де утворення стружки не є бажаним з технічних причин, використовують різьбовидавлюючі гвинти. Багато зарубіжних компаній та фірм спеціалізуються на виробництві цього типу кріплення. Гвинти виготовляються різних конструкцій, призначених для різних матеріалів та з різним покриттям, включаючи багатозахідні гвинти, самосвердлильні гвинти для листового матеріалу, гвинти для закручування в бетон. Деякі з цих типів гвинтів на рис. 2.1.

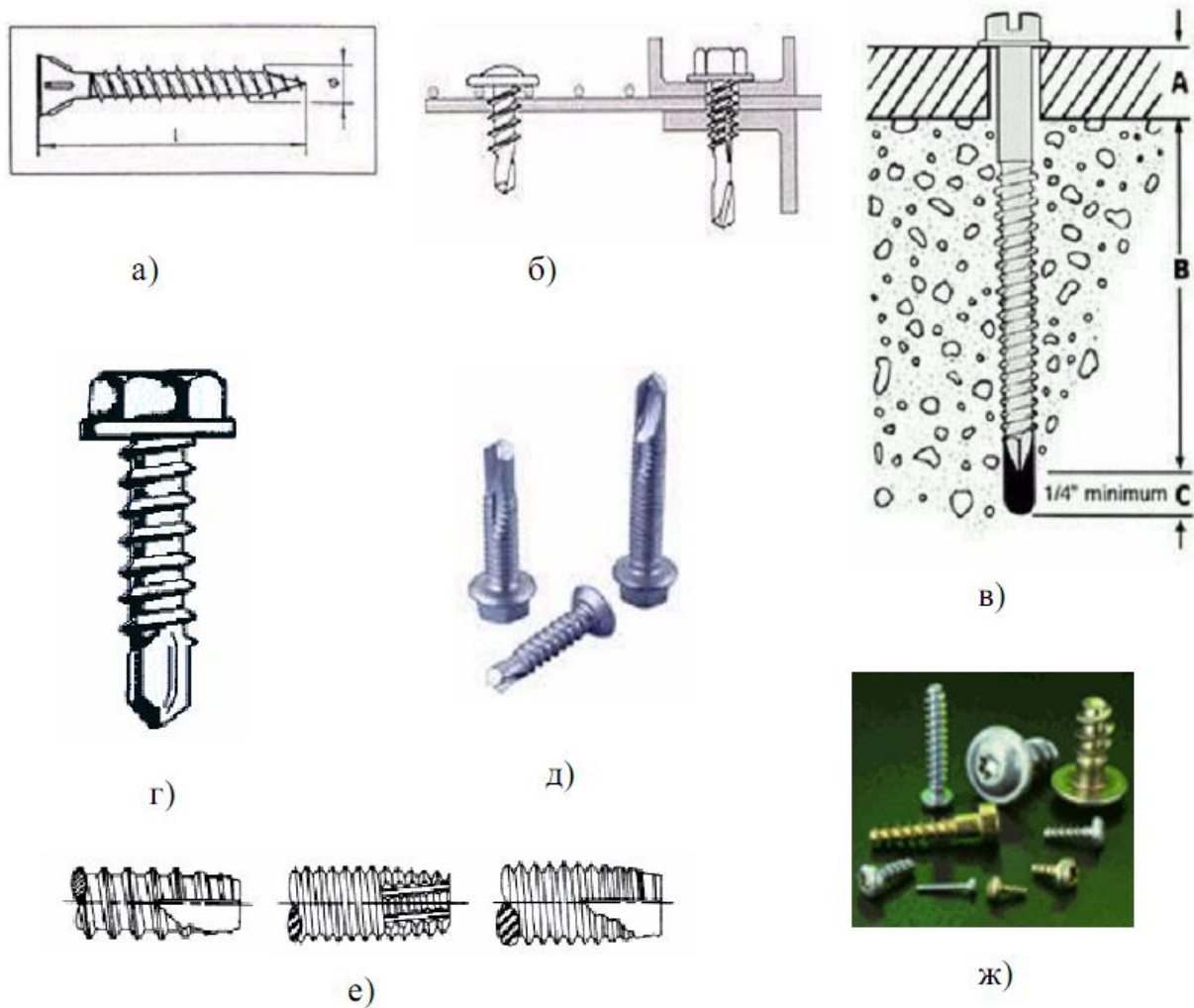


Рисунок 2.1 – Самонарізні та різьбовидавлючі гвинти.

2.1.3. З'єднання з різьбоформуєчими і самовстановлюючимися втулками

У Німеччині та США широко використовують різьбоутворюючі втулки «Ensat» фірми Kerb-Konus-Vestriebs (Ambarg). Вони мають два або чотири прорізи на західній ділянці для створення різучих лез і призначені для загвинчування в гладкі отвори корпусів з пластичних матеріалів (Al-Mg, Al-Cu-Mg) і пластмас.

Фірма Jergens Inc (США) випускає комплекти ремонтних втулок «Master Thread», які можуть загвинчуватися в неповнопрофільні різьбові отвори з частковим видавлюванням різі. Також цією фірмою випускаються спіральні різьбові вставки для ремонтних робіт. Ці вироби показані на рис. 2.2.



Рисунок 2.2 – Конструкції різьбових вставок

2.2 Програма і методика теоретичних та експериментальних досліджень

2.2.1 Програма експериментальних досліджень

Процес утвор. з'єднань з різьбоутворюючими деталями охоплює кінцеву сукупність параметрів, властивості яких необхідно враховувати при проведенні експериментальних досліджень. Всю їх сукупність розділяють:

- Геометричні (розміри, допуски, похибки);
- Фізико-механічні (міцність, твердість матеріалів, мікроструктура зміцнених шарів);
- Силкові показники (сили і моменти з'єднання, жорсткість технологіч. системи, моменти демонтажу);
- Швидкісні (кутові координати повороту, швидкості, прискорення);
- Функціональні, що відносяться до можливостей технологічної та керуючих систем складальної машини.

Найважливішими показниками процесу з'єднання і одержуваних з'єднань є величина крутного моменту.

На формування крутного моменту непрямым чином впливають кутові перекоси гвинтів, нестійке положення гвинта в початковий момент часу, провертання привідної головки (зрив шліца) та інші зовнішні впливи. Ці величини носять, як правило, імовірнісний характер.

Величина крутного моменту характеризує процес з'єднання. Інші показники можуть бути віднесені до інших структурних складових складального процесу.

2.2.2. Експериментальна установка для дослідження процесу складання

Згвинчування різьбових з'єднань, дослідження принципів управління складальним процесом, реєстрація виникаючих при цьому силових, електрич. та інших параметрів здійснювалося на експериментальній установці.

Це підставка у вигляді сталеві плити розміром 500×280×10 мм, на якій встановлені направляюча і загвинчуюча головки. Для компенсації згинаючих зусиль і похибок, що виникають при подачі, служить плаваючий стіл. На столі встановлено пристосування, в якому закріплюється досліджуваний зразок. Пристосування являє собою платформу з направляючими, в які встановлюють зразки. Воно закріплено на фланці динамометра, контролюючого силові параметри процесу складання. Установка реалізує такі переходи: подача різьбового елемента в зону складання, наживлення і загвинчування кріпильного елемента. Для загвинчування використовують головку УР-10-2С 250 з приводом від ел.-двигуна УТ-6Д. Привід подачі здійснюється від мотор-редукторного вузла поступального руху АР-4-2. Цикл роботи приводу – рис. 2.4, де БП – швидке підведення, БО – швидкий відвід, S1 ... S4 – кінцеві вимикачі.

Під час згвинчування контролюють наступні параметри: величина крутного моменту $M_{кр}$, осьова сила P_0 , згинаюча сила P_3 , коливання величини крутного моменту ΔM , сила струму двигуна приводу $I_{дв}$, напруга $U_{дв}$, кутова координата φ , зсув фаз ψ між відмітками кутової координати і тимчасовими опорними відмітками.

$$\Psi = T_{\varphi} - T_t ,$$

де T_{φ} – період проходження імпульсів кутової координати;

T_t – період імпульсів лічильника часу.

Імпульси тимчасової оцінки, необхідні для дослідження динаміки розгону шпинделя при закручуванні, подаються від генератора Г5-15. Динамометр являє собою тензометричний пристрій, що контролює крутний моменти, осьову і згинаючі сили.

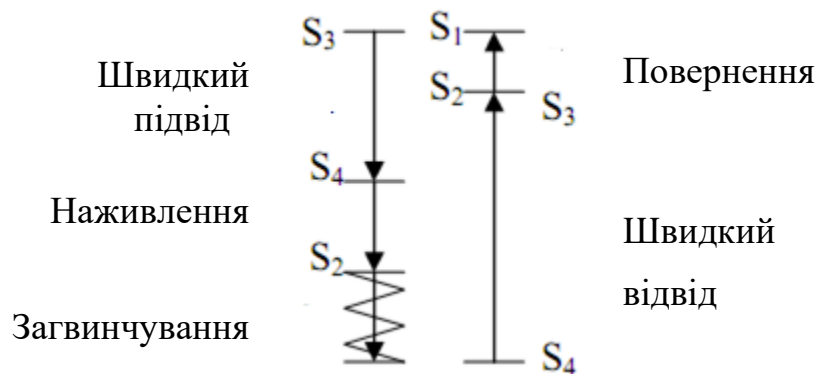


Рисунок 2.4 – Цикл роботи приводу подачі.

2.2.3 Схеми базування кріпильних деталей

Складан. різбових з'єднань відзначається непостійним положенням кріпил. елементів при початковому завинчуванні. Таким чином, важливо забезпечити точне позиціонування кріплення та утримання його в цьому стані до завинчування перших витків різби.

У сучасній промисловості різноманітність кріпильних елементів призводить до використання різних форм загвинчуючих головок.

Для експериментальних досліджень використовувалися гвинти тільки з вищепереліченими типами головок.

На відміну від шпилькових з'єднань, де загвинчуюча головка нагвинчується на різбовий кінець шпильки, гвинти потребують утримання в заданому полож. за допомогою додатков. пристосувань. Для цього в експериментах використовувалися пружинні вуса. Схеми фіксації гвинтів – рис. 2.5.

Крім того, слід відзначити, що існують 2-і схеми закріплення корпусних деталей. Перша передбачає, що деталь "плаває" у 2-х взаємно перпендикулярних площинах. Друга – деталь закріплена жорстко.

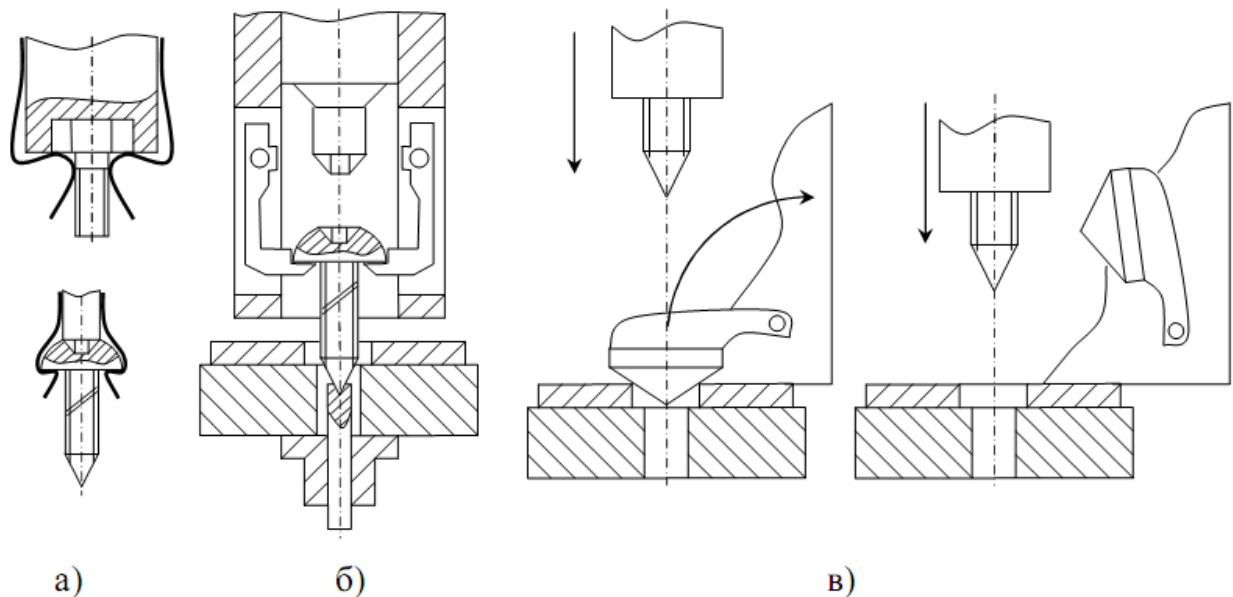


Рисунок 2.5 – Схеми базування гвинтів в початковий момент загвинчування:
 а) з використанням пружинних вусів; б) губок і направляючих; в) центровукач.

2.2.4 Систематизація і аналіз розмірних показників початкового положення кріпильних елементів.

Низька стійкість кріпильних деталей пояснюється дією західного витка при його проникненні в матеріал деталі. Березін С. Я. запропонував два способи підвищення стійкості: застосування спеціальної утримуючої оснастки, що забезпечує співвісність деталей, що складаються і формування західного витка з малим кутом фаски для зниження його розклинюючої дії [20]. Другий спосіб не завжди можливий, особливо для дрібних кріпильних елементів, які виготовляють накатуванням плоскими плашками. Заходи по доданню західному витку особливої форми призводять до подорожчання деталей. Тому перший спосіб володіє більшою універсальністю, однак, при цьому, необхідно встановити всі можливі значення допустимих та дійсних кутових зміщень, які повинні усуватися технологічною оснасткою. Крім того, допустимі кутові зміщення, характерні для різних форм з'єднань необхідні при аналізі динаміки початкового моменту з'єднання з метою визначення умов стійкості [20]. Для цієї мети всю номенклатуру видавлюючих і самонарізаючих гвинтів розділяють:

1. Гвинти з плоским торцем у західній частини.
2. Гвинти із загостреною західною частиною.

3. Гвинти з направляючою цапфою.

4. Гвинти з однією або декількома вирізаними канавками.

Основні схеми з'єднань з такими деталями (рис. 2.6).

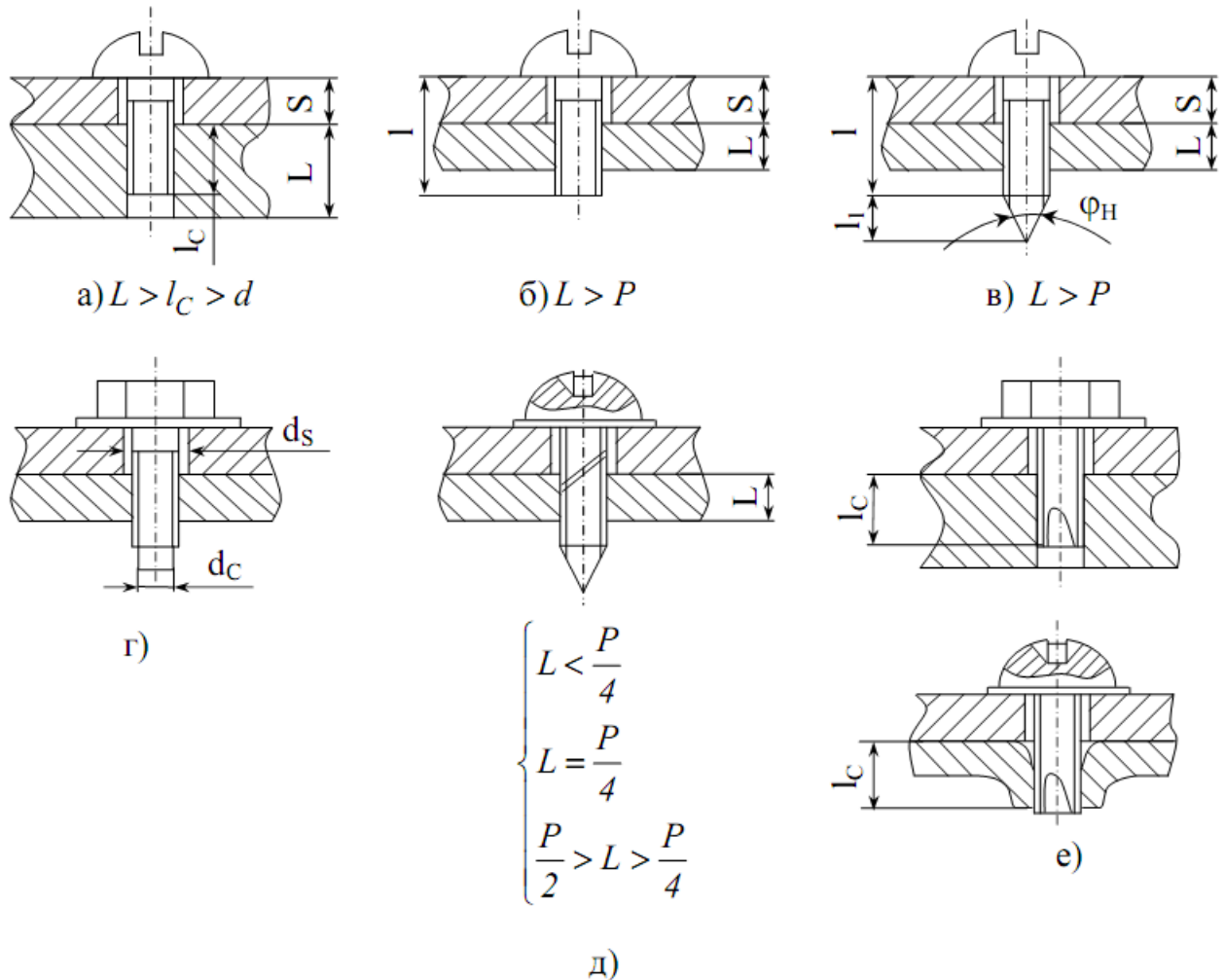


Рисунок 2.6 – Основні схеми з'єднань самонарізаючими гвинтами.

