

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра галузевого машинобудування

Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи

магістр
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Підвищення ефективності складальних операцій в галузевому
машинобудуванні»

08-27.МКР.001.00.000 ПЗ

Виконав: студент 2 курсу за ОПП «Магістр»,
групи 1ГМ-19м, спеціальності

133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва напрямку підготовки)

Беский С.В.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник Іскович-Лотоцький Р.Д.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент Галушак О.О.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Вінниця – 2020 рік

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра галузевого машинобудування

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ГМ

Полішук Л.К.

“ ” 2020 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Беский Станіслав Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Підвищення ефективності складальних операцій в галузевому машинобудуванні»

керівник магістерської кваліфікаційної роботи Іскович-Лотоцький Ростислав
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Дмитрович, д.т.н., проф.

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ ” 2020 року №

2. Строк подання студентом магістерської кваліфікаційної роботи

3. Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: складальне креслення роздаткової коробки, програма випуску виробу N=5000 шт/рік; кількість робочих змін – 2.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ; Технологічний розділ (визначення програми випуску виробу, типу й методу виробництва, розробка маршруту та методів складання, визначення рівня автоматизації ТП складання, вибір типу складального обладнання, розробка технології операційного складання. Багатоваріантний аналіз конструкцій складальних пристосувань. Конструкторський розділ (розробка конструкції спеціальних складальних пристосувань та механізмів). Дослідницький розділ (розробка раціональної технології проектування технологічних процесів складання). Економічний розділ; Розділ охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; Висновки; Список використаної літератури.

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

1. Конструктивна схема роздаткової коробки – фА1; 2. Схема і маршрут складання роздаткової коробки; Компонувальна схема робочого місця автоматизованого складання фА1; 4. Багатоваріантний аналіз конструкцій складальних пристосувань 1хфА1; 5. Складальне креслення робота-маніпулятора фА1; 6. Алгоритм раціональної технології проектування технологічних процесів складання фА1.

6. Консультанти розділів магістерської кваліфікаційної роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|----------------------------------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Спеціальний | Іскович-Лотоцький Р.Д., д.т.н., проф. | ___.__.2020р. | ___.__.2020р. |
| Охорона праці | Віштак І.В, доцент | ___.__.2020р. | ___.__.2020р. |
| Безпека у надзвичайних ситуаціях | Поліщук О.В., доцент | ___.__.2020р. | ___.__.2020р. |
| Економічний розділ | Бальзан М.В. доцент | ___.__.2020р. | ___.__.2020р. |

7. Дата видачі завдання 03 жовтня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів МКР | Примітка |
|-------|---|----------------------------|----------|
| 1 | Багатоваріантний аналіз конструкцій складальних пристосувань. | | РПЗ |
| 2 | Технологічний розділ | | РПЗ |
| 3 | Розробка конструкції спеціальних складальних пристосувань та механізмів. | | РПЗ |
| 4 | Розробка раціональної технології проектування технологічних процесів складання. | | РПЗ |
| 5 | Економічний розділ | | РПЗ |
| 6 | Розділ охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях | | РПЗ |
| 7 | Конструктивна схема роздаткової коробки | | ІМ |
| 8 | Схема і маршрут складання роздаткової коробки | | ІМ |
| 9 | Компонувальна схема робочого місця автоматизованого складання | | ІМ |
| 10 | Багатоваріантний аналіз конструкцій складальних пристосувань | | ІМ |
| 11 | Складальне креслення робота-маніпулятора | | ІМ |
| 12 | Алгоритм раціональної технології проектування технологічних процесів складання | | ІМ |
| 13 | Оформлення РПЗ та ІМ | | |

Студент

(підпис)

Беский С.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

(підпис)

Іскович-Лотоцький Р.Д.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

В даній магістерській кваліфікаційній роботі розглянуто основні методи автоматизації складальних операцій та обладнання яке може застосовуватися на різних етапах складання, виконано багатоваріантний аналіз конструкцій пристосувань, які використовуються в процесі складання.

Розроблено схему та маршрут складання та структурно-компонувальну схему автоматизованого складання а також проведений вибір складального обладнання.

Виконано необхідні конструкторські розрахунки та розроблена конструкція пневматичного преса.

Запропоновано розроблену раціональну послідовність проектування технологічних процесів складання.

Проведено оцінювання комерційного потенціалу розробки, а також розраховано витрати на виготовлення та економічний ефект від реалізації результатів розробки.

Вказані заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Магістерська кваліфікаційна робота містить: 18 рисунків, 19 таблиць, 18 літературних джерел.

ABSTRACT

In this master's qualification work the main methods of automation of assembly operations and equipment that can be used at different stages of assembly are considered, a multivariate analysis of the designs of devices used in the assembly process is performed.

The scheme and route of assembly and structural-assembly scheme of automated assembly are developed and also the choice of the assembly equipment is carried out.

Necessary design calculations were performed and the design of the pneumatic press was developed.

The developed rational sequence of designing of technological processes of assembly is offered.

An assessment of the commercial potential of development, as well as calculated the cost of production and the economic effect of the implementation of development results.

These measures for labor protection and safety in emergencies

Master's qualification work contains 18 figures, 15 tables, 18 references.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП..... | 8 |
| 1 БАГАТОВАРІАНТНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ СКЛАДАЛЬНИХ ПРИСТОСУВАНЬ | 11 |
| 1.1 Конструкції гайковертів..... | 19 |
| 1.2 Конструкція пристосувань для одночасного установлення декількох заклепок..... | 22 |
| 1.3 Конструкції горизонтальних бункерних живильників..... | 23 |
| 1.4 Конструкції самоцентрувальних пристроїв..... | 26 |
| 1.5 Пристрої контролю..... | 28 |
| 1.6 Висновки до розділу..... | 31 |
| 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ..... | 32 |
| 2.1 Вибір типу і методу виробництва, розрахунок темпу випуску..... | 32 |
| 2.2 Технологічність роздаточної коробки..... | 33 |
| 2.3 Розробка маршруту складання виробу..... | 36 |
| 2.4 Розрахунок штучного часу..... | 38 |
| 2.5 Визначення рівня автоматизації технологічного процесу складання..... | 39 |
| 2.6 Розробка структурно-компонувальної схеми автоматизованого складання..... | 41 |
| 2.7 Вибір складального обладнання..... | 43 |
| 2.8 Висновки до розділу..... | 46 |
| 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ..... | 47 |
| 3.1 Розрахунок мембранного пневмоприводу..... | 47 |
| 3.2 Розрахунок підшипників..... | 50 |
| 3.3 Розрахунок пружини..... | 51 |
| 3.4 Розрахунок спеціалізованого пресу..... | 53 |
| 3.5 Висновки до розділу..... | 55 |
| 4 РАЦІОНАЛЬНА ПОСЛІДОВНІСТЬ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СКЛАДАННЯ..... | 56 |
| 4.1 Розробка раціональної послідовності проектування технологічних процесів складання..... | 56 |
| 4.2 Висновки до розділу..... | 63 |

| | |
|--|-----|
| 5 РОЗДІЛ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ..... | 64 |
| 5.1 Аналіз умов праці..... | 64 |
| 5.2 Організаційно-технічні рішення щодо безпечних умов праці | 65 |
| 5.2.1 Мікроклімат..... | 65 |
| 5.2.2 Освітлення..... | 66 |
| 5.2.3 Шум та вібрація..... | 67 |
| 5.2.4 Вентиляція..... | 69 |
| 5.3 Організаційно-технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи..... | 69 |
| 5.3.1 Техніка безпеки..... | 69 |
| 5.3.2 Електробезпека..... | 69 |
| 5.4 Пожежна безпека..... | 70 |
| 5.5 Безпека у надзвичайних ситуаціях..... | 71 |
| 5.6 Розрахунок режимів радіаційного захисту..... | 73 |
| 5.6.1 Дія іонізуючих випромінювань на людину..... | 73 |
| 5.6.2 Розрахунок режимів радіаційного захисту..... | 74 |
| 5.7 Висновки до розділу..... | 78 |
| 6 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ..... | 79 |
| 6.1 Оцінювання комерційного потенціалу наукової розробки..... | 79 |
| 6.2 Прогнозування витрат на виконання роботи..... | 82 |
| 6.3 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки..... | 88 |
| 6.4 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності..... | 89 |
| 6.5 Висновки по розділу..... | 93 |
| ВИСНОВКИ..... | 94 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ..... | 95 |
| ДОДАТКИ..... | 97 |
| ДОДАТОК А – Технічне завдання..... | 98 |
| ДОДАТОК Б – Ілюстративна частина..... | 102 |

ВСТУП

Актуальність теми. В даний момент технологічні процеси складання, у тому числі автоматизовані, є досить поширеними як у масовому, так й в серійному виробництві. Раціоналізації даних процесів за для зменшення кількості виконуваних операцій, зниження вартості використовуваного обладнання й оснащення, а також собівартості операцій та розряду робіт, збільшення продуктивності і надійності обладнання – приділяється багато уваги. При цьому, у зв'язку з наявністю великої кількості різних технологій й обладнання для автоматизованого складання, а також внаслідок необхідності врахування великого числа вихідних параметрів, вибір найбільш прийняттого в кожній конкретній ситуації варіанта реалізації складального процесу, є досить трудомістким. З врахуванням вищевикладеного, задача розробки раціональної послідовності проектування варіантів складальних процесів, а також проектування вискоєфективного спеціалізованого обладнання для їх реалізації є досить актуальною.

Мета і завдання дослідження. Метою даної магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності складальних операцій в галузевому машинобудуванні шляхом розробки технології та оснащення для автоматизованого складання роздаточної коробки повноприводного автомобіля.

Для досягнення вказаної мети необхідно виконати такі основні задачі:

- провести багатоваріантний аналіз існуючих конструкцій для виконання складальних операцій;
- визначити програму випуску виробу, тип та методи виробництва;
- розробити маршрут та методи складання, визначити рівень автоматизації ТП складання;
- вибрати тип складального обладнання, розробити технологію операційного складання;

- розробити конструкції спеціальних складальних пристосувань та механізмів;
- розробити раціональну технологію проектування технологічних процесів складання;
- виконати розрахунок економічного ефекту від впровадження розробленої послідовності та спроектованого спеціалізованого обладнання;
- виконати необхідні розрахунки з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження – процеси автоматизованого складання стандартизованих вузлів.

Предмет дослідження – обладнання та оснащення для автоматизованого складання роздаточної коробки повноприводного автомобіля.

Методи дослідження. Під час вибору раціональної конструкції спеціалізованих пристроїв для автоматизованого складання, а також при відпрацюванні технології складання узгоджувального редуктора використовувався метод багатоваріантного аналізу та порівняння можливих варіантів конструкції за критеріями простоти, технологічності, надійності, орієнтовної собівартості виробництва. Для варіантів технологічних процесів такими критеріями були кількість складових операцій та переходів, ступінь їх концентрації, трудомісткість, енергоємність, кваліфікація робітників, кількість та вартість використовуваного обладнання та оснащення, ступінь автоматизації й рівень спеціалізації останнього. Під час проектування спеціалізованого складального обладнання використовувались типові методики інженерних розрахунків на міцність, послідовність проектного розрахунку мембранних пристроїв. Також використовувались типові методики з техніко-економічного обґрунтування доцільності розробки, визначення економічного ефекту від її впровадження, розрахунків з безпеки життєдіяльності та цивільного захисту.

Наукова новизна одержаних результатів. Розроблена раціональна послідовність проектування варіантів складальних процесів, що дозволяє автоматизувати проектування технологічних процесів складання сучасних складних виробів з обґрунтованим вибором з великого числа допустимих варіантів за кількома основними критеріями оптимального варіанту складального процесу.

Практичне значення одержаних результатів. У МКР розроблені раціональні схема і маршрут складання роздаткової коробки, компоувальна схема робочого місця автоматизованого складання а також складальне креслення преса для складання виробу.

Особистий внесок магістранта. Основні елементи магістерської кваліфікаційної роботи: раціональні схема і маршрут складання роздаточної коробки, компоувальна схема робочого місця автоматизованого складання, багатоваріантний аналіз конструкцій складальних пристосувань, складальні креслення преса для складання виробу, стенду для закручування гайок редуктора та віробункера – розроблені магістрантом самостійно. Алгоритм раціональної технології проектування технологічних процесів складання розроблено керівником МКР.

Апробація результатів МКР. Основні положення магістерської кваліфікаційної роботи, наукові і практичні результати доповідались і обговорювались на Всеукраїнській науково-практичній Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «МОЛОДЬ В НАУЦІ: ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ (МН-2021)». [18]

1 БАГАТОВАРІАНТНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ СКЛАДАЛЬНИХ ПРИСТОСУВАНЬ

Складальні пристосування є ефективним засобом механізації ручної збірки і необхідними додатковими пристроями автоматизованого складального обладнання.

В залежності від призначення складальні пристосування можна розділити на наступні основні групи:

а) пристосування-затискачі, які використовують для закріплення складаних виробів, складальних одиниць або деталей в потрібному для складання положенні, а також для надання стійкості складальній одиниці і полегшення її складання;

б) установчі пристосування, які призначені для вірного і точного встановлення з'єднаних деталей або складальних одиниць відносно одне одного, що гарантує отримання необхідних монтажних розмірів;

в) робочі пристосування, які використовують під час виконання окремих операцій технологічного процесу складання, наприклад, вальцювання, запресування, встановлення і зняття пружин, ущільнень тощо;

г) контрольні пристосування, які виготовлені відповідно до конфігурації, форми, розмірів та інших особливостей контрольованих спряжень складальних одиниць і виробів для визначення відповідності конструктивних параметрів, які отримують в процесі складання, вимогам технічного завдання і умов.

До пристосувань затискачів вказують наступні основні вимоги: кріплення деталі складальної одиниці в пристосуванні повинно бути достатньо надійним і міцним; затискання повинно здійснюватись мінімальною кількістю найпростіших прийомів і якомога швидше; закріплення не повинно деформувати деталі або викликати пошкодження їх

поверхонь; за необхідністю точного встановлення деталей затискачі не повинні зміщувати їх під час закріплення.