Різновиди гнізд, в які встановлюються гвинти розділяють:

1. Товщина матеріалу під гвинт, який загвинчують

$$L > l_c, \text{ де } l_c - \text{глибина загвинчування гвинта};$$

2. $L > P$, де P – крок різі гвинта;

3. $L \leq P$.

При цьому розрізняють гніздо без відбортовки (рис 2.6 д) і з відбортовкою (рис 2.6 е).

На рис. 2.7 представлені схеми початкової орієнтації гвинтів.

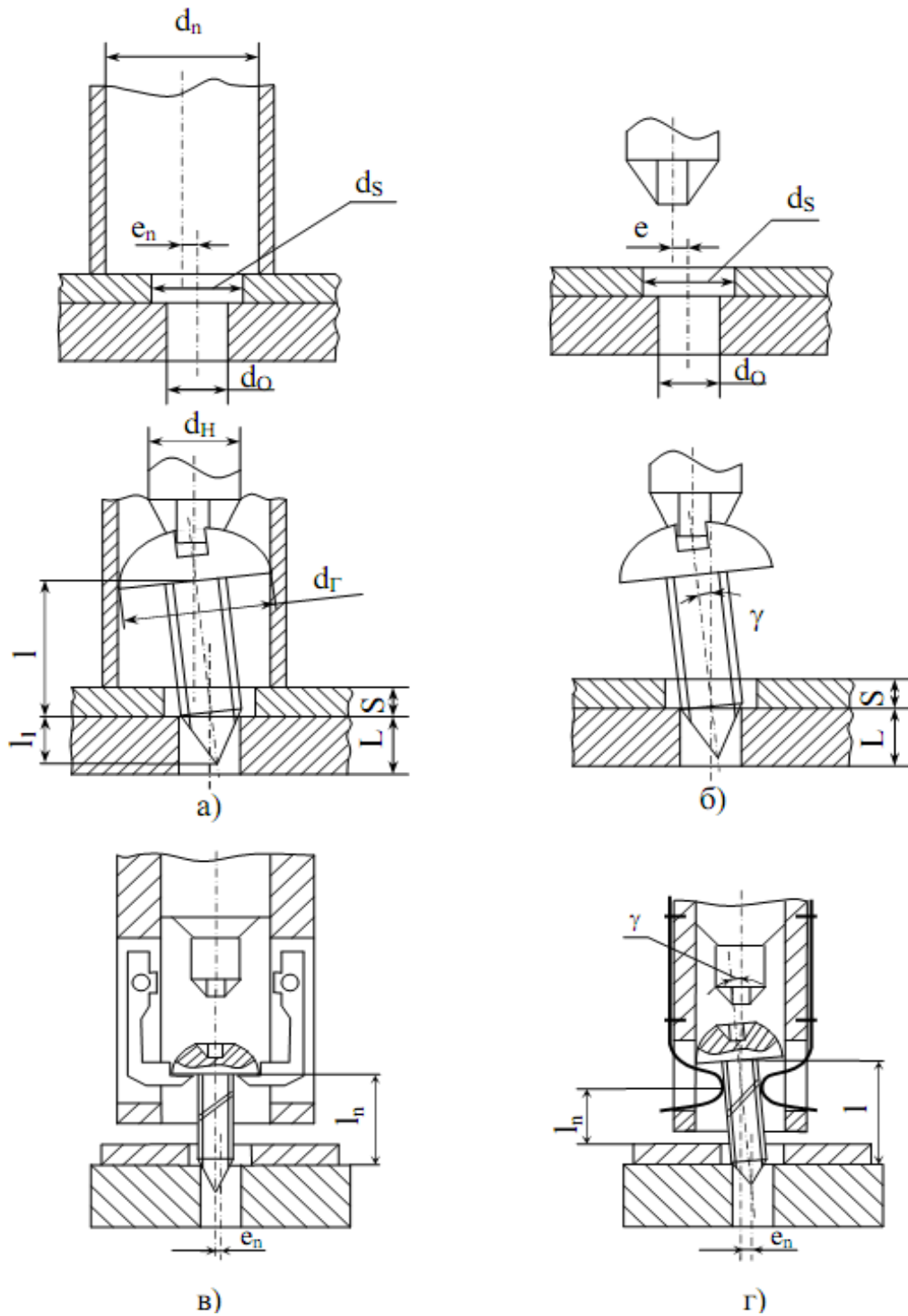


Рисунок 2.7 – Схеми початкового встановлення гвинтів:

- а) з трубчастим наконечником; б) без додаткових пристроїв (вільна схема);
в) фіксація губками; г) пружинними вусами.

Дійсний кутівий зсув для випадку застосування трубчастого живильника:

$$\gamma = \arctg \frac{e_n + \frac{d_n - d_r}{2}}{l}, \quad (2.2)$$

де e_n – радіальне зміщення осей живильника і отвору;

d_n – внутрішній діаметр живильника;

d_Γ – діаметр головки гвинта;

l – довжина основної частини різьбового стержня гвинта.

З урахуванням величини граничних кутових зміщень гвинтів (табл. 2.1), величина радіального зміщення буде мати вигляд

$$[e] \leq l \cdot \operatorname{tg}[\gamma] - \frac{d_n - d_\Gamma}{2}, \quad (2.3)$$

Для схеми 2.6 (б) граничні радіальні зміщення не повинні перевищувати величину

$$[e] \leq l \cdot \operatorname{tg}[\gamma], \quad (2.4)$$

Таблиця 2.1 Формули для визначення кутових зсувів

Схема з'єднання	Вид кутового зміщення	
	дійсне	граничне
рис. 2.7 а	$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{d_s - d}{2(S + P)}$	$[\gamma] = \operatorname{arctg} \frac{T_d + T_o}{2l_c}$
рис. 2.7 б	$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{d_s - d}{2(S + P)}$	$[\gamma] = \frac{1,227P}{d - d_{1k}} \operatorname{arctg} \frac{T_d + T_o}{2L}$
рис. 2.7 в	$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{d_s - d}{2 \left(S - \frac{d - d_o}{2 \operatorname{tg} \frac{\varphi H}{2}} \right)}$	$[\gamma] = \operatorname{arctg} \frac{d_s - d + T_d + T_o}{2(S + L)}$
рис. 2.7 г	$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{d_s - d_c}{2 \cdot S}$	$[\gamma] = \frac{1,227P}{d - d_{1k}} \operatorname{arctg} \frac{T_d + T_o}{2L}$

2.2.5 Теоретичний аналіз швидкісних параметрів керування

Вибір раціональних швидкісних режимів забезпечується наступними показниками:

- Стійкість початкового положення кріпильних елементів, стабільність і надійність процесу складання;
- Низькі значення крутних моментів і ергономічність процесу;
- Надійність затяжки, якість зібраного вузла і зниження браку.

Весь хід загвинчування розділяють на періоди:

1. Наживлення або прикинення західної частини гвинта в деталь;
2. Загвинчування основної частини різьбового стержня;
3. Затягування кріпильного елемента і з'єднання.

Задача визначення технологічної швидкості загвинчування, виходячи з динамічних характеристик наживлення звичайних різьбових з'єднань з зазором вперше була вирішена І. Л. Блаєром [23], а, виходячи із співвідношення лінійних і кутових швидкостей – А. А. Гусєвим.

Завалій Ю. І. представляв дану задачу як процес оптимального керування на основі принципу максимуму.

Задача сформульована у вигляді:

$$\begin{cases} V(t)|_{t=t_{нач}} = V_{нач}; V(t)|_{t=t_{кон}} = V_{кон} \\ [V_{min}] \leq V(t) \leq [V_{max}]; \Delta t = t_{кон} - t_{нач} \rightarrow min \end{cases}, \quad (2.5)$$

де $t_{поч}$, $t_{кинц}$ – час початку і закінчення основного етапу загвинчування;

$[V_{min}]$ $[V_{max}]$ – нижнє і верхнє обмеження швидкості загвинчування.

Результати даних робіт не можуть бути використані для складальних різьбоутворюючих процесів, так як останні відрізняються різноманітністю режимів складання, видів з'єднань, способів затягування.

Березіним С. Я. отримана теоретична модель динамічної швидкості наживлення і експериментальна формула технологічної швидкості згвинчування для з'єднань з різьбовидавлюючими шпильками і гвинтами [20]. Однак, якщо розглядати складальний різьбоутворюючий процес як сукупність одночасно

діючих силових і швидкісних показників, то неоднозначність підходів до вирішення завдання визначення швидкісних режимів згвинчування стає очевидною.

Розглянемо для прикладу чотири види гвинтових з'єднань і відповідні їм графіки моментів і швидкостей загвинчування (рис. 2.8) і отримані експериментально.

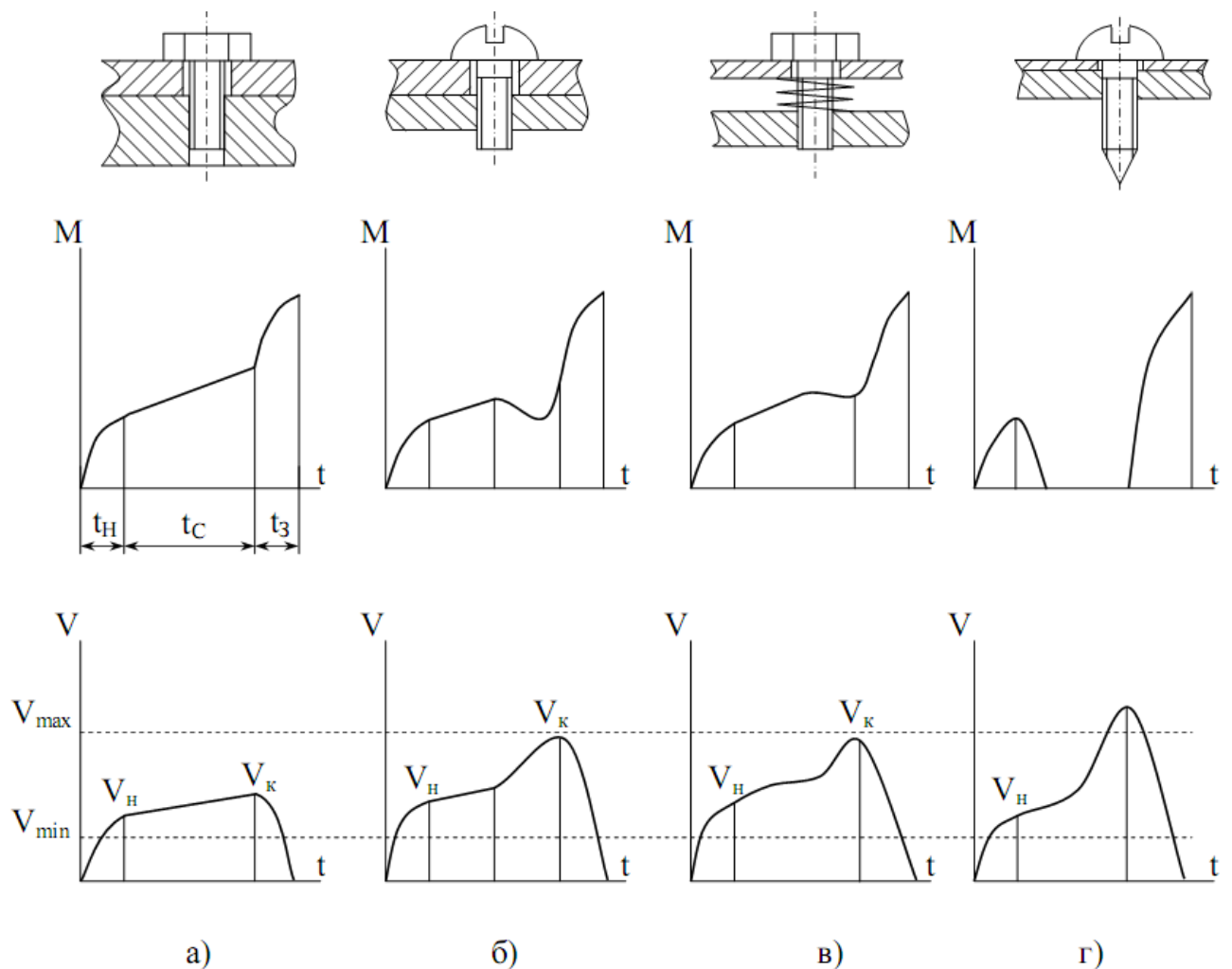


Рисунок 2.8. Режими складання гвинтових з'єднань

2.2.6. Силві показники складального процесу

Одними з найбільш досліджуваних показників складальних різьбоутворюючих процесів є силві. Всі роботи, присвячені технології складання гладкорізьбових з'єднань і монтажу самонарізаючих гвинтів розглядають зусилля і моменти з'єднання як визначальні.

З усієї сукупності даних факторів виділяються:

- Осьові зусилля проникнення кріпильних елементів;
- Крутний моменти різьбоутворення;
- Зусилля і моменти затягування;

Осьові зусилля, необхідні для формування гладконарізного з'єднання експериментально досліджені Н. С. Буткіна і Г. А. Семічевскім. С.Я. Березін встановив аналітичну залежність осьового зусилля [20]. І. У. Заїр встановив подібну залежність для з'єднань з самонарізаючими гвинтами. Відомі роботи по дослідженню міцності одержуваних з'єднань. При всьому різноманітті запропонованих аналітичних і експериментальних формул крутних моментів, немає відомостей про процеси постановки самонарізаючих гвинтів в листовий матеріал. Відсутні також відомості про зусилля затяжки таких з'єднань. Таким чином, аналіз даних параметрів є актуальною задачею.

2.2.6.1 Крутні моменти, що виникають при установці гвинтів

Процес проникнення самонарізного гвинта в отвір листового матеріалу нагадує скоріше не різьбоутворення, а профілеутворення. Він охоплює наступні переходи.

1. Орієнтація гвинта по осі отвору;
2. Створення осьового зусилля;
3. Загвинчування з прорізанням профільного паза;
4. Затягування пакета листів, що з'єднуються.

Основні параметри профілеутворення (рис. 2.9).

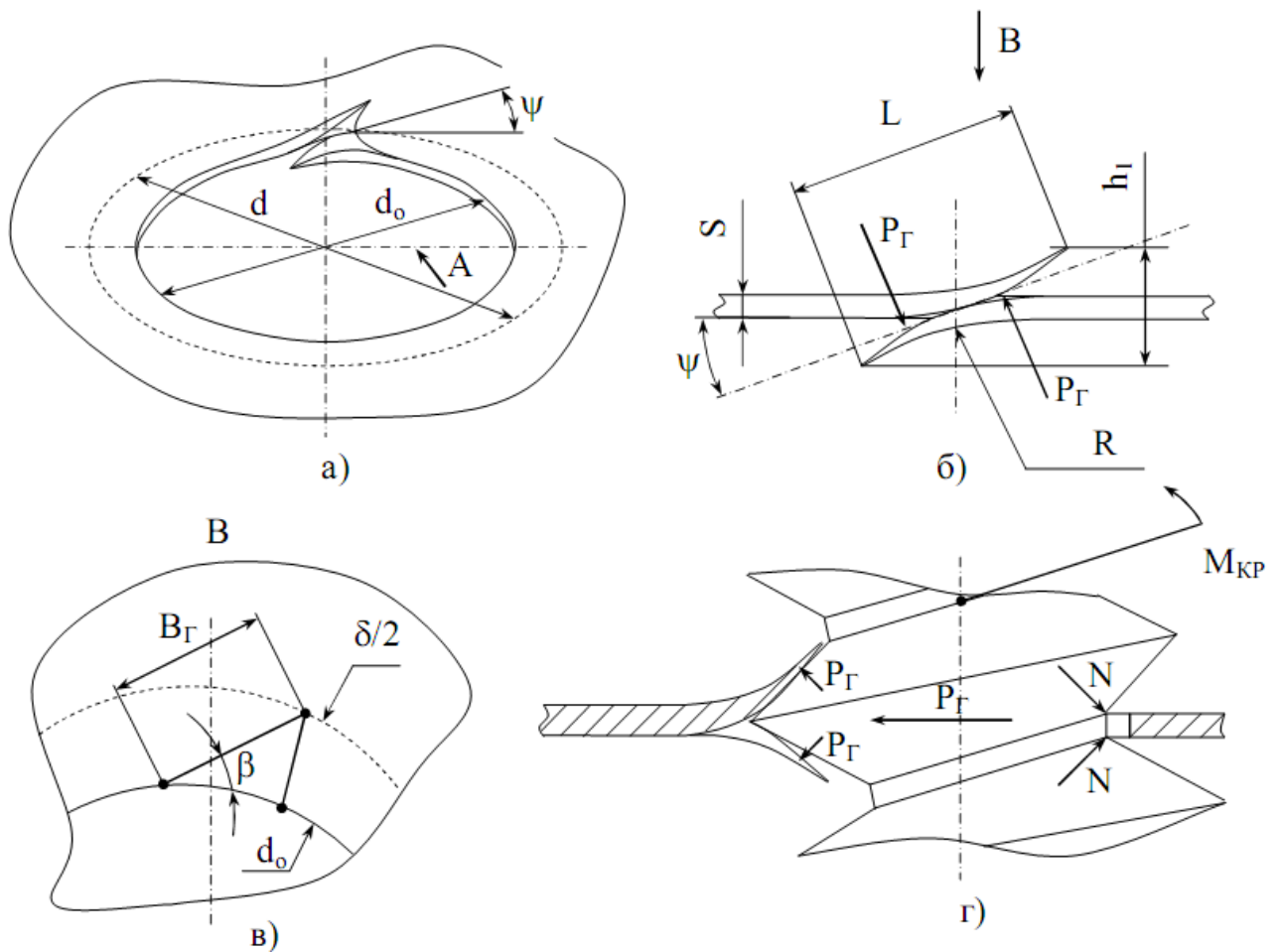


Рисунок 2.9 – Формування профільного паза при закручуванні гвинта:
 а) загальний вид паза; б) вид в площині аркуша; в) вид у плані; г) схема зусиль в гвинтовому контакті.