Зрозуміло, що складання не буде точним, якщо в процесі затискання або під час операції чи переходу деталей буде деформуватись. Це може відбуватись, наприклад, внаслідок неправильного розташування деталі або складальної одиниці або невдалого вибору місця затискання, при недостатній кількості опору, під дією занадто великої сили затискання тощо. Слід враховувати, що нерідко деформуються навіть дуже масивні деталі, особливо якщо затискання здійснюється вручну, без контролю. Тому пневматичні і пневмо-гідравлічні затискачі, які утримують деталі з постійним і необхідним тиском, мають значну перевагу перед ручними. Якщо під час складання ставиться вимога щодо точної фіксації складальної одиниці, а також закріплення її для уникнення зміщення під дією прикладених сил рекомендують застосовувати пневматичні затискачі з клиновими або важільними підсилювачами.

За ступенем спеціалізації складальні пристосування поділяють на універсальні і спеціальні; за типом приводу - на механічні, пневматичні, гідравлічні тощо.

Універсальні пристосування найбільш широко застосовують в одиничному і дрібносерійному виробництві. До них відносяться:

1. Плити й складальні балки, які служать для установки, вивірки і закріплення зібраних машин та їх вузлів; виготовляються з чавуну; на установчій поверхні мають Т-подібні пази.

2. Призми та кутники служать для установки і закріплення вузлів або базових деталей. Їх установчі поверхні точно обробляють; на них виконують наскрізні видовжені вікна для кріпильних болтів.

3. Струбцини використовують для тимчасового скріплення деталей і вузлів зібраних машин (наприклад, під час зварювання).

4. Домкрати використовують для встановлення та підтримки громіздких і важких деталей і вузлів.

5. Слюсарні лещата з ручним приводом (ГОСТ 4045-75Е) з шириною губок 63,80,100 ... 200 мм виготовляють трьох типів: 1) лещата загального призначення, 2) лещата з поворотною губкою для фасонних деталей; 3) лещата з додатковими губками для труб.

6. Захвати застосовують для передачі зібраних виробів і подачі деталей на складання.

Спеціальні пристосування застосовують у великосерійному і масовому виробництві. Розрізняють два типи таких пристосувань.

Тип 1: пристосування для нерухомої установки і закріплення базових деталей і вузлів виробу, що збирається. Пристосування цього типу повинні забезпечувати стійке положення деталі (вузла) в процесі складання. Точного базування при цьому не вимагається. Зусилля затиску повинно бути достатнім, щоб утримувати деталь (складальну одиницю) при впливі на неї складального обладнання. Часто пристосування цього типу роблять поворотними як в горизонтальній, так і у вертикальній площині для забезпечення доступу до виробу, що збирається з різних сторін. Пристосування даного типу можуть бути стаціонарними (встановленими на верстаках, столах, фундаментах) і рухомими (переміщуваними по рольгангам або конвеєру).

Тип 2: пристосування для точної і швидкої взаємної установки деталей або частин виробу, що з'єднуються. Ці пристосування звільняють складальників від трудомісткої орієнтації та вивірки з'єднуваних деталей, прискорюють процес складання. Такі пристосування мають не тільки затискні, а й напрямні (базуючі) елементи. Ці пристосування застосовують при посадках з натягом, розвальцьовуванні, клепанні, зварюванні, пайці тощо.

Спеціальні пристосування можуть застосовуватися для виконання окремих складальних операцій: попереднього стиснення і установки пружин, запресовування деталей складної конфігурації, установки ущільнювальних кілець тощо. Такі пристосування можуть забезпечуватися силовим приводом:

ручним (важільним, гвинтовим, ексцентриковим), пневматичним (найбільш часто), рідше гідравлічним (для великих зусиль) або електромеханічним (при великому ході). Спеціальні складальні пристосування складаються з корпусу і змонтованих на його основі настановних елементів і затискних пристроїв. Установчі елементи забезпечують необхідне положення деталей і частин виробу без вивірння. Вони повинні мати достатньо розвинену поверхню, щоб уникнути змигання контактуючих опорних поверхонь виробу. Часто з цією метою настановні елементи облицьовуються твердою гумою або пластмасою.

Затискні елементи забезпечують фіксацію і стійкість встановлених елементів виробу, оберігають їх від зсуву під дією сил складального обладнання. Для убезпечення від деформування поверхонь деталей, які фіксують, торці затискних елементів обшивають м'якими вставками (накладками). В якості затискних елементів можуть використовуватися прямі і Г-подібні прихвати. В якості приводу використовуються пневмо- і гідроциліндри. Іноді використовують вакуумні прихвати, пружинні затискачі (останні не перешкоджають тепловому розширенню деталей, що важливо, наприклад, під час зварювання).

В багатьох випадках, особливо під час складання вузлів середніх і великих розмірів, доцільно суміщати установчі, затискні та, інколи, контрольні функції пристосування. Такі пристосування прийнято називати складальними стендами (стапелями). Під час складання деталі закріплюють в масивних каркасах, на яких і виконують всі необхідні припасувальні і складальні операції. Завдяки виконанню принципу постійності конструкторських баз в самих стендах (стапелях) забезпечується співпадіння і єдність баз складальних одиниць та, в результаті, точне стикування їх між собою під час загального складання.

Розрізняють обробні і складальні стапелі. Перші призначені для механічної доробки стикових поверхонь та інших елементів агрегатів, другі – для виконання всіх підготовчих операцій і складання складальних одиниць.

Для зручності складання багато пристосувань забезпечують поворот складаного виробу відносно горизонтальної або вертикальної площини. Такі пристрої називають кантувачами.

Висока трудомісткість і тривалість циклу складання роблять актуальною проблему автоматизації складальних робіт. Автоматизація збирання дозволяє: 1) підвищити якість продукції; 2) підвищити продуктивність праці; 3) вивільнити велику кількість робітників; 4) скоротити обсяг фізичної праці. Однак, автоматизація складальних процесів розвивається надзвичайно повільно з наступних причин:

1. Основна частина продукції виробляється в дрібносерійному і серійному виробництві, а автоматизація поки окупається лише при достатніх обсягах виробництва.

2. Конструкція виробів, що збираються вручну, в більшості випадків абсолютно непридатна для автоматичного складання. Вироби повинні відразу проектуватися під автоматичне складання, наприклад, складатися з автономних вузлів по 4 - 12 деталей.

3. При автоматизації складальних операцій виникають великі труднощі, пов'язані з подачею деталей, їх точним орієнтуванням, фіксацією.

4. При автоматичному складанні найбільш ефективним є метод повної взаємозамінності, що вимагає коротколанкових розмірних ланцюгів і високої точності виготовлення деталей. Інші методи (селективна складання, регулювання) ускладнюють конструкцію складальних автоматів, знижують надійність їх роботи.

Впровадження автоматизації складання раціонально тільки в тих випадках, коли програма випуску виробів досить висока і термін окупності витрат на устаткування за рахунок зниження трудомісткості процесів і скорочення застосування робочої сили не перевищує півтора-двох років. В якості засобів механізації при складальних роботах використовують електричні та пневматичні шпильковерти та гайковерти, також засоби зміни орієнтації виробу в просторі під час складання, механізми повороту,

вантування, затискання. У процесі загального складання виробів перевага в автоматизації і механізації надається транспортним засобам. Деталі, складальні одиниці та комплекти до місця збірки можуть подаватися підвісними конвеєрами, які оснащують, в деяких випадках, адресаторами.

Крім створення автоматів і автоматичних ліній, призначених для складання типових складальних одиниць, існує група обладнання, яке створено для виконання переходів або операцій установки характерних деталей певних типорозмірів. Ці автомати застосовують на автоматизованих лініях складання. Наприклад, за допомогою таких автоматів в блоки або головки блоків циліндра встановлюють розподільчі вали, які мають різний діаметр опорних шийок і їх кількість залежить від конструкції двигуна.

Типовий процес автоматичного складання складається з наступних елементарних операцій:

1. Завантаження деталей, що збираються в бункерні або магазинні транспортні пристрої з попередньою їх орієнтацією при видачі на складальні позиції через відсікачі.
2. Орієнтація у просторі з необхідною точністю положення сполучених деталей на складальній позиції (за допомогою жорсткого базування або самоорієнтації). Метод жорсткого базування дозволяє виконувати складання в автоматичному режимі у випадку виконання умов складання. Метод самоорієнтації зазвичай здійснюється шляхом коливання однієї з деталей з амплітудою, достатньої для перекриття похибки орієнтації).
3. З'єднання і фіксація сполучених деталей (складальних одиниць).
4. Контроль точності відносного положення сполучених деталей.
5. Розвантаження і транспортування складальних одиниць на наступну позицію.

Технологічний процес складання розбивається на окремі операції, які здійснюють на окремих складальних автоматах. Як правило, автомат проектується на кілька складальних позицій. Характер позиції визначається змістом виконуваних переходів і застосовуваних інструментів. Склад

прийомів визначає послідовність дій механізмів складального автомата. Звичайною схемою складання тут недостатньо, додатково складається циклограма роботи складального автомата, яка відображає послідовність і тривалість у часі всіх дій автомата. Орієнтація деталей є найбільш складним і відповідальним переходом при автоматизації збирання для здійснення якого часто використовуються промислові роботи.

До достоїнств застосування роботів у складальному виробництві відносяться: 1) швидке перепрограмування для виконання складання різних виробів; 2) висока швидкість дії за програмою протягом тривалого часу; 3) надійна робота в умовах несприятливих для людини (висока або низька температура, висока забрудненість середовища, шум, вібрації тощо), 4) можливість використання в стерильних умовах.

Для ефективного застосування роботів необхідна: 1) технологічна відпрацювання конструкції під складання роботом; 2) стандартизація та уніфікація деталей, що збираються вироби; 3) застосування роботів модульної конструкції на базі типових пристроїв і вузлів; 4) збільшення числа рук роботів і маніпуляторів, які входять до його складу.

Роботи застосовують на операціях загального і вузлового складання виробів: на окремих робочих місцях виконаних у вигляді робототехнічних комплексів; вбудованими в складальний конвеєр; вбудованими в складальні напівавтомати і автомати. В складальних цехах промислові роботи виконують наступні основні види робіт: завантаження-розвантаження автоматів, конвеєрів, автоматичних і автоматизованих ліній; встановлення деталей і вузлів в заданому положенні на складаний виріб; точкове і шовне зварювання; фарбування виробів методом розпилення; транспортування і складування деталей і вузлів; подача підготованих до складання деталей на преси для виконання запресування, склепування, відбортовки та інших операцій; за наявності програмних засобів можуть виконувати операції поточного контролю деталей і вузлів; промивка деталей перед складанням; утворення різноманітних з'єднань; допоміжні операції.

Основним недоліком промислових роботів є їх висока собівартість, тривале налагодження, необхідність комплексної перебудови технології виробництва та підвищення технічного рівня решти обладнання цеху.

В поточно-масовому виробництві застосовують спеціальні роботи, які працюють по жорсткій програмі з невеликою кількістю команд. Універсальні роботи застосовують в дрібносерійному і середньосерійному виробництвах. Широко використовують також роботи з цикловим і з числовим програмним керуванням. Точність позиціонування таких роботів досягає 0,05 мм і може бути підвищена за рахунок використання зворотного зв'язку.

Найбільш ефективно промислові роботи використовують сумісно з системою обслуговування, транспортування, складування і контролю, як єдиний швидко переналагоджуваний робототехнічний комплекс керований мікропроцесором.

В процесі збірки складних виробів в компоновці робототехнічних комплексів передбачають магазин змінних захватів і складальних інструментів.

Ще одним напрямком автоматизації складального виробництва є підвищення якості і продуктивності контролю за рахунок використання відповідних засобів. У конструкціях складальних ліній та автоматів передбачають пристрої для контролю наявності деталей у пристосуванні (механізмі), розмірів або положення деталей, параметрів процесу з'єднання. Контроль наявності та положення деталей у складальних механізмах необхідно передбачати для уникнення роботи механізмів вхолосту і поломок обладнання у випадках відмови механізмів завантаження. Контроль розмірів деталей перед автоматичним складанням необхідний для перевірки відповідності деталі технічним вимогам з метою виключення браку. Контроль параметрів з'єднання покликаний надійно забезпечити якість збірки. Цими параметрами можуть бути лінійні розміри або фізичні величини. Фізичні величини, наприклад, момент затягування, зусилля запресовування та інші, контролюють в процесі виконання з'єднання.

У конструкціях складальних автоматів застосовують механічні, електричні, фотоелектричні, пневматичні та інші пристрої контролю.

Механічні пристрої можна використовувати для багатьох видів контролю. Наприклад, вхідний контроль наявності різі потрібного кроку у шпильки здійснюється механічною гребінкою, момент затягування гайки контролюється механічним пристроєм по реактивному моменту на корпусі різезагвинчувального механізму або налаштуванням відповідного запобіжного механізму.

1.1 Конструкції гайковертів

Шпindelна коробка 11 стенду (рис. 1.1) переміщається по напрямних 7 консолі 12 і приводиться в дію електродвигуном 5.

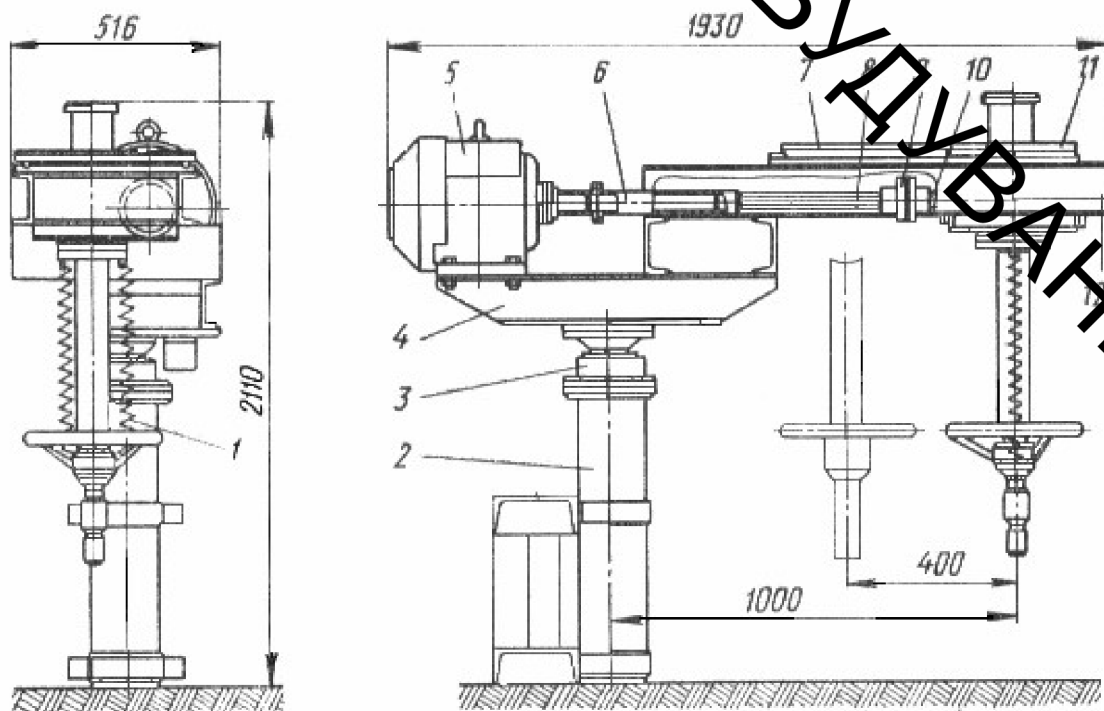


Рисунок 1.1 - Стенд для загвинчування та розгвинчування

Ці вузли встановлені на столі 4, який може повертатися навколо своєї осі в підшипнику 3, закріпленому у верхній частині колони 2. Крутний

момент від електродвигуна через шліцеву втулку 6 і шліцьовий вал 8 передається на муфту 9 і від неї на вхідний вал 10 шпindelної коробки.