Крутний момент профілеутворення визначається двома складовими:

а) момент від дії зусилля прорізання паза з відповідними реактивними складовими в протилежній точці контакту (рис. 2.9 г);

б) момент від дії зусиль відгинання пелюсток паза P_2 з відповідними реактивними складовими

$$M_{KP} = P_{\tau} \cdot \frac{d}{2},$$

де P_{τ} – тангенціальне зусилля загвинчування, рівне

$$P_{\tau} = P_P \cdot f_n + (2P_{\Gamma} \cdot \cos\psi + N)f, \quad (2.6)$$

де P_P – зусилля прорізання паза;

f_n – коефіцієнт пластичного тертя;

P_2 – зусилля згинання листа;

ψ – кут підйому різи;

f – коефіцієнт тертя в різьбовому контакті.

Складові P_2 і P_P визначають за формулами, що застосовуються в розрахунках процесів обробки металів тиском.

$$\begin{cases} P_P = L \cdot S \cdot \sigma_B \\ P_G = k_G \cdot B_G \cdot \sigma_B \cdot S \end{cases}, \quad (2.7)$$

де L – довжина паза (рис. 2.9 б);

S – товщина листа;

σ_B – межа міцності матеріалу листа;

k_G – табличний коефіцієнт в залежності від співвідношення

$$R/S,$$

де R – радіус гнучкі;

B_G – ширина гнучкі.

2.2.6.2 Складання пакету різнорідних листових матеріалів

В умовах виробництва виникають ситуації, коли необхідно провести складання пакета аркушів з різнорідних матеріалів, наприклад, «метал – пластмаса – метал». Діаметр отворів під різь в верхніх аркушах дорівнює діаметру в нижніх аркушах і гвинт при складанні починає проникати в верхній лист.

При закручуванні гвинтів в такий пакет виникають дві ситуації:

1. При співвідношенні товщини листа до кроку різі $S / P \leq 1,5$ пакет розклинається по різьбових витках.

В цьому випадку не допомагає навіть попереднє стягування пакета, оскільки при прориві різьбового вуса відбувається відгинання пелюсток і збільшення зазору між листами (рис. 2.10 а).

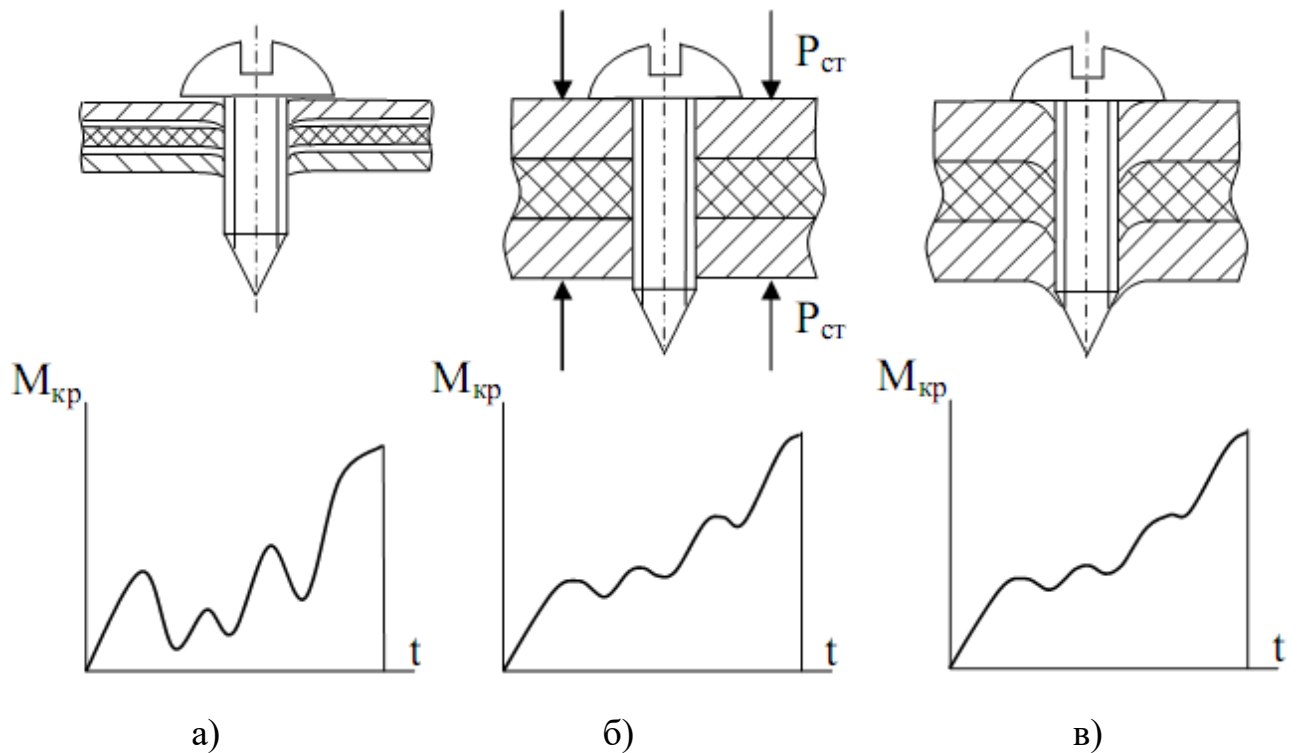


Рисунок 2.10 – Збірка пакету різнорідних листових матеріалів «метал – пластмаса – метал»:

2. При товщині листа більше кроку різі ($S / P > 1,5$) процес складання аналогічний закручуванню гвинтів в корпус з пошарового матеріалу.

а) $S / P \leq 1,5$;

б) $S / P > 1,5$ з попередньою стяжкою пакета;

в) $S / P > 1,5$ без попередньої стяжки;

Дещо відрізняється зборка пластичних матеріалів. Відгинання різьбового вусика в цьому випадку менш виражено і менший ефект розклинювання пакета. Для підвищення несучої здатності з'єднання рекомендується наступний спосіб: отвір під кріпильний елемент не свердлять, а пробивають, при цьому відбувається розвальцювання гнізда і додаткове скріплення пакета (рис. 2.10 в).

2.3 Оброблення результатів досліджень.

Для експериментальних досліджень крутного моменту обрані чотири фактори: d , P , l/d , V .

В ході експериментів встановлено характер впливу визначальних факторів на крутний момент. На рис. 2.11 наведені графіки експериментальних даних по різних факторів.

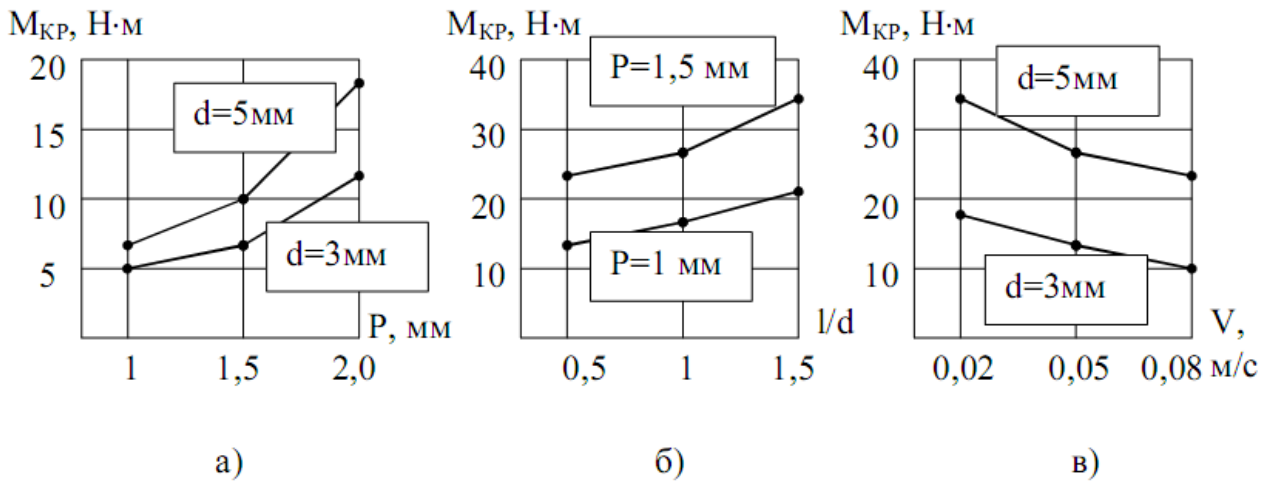


Рисунок 2.11 – Графіки експериментальних залежностей крутного моменту: а) від розмірів різі; б) від довжини з'єднання; в) від швидкості.

Найбільший лінійний характер впливу чинять крок різі, довжина згвинчування і швидкість

2.4 Аналіз і узагальнення отриманої інформації.

Порівнювалися значення крутних моментів, отриманих аналітичним методом з експериментальними значеннями, рис. 2.12.

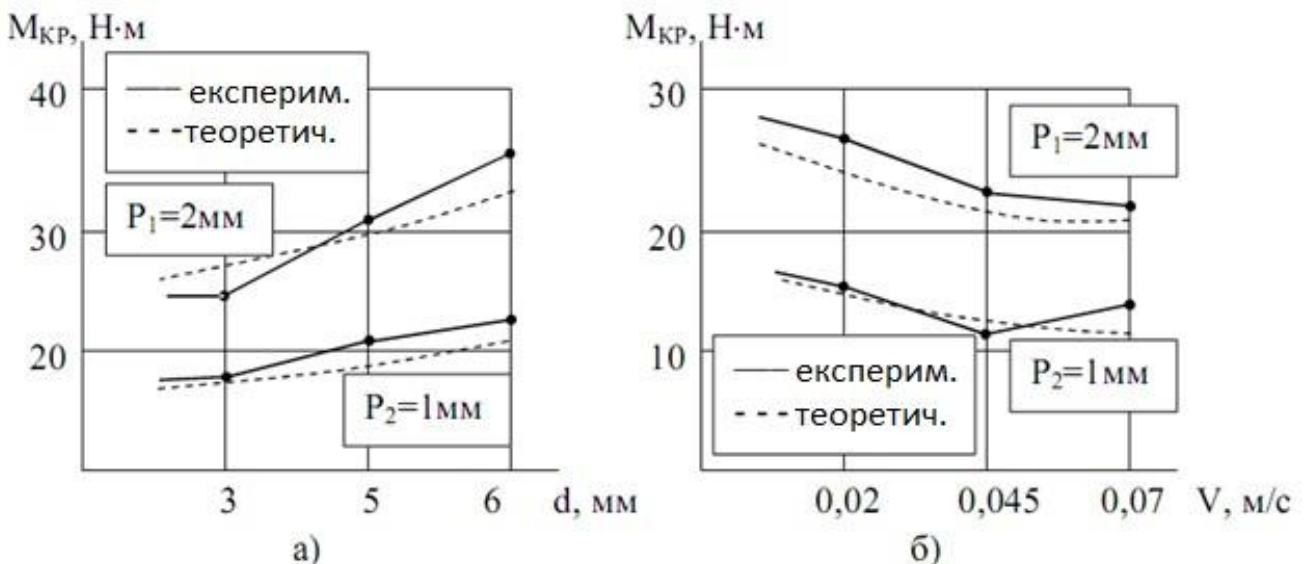


Рисунок 2.12 – Розрахункові залежності крутних моментів, отриманих з теоретичних і експериментальних даних: а) для корпусних матеріалів з АЛ4, б) з текстоліту.

При збільшенні діаметра різі в зоні верхніх значень відхилення складає 15-18 % для корпусів з АЛ4 і 12–14 % для пластмас. В області нижніх значень d відхилення результатів складають 17–23% для верхніх значень кроків різей корпусів з АЛ4 і 8–10% для нижніх значень кроків. При тих же умовах відхилення значень M_{KP} для пластмас становить 14-19 % і 10-16 %.

Узагальнюючи отримані результати відзначаємо, що найбільший вплив на крутний момент мають такі фактори, як швидкість згвинчування, крок різі, твердість матеріалу корпусу, діаметр нарізного стрижня.

Закон зміни швидкості на етапі загвинчування, що забезпечує оптимальні умови складального процесу. Встановлено, що зниження значень крутного моменту становить 25–30 %.

2.5 Висновки та пропозиції щодо використання результатів виконаних досліджень.

Технологіч. забезпечення процесу згвинчування повинно передбачати виконання таких вимог:

- Правильний вибір матеріалів різьбових пар.
- Відсутність зривів утвореної різі.
- Виключення переповнення профілю.
- Усунення критичних кутових перекосів на початку загвинчування.
- Забезпечення високих експлуатаційних показників з'єднань.

Порядок розробки ТП складання різьбових з'єднань

1. Підготовчий технологічний етап.

На цьому етапі відбувається ознайомлення з технологічними прийомами складання різьбових з'єднань, аналіз та прийняття рішень, вибір кріпильних елементів і матеріалів. Правильний вибір технології впливає на ефективність складального процесу і надійність нарізного з'єднання.

За допомогою інформаційної пошукової системи отримуємо рекомендації. В даному випадку складання здійснюється з використанням гвинтів саморізів в листовий матеріал (текстоліт) без попереднього формування різі. Особливістю даного варіанту є те, що товщина пластини більша кроку різі гвинта. Тому процес

загвинчування буде схожий з процесом загвинчування в корпусну деталь. Після виходу гвинта з пластини крутний момент дещо зменшиться, а потім різко зросте, що пов'язано із затягуванням нарізного з'єднання.

2. Підготовчий конструктивний етап.

На цьому етапі відбувається розробка конструкторської документації, аналітичні розрахунки в підсистемі САПР технологічних розрахунків.

Заповнюємо карту вихідних даних. Вибираємо тип кріпильного елемента, його осн. конструктивні параметри, необхідну точність складання, схему базування, передбачуваний тип складального обладнання, тип складання. Мета розрахунків: отримати оптимальні значення крутних моментів, діаметрів отворів під різь, перевірити виконання умов по точності складання. Розрахунок проводимо наступним чином: в карті вихідних даних вказуємо параметри нарізного з'єднання. Здійснюємо розрахунок, потім система вибирає з бази даних відповідне рівняння оптимальної швидкості. Після вибору рівняння і визначення коефіцієнтів, проводиться розрахунок оптимальних значень швидкості згвинчування при різних співвідношеннях l/d . Мінімальне значення l/d приймаємо рівним 0,5. Це відповідає двом виткам загвинченої різі. Розрахунок швидкості здійснюємо для кожного витка різі до повного загвинчування, тобто до співвідношення $l/d = 1,5$.

Після розрахунків можна приступати до проектування і виготовлення технологічної оснастки, налаштування і регулювання обладнання.

3. Складальний етап.

Він включає в себе завантаження і встановлення деталей, технологічні переходи з'єднання, процес загвинчування, зняття деталей і вузлів. Одним з найскладніших дій при складанні є подача кріпильного елемента в робочу зону, його правильна орієнтація та збереження цього положення в момент наживлювання. Нестійкість кріпильного елемента зберігається під час загвинчування перших двох-трьох витків різі.

4. Післяскладальний етап.

Здійснюється відвід інструменту у вихідне положення, контроль якості складання, перевірка нарізного з'єднання на відгвинчування, налаштування апаратури й устаткування.

3 ТЕХНОЛОГІЧНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва, аналіз його технологічності

Корпус КС6Б-09.200 є складальним вузлом, який встановлюється на бурякозбиральний комбайн виробництва в/о 'Тернопільський комбайновий завод'.

Корпус КС6Б-09.200 служить для забезпечення процесу тормозіння бурякозбирального комбайна, а також гашення обертового крутного моменту, який передається від двигуна до робочих органів.

До складу цього вузла входять Барабан КС6Б-09.215 та зубчастий вінець для внутрішнього зачеплення з шестернями.

Корпус КС6Б-09.200 встановлюється на бурякозбиральному комбайні циліндричною поверхнею і закріплюється через кріпильні отвори в приливах за допомогою 8-ми болтів М8 розміщених по периметру обвода.

Основними робочими поверхнями корпусу є внутрішній циліндричний отвір $\varnothing 79,5 \text{ Н9}$, в якому встановлюються підшипники та внутрішня поверхня $\varnothing 240$, де запресовується зубчастий вінець.

На оброблення зовніш. циліндрич. поверхні, яка є базовою. Оброблення 8-ми отворів здійснювати з однієї установки, щоб не було зміщення отворів або їх не перпендикулярності відносно площини основи. Якісне оброблення поверхонь дасть можливість мати на всіх послідуючих операціях постійну базу.

Аналізуючи технічні умови на виготовлення Барабана КС6Б-09.215 слід відзначити, що найважливішим є досягнення співвісності базової зовнішньої циліндрич. поверхні, з допомогою якої встановлюється деталь на комбайні, внутрішнього отвору $\varnothing 79,5 \text{ Н9}$ та внутрішньої циліндричної поверхні $\varnothing 240^{+0,15}$.

Взаємне розміщення 8-ми різьбових отворів М8-7Н можна досягнути їх одночасним свердлінням на вертикально-свердлильному верстаті використовуючи 8-ми шпindelьну свердлильну головку з допомогою кондуктора.

Барабан КС6Б-09.215 – це корпусна деталь середньої степені складності. Конфігурація зовніш. контуру і внутріш. поверхонь не викликає значних труднощів при отриманні заготовки. Формовка повинна проходити з застосуванням стержнів, які формують внутрішні порожнини.

Похибка на овальність і конусність поверхні *B* повинна становити не більше половини допуску на діаметр. До інших поверхонь забезпеч. вільний доступ інструменту, що не викликає особливих ускладнень при механічному обробленні заготовки.

Робоче креслення деталі містить відомості про матеріал та техніч. умови на вигот., дає уявлення про габарити, розміщення оброблюваних поверхонь, їх точність, шорсткість, взаємозв'язок між собою. Технічні умови на обробл. деталі визнач. особливості розробл. ТП, вибір інструм., розрахунок режимів різання.

Для виготовлення деталі даного типу необхідно вибрати матеріал, який має хороші ливарні властивості та хорошу оброблюваність. Такі якості має ковкий чавун марки КЧ33-8 ДСТУ 121579, хімічний склад – в табл. 3.1, а механічні власт. – в табл. 3.2, Додаток А.

Оскільки Корпус КС6Б-09.200 за конструкцією є складальною одиницею, тому аналіз техніч. умов для його виготовлення проведемо окремо для Барабана КС6Б-09.215 та “Корпуса КС6Б-09.200”. Отримані дані наведені в табл. 3.3 і табл. 3.4, Додаток А.

Деталь – “Барабан КС6Б-09.215” представляє собою відливку циліндричної форми з ковкого чавуну марки КЧ33-8 ДСТУ 121579. Відливка середньої складності по конфігурації і вимагає застосув. стержневої формовки для утворення внутрішніх отворів (порожнин).

Конструкція деталі допускає оброблення всіх площин на прохід. Всі отвори розташовані на достатній віддалі між осями для того аби застосувати для їх оброблення свердлильну головку або багатошпindelні свердлильні верстати. До всіх оброблювальних поверхонь є вільний доступ інструменту.

Твердість деталі достатня щоб забезпечити надійний затиск деталі при всіх видах оброблення і відповідно застосовувати прогресивні методи та режими різання. Базою оброблення служить зовнішня циліндрична поверхня барабана.

Фрезерування основи, свердління і розвертування отворів виконуємо на першій операції, за одну установку деталі.

Рівень технологічн. конструкції за точністю оброблення:

$$K_{p.mч} = \frac{K_{б.мч}}{K_{mч}}, \quad (3.1)$$

Коефіцієнт точності оброблення $K_{mч}$:

$$K_{mч} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = \frac{\sum_{i=1}^n n_i}{\sum_{i=1}^n T_i \cdot n_i}, \quad (3.2)$$

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^n n_i};$$

$$T_{cp} = \frac{287 + 72 + 594 + 504}{41 + 8 + 54 + 42} = 10,048;$$

$$K_{mч} = 1 - \frac{1}{10,048} = 0,900;$$

$$K_{б.мч} = 0,800;$$

$$K_{p.mч} = \frac{0,800}{0,900} = 0,889 < 1.$$

Так, як $K_{p.mч} < 1$, то деталь при цьому показнику є технологічною.

Рівень технологічн. конструкції деталі за шорсткістю поверхонь:

$$K_{p.ш} = \frac{K_{б.ш}}{K_{ш}}, \quad (3.3)$$

Коефіцієнт шорсткості поверхні $K_{ш}$:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{ср}} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n n_{iш}}{\sum_{i=1}^n Ш n_{iш}}, \quad (3.4)$$

$$Ш_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n Ш_i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^n n_i}.$$

$$Ш_{ср} = \frac{19,2 + 1200}{6 + 96} = 11,953;$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{11,953} = 0,916;$$

$$K_{б.ш} = 0,800;$$

$$K_{р.ш} = \frac{0,800}{0,916} = 0,873 < 1.$$

Так, як $K_{р.ш} < 1$, то деталь при цьому показнику являється технологічною.

Рівень технологічності конструкції за коефіцієнтом використання матеріалу:

$$K_{в.м} = \frac{M_{д}}{M_{з}}, \quad (3.5)$$

$$K_{в.м} = \frac{12,2}{14} = 0,87 > 0,70.$$

Так, як $K_{в.м} > 0,70$, то деталь при цьому показнику є технологічною.

3.2 Розроблення маршрутно-операційного технологічного процесу виготовлення виробу

3.2.1 Аналіз типу та організаційної форми виробництва

При масі деталі 12,2 кг і програмі випуску $N = 20000$ шт./рік, можна припустити, виробництво – великосерійне.

Коефіцієнт потоковості:

$$R = \frac{T_{\text{шк.с.}}}{\tau_{\theta}}, \quad (3.6)$$

$$T_{\text{шк.с.}} = \frac{\sum_1^n T_{\text{шк.}_i}}{n}, \quad (3.7)$$

$$T_{\text{ум.с.}} = \frac{60,72}{15} = 4,05 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{д}} \cdot 60}{N}, \quad (3.8)$$

$$t_{\text{в}} = \frac{4029 \cdot 60}{20000} = 12,09 \text{ хв;}$$

$$R = \frac{4,05}{12,09} = 0,33$$

За умови $R = 0,33 < 0,6$, маємо групову форму організації виробництва.

Обчислимо розмір партії запуску $\Pi_{\text{о}}$.

Добове завдання:

$$\Pi_{\text{д}} = \frac{N}{\Phi_{\text{д.дн.}}}, \quad (3.9)$$

$$\Pi_{\text{д}} = \frac{20000}{264} = 75,6 ;$$

Приймаємо $\Pi_{\text{д}}=80$ шт.

Розмір партії деталей :

$$\Pi_{\text{о}} = \Pi_{\text{д}} \cdot a, \quad (3.10)$$

$$\Pi_{\text{о}} = 80 \cdot 3 = 240 \text{ шт.}$$

Знаходимо к-сть змін:

$$Z_{\text{о}} = \frac{T_{\text{шт. с.}} \cdot \Pi_{\text{о.}}}{F_{\text{доб.}} \cdot \eta_{\text{з.норм.}}}, \quad (3.11)$$

$$Z_o = \frac{4,05 \cdot 240}{952 \cdot 0,7} = 1,46$$

Приймаємо $Z_o = 2$ зміни.

Фактична к-сть деталей у партії:

$$P_{\phi} = \frac{F_{\text{доб.}} \cdot \eta_{\text{з.норм.}}}{T_{\text{шт. с.}}} \cdot Z_{\phi}, \quad (3.12)$$

$$P_{\phi} = \frac{952 \cdot 0,7}{4,05} \cdot 1 = 164,5$$

Приймаємо $P_{\phi} = 165$ деталей.

3.2.2. Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки.

Заготовка Барабану КС6Б-09.215 являє відливку циліндричної форми із ковкого чавуну КЧ 338 ДСТУ 1215-79.

Відливка 1-го класу точності [2, табл. 18], за кваліфікацією – середньої складності.

Для утворення внутрішніх порожнин під майбутні отвори потрібно використати стержневу формовку. Отримати відливку даного типу можна 2-ма способами:

1. Литтям в земляні форми;
2. Литтям в оболонкові форми.

Щоб визначити, який метод є більш економічно доцільним, проведемо порівняння за собівартістю.

Вартість заготовки, отриманої литтям в земляні форми:

$$S_{\text{заг1}} = \left(\frac{C_1}{1000} \cdot Q_1 \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_b \cdot k_m \cdot k_n \right) - (Q_1 - q) \cdot \frac{S_{\text{відх}}}{1000}, \quad (3.13)$$

$$S_{заг1} = \left(\frac{2900}{1000} \cdot 14 \cdot 1,06 \cdot 1,0 \cdot 0,84 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \right) - (14 - 12,2) \cdot \frac{144}{1000} = 41,3 \text{ грн.}$$

Вартість заготовки отриманої в оболонковій формі:

$$S_{заг2} = \left(\frac{C_2}{1000} \cdot Q_2 \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_e \cdot k_m \cdot k_n \right) - (Q_2 - q) \cdot \frac{S_{відх}}{1000}, \quad (3.14)$$

$$S_{заг2} = \left(\frac{4300}{1000} \cdot 13 \cdot 1,06 \cdot 1,0 \cdot 0,84 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \right) - (13 - 12,2) \cdot \frac{144}{1000} = 57,1 \text{ грн.}$$

Економічний ефект від отримання заготовок двома методами:

$$E = (S_{заг2} - S_{заг1}) \cdot N, \quad (3.15)$$

$$E = (57,1 - 41,3) \cdot 20000 = 316000 \text{ грн.}$$

Відповідно до проведених розрахунків приймаємо метод отримання загот. деталі – лиття в земляні форми, оскільки він більш економічно вигідний.

Отже, перспективним є отримання заготовки методом литва в кокіль, оскільки він є економічно доцільнішим.

3.2.3 Вибір технологічних і вимірювальних баз.

При розробці технологічних процесів великого значення набуває правильний вибір установочних баз, їх послідовність і можливість модифікації під час викон. механічного оброблення заготовки. Забезпечення встановленої точності досягається за умови дотримання принципу суміщення і сталості технологічних та вимірювальних баз.

Визначення призначення технологічних та вимірювальних баз є одним із складних та ключових етапів проектув. ТП. Від правильного вибору технологіч. баз залежить реальна точність розмірів, коректність розташування поверхонь, складність пристроїв, різальних та вимірювал. інструментів, а також загальна продуктивність оброблення заготовки.

Залежно від того, які технологічні задачі вирішуються в процесі оброблення при базуванні заготовки в пристосуванні або на верстаті, може бути використана одна, дві або три бази, які мають в сумі три, чотири, п'ять або шість опорних точок. Найбільш точне базування деталі при установці забезпечує спеціальне затискне пристосування, в конструкції якого враховано конфігурацію і розміри деталей, що обробляються.

Вихідними даними при виборі баз є роб. креслення деталі, технічні вимоги на виготовлення, вид загот. та стан її поверхні.

При обробленні барабана на токарних напівавтоматах базовою поверхнею служить *Ж, М*. Аналогічні поверхні базування на токарно-гвинторізному верстаті.

При обробленні на вертикально-свердлильному верстаті деталь базується по торцю *А* і отвору *И*.

При обробленні барабана тормозного на вертикально-свердлильному верстаті базами служать торцева поверхня і отвір для орієнтування. При обробленні на токарних верстатах деталь базується в цанговий патрон по зовнішній поверхні. При обробленні зубів та шліфуванні центрального отвору деталь базується відповідно по отвору *Б*, торцю або по зубах *Г* та торцю *А*.

Схеми базування для кожної технологічної операції та переходів зображені на операційних ескізах розробленого ТП, який представлений в Додатку Б.

3.2.4 Формування маршрутного технологічного процесу виготовлення виробу з вибором технологічного обладнання.

Базовий ТП виготовл. "Корпуса КС6Б-09.200" характеризується невеликим основним часом, що необхідний для виготовлення корпусу на тій чи іншій операції. Для даного ТП не є характерною велика кількість обладнання, але деякі операції можна об'єднати на одному верстаті, що дасть можливість:

- Зменшити к-сть метало ріжучого обладнання;
- Зменшити штучний час на оброблення деталі;
- Проводити оброблення за один установ, що забезпечить більшу точність виготовлення;

Режими різання згідно із заводським технологічним процесом не є прогресивним, в основному використовується універсальне обладнання, пристрої здебільшого використовуються із ручним затиском, в багатьох випадках використовується універсальний вимірювальний інструмент.

Основним напрямком сучасної технології обробки корпусних деталей є максимальна концентрація різних операцій на одному верстаті, що можливо шляхом використ. верстатів з ЧПК, оброблювальних центрів. Це забезпечує стабільність ТП, зменшує кількість установів та інше.

Залежно від серійності обробки деталей для свердління багатьох отворів використовуються багато-інструментальні свердлильні головки, спеціальні комбіновані інструменти.

Сучасні технології передбачають достатнє використання пристроїв для контролю з метою зменшення можливості браку деталей.

Аби вирішити пит. про доцільність технологічного проєктного маршруту оброблення, потрібно провести техніко-економічне обґрунтування. Відповідно до оцінки приймається той варіант, у якого сума поточ. і привед. капітальних витрат на одиницю продукції буде мінімальною.

Аби визначити, який з двох варіантів більш економічно вигідний. проведемо порівняння собівартості операцій, які є відмінними. Згідно проведених розрахунків проєктний варіант ТП є економічно доцільніший. Базовий і проєктний варіанту технологіч. маршруту механіч. оброблення в табл. 3.8 та табл. 3.9, Додаток А.

3.2.5 Визначення припусків на оброблення та розмірів заготовки

Визначаємо значення припусків на оброблення та проміжні розміри для

отвору в розмір $\varnothing 80K7 \begin{pmatrix} +0,010 \\ -0,023 \end{pmatrix}$.

Заготовка – це відливка 1-го класу точності, масою 14 кг.

Технологіч. маршрут оброблення отвору $\varnothing 80K7 \begin{pmatrix} +0,010 \\ -0,023 \end{pmatrix}$ скл. з 2-х переходів: чорнового та чистового розточування.

Барабан на даній операції базується по зовнішньому діаметрі 100 мм з упором по терцевій попередньо обробленій поверхні. Сумарне значення Rz і T , що характериз. якість поверхні на даному етапі оброблення, складає 600 мкм.

Для інших переходів значення Rz знаходимо по довідкових таблицях та вимогах до готової деталі [2, табл. 29].

Сумарне значення просторових відхилень для заготовки даного типу:

$$\rho_d = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2}, \quad (3.16)$$

Величину короблення необ. враховувати як в діаметральному, так і в осьовому січенні заготовки, тому:

$$\rho_{кор} = \sqrt{(\Delta Kd)^2 + (\Delta Kl)^2}, \quad (3.17)$$

$$\rho_{кор} = \sqrt{(2 \cdot 80)^2 + (2 \cdot 60)^2} = 200 \text{ мкм.}$$

Сумарне зміщення отворів у відливці відносно несучої поверхні – це геометрична сума в 2-х взаємно перпендикулярних площинах:

$$\rho_{см} = \sqrt{\left(\frac{\delta B}{2}\right)^2 + \left(\frac{\delta A}{2}\right)^2}, \quad (3.18)$$

$$\rho_{см} = \sqrt{\left(\frac{600}{2}\right)^2 + \left(\frac{600}{2}\right)^2} = 424 \text{ мкм;}$$

$$\rho_d = \sqrt{200^2 + 424^2} = 468 \text{ мкм.}$$

Величина остаточного просторового відхилення розміру після чистового розточування

$$\rho_1 = 0,05 \cdot \rho_d, \quad (3.19)$$

$$\rho_1 = 0,05 \cdot 468 = 23,4 \text{ мкм.}$$

Розраховуємо величину припуску на оброблення.

Для оброблення внутрішніх циліндрич. поверхонь маємо:

$$2Z_{\min} = 2 \left(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right), \quad (3.20)$$

Для чорнового розточування:

$$2Z_{\min} = 2 \left(600 + \sqrt{468^2 + 0^2} \right) = 2 \times 1068 \text{ мкм;}$$

для чистового розточування:

$$2Z_{\min} = 2 \left(50 + \sqrt{234^2 + 0^2} \right) = 2 \times 73 \text{ мкм.}$$

Знаходимо граничні значення параметру оброблення для усіх етапів оброблення.

Для чорнового розточування:

$$d_{p1} = 80 - 0,146 = 79,862 \text{ мм;}$$

для заготовки:

$$d_{pz} = 79,862 - 2,136 = 77,126 \text{ мм.}$$

Значення припусків для кожного переходу визначаємо з відповідних таблиць у відношенні до класу точності конкретного виду оброблення. Наприклад, для чистового розточув. допуск становить 10 мкм, для чистового розточув. - 190 мкм, а допуск у відливці 1-го класу точності, згідно ДСТУ 1855-85, складає 400 мкм.