Шпindelна коробка (рис. 1.2) являє собою черв'ячний редуктор, вихідний вал 4 якого використаний як шпindel. Крутний момент з червячного колеса 10 на шпindel 4 передається через запобіжну муфту 6, однією половинкою є маточина 5 червячного колеса, інший - шліцева втулка 7, зі шпindelом.

Величина крутного моменту визначається зусиллям пружини 9, яка регулюється-рується гайкою 8.

Нижній кінець шпинделя забезпечений швидкозмінним патроном 1, в який встановлюються різні торцеві ключі. Шпindel 4 опускається вручну штурвалом 3, пов'язаним зі шпindelом через кульковий підшипник 2, який залишається нерухомим в процесі роботи. Шпindel стелу урівноважений двома пружинами 1 (рис. 1.2).

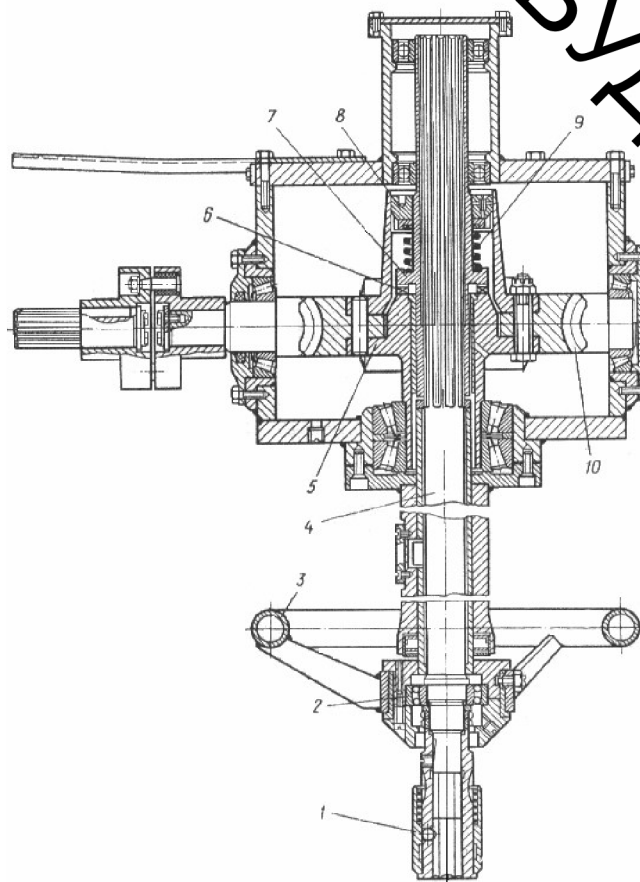


Рисунок 1.2 – Шпindelна коробка стелу для загвинчування та розгвинчування

Конструкція стану зображеного на рисунку 1.3 аналогічна конструкції стану моделі 6101-25 (рис. 1.1). Відмінність полягає в пристрої шпindelної коробки 3. Крутний момент від електродвигуна 1 через шліцьовий вал 2 передається на черв'ячні колесо 5, закріплене на проміжному валу 8. На ньому розташований блок шестерень 7, який рукояткою 4 може вводиться в зачеплення з шестернями 11 і 12 за допомогою виделки 6. Цим забезпечується зміна передавального числа шпindelної коробки. Вихідний вал 13 пов'язаний зі шпindelом 15 шліцевою муфтою 14. Шпindelна коробка 3 переміщується в напрямних 9 на кульках 10.

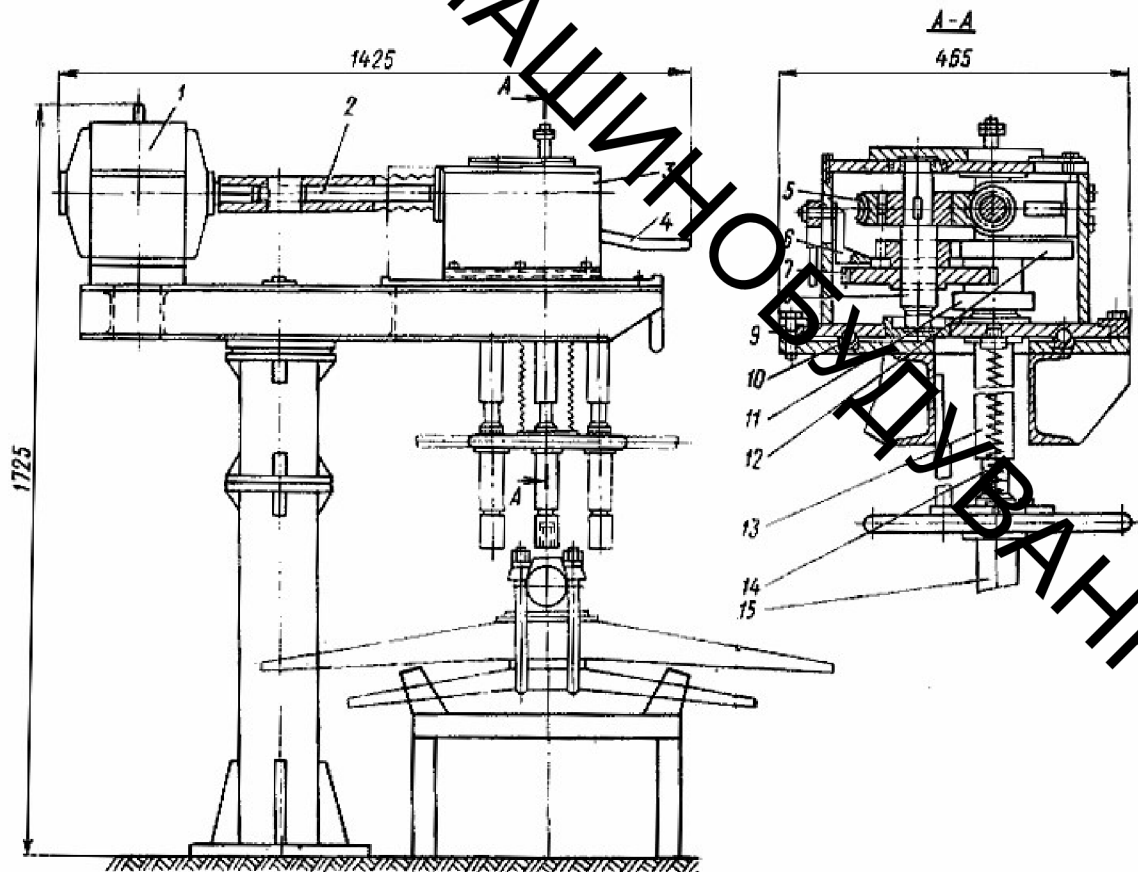
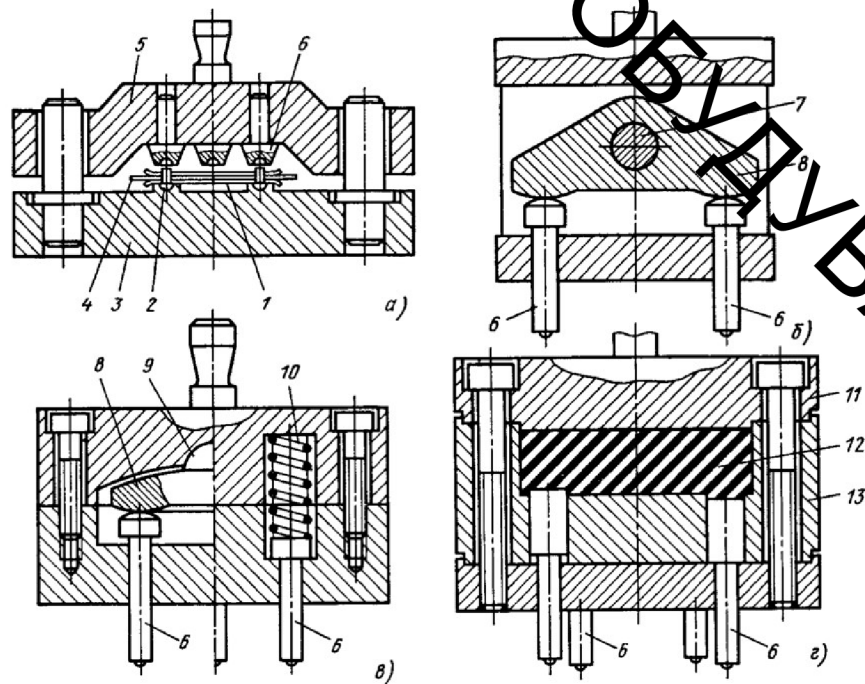


Рисунок 1.3 – Стенд для розгвинчування кріпильних елементів

Відкручування гайок починають на зниженій передачі, і після зсуву гайки включають вищу передачу.

1.2 Конструкція пристосувань для одночасного установлення декількох заклепок

На рис. 3.1 показані спеціальні пристосування - штампи для одночасної клепки декількох заклепок [2]. На рисунку 1.4, а показаний штамп для склепівання двох сталевих дисків 1 з полотном мембрани 4 шістьма заклепками 2, а на рис. 1.4, б, в – штампи для збірки деталей, що мають різну товщину або виготовлених з податливого (або крихкого) матеріала: для компенсації різниці висот і товщин склеюваних деталей у верхній частині штампів застосовують пристрої у вигляді траверсу 8 або пружин 10; при одночасній установці більше трьох пустотілих заклепок сили вирівнюють пружинами. Для установки заклепок будь-яких типів застосовують штампи з гідропластом (рис. 1.4, з).



1 - сталевий диск, 2- заклепки, 3- нижня плита, 4 - мембрана, 5 - верхня плита, 6 - обтискач, 7 - вісь, 8 - траверс, 9 - кульовий сегмент, 10 - гвинтова пружина, 11 - кришка, 12 -гідропласт, 13-корпус

Рисунок 1.4 - Пристосування-штампи для одночасної постановки декількох заклепок

1.3 Конструкції вібраційних бункерних живильників

Для живлення складального обладнання різнотипними деталями потрібно велике число бункерних завантажувальних пристроїв, що збільшує габарити і ускладнює конструкцію складального обладнання. Скорочення числа бункерних пристроїв можна досягти застосуванням багатоярусних бункерів, які забезпечують орієнтацію і загрузку одночасно декількох типорозмірів деталей (рис. 1.5).

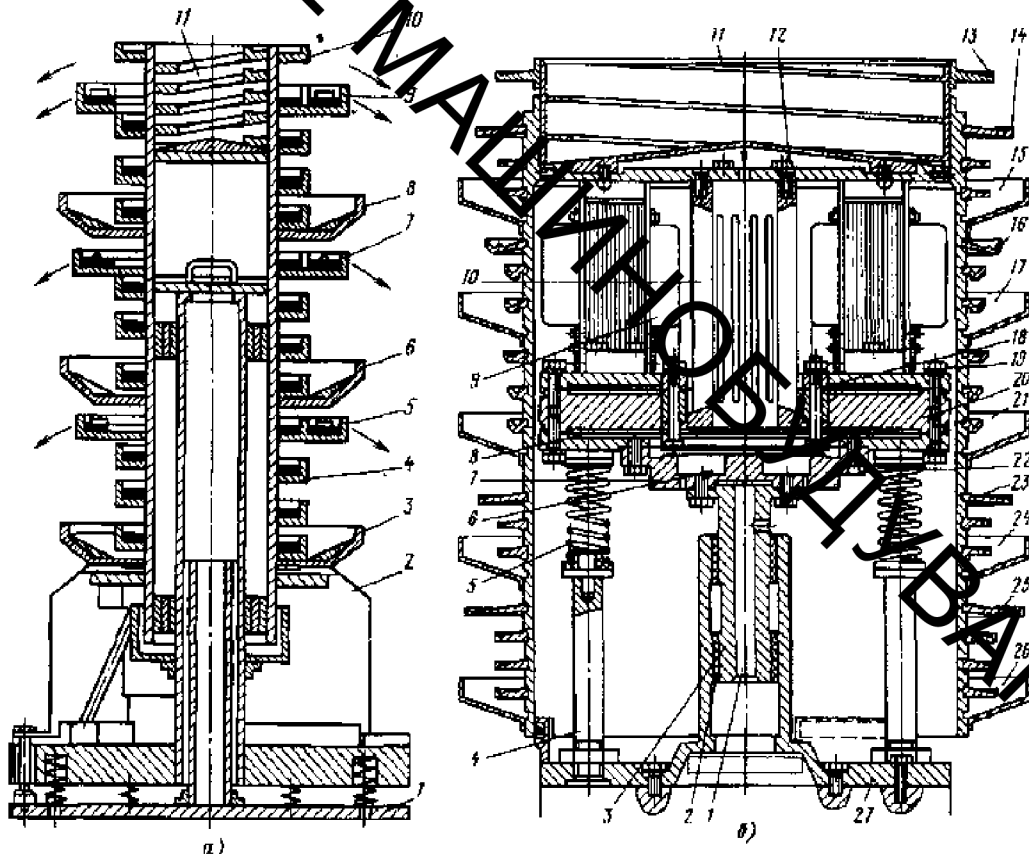


Рисунок 1.5 - Багатоярусний вібробункер

Такий бункер розміщують на одному віброживильнику 2 (рис. 1.5, а), встановленому на фундаментній плиті 1 складального обладнання. Деталі різної конфігурації засипають у чаші 3, 6, 8 і 11, звідки вони переміщуються уздовж гвинтових літаків 4 вгору і далі потрапляють на бігові доріжки 5, 7, 9 і 10. З останніх вони розподіляються по лотках, пов'язаним з робочими органами складального обладнання (показано стрілками).

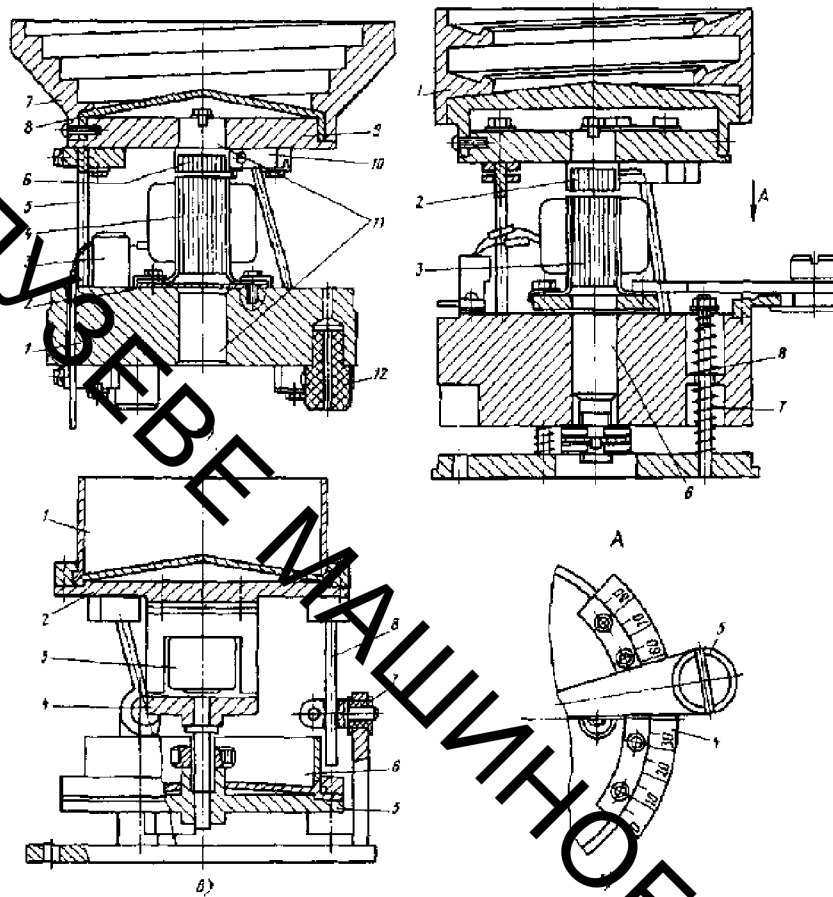


Рисунок 1.6 - Типові конструкції вібраційних бункерних завантажувальних пристроїв з однамагнітним приводом

На рисунку 1.5, б представлена схема багатоярусного бункера, застосовуваного для збірки штовхачів паливного насоса. Зібрані деталі (корпусу штовхачів, ролики, втулки, гайки і болти) засипають відповідно в чаші 11, 15, 17, 21, 24 м 26, звідки вони потрапляють на бігові доріжки 13, 14, 16, 23 і 25. Вертикальні коливання створюються вібрацією мембран 8, що створюються за допомогою якоря 7 з намотаною на ньому котушкою 6. Кругові коливання бункер отримує від двох котушок 9 і пружин 10, які зверху прикріплені болтами 12 до труби з чашами, а знизу - болтами 18 до противазі 20. [2]

Розгойдуватися бункеру не дає склянка 3, вставлена у втулки 2, які запресовані в отвір планшайби ротора 27. У склянці 3 є отвір 1 для проводів живлення бункера, змонтованого на пружинах 5, які встановлені на стійках 4. Стакан прикріплений до противаги за допомогою болтів 22 і 19.

При автоматизації збирання великого поширення набули вібраційні бункерні завантажувальні пристрої з одномагнітним приводом, типові конструкції яких наведено на рис. 3.6. Привід такого пристрою (рис. 1.6, *a*) включає в себе основу 1, до якої через прокладку прикріплений електромагніт 4 і три пружинних стрижня 5 з встановленим на них верхнім фланцем 9 з якорем 6 електромагніту. Пружинні стрижня кріплять до підстави 1 і фланця 9 дротовими клемними зажимами 10. Клемна колодка 3 служить для підключення котушки електромагніта до живильної електромережі [2].

До фланця 9 приєднують чашу 7 бункера, що має днище 8. Для зменшення вібрації підставу бункера встановлено на гумових амортизаторах 12. Отвори 11 служать для введення центральними оправки пристосування при монтажі пружинних стрижнів. Швидкість руху деталі по лотку регулюється зміною напруги або струму ланцюга харчування.

На рисунку 1.6, *б* показано пристрій, в якому швидкість руху деталей по лотку чаші 1 регулюється зміною магнітного потоку шляхом повороту магнітопривода електромагніту 3 відносно нерухомого якоря 2 на кут, що фіксується за шкалою 4. Усталення положення фіксується потім гвинтовим затиском 5. Магнітопривод електромагніту жорстко прикріплено до фланцю осі 6, встановленої в отвір корпусу. Пружинні віброізолятори 7 і 5 забезпечують відповідну віброізоляцію. [2]

Пристрій, представлений на рис. 1.6, *в*, має два бункера 1 і 6 для завантаження різних деталей, які укріплені на фланцях 2 і 5. Останні пов'язані між собою трьома пружинними стрижнями 8. У центрі до фланця 2 прикріплений електромагніт 3, а на нижньому фланці встановлений якорь 4. Пальці кріплення пружинних стержнів встановлюють у виброізолюючих гумових втулках 7. При підключенні до електромагнітам пульсуючого або змінного електричного струму чаша отримує гвинтове коливальний рух. Під дією вібрації, тобто при коливаннях малої амплітуди і великої частоти, деталі рухаються всередині чаші по лотку під дією тільки сил інерції. Правельність

положення деталей при їх переміщенні по спіральному лотку здійснюється різними контрольними пристроями, які мають виконавчі органи, що видаляють неправильно розташовані деталі (пасивна орієнтація) або змінюють їх положення на необхідне (активна орієнтація). Залежно від геометричної форми і фізико-механічних властивостей матеріалу деталей застосовують різноманітні методи контролю їх положення: механічні, пневматичні, електричні, електроконтактні й індуктивні.

Деталі простої форми орієнтуються по вирізам на лотках, упорів, козирків, на-клону окремих ділянок лотка і т.п. Для визначення найбільш доцільних способів орієнтування і вибору для цих цілей ефективних завантажувальних пристроїв користуються спеціальними класифікаціями орієнтується деталей.

Пристрої вторинної орієнтації. У бункерних завантажувальних пристроях більшість деталей отримує остаточну орієнтацію. Проте деякі деталі складної форми при виході з бункера мають лише первинну орієнтацію і тому вимагають вторинної орієнтації, яка виконується спеціальними пристроями. Принцип роботи цих пристроїв може бути заснований на використанні несиметричності положення центру ваги деталі щодо її кінців, різних сил притягання магнітом різнойменних решіт різного положення, займаного деталлю в магнітному або електричному полі тощо.

1.4 Конструкції самоцентрувальних пристроїв

Для підвищення точності базування деталі та попередження її зсуву в процесі виконання складальних операцій на різних позиціях складання устаткування застосовують самоцентруючі базу вальні пристрої. Для затиску циліндричних деталей може бути використано пристрій (рис. 1.7, а), в якому деталь 6 затискається двома призмами 5, що коливаються на осях 9 [1].

Останні під дією пружин 2 зводяться до центру вилкою 3 (через кульки 4) і розводяться пружиною 7 при включенні, наприклад, електромагніту 1.

Вилка 3 переміщається в направляючих корпусу 8. Якщо деталь має конусообразність, то її вісь може зміститися від осі самоцентрувального пристрою. Зменшення цього зміщення досягається при трансформаційних змінах пристрою, в якому є одна широка базуюча призма 7 (рис. 1.7, б), а інша - притицка 2. Положення осі призм налаштовують регулювальними гвинтами 3.

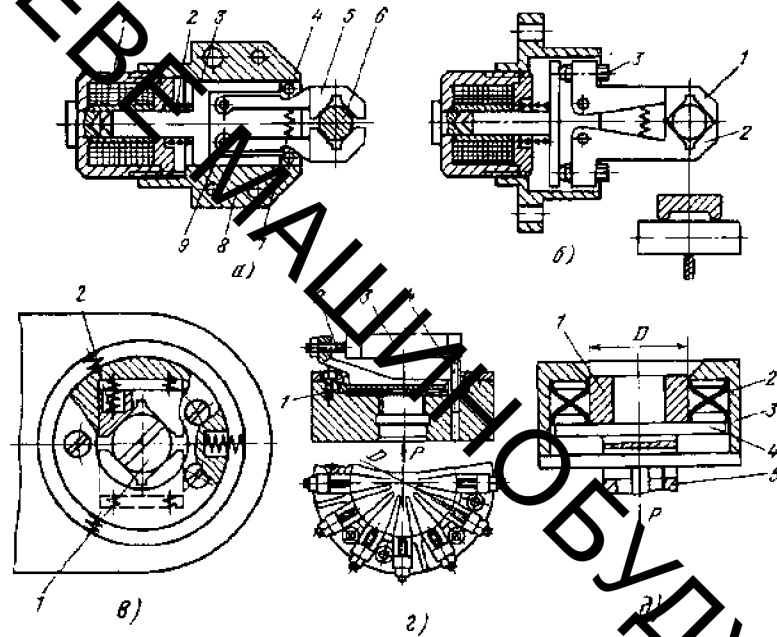


Рисунок 1.7 - Конструкції самоцентрувальних базувальних пристроїв

При згвинчуванні деталей центрування головки гвинта 7 можна здійснювати пристроями, що мають дві підпружинені призми 2 (рис. 1.7, в). На рисунку 1.7, г, д показані пристрої, в яких затиск-деталь затискають за допомогою мембранних пружних елементів. У першому випадку (рис. 1.7, г) деталь 3, яка спирається на три настановних пальця 4, затискається ріжками мембрани 7 за допомогою гвинтів 2, відрегульованих по діаметру деталі. Сила P , створювана вакуумним приводом, забезпечує розкриття ріжків мембрани після закінчення складальної операції. При використанні кільцевої базуючої мембрани Х-образного профілю (рис. 1.7, д) під дією осьової сили P внутрішній діаметр мембрани 2 зменшується і деталь 1 затискається. Сила P передається на верхній торець мембрани через чашку 3. Деталь 7 перед затисканням встановлюють на підставку 4, закріплену на стійці 5. [2]

1.5 Пристрої контролю

Пристрої контролю призначені для перевірки: наявності деталей в завантажувальних пристрої; рівня деталей у подаючих лотках; наявності всіх деталей і правильності їх установки; точності взаємного положення деталей; режимів роботи складального обладнання; різних складальних, фізичних і експлуатаційних параметрів з'єднань і складальної одиниці в цілому. Ці пристрої здійснюють контроль по закінченні складання виробу (остаточний контроль), в процесі виконання складання виробу між складальними операціями (операційний контроль) до збірки (вхідний контроль). Контроль процесу складання виконується для запобігання утворення браку виробів і поломок механізмів складального обладнання.

При автоматичному складанні широке застосування отримали сенсорні пристрої, що мають чутливі органи автоматів, які забезпечують сприйняття і переробку в керуючій команді інформації про параметри збираних об'єктів, процесів складання і стан технологічного обладнання. На відміну від вимірювального, сенсорний пристрій володіє більш широким функціональним призначенням, так як крім вимірювальних функцій він здійснює обробку інформації та підготовку її для подальшої обробки на ЕОМ. Сукупність сенсорних пристроїв, утворюючих структуру чутливих органів складального обладнання, представляє сенсорну систему, до складу якої входять оглядово-пошукові (зовнішньої інформації) і кінестетичні (внутрішньої інформації) сенсорні пристрої [1].

Оглядово-пошукові сенсорні пристрої виконують функції пошуку та вимірювання параметрів об'єктів, які збираються і розпізнавання їх ознак. До різновидів цих пристроїв можна віднести локаційні, технічного зору та тактильні. Локаційні пристрої забезпечують виявлення об'єктів збірки шляхом реєстрації відбитого або випускаючого ними випромінювання. За допомогою пристроїв технічного зору вирішується комплекс завдань по

скануванню, пошуку, виявленню, розпізнаванню об'єктів збірки і виміру його параметрів.

Кінестетичні сенсорні пристрої виконують функції вимірювання параметрів процесу складання і складального обладнання. До різноманіття цих пристроїв можна віднести силомоментні, переміщення і положення, стану. Силомометричні пристрої виконують регулюючі і запобіжні функції по забезпеченню процесу складання і по захисту обладнання від перевантажень на основі вимірювання параметрів процесу і устаткування. Пристрої переміщення і положення ланок і робочих органів обладнання забезпечують отримання інформації про їх абсолютне та відносне розташування. Пристрої стану обладнання відображають його готовність до виконання дій, аварійний стан, перевантаження тощо.

У сенсорних пристроях інформація про параметри збираних об'єктів, процесів і обладнання сприймається датчиками інформації (сенсорами).

При автоматичному складанні із застосуванням сенсорних пристроїв можуть виконуватися операції контролю, наприклад: огляду простору і пошуку об'єкта збірки з допомогою локаційних пристроїв; пристроїв технічного зору; розпізнавання об'єктів збірки за допомогою пристроїв технічного зору і тактильних пристроїв; визначення відстані до об'єктів збірки за допомогою дистанційних перетворювачів різних типів; визначення зіткнень робочих органів з об'єктами збірки з допомогою тактильних перетворювачів; визначення розташування робочих органів складального обладнання в зоні збірки з допомогою кінестетичних пристроїв; визначення параметрів швидкості і прискорення робочих органів за допомогою перетворювачів (датчиків) швидкості і прискорення; визначення сил і моментів на виконавчих органах за допомогою перетворювачів (датчиків) силомоментного очуствлення; визначення температурних параметрів збираних об'єктів і обладнання за допомогою датчиків температури. [3-4]

При виконанні збірки застосовують важільно-механічні, електричні, пневмо-електричні, індуктивні та інші контрольні пристрої. Наявність

Збирання деталей і вузлів нерідко контролюється електроіндуктивними датчиками, а наявність мілких деталей у важкодоступних місцях - фотоелектричними пристроями. Геометричні складальні параметри, а також наявність і стан деталей, що збираються можна контролювати пневмоелектричними пристроями. Нерідко для контролю наявності деталей застосовують механічні щупи, пов'язані з електричними мікроперемикачами, які, замикаючи і розмикаючи відповідні електричні ланцюги, видають необхідні керувальні сигнали.