Максимальне значення (d_{max}) обчислюється на основі розрахунков. розмірів, заокруглених до відповідної точності допуску відповідного переходу. Мінімальні значення (d_{min}) визнач. шляхом віднімання допусків відповідних переходів від найбільш. гранич.розмірів.

Отже, для чистового розточув. найбільший гранич. розмір – 80,010 мм, найменший – 80,0 мм; для чорнового розточув.: найбільший – $79,86 - 0,19 = 79,67$ мм, найменший – $79,86 - 0,19 = 79,67$ мм; для заготовки: найбільший – 77,73 мм, найменший – $77,73 - 0,40 = 77,33$ мм.

Тоді, для чистового розточування:

$$2Z_{\min}^{np} = 79,86 - 79,71 = 150 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max}^{np} = 80,00 - 79,67 = 330 \text{ мкм}.$$

для чорнового розточування:

$$2Z_{\min}^{np} = 79,86 - 77,73 = 2130 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max}^{np} = 79,67 - 77,33 = 2340 \text{ мкм}.$$

Усі результати, що стосуються розрахунку припусків та граничних відхилень розміру $\varnothing 80K7 \begin{pmatrix} +0,010 \\ -0,023 \end{pmatrix}$ заносимо в табл. 3.10, Додаток А.

Схема графічного розташув. припусків та допусків на оброблення отвору $\varnothing 80^{+0,10}$ мм зображена на рис. 3.1.

Заг.припуски $Z_{0\min}$ і $Z_{0\max}$:

$$Z_{0\min} = 150 + 2130 = 2280 \text{ мкм};$$

$$Z_{0\max} = 330 + 2340 = 2670 \text{ мкм}.$$

Заг. номінальний припуск:

$$Z_{0ном} = Z_{0\min} + B_z + B_\partial, \quad (3.21)$$

$$Z_{0ном} = 2280 + 600 - 23,4 = 2856,6 \text{ мкм};$$

$$d_{зном} = 77,726 - 2,857 = 74,869 \text{ мм}.$$

Пров. перевірку вірності викон. розрахунків:

$$Z_{\max 2}^{np} - Z_{\min 2}^{np} = 330 - 150 = 180 \text{ мкм};$$

$$Z_{\max 1}^{np} - Z_{\min 1}^{np} = 2340 - 2130 = 210 \text{ мкм};$$

$$\delta_1 - \delta_2 = 190 - 10 = 180 \text{ мкм};$$

$$\delta_3 - \delta_2 = 400 - 190 = 210 \text{ мкм}.$$

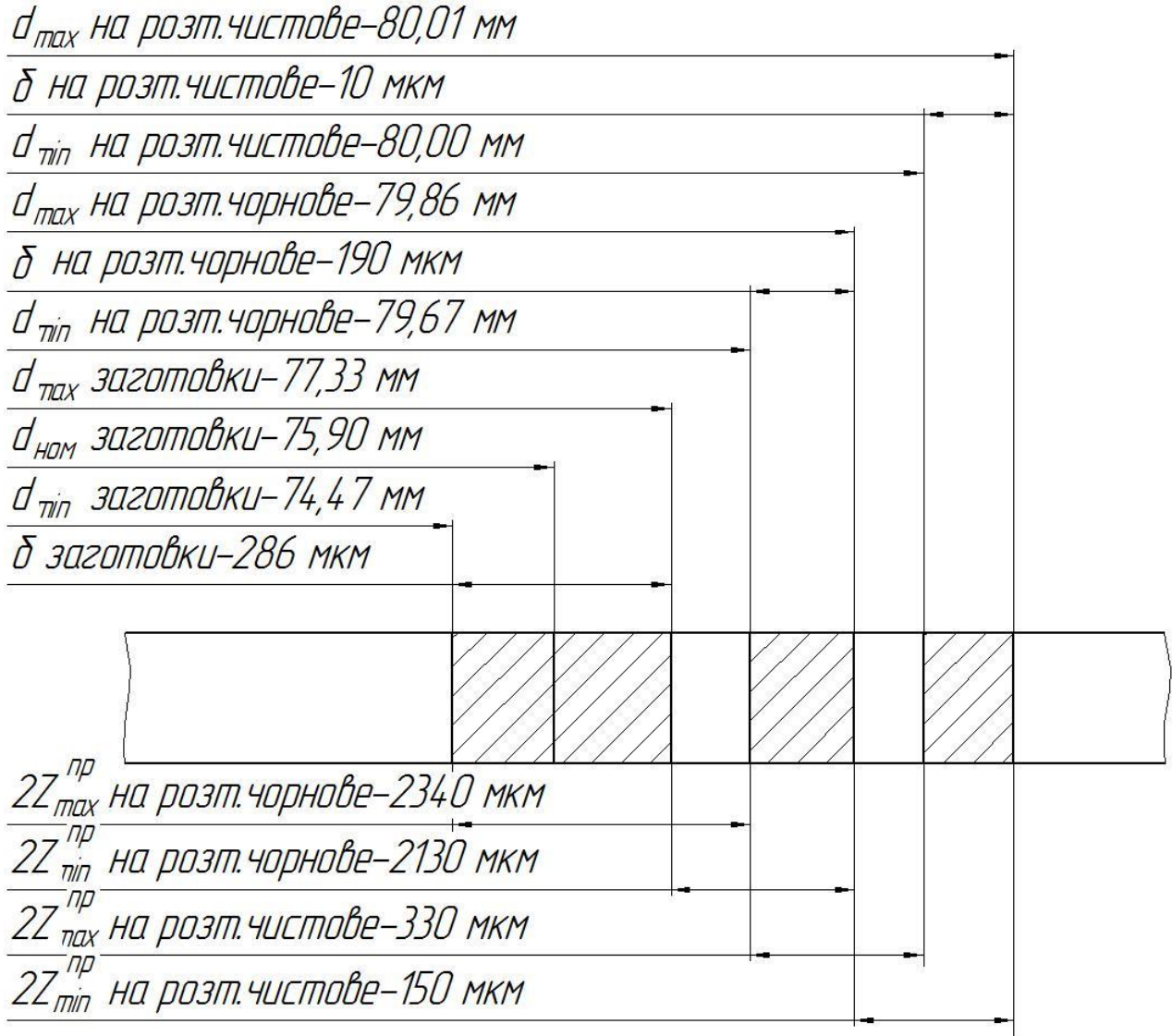


Рисунок 3.1 – Схема графічного розташування припусків та допусків на оброблення отвору $\varnothing 80^{+0,10}$ мм

3.2.6 Вибір ріжучого, допоміжного та контрольно-вимірювального інструменту

При виборі ріжучих інструментів необхідно в першу чергу керуватися обраним технологічним маршрутом оброблення деталі. Приймаючи це до уваги, а також матеріал деталі, припуски на оброблення, технологічні вимоги до деталі,

проводимо вибір ріж. та вимір. інструменту та записуємо його у технологічний процес.

У випадку відсутності інструментів згідно ДСТУ використовуємо спеціально спроектовані ріжучі та вимірні інструменти. Вибраний інструмент заносимо в табл. 3.12, Додаток А.

3.2.7 Визначення режимів різання та технічних норм часу.

Розрах. режими різання на вертикально-свердлильну операцію для свердління 8 отворів $\varnothing 6,7$ мм.

Матеріал заготовки – КЧ 338 ДСТУ 215-79.

Для даного оброблення вибираємо свердло $\varnothing 6,7$ ДСТУ 10903-77.

Геометрич. Парам. свердла:

задній кут $\alpha = 16^\circ$; кут нахилу поперечної кромки $\psi = 40\dots 60^\circ$; поперечна кромка: $a = 1,0$ мм, $L = 2,0$ мм, $\varphi = 118^\circ$.

Глибина різання – $T = d/2 = 3,35$ мм.

Подачу назначаємо з врахуванням умов свердління – $S_{св} = 0,20\dots 0,25$ мм/об.

Скоректована подача по паспорту верстата – $S = 0,20$ мм/об.

Шв. різання при свердлінні:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (3.22)$$

Заг. поправочний коеф. на швидкість різання:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}, \quad (3.23)$$

$$K_v = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0,$$

$$v = \frac{7,0 \cdot 7^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 1,0 = 24,28 \text{ м/хв.}$$

Знаходимо оберти шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 24,28}{3,14 \cdot 6,7} = 984 \text{ об/хв.} \quad (3.24)$$

Коректуємо число обертів шпинделя по паспорту верстата:

$$n = 1000 \text{ об/хв.}$$

Дійсну ш-кість різання:

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6,7 \cdot 1000}{1000} = 21 \text{ мм/хв.}$$

Крутний момент і осьова сила різання:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p, \quad (3.25)$$

$$P_o = 10 C_p D^q S^y K_p, \quad (3.26)$$

де $C_M = 0,0345$; $C_p = 68$; $q = 2,0$; $y = 0,8$; $K_p = 1,0$.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6,7^{2,0} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1,0 = 9,3 \text{ Н·м;}$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 6,7^2 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 1,0 = 14,7 \text{ Н.}$$

Потужність різання:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{9,3 \cdot 1000 \cdot 8}{9750} = 7,44 \text{ кВт,} \quad (3.27)$$

Перевіряємо, чи достатня потужність верстату:

$$N_{ум} = N_{\partial} \cdot \eta, \quad (3.28)$$

$$N_{ум} = 10,0 \cdot 0,84 = 8,4 \text{ кВт.}$$

Отже, потужність є достатньою для оброблення отвору $\varnothing 6,7$ мм.

Осн. час оброблення визначаємо за формулою:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{17}{0,2 \cdot 200} = 0,1 \text{ хв.} \quad (3.29)$$

Для інших операцій ТП режими різання визначаємо табличним способом і зводимо в табл. 3.13, Додаток А.

Розрах. норм часу для свердлильної операції на верстаті 2Н135.

Штучний час на операцію:

$$T_{шт} = T_o + T_{\epsilon} + T_{від} + T_{обс}, \quad (3.30)$$

Допоміжний час:

$$T_{\epsilon} = 2t_{\partial} + t_z + t_{mp} + t_{зм}, \quad (3.31)$$

$$T_{\epsilon} = 0,32 + 0,04 + 0,8 + 0,07 = 1,231 \text{ хв.}$$

Оперативний час

$$T_{он} = T_o + T_{\epsilon}, \quad (3.32)$$

$$T_{он} = 0,26 + 1,231 = 1,49 \text{ хв.}$$

Час на відпочинок

$$T_{від} = 4\% \cdot T_{он}, \quad (3.33)$$

$$T_{від} = 0,04 \cdot 1,49 = 0,05 \text{ хв.}$$

Час на обслуговув. верстату та роб. місця

$$T_{обс} = 4\% \cdot T_{он}, \quad (3.34)$$

$$T_{обс} = 0,04 \cdot 1,49 = 0,05 \text{ хв.}$$

Тоді

$$T_{шт} = 0,26 + 1,23 + 0,05 + 0,05 = 1,59 \text{ хв.}$$

За цей період часу на верстаті буде оброблена 1 деталь.

Для великосерійного виробництва також визнач. підготовчо-заключний час на партію деталей.

Для решти операцій норми часу визначаємо табличним способом і зводимо в табл. 3.14, Додаток А.

3.3 Визначення кількості обладнання. Розроблення планів компонування цеху та розміщення обладнання на ділянці.

Виходячи із службового признач. деталі і враховуючи, що від вірного взаємного розташування поверхонь і отворів в ній залежить вірне встановлення барабану на машині відповідно довговічність експлуатації.

Доцільно обробити базові поверхні з однієї установки, так як вони будуть служити базами при подальшому обробленні.

Тому, враховуючи вище сказане, вибираємо найбільш раціональні верстати. Для токарних операцій вибираємо верстати наступних моделей 16К30Ф3; 1283; 1К282; для різьбонарізних і вертикально-свердлильних операцій вибираємо 2Н135; 2170М; 2056; для зубодовбальної операції – 5В150; для шліфувальної операції 3К228В; для алмазно-розточної – ОС 7340.

Технічна характеристика верстатів наведена в табл. 3.15, Додаток А.

Своєчасний вибір обладнання сприяє його ефективному використанню протягом часу. При виборі верстатів для конкретного ТП цей аспект повинен враховуватися так, аби уникнути їхніх простоїв. Для кожного верстата у технологічному процесі розраховуються коефіцієнти завантаження та використання обладнання за основний час.

Коефіцієнт завантаж. обладнання:

$$\eta_z = \frac{m_p}{m_{np}} \quad (3.35)$$

Розрахункову к-сть верстатів визначаємо:

$$m_p = \frac{T_{um}}{t_e} \quad (3.36)$$

Визначаємо необхідну кількість верстатів певного типу та знаходимо коефіцієнт їх завантаження:

1. Вертикально-свердильний мод. 2Н135

$$m_{p1} = \frac{4,01}{24,17} = 0,17 ;$$

$$\text{Приймаємо } m_{np1} = 1 ; \quad \eta_{z1} = \frac{0,17}{1} = 0,17 .$$

2. Токарно-гвинторізний з ЧПК мод 16К20Ф3

$$m_{p2} = \frac{3,05}{24,17} = 0,13 ;$$

$$\text{Приймаємо } m_{np2} = 1 ; \quad \eta_{z2} = \frac{0,13}{1} = 0,13 .$$

3. Різьбонарізний мод. 2056

$$m_{p3} = \frac{5,04}{24,17} = 0,21 ;$$

$$\text{Приймаємо } m_{np3} = 1 ; \quad \eta_{z3} = \frac{0,21}{1} = 0,21 .$$

4. Зубодовбальний мод. 5В150

$$m_{p4} = \frac{28,13}{24,17} = 1,16 ;$$

$$\text{Приймаємо } m_{np4} = 2 ; \quad \eta_{z4} = \frac{1,16}{2} = 0,58 .$$

5. Внутрішліфувальний 3К228В

$$m_{p5} = \frac{8,6}{24,17} = 0,36 ;$$

$$\text{Приймаємо } m_{np5} = 1 ; \quad \eta_{z5} = \frac{0,36}{1} = 0,36 .$$

6. Токарний напівавтомат 1К282

$$m_{p6} = \frac{2,9}{24,17} = 0,12 ;$$

Приймаємо $m_{np6} = 1 ;$ $\eta_{з6} = \frac{0,12}{1} = 0,12 .$

Визначаємо сер. коефіцієнт завантаж. верстата по всіх операціях:

$$\eta_{зсер} = \frac{\sum_{i=1}^n \eta_{зи}}{n} = \frac{0,17 + 0,13 + 0,21 + 0,58 + 0,36 + 0,12}{6} = 0,262 .$$

Коефіцієнт використ. обладнання по основному часу:

$$\eta_o = \frac{T_o}{T_{шт}} , \quad (3.37)$$

1. Вертикально-свердильний мод. 2Н135

$$\eta_{o1} = \frac{1,0}{4,01} = 0,25$$

2. Токарно-гвинторізний з ЧПК мод 16К20Ф3

$$\eta_{o2} = \frac{0,41}{3,05} = 0,46$$

3. Різьбонарізний мод. 2056

$$\eta_{o3} = \frac{1,95}{5,04} = 0,39$$

4. Зубодовбальний мод. 5В150

$$\eta_{o4} = \frac{20,4}{28,13} = 0,73$$

5. Внутрішліфувальний 3К228В

$$\eta_{o5} = \frac{3,6}{8,6} = 0,42$$

6. Токарний напівавтомат 1К282

$$\eta_{05} = \frac{2,69}{2,9} = 0,93$$

Визначаємо коеф. використ. обладнання (середнє значення):

$$\eta_{осер} = \frac{\sum_{i=1}^n \eta_{oi}}{n} = \frac{0,25 + 0,46 + 0,39 + 0,73 + 0,42 + 0,93}{6} = 0,53$$

Використання верстатів по потужності приводу. Цей фактор характеризується коеф. використ.обладнання:

$$\eta_n = \frac{N_{np}}{N_v}, \quad (3.38)$$

1. Вертикально-свердлильний мод. 2Н135

$$\eta_{n1} = \frac{3}{4} = 0,75$$

2. Токарно-гвинторізний з ЧПК мод 16К20Ф3

$$\eta_{n2} = \frac{7,5}{11} = 0,68$$

3. Різьбонарізний мод. 2056

$$\eta_{n3} = \frac{5,2}{7,5} = 0,69$$

4. Зубодовбальний мод. 5В150

$$\eta_{n4} = \frac{4}{5,5} = 0,73$$

5. Внутрішліфувальний 3К228В

$$\eta_{n5} = \frac{50}{75} = 0,67$$

6. Токарний напівавтомат 1К282

$$\eta_{n6} = \frac{40}{55} = 0,73$$

Визначаємо середнє значення використ. обладн. по потужності:

$$\eta_{nсер} = \frac{\sum_{i=1}^n \eta_{ni}}{n} = \frac{0,75 + 0,68 + 0,69 + 0,73 + 0,67 + 0,73}{6} = 0,70$$

Згідно отриманих даних будемо графіки завантаж. і використ. обладнання, рис. 3.2.

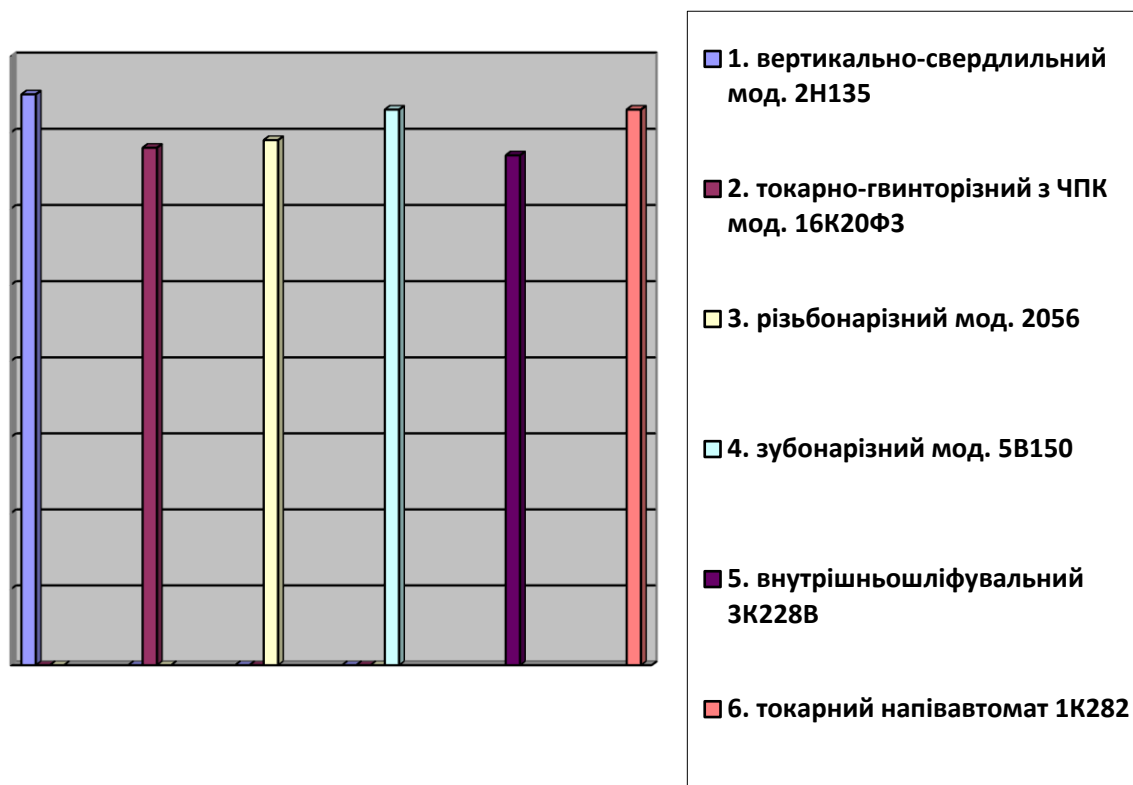


Рисунок 3.2 – Графік навантаження і використ. обладнання

Для розроблення плану компонування цеху необхідно визначити річну потребу в технологіч. обладнанні.

За даними підприємства сумарна верстатомісткість виготовлення деталей є:

$$T_{\Sigma} = 526000 \text{ верстато-годин.}$$

Маючи загальну верстатомісткість обробки всіх деталей, визначимо загальну кількість необхідного обладнання по формулі:

$$C_{заг} = \frac{T_{\Sigma}}{F_{\partial} \cdot k_3}, \quad (3.39)$$

$$C_{заг} = \frac{526000}{4015 \cdot 0.8} = 163.76 \text{ верстатів.}$$

Для оброблення виробів у проєктованому цеху необхідно 164 верстати.

Проєктна деталь за своєю конфігурацією та конструкторському призначенню обробляється за базовим варіантом на дільниці корпусів. Номенклатуру дільниці складають: корпуси циліндричних редукторів; корпуси конічних редукторів; корпуси коробок діапазонів.

В склад цеху входять три аналогічних дільниць для оброблення деталей редукторів: дільниця корпусних деталей; дільниця валів; дільниця інших деталей.

Площа цеху поділяється на виробничу, допоміжну та службово-побутову. Згідно цих норм питома площа залежно від маси верстату приблизно рівна:

- для легких (масою до 1 тони) верстатів – 12-14 м²;
- для середн. (масою 1–10 тон) верстатів – 18-21 м²;
- для великих (масою 10–20 тон) верстатів – 22-25 м²;
- для особливо масивних (масою більше 20 тон) верстатів – 30-100 м².

Розрахунки зводимо в табл. 3.16, Додаток А

Площа заточув. відділення:

$$S_3 = C_3 \cdot S, \quad (3.40)$$

$$S_3 = 8 \cdot 12 = 96 \text{ м}^2$$

Площа цехової ремонт. бази:

$$S_{црб} = C_{црб} \cdot S, \quad (3.41)$$

$$S_{црб} = 6 \cdot 27 = 162 \text{ м}^2$$

Площу відділу зі збирання і перероблення стружки прийм. залежно від к-сті загального обладнання. На 164 верстати площа становить 85-105. Приймаємо $S_{зпс} = 95 \text{ м}^2$.

Площа відділу для приготування та роздачі ЗОР визнач. залежно від к-сті верстатів, що встановлені в механіч. дільницях. Для к-сті обладнання 164 верстати площа = 50–70 м^2 . Приймаємо $S_{зор} = 70 \text{ м}^2$, де з них 10 м^2 відводиться на склад мастил.

Площа відділу контролю:

$$S_k = P_k \cdot S, \quad (3.42)$$

$$S_k = 18 \cdot 5 = 90 \text{ м}^2.$$

Площа цехових складів і складових складається з наступних: цехов. склад матеріалів і загот.; проміжний склад; інструментал.-роздавальна кладова.

Цеховий склад матеріалів і заготовок:

$$S_{смз} = \frac{Q_{цорн} \cdot t}{260 \cdot q \cdot k_g}, \quad (3.43)$$

$$S_{смз} = \frac{10664.7 \cdot 6}{260 \cdot 1.4 \cdot 0.4} = 439.5 \text{ м}^2$$

Суміщаємо склад матеріал. з заготівел. відділенням, тоді його площа збільшується на 50 %. Приймаємо $S_{смз} = 659.25 \text{ м}^2$.

Проміжний склад—це місце нагромадж. і зберіг. повністю оброблених деталей, які очікують надходж. в складальний цех. Сюди ж надходять деталі необх. для комплектування. Необх. площу для проміжного складу розраховуємо по формулі:

$$S_{пс} = \frac{Q \cdot t'}{260 \cdot q' \cdot k_g}, \quad (3.44)$$

$$S_{пс} = \frac{8203.6 \cdot 0.5}{260 \cdot 2 \cdot 0.25} = 31.6 \text{ м}^2.$$

Площа ІРК визнач. залежно від типу вир-цтва та к-сті верстатів і скл. з площ:

– площа, необхідна для зберіг. різального та допоміж. інструменту, яка рівна 0.2–0.5 м² на одиницю обладн. $S_1 = 164 \cdot 0.5 = 82 \text{ м}^2$;

– площа, необхідна для зберіг. вимірювал. інструменту, яка рівна 0.2–0.6 м² на одиницю обладн. $S_2 = 164 \cdot 0.2 = 32.8 \text{ м}^2$;

– площа, необхідна для зберіг. засобів техніч. оснащення, яка рівна 0.2–0.6 м² на одиницю обладн. $S_3 = 164 \cdot 0.5 = 82 \text{ м}^2$;

– площа, необхідна для зберіг. абразив. кругів, яка рівна 0.4–0.6 м² на одиницю обладн. $S_4 = 8 \cdot 0.4 = 3.2 \text{ м}^2$;

Заг. площа інструментально-роздавальної кладової:

$$S_{ipk} = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = 82 + 32.8 + 82 + 3.2 = 200 \text{ м}^2$$

Площа магістрал. проїздів становить 12–15 % від загал. площі виробнич. цеху. При укрупненому розрахунку загал. площа обслуговуючих приміщень 25–30 % площі цеху.

На основі розрах. площ всіх відділень цеху складається відомість площ механіч. цеху (табл. 3.17, Додаток А)

Виробнича площа механіч. ділянки укрупнено підраховується за питомою площею на один верстат за нормами технологіч. проектування.

Розрахунок з визначення необхідних площ зводимо в табл. 3.18, Додаток А.

В якості приміщення використовуємо одноповерхову споруду зі світло аераційним ліхтарем. Це буде корпусна споруда з уніфікованих залізобетонних будівельних елементів заводського виготовлення. Фундаментом при корпусній будівлі використовуємо окремо стоячі фундаментальні балки, які виконані із залізобетону, а на них опираються колони. Стропильні конструкції перекривають проліт і підтримують настінне покриття. В якості огорожувальних стін використовуємо залізобетонні панелі довжиною 12 м, висотою 7,2 м та товщиною 0,2 м. Для виробничих площ вибираємо полімер-цементні покриття, для складів металу – підлога з високоміцних бетонних плиток.

Компонувал. план –це схематич. план із зображю на ньому відділень цеху. На ньому за допомогою основних позначень наносимо сітку колон, основні стійки, проїзди, технологічні розміри (ширину та довж. прольотів, крок колон).

Вибираємо головні параметри будівлі цеху:

- ширина прольоту $L=18$ м;
- крок колон $t=12$ м;
- висота від підлоги до низу конструкції перекриття $h=7.2$ м;

Вибираємо наступну сітку колон, рис. 3.3:

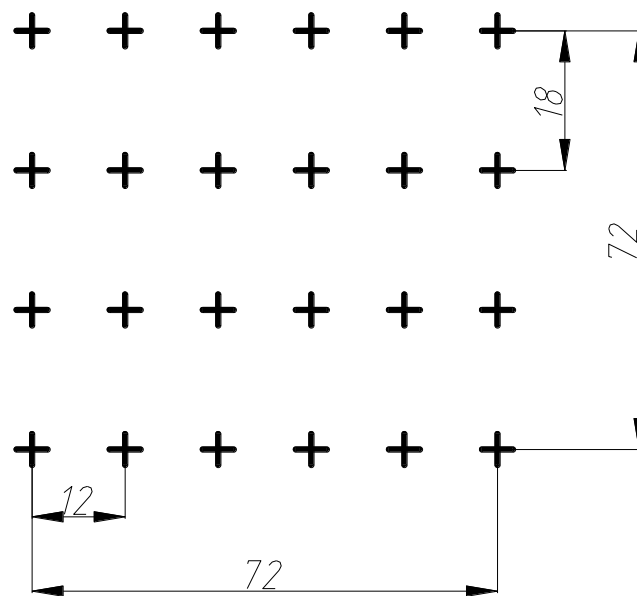


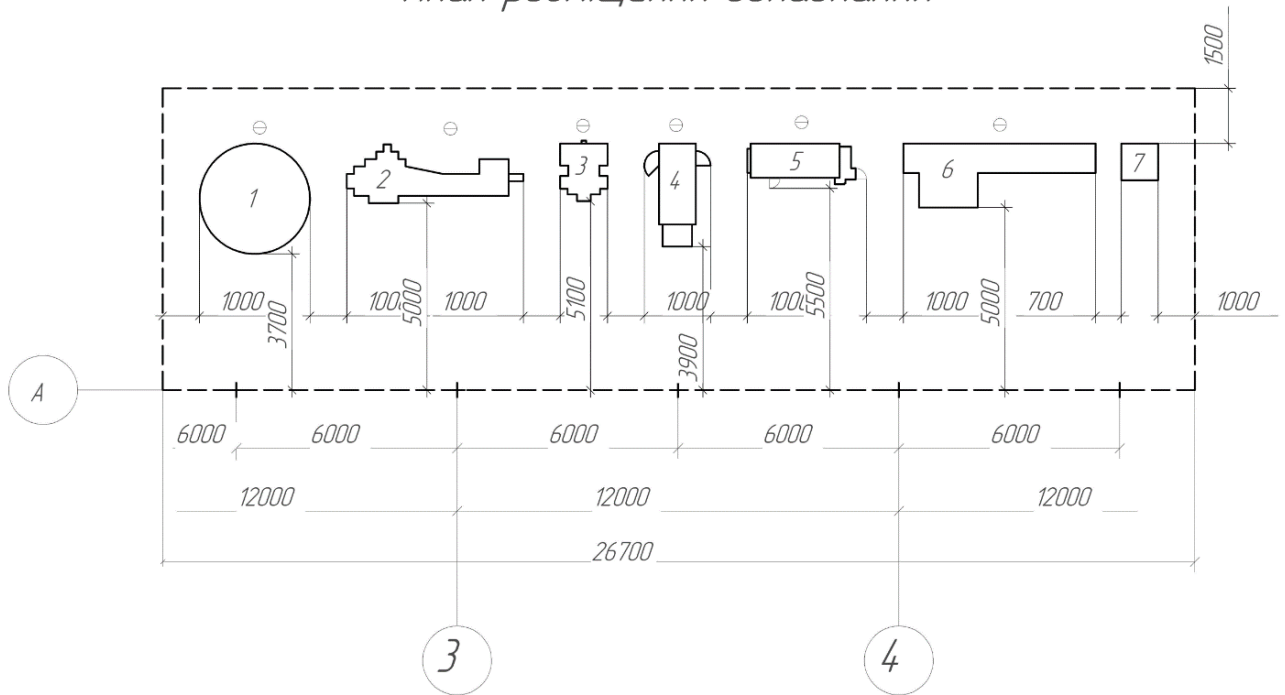
Рисунок 3.3 – Сітка колон для проєктованого цеху.

Дійсна площа проєктованого цеху становить:

$$72 \cdot 72 = 5184 \text{ м}^2$$

З метою забезпеч. розміщення технологічного обладнання у відповідності із документацією технологічного процесу, нормами технологіч. проектування та вимогами раціональної організації робоч. місць, розробляємо план розміщ. обладнання. На ньому за допомогою умовних позначень покажемо: будівельні елементи; границі діляниць; технологічне обладнання; резервне місце для обладнання; місце для контролю; місце для накопичення деталей і тари; місця робітників; проїзди та проходи, рис. 3.4.

План розміщення обладнання



7		Стіл ВТК	1	
6	ЗК228В	Внутрішліфувальний	1	
5	5В150	Зубодовдальний напівавтомат	1	
4	2056	Гайконарізний	1	
3	2Н135	Вертикально-свердильний	1	
2	16К20Ф3	Токарно-гвинторізний	1	
1	1К282	Токарний напівавтомат	1	

Рисунок 3.4 – Схема розміщення обладнання на ділянці механічного оброблення корпусу КС6Б-09.200.

3.4 Конструювання спеціального оснащення та інструментів

3.4.1 Головка свердлильна 8-ми шпindelьна

1. Опис пристосування.

Свердлильна головка прилаштовується до шпинделя свердлильного верстата мод 2Н135 методом хомута. Крутний момент від приводу верстата передається через повзунок 3, який встановлюється в корпус шпинделя ведучого вала 9. На ведучому валу 9 розташована ведуча шестерня 31, на двох паразитних валах 14 розташовані паразитні шестерні 29 в два яруси. Крутний момент через чотири шестерні 29 нижнього ярусу приводить в обертовий рух чотири шпинделя 13, а через дві шестерні верхнього ярусу приводяться в рух наступних чотири шпинделя.

2. Розрахунок свердлильної головки

2.1. Визначаємо найбільшу довжину ходу головки

$$L_{p.x} = 15 \text{ мм};$$

2.2. Назначаємо подачу для інструмента

$$S_o = 0,1 \text{ мм/об};$$

2.3. Назначаємо стійкість інструменту

$$T = 50 \text{ хв};$$

2.4. Визначаємо табличне значення шв-сті різання

$$V_1 = 14 \text{ м/хв};$$

2.5. Визначаємо к-сть обертів свердла

$$n = \frac{1000V_1}{\pi d}, \quad (3.45)$$

де $d = 6,7$ мм – діаметр свердла

$$n = \frac{1000 \cdot 14}{3,14 \cdot 6,7} = 665,4 \text{ об/хв.}$$

За паспортом верстата приймаємо $n = 710$ об/хв.

2.6. Визначаємо передаточне відношення для кожного інструмента

$$i = \frac{n_i}{n_{см}} = \frac{z_{вед}}{z_{рад}} = \frac{22}{22} = 1.$$

2.7. Визначаємо подачу головки

$$S = S_o \cdot i = 0,1 \cdot 1 = 0,1 \text{ мм/об.}$$

2.8. Визначаємо хвилинну подачу інструмента

$$S_m = S_o \cdot k, \quad (3.46)$$

де k – число інструментів, $k = 8$.

$$S_m = 0,1 \cdot 8 = 0,8 \text{ мм/хв.}$$

2.9. Визначаємо потужність

$$N_{різ} = N_{табл} \cdot k_N \cdot \frac{n}{1000} \quad (3.47)$$

$$N_{різ} = 0,7 \cdot 1 \cdot \frac{710}{1000} = 9,492 \text{ кВт};$$

2.10. Осьова сила різання при свердлінні

$$P_o = P_{табл} \cdot k_p \quad (3.48)$$

де $P_{табл} = 39,6$ кГс – табличне значення осьового зусилля при свердлінні;

$$P_o = 39,6 \cdot 1,0 = 39,6 \text{ кГс} = 388,1 \text{ Н.}$$

2.11. Потужність, яку використовує свердлильна головка

$$N_{св.гол} = \frac{k \cdot N_{різ}}{\eta_{св.гол}}, \quad (3.49)$$

де $\eta_{св.гол} = 0,96$ – ККД свердлильної головки

$$N_{св.гол} = \frac{8 \cdot 0,492}{0,96} = 4,08 \text{ кВт.}$$

Потужність, що використовується свердлильною головкою, не пов. перевищує потужність приводу верстата, тобто

$$\frac{N_{св.гол}}{\eta_{\epsilon}} \leq N_{\epsilon} \quad (3.50)$$

де $\eta_{\epsilon} = 0,8$ – ККД приводу верстата;

$$\frac{4,8}{0,8} = 5,1 \leq 7,5$$

3. Вибір кінематичної схеми свердлильної головки

1. Вісь ведучого вала розташовуємо в центрі.
2. Для покращення компоновки і зменшення габаритних розмірів паразитні шестерні розташовуємо у два яруси.
3. Приймаємо $D = 78$; $m = 2$; $z = 36$ – параметри ведучої шестерні.
4. Параметри паразитних шестерень – $D = 74$; $m = 2$; $z = 34$.