Крутний момент в процесі затягування різьбового з'єднання вимірюють за схемою (рис. 1.8, б), при якій різьбозакручуюча головка 2 монтується в спеціальній склянці 1, що має на своїй поверхні тензодатчик 7. Сигнали від датчика перетворюються вимірювальним пристроєм 6 і використовуються для управління пневморозподілювачем 5, відтинає подачу повітря до пневмодвигуна головки при досягненні заданого крутного моменту. Сигналізатор 5 сповіщає про досягнення заданого крутного моменту або про його перевищення. Пристрій 4 показує поточне і максимальне значення моменту. Використання цієї системи затяжки з'єднання забезпечує досягнення заданого крутного моменту з точністю $\pm 2\%$.

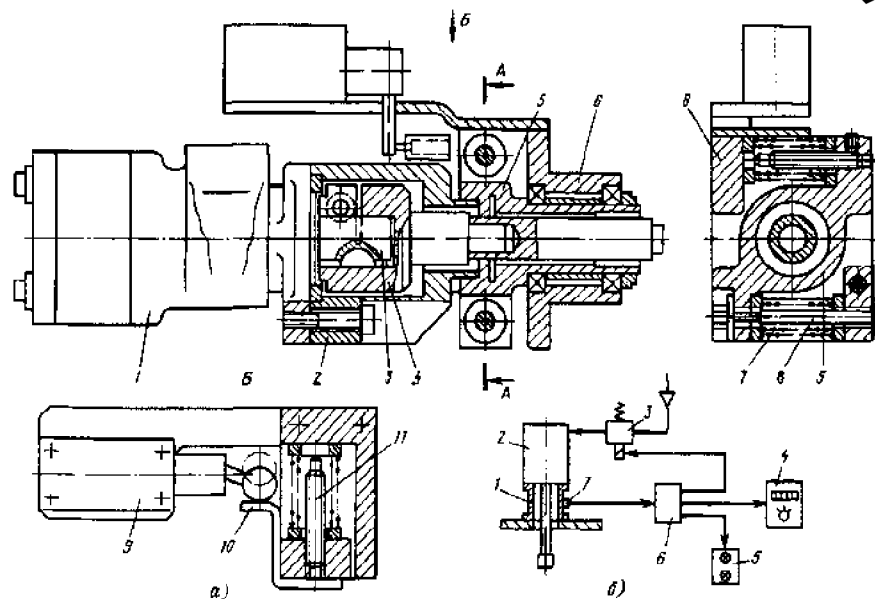


Рисунок 1.8 – Конструкція (а) і схема (б) пристрою контролю крутного моменту

Крутний момент в процесі затягування різьбового з'єднання вимірюють за схемою (рис. 1.8, б), при якій різьбозакручуюча головка 2 монтується в спеціальній склянці 1, що має на своїй поверхні тензодатчик 7. Сигнали від датчика перетворюються вимірювальним пристроєм 6 і використовуються для управління пневморозподільвачем 3, відтинає подачу повітря до пневмодвигуна головки при досягненні заданого крутного моменту. Сигналізатор 5 сповіщає про досягнення заданого крутного моменту або про його перевищення. Пристрій 4 показує поточне і максимальне значення моменту[1].

Відносно висока точність заданого крутного моменту досягається використанням в різьбозавертюючих головках механізму контролю (рис. 48, а), прикріпленого до корпусу приводу 7 за допомогою фланця 2. Вихідний вал 3 приводу пов'язаний через перехідник 4 зі шпинделем різьбозавертюючої головки. Між подовжувачем 5, встановленим в підшипниках корпусу 6, поміщені дві пружини 7, стиснуті стяжкою 8. При затягуванні різьбового з'єднання виникаючий реактивний крутний момент прагне повернути подовжувач 5 відносно корпусу 6. Пружини 7 підібрані так, що при досягненні необхідного крутного моменту подовжувач зміщується, натискаючи планкою 10 на важіль кінцевого вимикача 9 приводу головки. Необхідне переміщення подовжувача налаштовується гвинтом 11.

1.6 Висновки до розділу

В даному роз'язанті основні методи автоматизації складальних операцій та обладнання яке може застосовуватися на різних етапах складання. Також виконано багатоваріантний аналіз конструкцій пристосувань, які використовуються в процесі складання.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

На рисунку 2.1. наведена конструкція роздаточної коробки повноприводного автомобіля, яка призначена для розподілення крутного моменту від двигуна на декілька приводних механізмів, які здебільшого, також збільшують число передач в трансмісії.

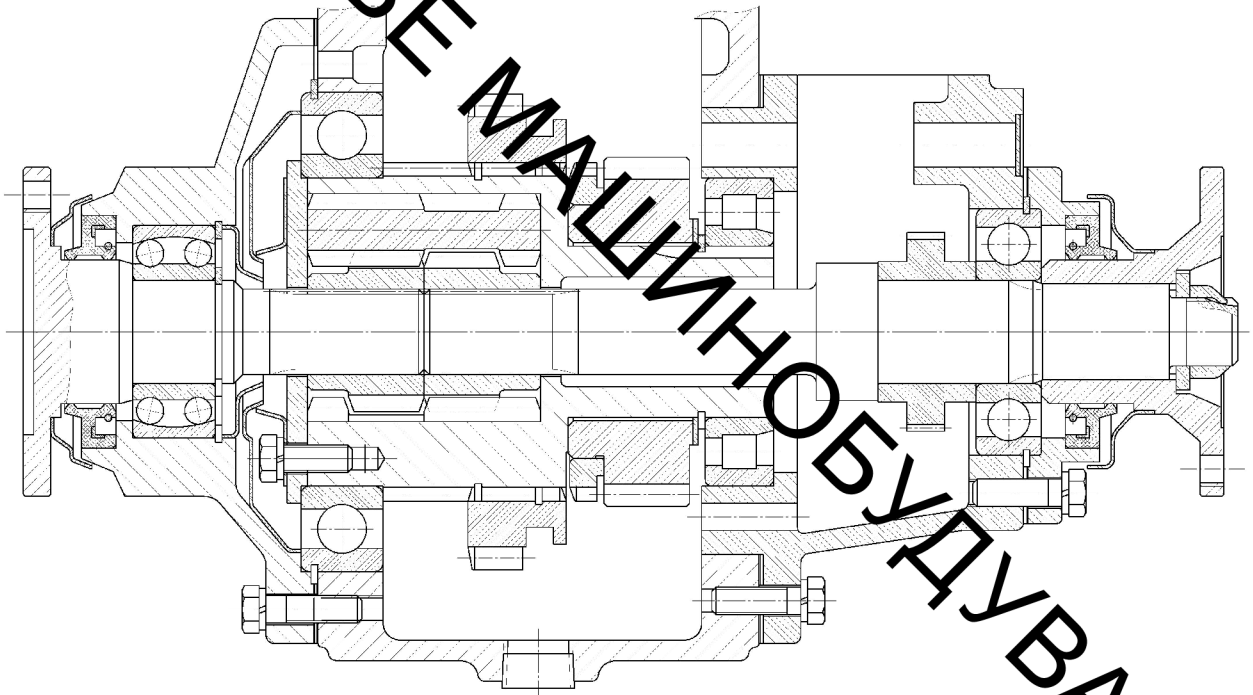


Рисунок 2.1 – Конструкція роздаточної коробки

2.1 Вибір типу і методу виробництва, розрахунок темпу випуску

Тип виробництва головним чином залежить від двох чинників: заданої програми випуску і технологічності виробу. Відповідно до ДСТУ ГОСТ 3.1128:2014 тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операції:

$$K_{з.о.} = \frac{n_0}{S}, \quad (2.1)$$

де n – число різних операцій технологічного процесу; S - число робочих місць, на яких ці операції виконуються.

Розрахункова кількість робочих місць:

$$S_p = \frac{t_{cp} \cdot n_0}{\tau}; \quad (2.2)$$

де t_{cp} – середній час на установку однієї деталі або складальної одиниці, хв/шт. Для автомобільних виробництв значення t_{cp} приймається в діапазоні від 0,1 до 0,5 хв/шт.; τ – темп випуску, хв/шт.

$$\tau = \frac{60 \cdot \Phi_{zd}}{N} = \frac{60 \cdot 4015}{30000} = 8 \text{ хв/шт.} \quad (2.3)$$

$$S_p = \frac{0,25 \cdot 148}{8} = 4,62.$$

Розрахункова кількість робочих місць приймаємо рівне 5.

Коефіцієнт закріплення операцій:

$$K_{з.о.} = \frac{148}{5} = 29,6.$$

Тип виробництва – малосерійний ($20 < K_{з.о.} < 40$); метод виробництва – потоковий; темп випуску - 8 хв/шт.

2.2 Технологічність роздаточної коробки

Технологічність конструкції є найважливішим показником її якості. Технологічна конструкція забезпечує відповідні якості автомобіля при виконанні вимог технології виробництва. Таким чином, відпрацювання

конструкції на технологічність полягає в конструктивних і технологічних рішеннях.

Конструктивна відпрацювання передбачає: спрощення компоновання виробу, розчленування його на окремі частини, що полегшує монтаж і регулювання виробу, забезпечення незалежної збірки окремих складальних одиниць виробу, стандартизація та уніфікація деталей і складальних одиниць, забезпечення вільного доступу інструмента до поверхонь при виготовленні, технічному обслуговуванні та ремонті.

У даній конструкції окремо збирається вузол диференціала, фланець надходить на складання з напісованим брудовідбивачем, манжетне ущільнення зібрано в кришку. Виділення диференціала в окремий вузол полегшує збірку, а також демонтаж при ремонті.

Багато деталей конструкції уніфіковані з деталями інших роздавальних коробок. В першу чергу це кріпильні деталі (болти, гайби, штифти), а також ущільнення, брудовідбивач, шліцьові з'єднання. У конструкції закладені стандартні підшипники. На корпусі диференціала виконані пази для використання спеціальних пристосувань, що значно полегшує демонтаж підшипників диференціала.

Технологічна обробка конструкції передбачає спадкоємність освоєних виробництвом конструктивних типових рішень, застосування високопродуктивних автоматизованих і автоматичних процесів обробки різанням, застосування сучасних методів і засобів контролю точності і якості виробів.

У даній конструкції картер обробляється на спеціальній лінії. При обробці корпусу диференціала використовуються високопродуктивні верстати, багаторізцеві обробні центри.

Рівень технологічності конструкції по трудомісткості виготовлення встановлюється - відношенням досягнутої трудомісткості виготовлення виробу до базового її показником. Рівень технологічності конструкції по собівартості ставленням досягнутої технологічної собівартості виготовлення

виробу до базового її показником. Найбільш повно технологічність конструкції характеризує вартість виготовлення. Конструкція повинна мати мінімальну вартість.

При складанні необхідно контролювати співвісність приводних валів, затяжку кріпильних болтів і фіксують гайок.

Кількісно технологічність конструкції вузла можна оцінити за допомогою узагальненого коефіцієнта технологічності:

$$K_0 = \sum \lambda_i \cdot K_i; \quad (2.4)$$

де K_i – значення i -го коефіцієнта технологічності; λ_i – рівень значущості i -го коефіцієнта технологічності.

Таблиця 2.1 – Кількісні параметри технологічності конструкції роздаточної коробки

| Назва коефіцієнта | Параметри | K_i | λ_i | $K_i \cdot \lambda_i$ |
|---|--------------|-------|-------------|-----------------------|
| Коефіцієнт числа деталей | $n_0=148$ | 2,42 | 0,15 | 0,363 |
| Коефіцієнт повторюваності | $Q=83$ | 0,439 | 0,1 | 0,044 |
| Коефіцієнт механізації | $n_{mex}=60$ | 0,405 | 0,3 | 0,12 |
| Коефіцієнт взаємозамінності | $n_{ez}=65$ | 0,439 | 0,2 | 0,087 |
| Коефіцієнт уніфікації та стандартизації | $n_y=75$ | 0,506 | 0,15 | 0,076 |
| Коефіцієнт числа напрямків | $V_i=4$ | 0,97 | 0,1 | 0,097 |
| Всього | | | | 0,787 |

Значення коефіцієнта $K_0=0,787$ потрапило в інтервал від 0.7 до 1.0, а це означає, що конструкція роздавальної коробки вийшла високотехнологічної.

2.3 Розробка маршруту складання виробу

Маршрут - це послідовність, з якою деталі і складальні одиниці нижчого рівня при зборі з'єднуються в виріб.

Маршрут збірки дуже впливає на компонування складального обладнання, на можливість автоматизації окремих переходів, на здійснення необхідного контролю точності з'єднань і, таким чином, на ефективність процесу в цілому.

Першою деталлю, з якої починається процес складання, зазвичай є корпус виробу, проте, в тих випадках, коли корпусні деталь в складальній одиниці відсутній, а також при установці таких деталей, як правило, можна намітити кілька варіантів маршрутів. Вибір оптимального варіанту маршруту є складним завданням, правильність її рішення визначається тільки на заключних етапах проектування, в результаті витрат великих труднощів на опрацювання кожного варіанта. Число варіантів, взятих на опрацювання, можна скоротити, якщо скористатися наступними двома ознаками оптимального маршруту:

1. Кращим є той маршрут складання, який забезпечує мінімальну кількість перебазувань виробу;
2. Маршрут повинен забезпечити зручність установки деталей і можливість контролю якості з'єднань.

При розробці маршруту збірки, а також для його кращого уявлення, зручно користуватися графічною схемою, в якій дається необхідна інформація про деталі і послідовності їх установки в виробі.