Розрахунки геометрич. параметрів зубчастих коліс і зубчастого зачеплення приведені в табл. 3.1.

Розрахунок на стійкість привідного валу свердлильної головки проводимо за формулою:

$$W = \frac{\sqrt{M_i^2 + 0,45M_{кр}^2}}{[\sigma_i]}, \quad (3.51)$$

де W – момент опору в поперечному січенні вала, мм^3 ;

$$W = \frac{\pi d^3}{32}, \quad (3.52)$$

де d – діаметр вала, мм ;

$$W = \frac{3,14 \cdot 20^3}{32} = 785 \text{ мм}^3;$$

M_i – максимальний момент згину в поперечному січенні, Н/м^2 ;

$$M_i = \sqrt{M_{i2}^2 + M_{i8}^2}, \quad (3.53)$$

Таблиця 3.1 – Геометрич параметри зубчастого зачеплення

Параметри та позначення	Розрахункові формули	Числові значення
Число зубів z_1		36
Число зубів z_2		34
Модуль m		2
Діаметр ділил. кола d_∂	$d_{\partial 1} = z_1 \cdot m$	72
	$d_{\partial 2} = z_2 \cdot m$	68
Кут профілю α	нормальний вихідний контур	20
Міжосьова віддаль a	$a = \frac{(z_1 + z_2)}{2} \cdot m$	70
Діаметр по вершинах зубів d_a	$d_{a1} = d_1 + 2m$	82
	$d_{a2} = d_2 + 2m$	78
Діаметр впадин d_f	$d_{f1} = d_1 - 2(c + m)$	39,6
	$d_{f2} = d_2 - 2(c + m)$	35,6
Постійна хорда S_c		
Висота по постійній хорді h_c	$h_c = 0,748m$	1,496

Схеми для графічного розрахунку максимального моменту згину привідного валу свердлильної головки на рис. 3.4.

Крутний момент:

$$M_{кр} = 9740 \frac{N_\partial \cdot \eta}{n}, \quad (3.54)$$

$$M_{кр} = 9740 \cdot \frac{7,5 \cdot 0,9}{710} = 9260 \text{ кг}\cdot\text{мм} = 90 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Колова сила на зубчастому колесі

$$P = \frac{2M_{кр}}{d_\partial}, \quad (3.55)$$

$$P = \frac{2 \cdot 9260}{44} = 420 \text{ кгс} = 4116 \text{ Н.}$$

$$[\sigma_i] = \frac{\sqrt{8717^2 + 0,45 \cdot 9260^2}}{785} = 11 \text{ кг/м}^2 = 107,8 \text{ Н/м}^2 < [\sigma_H] = 22 \text{ кг/м}^2 = 215,6 \text{ Н/м}^2$$

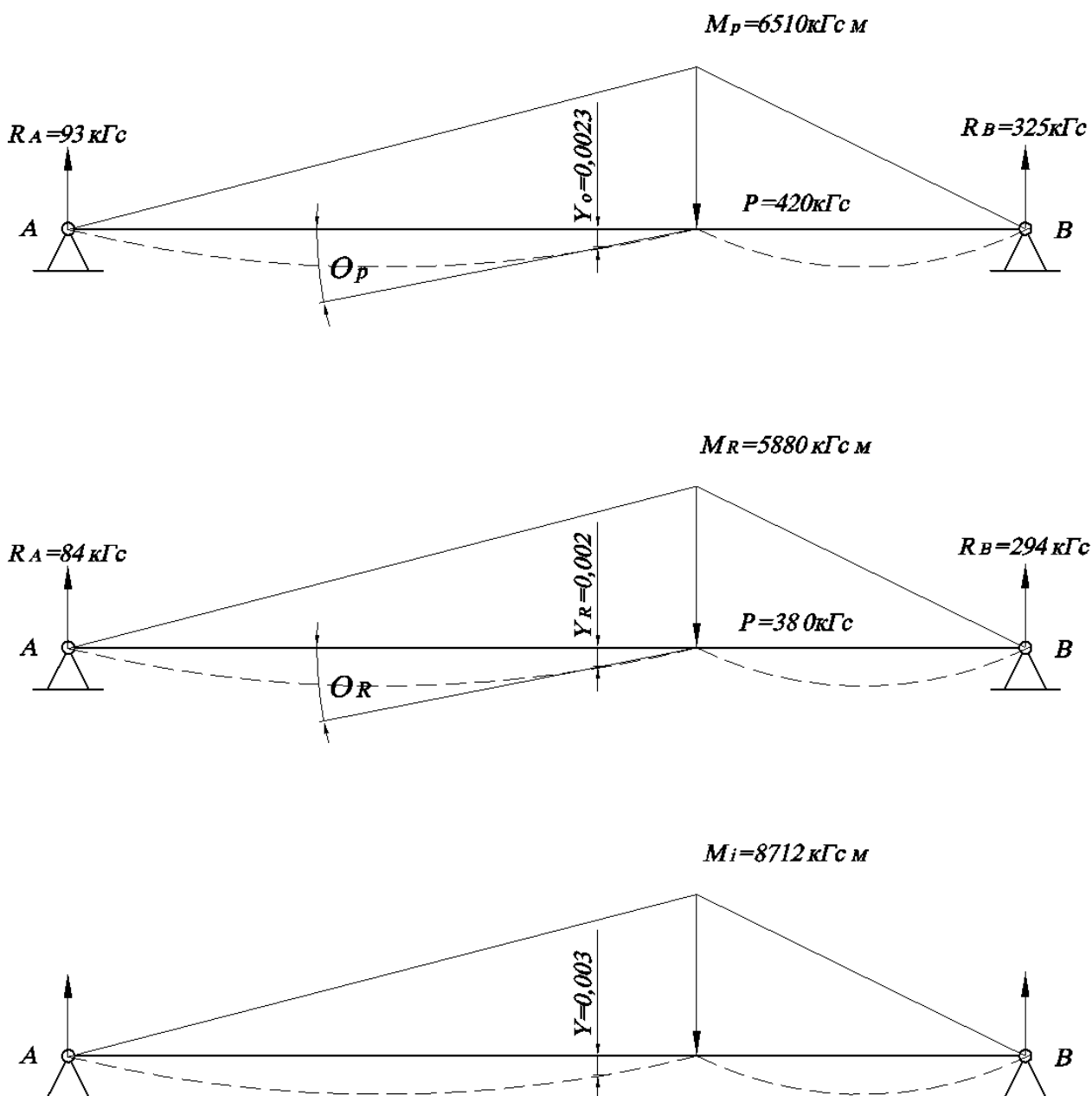


Рисунок 3.4 – Схеми для графічного розрахунку максимального моменту згину привідного валу свердлил головки

Таблиця 3.2 – Розрахункові дані, що отримані з графічного аналізу

Параметри (позначення)		Розрахункові формули	Числові значення
Крутний момент з врахуванням η		$M_{кр} = 9140 \frac{T_{\partial} \cdot \eta}{n}$	90 Н·м
Колова сила P		$P = \frac{2M_{кр}}{d_{\partial}}$	420 кГс
Реакція опори A	від колової сили	$\frac{Pl_2}{l_1 + l_2}$	93 кГс
	від радіальної сили R	$R = ptgx$	84 кГс
	результуюча	$F_A = \sqrt{P_A^2 + R_A^2}$	103 кГс
Реакція опори B	від колової сили	$\frac{l_1}{l_1 + l_2}$	325 кГс
	від радіальної сили R	$\frac{l_1}{l_1 + l_2}$	294 кГс
	Результуюча	$F_B = \sqrt{P_A^2 + R_A^2}$	361 кГс
		$\frac{M_{кр}}{M_i}$	1,06
Діаметр вала		d	20
Кут нахилу в розрахунковому січенні	від колової сили	$\Theta_P = \frac{Pl^2}{10^6 d^4} k_{\Theta}$	0,000357 рад
	від радіальної сили R	$\Theta_R = \frac{R(l_1 + l_2)}{10^6 d^4} k_{\Theta}$	0,000015 рад
	результуюча	$\Theta = \sqrt{\Theta_P^2 + \Theta_R^2}$	0,000117 рад
Прогин в розрахунковому січенні	від колової сили	$Y_P = \frac{Pl^2}{10^6 d^4} k_Y$	0,0023 см
	від радіальної сили R	$Y_R = \frac{R(l_1 + l_2)}{10^6 d^4} k_Y$	0,0020 см
	результуюча	$Y = \sqrt{Y_P^2 + Y_R^2}$	0,003 см

3.4.2 Пристосування для розточування внутрішніх циліндричних поверхонь

Пристосування встановлюється на стіл токарного напівавтомата мод. 1К282.

Деталь встановлюється в пристосування на дві установочні планки та закріплюється двома захватами, які приводяться в дію через плечовий механізм за допомогою пневмоциліндра, рис. 3.5.

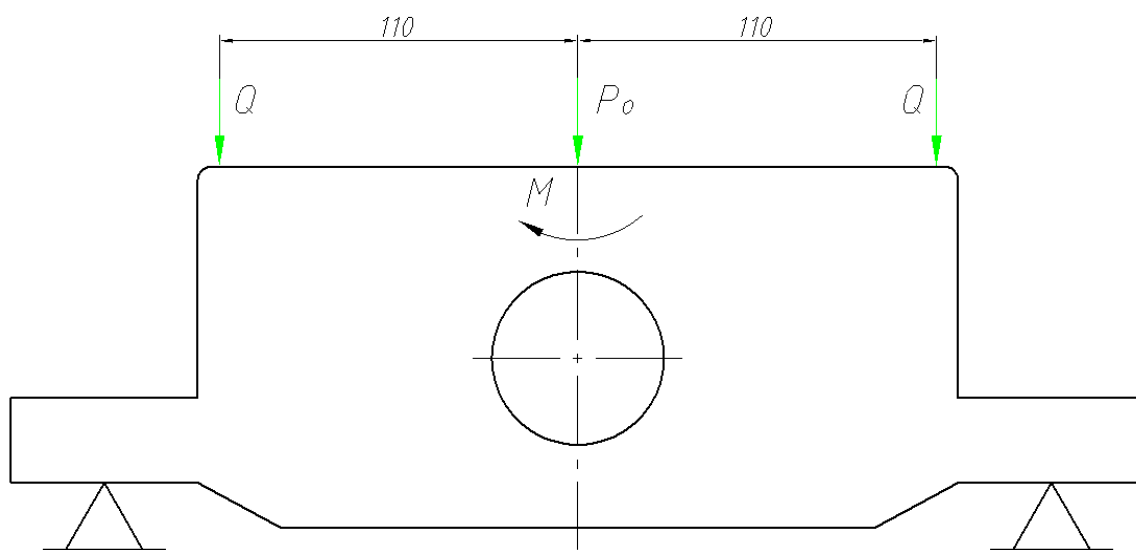


Рисунок 3.5 – Розрахункова схема сил затиску заготовки

При кріпленні заготовки на площині прихватами крутний момент різання при розточуванні повинен бути урівноважений силами тертя

$$R\mu \leq Qfd, \quad (3.56)$$

де d – віддаль від осі прихвата до осі різця, мм.

Сила затиску:

$$Q = pFn, \quad (3.57)$$

$$Q = 6 \cdot 314 \cdot 2 = 1885,2 \text{ кгс},$$

$$M = 28,05 \text{ кгс/мм}^2,$$

$$62,32 \leq 311,058.$$

Умова надійності затиску заготовки забезпечується.

Для розрахунку точності застосовуємо формулу [2, ст. 162]:

$$\varepsilon_{np} = \delta R \sqrt{(R_1 \cdot \varepsilon_{\bar{\sigma}})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{уст}^2 + \varepsilon_{3H}^2 + \varepsilon_H^2 + R_{2w}^2}, \quad (3.58)$$

Згідно поданої вище літератури складові формули (5.14) матимуть такі значення:

$$R_1 = 0,8; \varepsilon_{\bar{\sigma}} = 0,1 \text{ мм}; \varepsilon_3 = 0,09 \text{ мм}; \varepsilon_{уст} = 0,01 \text{ мм};$$

$$\varepsilon_{3H} = 0,04 \text{ мм}; \varepsilon_H = 0 \text{ мм}; R_{2w} = 0,07; \delta = 0,130 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{np} = 0,13 \cdot 1,2 \sqrt{0,08^2 + 0,09^2 + 0,01^2 + 0,04^2 + 0 + 0,07^2} = 0,44 \text{ мм}$$

Похибка пристосування складає 0,44 мм.

3.4.3 Кондуктор для свердління 8-ми отворів $\varnothing 6,7$ мм

Пристосуванням для свердлильної операції служить кондуктор, який встановлюється на вертикально-свердлильному верстаті мод. 2Н135.

На основі закріплені направляючі колонки, на яких закріплена плита кондуктора, в якій є вісім отворів з направляючими втулками. Деталь переміщається по направляючих і з допомогою пневмоприводу притискається до упорів та кондукторної плити, рис. 3.6.

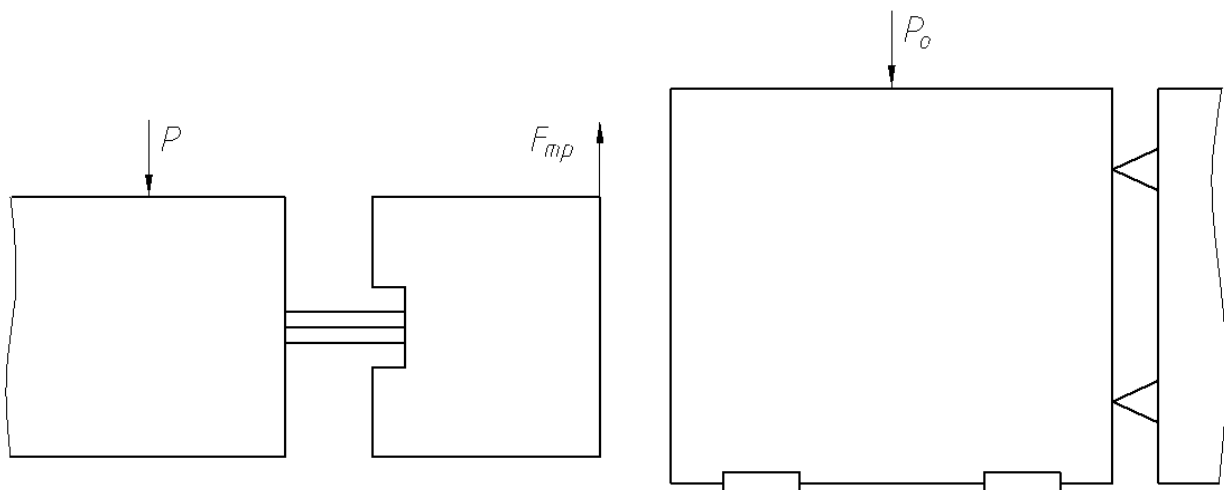


Рисунок 3.6 – Розрахункова схема сил затиску заготовки

Для розрахунку точності використовуємо формулу [2, ст. 162]:

$$\varepsilon_I = \sqrt{\varepsilon_{см}^2 + \varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_{n1}^2 + \varepsilon_{n2}^2 + \varepsilon_{вим}^2 + \varepsilon_{yc}^2}, \quad (3.59)$$

де $\varepsilon_{см}$ – найбільше зміщення деталі відносно вісі пальця для спряження з зазором

$\varnothing 14 \frac{H9}{f8}$ маємо:

$$\varepsilon_{см} = (+0.043 - (-0.016)) / 2 = 0.0295 \text{ мм};$$

ε_{δ} – похибка базування, рівна $\varepsilon_{\delta} = 0$ мм, оскільки діє правило суміщення баз;

ε_{n1} – похибка встановлення пристосування, яка рівна

$$\varepsilon_{n1} = (1/3 \dots 1/5) \cdot \delta_{\delta} = 0.012 \text{ мм},$$

ε_{n2} – зміщення вісі отвору від перекошення внаслідок порушення паралельності поверхонь:

$$\varepsilon_{n2} = \frac{\varepsilon_{n1} \cdot S}{D}, \quad (3.60)$$

де S – відстань від площини планшайби до осі отвору;

D – діаметр планшайби;

$$\varepsilon_{n2} = \frac{0.012 \cdot 125}{180} = 0.008 \text{ мм};$$

$\varepsilon_{вим}$ – похибка вимірювання, яка залежно від точності виготовлення вимірювального інструменту, приймаємо $\varepsilon_{вим} = 0.021$ мм;

ε_{yc} – похибка встановлення, яка для свердлильних пристосувань рівна 0.02-0.05. Приймаємо $\varepsilon_{yc} = 0.05$ мм;

$$\varepsilon_I = \sqrt{0.0295^2 + 0^2 + 0.012^2 + 0.008^2 + 0.021^2 + 0.02^2} = 0.0439 \text{ мм}$$

Таким чином, на $\varnothing 6,7$ мм похибка на пристосуванні становить 0,044 мм.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Розрахунок екранів для захисту від електромагнітного випромінювання

Ефективним методом захисту від електромагнітних випромінювань є установка екранів. Екранування можна здійснювати двома методами: екранувати саме джерело електромагнітного випромінювання, або встановлювати екран на робочому місці. Відбиваючі екрани роблять з алюмінію, сталі, міді та латуні. Результуюче поле, що одержується при складенні цих двох полів, дуже швидко зменшується в екрані, проникаючи в нього на незначну величину.