Я вважаю, що найбільш раціональна схема збірки - схема, представлена мною в дипломному проекті, так як в першу чергу повинні бути зібрані приводні вали ведучих мостів, а потім вже зібрані вали встановлювати в корпус роздавальної коробки. Цей варіант краще тим, що весь процес збірки можна розділити на три операції. На пір'яних двох операціях збираються

приводні вали, а на третій - вони встановлюються в корпус роздавальної коробки.

Це дозволяє скоротити число перебазувань зібраних виробів і, максимально, на скільки це можливо, механізувати процес складання і скоротити час збірки, що дозволить збільшити обсяг випуску даного вузла.

У конструкції узгоджувального редуктора (рис. 1) є три корпусні деталі 1, 18 і 36, які зручно використовувати в якості базових, розбиваючи загальний процес складання на кілька етапів.

При розробці маршруту збірки, а також для кращого його подання, зручно користуватися графічною схемою, в якій дається необхідна інформація про деталі і послідовності їх установки у виробі. Деталь у схемі умовно зображується у вигляді прямокутника, в довільному масштабі, в якому вказується її найменування, номер за кресленням і кількість.

Іноді дається докладніша інформація, яка включає матеріал деталі, її масу, розміри і т.д. Взаємозв'язок цих елементів і утворюють графічну схему.

Розробка маршруту починається з аналізу конструкції виробу. Для цієї мети викреслюється схема з ескізами деталей виробу в послідовності їх установки (рисунок 2.2).

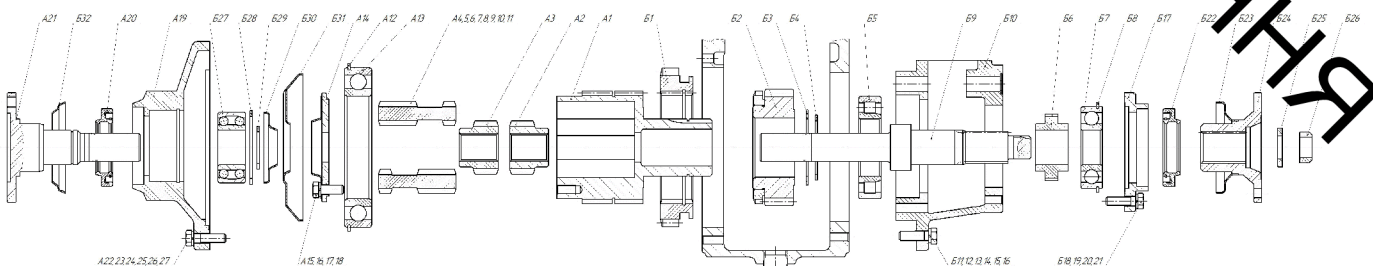


Рисунок 2.2 – Схема складання роздаточної коробки

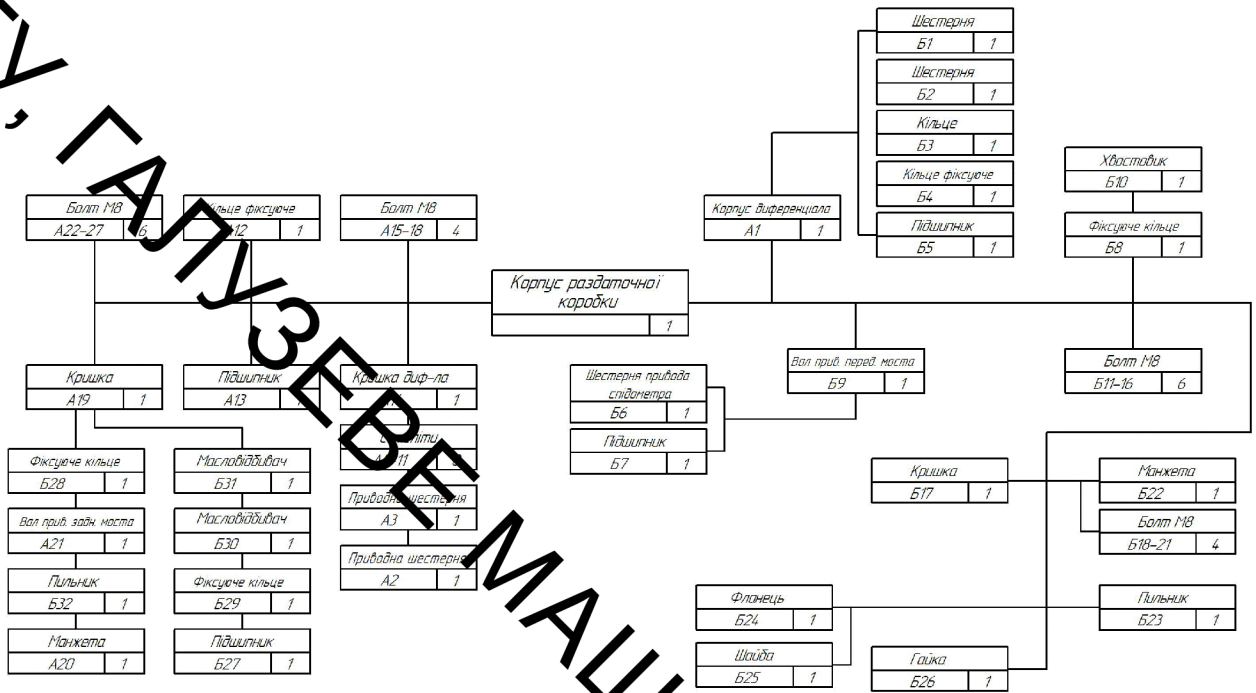


Рисунок 2.3 – Маршрут складання роздаточної коробки

Користуючись маршрутом, складаємо таблицю, в якій зазначаються напрями сторін, номери деталей і складальних одиниць і найменування складальних переходів, необхідних при складанні деталей.

2.4 Розрахунок штучного часу

$$T'_{шт} = T'_{он} \cdot \left(1 + \frac{(\alpha + \beta + \gamma)}{100} \right); \quad (2.5)$$

$$\alpha + \beta + \gamma = 10 \dots 11;$$

$$T'_{он} = T_o + T_o'; \quad (2.6)$$

$$T_o = 0,15 \dots 0,35 \text{ хв};$$

$$T_o = S \cdot t_{пер i} = 3,63 \text{ хв}, \quad (2.7)$$

де $t_{пер i}$ – час складального переходу.

$$T'_{он} = 0,3 + 3,63 = 3,93 \text{ хв};$$

$$T'_{um} = 3,93 \cdot \left(1 + \frac{10}{100}\right) = 4,323 \text{ хв.}$$

2.3. Визначення рівня автоматизації технологічного процесу складання

Диференціюючи складальний процес на елементарні складові, можна виділити наступні головні руху: транспортування виробів, його установка на позиції зборки, орієнтація деталей в просторі, поштучна видача в зону складання, поєднання, силове замикання і контроль якості збірки. Виконання цих дій може здійснюватися різними технічними засобами. Залежно від того, якими способами, ручними або механізованими, виконуються елементарні дії складального переходу, технологічні процеси складання поділяються на чотири групи рівнів:

1 - ручне складання. До цієї групи належать процеси, в яких просторова орієнтація деталей, їх поштучна видача в зону складання, силове замикання, переміщення виробу, установка виробу на позиції складання виконується вручну. Обладнанням для збирання в цьому випадку служать верстати, складальні стенди, рольганги, ручний інструмент, універсальні пристосування.

2 – механізоване складання. В цьому випадку силове замикання деталей, а також установка виробів на позиції зборки можуть здійснюватися механізмами, наприклад, такими як одно- і багатошпindelний механізований гайковерт. Використовується однопозиційні та багатопозиційні складальне обладнання, кероване вручну, з фіксацією виробу на позиції зборки.

3 – автоматизоване складання. У цій групі просторова орієнтація деталей, поштучна видача, пару деталей і управління виконавчими механізмами можуть виконуватися як вручну, так і механізмами. Ручна праця максимально механізований і застосовується тільки для зборки погано орієнтованих деталей при складному доступі до місця установки.

4 – автоматичне складання. Тут все складальні позиції обладнання працюють в автоматичному циклі.

Для складання роздаточної коробки використовується автоматизоване складання.

Таблиця 2.2 – Тип виконання складальних операцій

| Вид операції | Тип виконання складання |
|------------------------------------|-------------------------|
| Просторова орієнтація | Ручний |
| Поштучна видача в зону складання | Ручний |
| Поєднання деталей | Ручний/Автоматизований |
| Силове замикання | Ручний/Автоматизований |
| Переміщення виробу | Механізований |
| Установка виробу на позиції зборки | Ручний/Механізований |

Клас складального обладнання, реалізований у вигляді багатопозиційних верстатів і ліній. Залежно від роботи окремих позицій цей клас включає обладнання послідовного, паралельного і послідовно-паралельної дії.

Устаткування послідовної дії являє собою багатопозиційні верстати і лінії, в яких складальні позиції розташовуються тільки послідовно, а переходи на кожній операції можуть здійснюватися не тільки послідовно, але і послідовно-паралельно.

До складального обладнання з паралельно діючими позиціями можуть ставитися верстати роторного типу, а також лінії, де на кожній позиції виконується аналогічний обсяг складальних робіт.

При складанні роздаточної коробки повинен використовуватися автоматизований процес, тому що повністю автоматичне складання незастосовне через те, що воно використовується при масовому виробництві, і ручна праця або повністю відсутній, або використовується, але незначно, що пояснюється типом виробництва. Але і ручне складання застосовуватися не може, так як воно використовується при одиничному або дрібносерійному виробництві. А автоматизований процес, я вважаю, найбільш підходить до

типу виробництва і до самої конструкції роздавальної коробки, тобто установку виробів в пристосування, установку деяких деталей, мастило необхідно робити вручну, а деякі операції, наприклад наживлені і затягування кріпильних болтів, запресовування підшипників, прокладок і маслорозподільних кілець, установку фіксуючих кілець і фіксатора осі сателітів - за допомогою механізованого або автоматизованого устаткування: пресів, гайковертів, роботів-маніпуляторів, спеціальних пристосувань для установки стопорних і маслорозподільних кілець і т.д.

Таким чином, автоматизоване складання є найоптимальнішим процесом, який дозволяє полегшити роботу людини і скоротити час на кожну операцію.

2.6 Розробка структурно-компонувальної схеми автоматизованого складання

Залежно від кількості і послідовності складальних переходів, виконуваних на одиниці обладнання, все обладнання розділене на три класи: з першої, другої і третьої ступенем концентрації операцій.

1 клас включає однопозиційна складальне обладнання.

У разі послідовної складання деталей має місце послідовна концентрація складальних операцій першого ступеня. Причому на конкретному обладнанні може виконуватися складання як усього виробу, так і його частини.

При паралельному складанні того ж класу, на одиниці обладнання виконується одночасно кілька складальних переходів.

Поєднання послідовно виконаних переходів з переходами, в яких одночасно встановлюються дві або кілька деталей, дає паралельно-послідовну концентрацію операцій першого ступеня.

Прикладом обладнання цього класу можуть служити стенди, оснащені засобами механізації; однопозиційні складальні агрегатні верстати-

напівавтомати і автомати і складальні центри, які здійснюють автоматичну збірку складних виробів.

2 клас складального обладнання реалізований у вигляді багатопозиційних верстатів і ліній. Залежно від роботи окремих позицій цей клас включає обладнання послідовного, паралельного і послідовно-паралельної дії.

Устаткування послідовної дії другого класу представляє собою багатопозиційні верстати і лінії, в яких складальні позиції розташовуються тільки послідовно, а переходи на кожній операції можуть здійснюватися не тільки послідовно, але і послідовно-паралельно.

До складального обладнання другого класу з паралельно діючими позиціями можуть ставитися верстати гнотерного типу, а також лінії, де на кожній позиції виконується аналогічний обсяг складальних робіт.

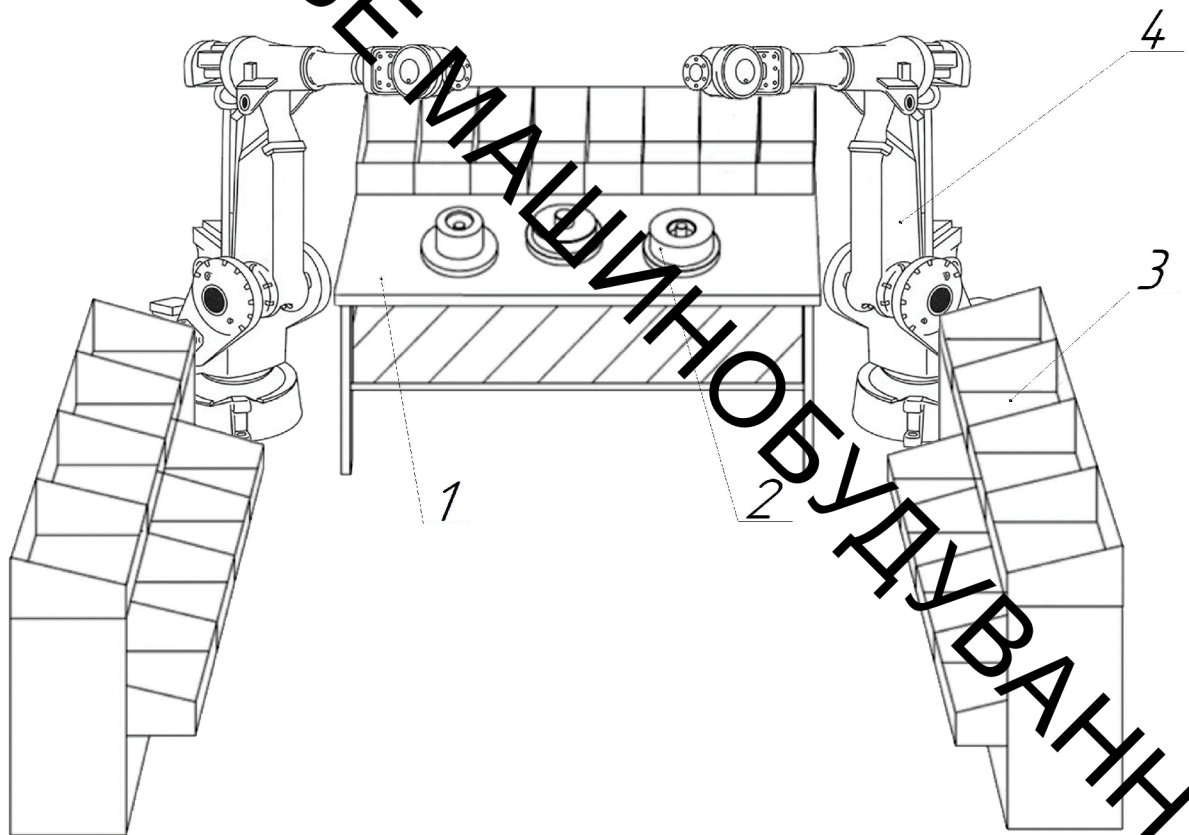
3 клас складального обладнання включає багатопозиційне обладнання, яке в свою чергу за допомогою транспортних пристроїв і накопичувачів зв'язуються в системою, що працюють послідовно, паралельно і послідовно-паралельно.

В одиничному і середньосерійному виробництві, а також при складанні виробів з невеликим числом деталей в будь-яких типах виробництв в основному застосовується однопозиційна обладнання.

Багатопозиційне обладнання класу 2 застосовується в масовому виробництві для складання виробів середньої складності, з програмами випуску, при яких кількість позицій паралельної збірки по відношенню до загальної кількості позицій невелика.

Обладнання класу 3 застосовується при великосерійному і масовому виробництві для складання виробів, що складаються з декількох конструктивно-складальних одиниць. При цьому складання кожної конструктивно-складальної одиниці і загальне складання виробу здійснюються на багатопозиційному обладнанні, пов'язаному між собою автоматичними, транспортними і завантажувальними пристроями.

Для складання даної конструкції доцільніше використовувати складальне обладнання 1 класу, тому що на цьому обладнанні можна збирати вузли і агрегати схожі з роздавальною коробкою, в умовах середньосерійного виробництва з програмами випуску, при яких кількість позицій паралельного складання по відношенню до загальної кількості позицій невелика.



1 – стіл, 2 – спеціалізоване пристосування; 3 – стелаж; 4 – робот-маніпулятор

Рисунок 2.4 – Структурно-компонувальна схема автоматизованого складання

2.7 Вибір складального обладнання

Враховуючи особливості складання роздаткової коробки та ґрунтуючись на розроблених технологіях, для автоматизації процесу

складання обираємо робот-маніпулятор EVS QJR10-1, зовнішній вигляд якого показано на рисунку 2.5



Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд робота-маніпулятора EVS QJR10-1 (а) та його шкафу керування

Конструкція даного робота-маніпулятора відрізняється надзвичайною компактністю, гнучкою установкою із наземним або стелевим положенням.

Робот-маніпулятор має 6 осей з великим робочими зонами, високою швидкістю переміщення, високою точністю позиціонування, підходить для розпилення, завантаження та розвантаження, обробки, сортування, складання та інших широких областей застосування.

Конструкція робота-маніпулятора з зображеними робочими зонами вказаний на рисунку 2.6.

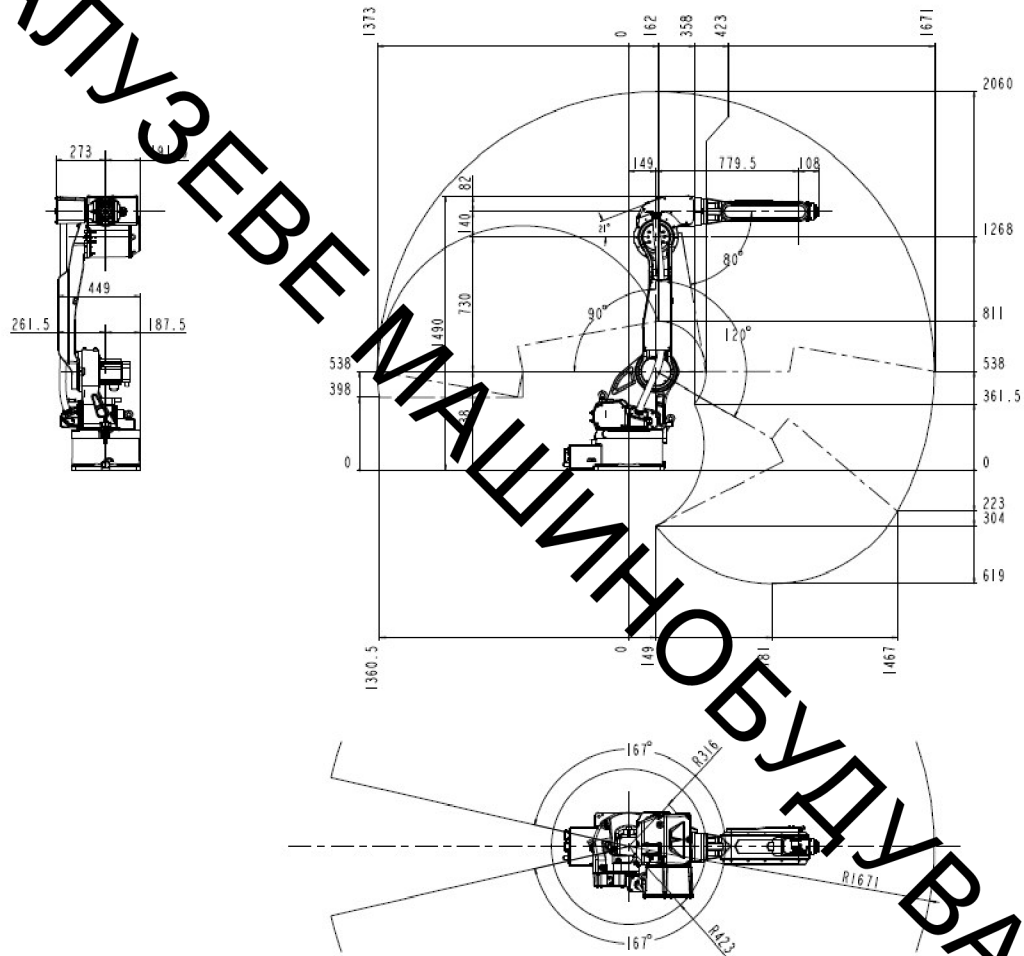


Рисунок 2.6 – Конструкція робота-маніпулятора EVS QJR10-1

В таблиці 2.3 наведені технічні характеристики робота-маніпулятора EVS QJR10-1.

Таблиця 2.3 – Технічні харатеристики робота-маніпулятора EVS QJR10-1

| | |
|-----------------------|---------------|
| Бренд | EVS |
| Модель | QJR10-1 |
| Кількість осей | 6 |
| Корисне навантаження | 10 кг |
| Точність позиціювання | $\pm 0,05$ мм |
| Максимальний розмах | 1671 мм |

Продовження таблиці 2.3

| | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Діапазон руху | J1 | $\pm 172^\circ$ |
| | J2 | $+ 166^\circ - 107^\circ$ |
| | J3 | $+ 83^\circ - 92^\circ$ |
| | J4 | $\pm 170^\circ$ |
| | J5 | $\pm 125^\circ$ |
| | J6 | $\pm 360^\circ$ |
| Максимальна швидкість | J1 | $172^\circ/\text{с}$ |
| | J2 | $172^\circ/\text{с}$ |
| | J3 | $183^\circ/\text{с}$ |
| | J4 | $430^\circ/\text{с}$ |
| | J5 | $430^\circ/\text{с}$ |
| | J6 | $584^\circ/\text{с}$ |
| Допустимий крутний момент | J4 | 24,6 Н·м |
| | J5 | 24,6 Н·м |
| | J6 | 9,8 Н·м |
| Момент інерції | J4 | 0,63 кг·м ² |
| | J5 | 0,63 кг·м ² |
| | J6 | 0,1 кг·м ² |
| Маса робота | 250 кг | |
| Потужність | 3,3 кВт | |
| Розмір шафи керування | 580x690x960мм | |
| Вага шафи керування | 120 кг | |
| Джерело живлення | Трифазний чотирьохжильний | |
| Тип встановлення | Підлога, стеля | |

2.8 Висновки до розділу

В даному розділі був виконаний вибір типу і методу виробництва, розраховано темп випуску, проаналізована технологічність складальної одиниці – роздаточної коробки повноприводного автомобіля, розроблено схему та маршрут складання виробу, розраховано штучний часу процесу складання, визначено рівень автоматизації технологічного процесу складання, розроблено структурно-компонувальну схеми автоматизованого складання а також проведений вибір складального обладнання.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розрахунок мембранного пневмоприводу

У виконавчих і керуючих пристроях пневмоприводов зазвичай застосовують мембрани з гумотканинного матеріалу, причому в якості тканини використовують різні матеріали: бельтинг, капрон та ін. Так як ці пристрої є короткоходовими, то у вихідне положення вони повертаються здебільшого під дією сили пружини. Вони розглядаються як пристрої, навантажені змінними силами, причому можна вважати, що протидія у мембранних пристроях завдяки наявності пружини являє собою лінійно-змінюване навантаження. Саме такого типу мембрани досліджуємо надалі.

Хоча в пропонованих розрахунках немає ніяких обмежень по тиску живлення і за матеріалом мембрани, все експериментальні дослідження ставилися тільки до порівняно товстих мембран (товщиною $h > 6$ мм) з гумотканинного матеріалу (типу транспортерної стрічки), працюючим при тиску повітря заводській мережі 3-8 кгс/см², практичні та розрахункові дані виявилися досить близькими.

Для динамічного розрахунку мембранного приводу можна використовувати розрахунок поршневого одностороннього приводу.

Вихідні дані:

Тиск в магістралі цеху – $p_m = 4,0-5,0$ кгс/см² $\approx 0,4-0,5$ МПа;

Зусилля що діє на пружину – $P = 5000$ Н ≈ 500 кгс;

Оптимальна довжина ходу штока мембранного пневмоциліндра одnobічної дії з тарільчатою гумовотканинною мембраною дорівнює $(0,25 \dots 0,35) \cdot D$;

Переміщення центра мембрани – $x = 3,8$ мм;

Товщина мембрани – $h = 7,5$ мм;

Модуль пружності матеріалу мембрани – $E = 175$ кгс/см²;

Початкове положення мембрани – $x_0 = 12$ мм.

Виходячи з початкових даних розраховуємо діаметр мембрани:

$$p_m = \frac{F}{S}, \quad (3.1)$$

де S – площа мембрани; F – зусилля, що приходиться на пружину; p_m – робочий тиск в магістралі.

$$p_m = \frac{F}{\pi \cdot r^2},$$

Звідки

$$r = \sqrt{\frac{F}{\pi \cdot p_m}} = \sqrt{\frac{500}{3,14 \cdot 4}} = 6 \text{ см.}$$

Відповідно діаметр мембрани $D=12 \text{ см}=0,12 \text{ м}$.

Для практичних розрахунків приймаємо $D=0,2 \text{ м}$ та діаметр шайби $d=0,7 \cdot D=0,14 \text{ м}$.

Знайдемо зусилля на штоці:

$$\frac{pr_1^4}{Eh^4} = m \cdot \left[\alpha_1 \left(\frac{x}{h}\right)^3 + (\alpha_2 C + \alpha_3 \gamma_0) \left(\frac{x}{h}\right)^2 + (\alpha_4 C^2 + \alpha_5 C \gamma_0 + \alpha_6 \gamma_0^2) \left(\frac{x}{h}\right) + \alpha_7 C^3 + \alpha_8 C^2 \gamma_0 + \alpha_9 C \gamma_0^2 \right] \quad (3.2)$$

$$\text{де } m = \frac{12}{(1-\rho)^2(1-\rho^2)}; \quad \gamma_0 = \frac{r_1}{h} \vartheta.$$

$$0,00394P_m = -0,769 + 0,0656C - 101 \cdot 10^{-6} \cdot C^2 + 24,8 \cdot 10^6 \cdot C^3,$$

звідки знаходимо, $C=32$.

$$\frac{P_1 r_1^4}{\mu F h^4} = \frac{m}{6} \cdot \left[\beta_1 \left(\frac{x}{h}\right)^3 + (\beta_2 C + \beta_3 \gamma_0) \left(\frac{x}{h}\right)^2 + (\beta_4 C^2 + \beta_5 C \gamma_0 + \beta_6 \gamma_0^2) \left(\frac{x}{h}\right) + \beta_7 C^3 + \beta_8 C^2 \gamma_0 + \beta_9 C \gamma_0^2 \right] \quad (3.3)$$

Знаходимо зусилля на штоці $P_M = 522$ кгс.

З рівняння 3.4 знаходимо тиск в мембранній камері в момент початку руху:

$$mx'' = (p - p_a)F - c^n x - c^c x' - P, \quad (3.4)$$

$$p = p_a + p_0 \sqrt{F} = 1,09 \text{ кгс/м},$$

де $F^e = 23 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$.

Зважаючи на малий тиск в момент початку руху часом підготовчого періоду t_n нехтуємо.

Оскільки маса мембрани мала, тому $N \approx 0$ [3], з рівняння 3.5 визначаємо час переміщення її центру:

$$t_s = \frac{5,06 F s}{\mu f p_m F^e \cdot 10^3} [(0,857 s + 0,714 x_0) c + p_a F^e + P] \quad (3.5)$$

$$t_s = \frac{5,06 \cdot 3,14 \cdot 10^{-2} \cdot 0,01}{0,4 \cdot 0,2 \cdot 10^{-5} \cdot 5 \cdot 10^4 \cdot 2,3 \cdot 10^{-2} \cdot 10^3} \cdot [7000 \cdot (0,857 \cdot 0,01 + 0,714 \cdot 0,02) + 1 \cdot 10^4 \cdot 23 \cdot 10^{-3} + 20] = 0,07 \text{ с}$$

Знаходимо тиск повітря в мембранній камері в кінці робочого ходу по формулі:

$$p_s = p_a + \frac{cs + P}{F} \quad (3.6)$$

$$p_s = p_a + \frac{cs + P}{F},$$

$$p_s = 1,39 \cdot 10^4 \text{ кгс/м}^2.$$

Визначимо час наповнення мембранної камери після зупинки центру мембрани до заданого тиску, яке приймемо рівним $p_k = 0,9 \cdot p_m = 4,5 \cdot 10^4 \text{ кгс/м}^2$.