Порахуємо послаблення електромагнітного випромінювання, що дає екран, і товщину екрану. Величину послаблення випромінювання можна визначити за формулою:

$$L = 10 \lg \frac{P}{P_0} = 10 \ln \frac{J}{J_0}, \quad (4.1)$$

де P_0 і J_0 – відповідно потужність і щільність потоку потужності екрануючого випромінювання;

P , J – відповідно потужність і щільність потоку потужності ослабленого випромінювання за екраном.

Швидкість зменшення амплітуди падаючої хвилі по мірі її проникнення в середовище характеризує поняття глибини проникнення. Глибину проникнення визначають із виразу:

$$e^{-kz} = e^{-1} \quad (4.2)$$

Тобто $kz = 1$; $z = 1 / k$

Коефіцієнт

$$k = \sqrt{\frac{\omega \gamma \mu}{2}} = \sqrt{\frac{2\pi \cdot 9000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-9} \cdot 10^3 \cdot 10^5}{2}} = 188,4 \text{ 1/см} \quad (4.3)$$

де γ – провідність, $1/\text{Ом}\cdot\text{м}$;

μ – магнітна проникність, $\text{Ом}\cdot\text{с}/\text{м} = \text{Г}/\text{м}$.

Отже глибина проникнення залежить від якостей середовища і від його частоти ω . Коли матеріал середовища сталь, то:

$$\text{частота} = 9 \text{ кГц}$$

$$\gamma = 10^5 \text{ } 1/\text{Ом}\cdot\text{см}$$

$$\mu_2 = \mu / \mu_0 = 10^3$$

Звідси глибина проникнення:

$$z = 1 / k = 0,005 \text{ см} = 0,05 \text{ мм}$$

На малій відстані 0,05 мм амплітуда падаючої хвилі E_a і M_a знизиться в 2,7 рази.

Виходячи із міцності екранів, вони повинні виготовлятися товщиною не менше 0,5 мм з листового матеріалу високої електропровідності. Екран повинен заземлятися.

4.2 Захист і знезараження сировини, напівфабрикатів і готової продукції харчової промисловості

Цивільна оборона України є складовою частиною соціальних та захисних заходів, які проводяться в мирний і воєнний час з метою захисту населення і народного господарства від наслідків аварій, катастроф, стихійних лих і сучасних заходів ураження.

Цивільна оборона України організовується за територіально-виробничим принципом по всій території і являє собою сукупність структур державного управління, підприємств, організацій і спеціально утворених органів керівництва та сил цивільної оборони. Заходи цивільної оборони проводяться на всій території держави, як правило, заздалегідь, з врахуванням особливостей кожного району. На всіх об'єктах народного господарства (ОНГ), це також і харчова промисловість цивільна оборона організовується з метою попередньої їх

підготовки до захисту робітників, службовців, також продукції харчової промисловості в надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу.

Захист продуктів харчування.

Забезпечити захист продуктів харчування і води від зараження радіоактивними речовинами, отруйними речовинами і біологічними засобами можливо, як в міських так і в сільських умовах. В домашніх умовах продукти харчування потрібно укрити підручними матеріалами або запакувати в захисну тару. Можна скласти продукти харчування в ущільнені ящики, закрити їх і загорнути в захисну плівку або клейонку. Сипучі продукти (цукор, крупу, борошно, вермішель і т. д.), а також хліб, сухарі вкласти у поліетиленові мішки або загорнути у щільний папір, зав'язати і скласти в каструлю, відро, коробку із картону, фанерний ящик, а зверху накрити кришкою або клейонкою.

Багатошарова упаковка може повністю захистити продукти від зараження. Тверді жири (маргарин, масло і т. д.) перетопити і злити у скляні банки, закрити їх кришкою, плівкою, целофаном, папером і зав'язати.

Загорнуті і запаковані продукти харчування зберігати в холодильнику, шафах, коморах, ящиках. Воду зберігати у герметичній тарі: каністрах, банках, бідонах – обов'язково з щільними кришками або корками. У сільській місцевості продукти харчування доцільно зберігати у підвалах, погребях, які обов'язково потрібно герметизувати.

Картоплю, буряки, моркву, капусту і інші овочі покрити плівкою або брезентом. Бочки із солінням накрити плівкою і зверху зав'язати. Таким чином можна зберігати сало, солоне м'ясо, солону і в'ялену рибу. Всі продукти харчування, які знаходяться в герметичній тарі, надійно захищені від радіоактивного порошку, отруйних речовин і біологічних засобів. До герметичної тари відносять молочні бідони, які мають герметичні кришки, закриті металеві і дерев'яні бочки, термоси, скляні банки, закриті кришками з поліетилену і інші.

Захист продуктів харчування у надзвичайних ситуаціях на підприємствах харчової промисловості, базах, складах, торгівельній мережі здійснюється тоді, коли попередньо проведено цілий ряд заходів. До таких заходів відносять:

- обладнання приміщень для зберігання продуктів харчування герметичними дверима та вікнами. Складають продукти у герметичну тару, покривають брезентом, поліетиленовою плівкою;
- підготовка засобів для проведення знезаражування тари, обладнання і продуктів у випадку їх зараження;
- підготовка транспортних засобів і захисних матеріалів для перевезення продуктів в умовах радіоактивного зараження;
- пристосування лабораторій харчових підприємств і санепідемстанцій до проведення аналізів на зараження продуктів харчування і води радіоактивними, отруйними і бактеріальними засобами.

Для захисту продовольчих товарів при транспортуванні використовується спеціальний транспорт: авторефрежератор, фургони, автобуси, автомобілі з герметичними кузовами-контейнерами. При транспортуванні у відкритих кузовах автомобілів продовольчі товари необхідно надійно вкрити брезентом, клейонкою або іншими ущільненими матеріалами.

При використанні артезіанських свердловин герметизують тільки башту, вентиляційні труби забезпечують фільтрами.

У шахтних криницях захищають оголовок. Довкола, на відстані до 1 м насипають шар глини товщиною 30 см і більше та утрамбовують. Глина не дає можливість просуватися дощовій воді через дерев'яний короб в криницю. На глину насипають шар піску товщиною 15-20 см, який при зараженні можна замінити чистим. Зверху криницю закривають кришкою і вішають загальне відро. Над кришкою будують будку із щільно підігнаних дошок або іншого матеріалу. Для відводу дощової води по краю робиться канавка. Якщо шахтна кришка зроблена із бетонних кілець, то кругом неї глиняний насип можна не робити. Таку криницю потрібно щільно закрити кришкою і над нею поставити будку. Відкриті джерела (озера, ставки, річки) захистити від зараження неможливо і роботи у цьому випадку не проводяться.

Дезактивація продуктів харчування і знезараження води.

Харчові продукти і вода, які знаходяться в зонах радіоактивного зараження, підлягають дозиметричному контролю. При встановленні їх зараження більше норми проводять дезактивацію. Продукти харчування, які зберігаються в негерметичному, скляному чи іншому посуді (тарі), знезаражуються в такій послідовності: обмивають водою тару із зовнішньої сторони, витирають, а потім відкривають і перевіряють ступінь зараження продукту, який в ній знаходиться. Якщо продукт незаражений, то його перекладають (пересипають) в незаражену тару. При наявності зараження проводять дезактивацію зніманням зараженого шару. Наприклад, з м'яса зрізають верхній шар, з риби зчищають луску і знімають шкіру. Олію та інші рідкі жири, які зберігаються в негерметичній тарі, знезаражують методом відстоювання протягом 3 – 5 діб. Для дезактивації овочів (капусти, картоплі, буряків, моркви та інших) їх промивають водою. З капусти знімають верхні листки. Продукти харчування, які знаходяться в герметичній тарі, знезаражують обмиванням зовнішньої поверхні тари водою ватними тампонами, водними розчинами миючих засобів або дезактивуючи ми розчинами і проводиться їх дозиметричний контроль. Якщо зараженість тари після її обмивання зникла, або вона в межах припустимих норм, то дезактивація на цьому закінчується. При наявності зараження вище допустимих норм обмивання повторюють. Якщо після вторинної обробки тари ступінь її зараженості не знизився, то продукт виймають із тари і проводять дезактивацію. Для знезараження продовольчих продуктів, які знаходились на складах, базах, підприємствах обладнують спеціальні майданчики дезактивації. Роботи проводять спеціально підготовлені для цього формування ЦО, які утворюються на підприємствах, складах, базах і торгових місцях.

Знезараження води повинно забезпечувати руйнування і усунення отруйних, радіоактивних речовин і знищення хвороботворних мікробів. Руйнування отруйних речовин частково досягається хлоруванням, а повне їх усунення – при фільтрації води через активоване вугілля або карбоферогель.

Радіоактивні речовини з води усуваються коагулюванням, відстоюванням і фільтруванням через тканину, активоване вугілля і карбоферогель. В якості коагулянтів використовують сірчаноокислий амоній (глинозем), хлорне залізо (залізний купорос), та інші речовини. Для більш повного усунення радіоактивних речовин перед додаванням коагулянтів воду відстоюють в резервуарах з глиною (з розрахунку 2,5 кг глини на 1 м³ води), і перемішують протягом 10 хв.

Знищення хвороботворних мікробів у воді здійснюється хлоруванням або кип'ятінням. Хлорування здійснюється ДТС ГК або хлорним вапном, що містить 25% активного хлору. Для знищення вегетативних форм мікробів в місткість з водою вводиться ДТС ГК – 60 г/м³ або хлорне вапно – 120 г/м³. Кип'ятіння найбільш простий спосіб знезараження води. При кипіння протягом 10-30 хв вода знезаражується від вегетативних форм мікробів, а протягом 60 хв – від спорових форм мікробів.

Висновок: в цьому розділі широко наведені засоби захисту, а також шляхи знезараження сировини, напівфабрикатів та готової продукції харчової промисловості від зараження радіоактивними, отруйними речовинами і біологічними засобами. Приведена повна послідовність виконання знезараження води, яка потім використовується в харчовій промисловості.

ВИСНОВКИ

При виконанні кваліфікаційної роботи розроблений ТП виготовлення Корпуса КС6Б-09.200, який є більш досконалим та має переваги перед базовим ТП.

Виготовлення заготовки прогресивнішим методом дає змогу зменшити собівартість її виготовлення. Річний економічний ефект становить 15800 грн.

Порівняно з проєктним варіантом в ТП обробки даного виробу ми здійснили об'єднання операцій, ввели в технологічний маршрут механічного оброблення верстати з ЧПК, які значно скорочують час на оброблення і замінюють декілька верстатів. Групування за допомогою введення нових пристосувань дає змогу замінити два радіально-свердлильних верстати на один.

За допомогою цих та інших факторів ми маємо змогу зменшити к-сть використаного обладнання, отже зменшити виробничі площі та к-сть зайнятих основних працівників. Введення уніфікованих пристосувань, та верстатів з ЧПК дозволяє обробляти декілька поверхонь деталі за один установ, що підвищує якість виготовлення виробу, зменшує час на оброблення, а тому підвищує продуктивність праці та зменшує собівартість його виготовлення.

Річний економічний ефект від впровадження і вир-цтво розробленого ТП виготовлення даного виробу складає 24000 грн.

За результатами наукових досліджень у кваліфікаційній роботі проведено аналізі основних досягнень в галузі технології складальних різьбоутворюючих процесів. Особливістю даної технології є широка номенклатура кріпильних виробів і способів монтажу. Безсистемність інформації в літературних джерелах викликає значні труднощі в розробленні ТП складання різьбоутворюючих з'єднань. Встановлені особливості застосування складальних різьбоутворюючих технологій на промислових підприємствах та інших галузях народного господарства, а також в ремонтному виробництві.

Досліджено ТП складання різьбоутворюючих з'єднань який дозволяє підвищити ефективність складал. процесу, знизити трудомістк. основних

операцій, покращити якість одержуваних з'єднань. Для зниження крутних моментів запропоновано використ. адаптивне управління швидкістю загвинчування на основних переходах операції різьбоутворення.

При дослідженні силових параметрів складання різьбових з'єднань встановлено, що найбільший вплив на крутний момент різьбоутворення мають: швидкість загвинчування, крок різьби, діаметр гвинта, довжина загвинчуваної різьбової частини.

На основі теоретичного аналізу отримано залежності силових показників різьбоутворення в корпусних і листових матеріалах при їх складанні. Проведено дослідження складання пакета листових матеріалів, включаючи багат шаровий пакет з різнорідних матеріалів типу «метал – пластмаса» та розроблено відповідні рекомендації

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Андрейчук Н. І. Охорона праці : навч. посіб. / Н.І. Андрейчук, Ю.В. Кіт, С.В. Шибанов, О.В. Шерстньова. Львів : Видавництво Львівська політехніка, 2012. 276 с.
2. Боженко Л. І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. – Львів: Світ, 1996.–368 с.
3. Васильків В. В., Радик Д. Л. Експериментальні дослідження в технології машинобудування. Навч. посіб. з дисципліни ”Наукові дослідження і теорія експерименту”. Тернопіль : ТНТУ, 2012. 386 с.
4. Дичковський М. Г. Технологічна оснастка. Проектно-конструкторські розрахунки пристосувань: Навч. посіб. Тернопіль : ТДТУ, 2001. 277 с.
5. Дичковський М. Г. Спеціальна технологічна оснастка. Тернопіль : ТНТУ, 2014. 243 с.
6. Дичковський М. Г., Радик М. Д. Розрахунок точності пристосувань. Тернопіль: ТНТУ, 2015. 28 с.
7. Дячун А. Є., Капаціла Ю. Б., Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г. Методичний посібник з виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія обробки типових деталей та складання машин». Тернопіль : ТНТУ, 2016. 75 с.
8. Желібо Є. П. Зацарний В. В. Безпека життєдіяльності : підручник. Київ : Каравела, 2009. 280 с.
9. Капаціла Ю. Б., Комар Р. В. Проектування машинобудівних виробництв: навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2017. 40 с.
10. Когут М. С. Механоскладальні цехи та дільниці у машинобудуванні: Підручник. – Львів: Видавництво державного університету “Львівська політехніка”, 2000. – 352 с.
11. Кухарський, О. М., Кузьмін М. І. Визначення припусків табличним методом. Тернопіль : Видавництво ТДТУ, 2004. 135 с.
12. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б., Гевко Ів. Б. Технологія оброблення корпусних деталей : Навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.

13. Паливода Ю. Є., Дячун А. Є., Лещук Р. Я. Інструментальні матеріали, режими різання і технічне нормування механічної обробки : Навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2019. 240 с.
14. Паливода Ю. Є., Кухарський О. М. Визначення припусків розрахунково-аналітичним методом : Навч. посіб. Тернопіль: ТДТУ ім І. Пулюя, 2003. – 81 с.
15. Пилипець М. І., Комар Р. В. Технологічні методи виробництва заготовок деталей машин. Тернопіль, 2019. 58 с.
16. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с.
17. Рубаха Т. Аналіз дефектів виливок в процесах литва під тиском / Рубаха С., Рубаха Т. // VI Міжнародна студентська науково-технічна конференція „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 27-28 квітня 2023. – Тернопіль. : ТНТУ, 2023. – С. 232-233. – (Механічна інженерія).
<http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/41292>
18. Шоботов В. М. Цивільна оборона: Навч. посіб. Київ : Центр навчальної літератури, 2006. 438 с.
19. Новиков М. П. Основы технологии сборки машин и механизмов. – М. : Машиностроение, 1980. – 632 с.
20. Семичевский Г. А., Березин С. Я. Технология сборки гладко-резьбовых соединений: Монография. – Чита: ЗабГПУ им. Н.Г Чернышевского. 1998. – 100 с.
21. А.с. 830027. СССР. МПК F16B 33 / 06. Способ изготовления тугого резьбового соединения / Г. А. Семичевский, С. Я. Березин. Заявлено 10.07.79. Оpubл. 15.05.81., Бюл. № 18. – 4 с.
22. Якухин В. Г., Ставров В. А. Изготовление резьбы: Справочник. – М. : Машиностроение, 1989. – 192 с.
23. Блаер И. А. К вопросу о надежном автоматическом наживлении резьбовых изделий // Автоматизация и современные технологии, 2001, №2. С.12-15.