При цьому скористаємося формулою (3.7):

$$t = 3,62 \cdot 10^{-3} \frac{V}{F^e} [\psi_1(\sigma_2) - \psi_1(\sigma_1)] \quad (3.7)$$

де $V = F \cdot x_0 + F_s^e = 0,359 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$.

$$t = 0,27 \text{ с.}$$

Визначаємо наближено робоче зусилля на штоку мембрани при її прогибі на величину робочого ходу для вихідних даних. Робоче зусилля приводу визначаємо за спрощеною формулою (3.8) з урахуванням пружини:

$$p_m = \frac{\rho \pi r_1^2}{3} a \left[1 - \frac{x \sqrt{b}}{\sqrt{(5a^2 + b)(x_0)^2 - 5a^2 x^2}} \right] \quad (3.8)$$

де $a = 1 + \rho + \rho^2$, $a = 2,19$; $b = (1 - \rho)^2 (4 + 7\rho + 4\rho^2)$, $b = 0,98$; $x = 0,02$.

Після розрахунків отримуємо $p_m = 996 \text{ кгс}$.

3.2 Розрахунок підшипників

Вихідні дані:

Потрібна довговічність – $L_h = 10000$ годин;

Діаметр вала – $d = 100$ мм.

$$F_{r_1} = 15,5; F_{r_2} = 453,5; F_{r_3} = 794.$$

Попередньо приймаємо підшипник радіальний шариковий 8210Н ГОСТ 7872-89. Для цього підшипника з $C_{or} = 61000$ Н; $C_o = 85000$ Н; $e = 0,71$; $y = 0,58$.

Визначимо еквівалентне динамічне навантаження для більш навантаженої опори:

$$R_e = K_A K_R K_B K_T = 1 \cdot 0,56 \cdot 1263 \cdot 1,2 \cdot 1 = 848 \text{ Н,}$$

де $K_B = 1,2$ – коефіцієнт безпеки; $K_T = 1$ ($t < 100^\circ\text{C}$); $V = 1$ – коефіцієнт обертання (обертаються внутрішні кільця); $X = 0,56$ – коефіцієнт радіального навантаження.

Знаходимо динамічне навантаження:

$$C_p = R_e^3 \sqrt{573 \omega \frac{L_h}{10^6}} = 848^3 \sqrt{573 \cdot 15,2 \frac{10000}{10^6}} = 3759 \leq 61000 \text{ Н}$$

Отже, даний підшипник може витримати задані режими роботи і тому ми його залишаємо.

3.3 Розрахунок пружини

За конструктивною схемою, орієнтовними розмірами пристрою та силою, що спричиняється тиском відкриття ГІТ обираємо пружину №65 клас 3, розряд 2 за ГОСТом 13775 – 68 яка має наступні параметри:

$$D = 17 \text{ мм;}$$

$$d = 3,5 \text{ мм;}$$

$$k'_1 = 60,99 \text{ кг/мм;}$$

$$\Delta_3 = 1,935 \text{ мм;}$$

$$t = \Delta_3 + d = 1,935 + 3,5 = 5,435 \text{ мм};$$

$$n_3 = 1,5, F_3 = 118 \text{ кгс} - \text{ сила пружини при максимальній деформації};$$

$F_2 = p_1 \cdot f_1 = 10 \cdot 10^6 \cdot 50,24 \cdot 10^{-6} = 50,24 \text{ кгс}$ – сила пружини при попередній деформації.

1. Знайдемо силу пружини при робочій деформації F_2 :

$$F_2 = F_1 + k_1 \cdot h_r = 50,24 + 3,314 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^{-3} = 63,5 \text{ кгс}$$

2. Число робочих та повних витків :

$$n = \frac{k'_1}{k_1} = \frac{60,99}{3,3} = 18,5 \text{ вит.},$$

$$n_1 = n + n_3 = 18,5 + 1,5 = 20 \text{ вит.}$$

3. Середній діаметр пружини:

$$D_0 = D - d = 17 - 3,5 = 13,5 \text{ мм.}$$

4. Знайдемо деформації та висоти пружини :

$$\delta_1 = \frac{F_1}{k_1} = \frac{50,24}{3,314} = 15,16 \text{ мм.}$$

$$\delta_2 = \frac{F_2}{k_1} = \frac{63,5}{3,314} = 19,16 \text{ мм.}$$

$$\delta_3 = \frac{F_3}{k_1} = \frac{118}{3,314} = 35,6 \text{ мм.}$$

$$H_3 = (n + 1)d = (18,5 + 1) \cdot 3,5 = 68,25 \text{ мм.}$$

$$H_0 = H_3 + \delta_3 = 68,25 + 35,6 = 103,85 \text{ мм.}$$

$$H_1 = H_0 - \delta_1 = 103,85 - 15,16 = 88,69 \text{ мм.}$$

$$H_2 = H_0 - \delta_2 = 103,85 - 19,16 = 84,69 \text{ мм.}$$

де H_0 – довжина пружини у вільному стані; H_1 – довжина пружини при попередній деформації; H_2 – довжина пружини при робочій деформації; H_3 – довжина пружини при максимальній деформації.

3.4 Розрахунок спеціалізованого пресу

Для спеціалізованого преса в якості вихідних даних розраховуються необхідне зусилля і довжина запресовування. Далі, в залежності від прийнятої конструкції, розраховуються співвідношення плечей важелів, хід штока і діаметр поршня пневмо- або гідроциліндра і т.д. [6]

Пресовим називається нерухоме, нероз'ємне складальне з'єднання, міцність якого визначається пружинними і частково пластичними деформаціями в зоні контакту. Розглянемо особливості такого роду з'єднання на конкретному прикладі, показаному на рисунку 3.1. Тут, втулка 1 запресована в кільце 2.

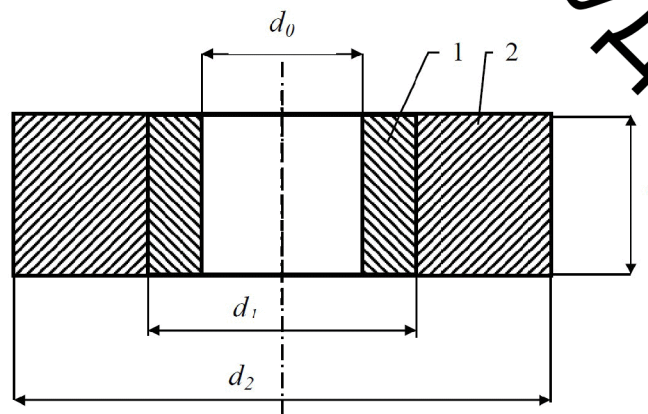


Рисунок 3.1 – Пресове з'єднання

Запресовування відбувається по поверхні d_1 , при необхідній умові $d_{11} > d_{12}$, де d_{11} - зовнішній діаметр деталі 1, d_{12} - внутрішній діаметр деталі 2.

Найбільше зусилля запресовування, $P_{зanp}$, що розвивається в кінці операції, визначається за формулою:

$$P_{зanp} = p \cdot l \cdot \pi \cdot d_1 \cdot f,$$

де p – питомий тиск на поверхні контакту, кг/мм; l – довжина контакту, мм; d_1 – діаметр поверхні контакту, мм; f – коефіцієнт тертя.

Добуток $l \cdot \pi \cdot d_1$ визначає площу контакту, в мм². Помноживши площу на величину питомого тиску p , отримуємо нормальний тиск N . Помноживши величину нормального тиску на коефіцієнт тертя f переходимо до класичної схеми механіки, в якій

$$P_{затр} = N \cdot f.$$

де f – коефіцієнт тертя, $f = 0,18$.

Питомий тиск, що виникає на поверхні розраховується за допомогою формули:

$$p = \frac{\frac{\Delta}{d_1}}{\frac{1}{E_1} \left(\frac{1+\beta^2}{1-\beta^2} - \mu_1 \right) + \frac{1}{E_2} \left(\frac{\alpha^2+1}{\alpha^2-1} + \mu_2 \right)} \quad (3.9)$$

де Δ – натяг, величина якого дорівнює, $\Delta = d_{11} - d_{12} - (R_{z1} + R_{z2})$, $\Delta = 0,03$ мм; R_{z1} і R_{z2} – шорсткості сполучених поверхонь; E_1 та E_2 – модулі пружності матеріалів деталей 1 і 2, $E_1 = E_2 = 2,1 \cdot 10^5$ Н/мм² = $2,1 \cdot 10^4$ кг/мм²; μ_1 та μ_2 – коефіцієнти Пуассона, матеріалів відповідних деталей, $\mu_1 = \mu_2 = 0,32$; $\alpha = d_2/d_1$ – співвідношення діаметрів зовнішньої деталі; $\beta = d_0/d_1$ – співвідношення діаметрів внутрішньої деталі.

Враховуючи що либина запресовування (висота підшипника мінус розміри фасок) $l = 22$ мм, отримаємо:

$$P_{затр} = 1,15 \cdot 22 \cdot 3,14 \cdot 60 \cdot 0,1 = 477 \text{ кг (4770 Н)}.$$

$$P = P_{затр} \cdot K_{затр} = 4770 \cdot (1,5/2) = 7155 \text{ Н}.$$

Приймаємо $P = 7200$ Н.

Визначимо зусилля на штоку пневмоциліндра. Довжина коромисла важеля: 540 мм; ліве плече $l_1=340$ мм; праве плече $l_2=200$ мм. Передаточне число

$$I=l_1/l_2=340/200=1,7. \quad (3.10)$$

Зусилля на штоку пневмоциліндра:

$$P_{цил} = F/I = 7200/1,7 = 4235 \text{ Н}. \quad (3.11)$$

Визначимо діаметр поршня пневмоциліндра за умови тиску повітря в пневмомережі цеху $p_0=40$ Н/см².

$$d = \sqrt{\frac{4P_1}{\pi P_0}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4235}{\pi \cdot 40}} = 11,6 \text{ см} \approx 116 \text{ мм}$$

Приймаємо діаметр пневмоциліндра $d=120$ мм.

Визначимо хід поршня.

Мінімальний хід поршня:

$$L_{порш} = l \cdot (l_1/l_2) = 22 \times 1,7 = 37,4 \text{ мм}.$$

Вибираємо пневмоциліндр з поршнем діаметром 120 мм і діапазоном регульованого ходу від 30 до 50 мм.

3.5 Висновки до розділу

В третьому розділі виконано необхідні конструкторські розрахунки та розроблена конструкція пневматичного преса.

4 РАЦІОНАЛЬНА ПОСЛІДОВНІСТЬ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СКЛАДАННЯ

4.1. Розробка раціональної послідовності проектування технологічних процесів складання

На першому етапі проектування технології складання необхідно максимально підвищити технологічність виробу, що буде складатись [7, 8]. З цією метою перевіряють можливість максимально широкого використання в його конструкції циліндричних, конічних та сферичних з'єднань із зазором й натягом, утворених без температурного впливу, вальцьованих, зварених (переважно холодним і точковим зварюванням), паяних (особливо з попереднім лудінням), клепаних (із заклепками, що самі пробивають отвори), гвинтових та шпилькових з'єднань, а також з'єднань з розрізними пружинними кільцями, як більш технологічних, особливо при необхідності реалізації автоматизованого складання. [7]

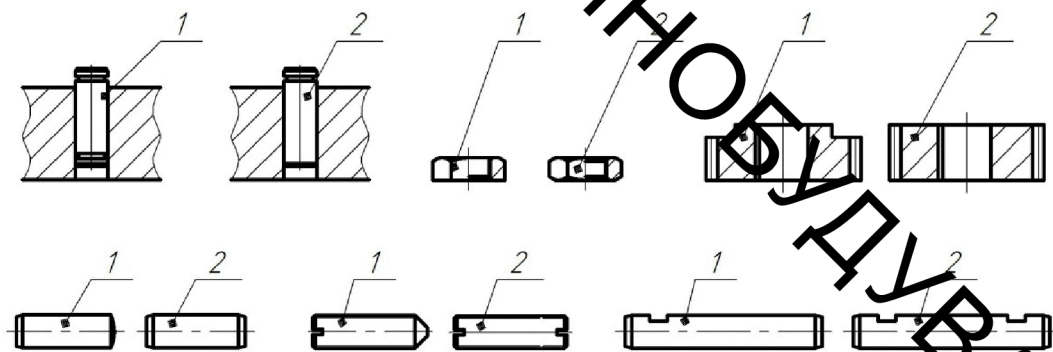
Перевіряється й забезпечується вільний доступ до крипильних деталей виробу для максимально широкого використання в процесі складання автоматизованих гайковертів та шурупвертів. З цією ж метою крипильні деталі об'єднують у комплекти (наприклад, гвинт або болт у комплекті із шайбою та з пружинним кільцем. [7]

Переконаються у наявності на валах та осях виробу осьових обмежників (буртів, фланців) для забезпечення можливості автоматизованої точної посадки на них деталей, що сполучаються (зубчастих коліс, напівмуфт, зірочок). Також необхідно, щоб деталі, які запресовуються або загвинчуються, для запобігання їх радіального зсуву при складанні мали напрямні елементи. Для кріплення кришок та фланців замість болтів й гвинтів по можливості використовують розрізні пружинні кільця, як більш технологічні при автоматичному установленні [4].

Деталям зварних з'єднань також необхідні елементи їх попередньої

орієнтації (бурти, обмежники, що відповідають формі посадочних поверхонь) для точного установлення даних деталей у заданих положеннях перед зварюванням. Доцільно також максимально збільшити відстані між ділянками деталей виробу, що зварюються та їх точними елементами (посадочними поверхнями, різьбами) для зменшення температурних деформацій останніх у процесі зварювання [4].

Для спрощення конструкції автоматизованого складального обладнання забезпечують симетрію кріпильних деталей (рис. 1) [4], що дає можливість відмовитись від механізмів їх попередньої орієнтації. Намагаються максимально зменшити кількість деталей у виробі, спростити їх конфігурацію, забезпечити базові поверхні корпусних деталей для реалізації стандартних та точних схем їх базування в процесі складання.



1 – нетехнологічна конструкція; 2 – технологічна конструкція

Рисунок 4.1 – Приклади підвищення технологічності деталей за рахунок забезпечення симетрії по зовнішньому контурі

У конструкції виробу слід використовувати в першу чергу уніфіковані, стандартизовані та нормалізовані деталі. При цьому доцільно порівняти коефіцієнти уніфікації – $K_{у.н}$, нормалізації – $K_{н.н}$ та стандартизації – $K_{с.н}$ виробу, що складається, [6] з відповідними коефіцієнтами $K_{у.б}$, $K_{н.б}$, $K_{с.б}$ виробів аналогічного призначення, що вже випускаються і конструкції яких на даний момент часу вважаються найбільш раціональними:

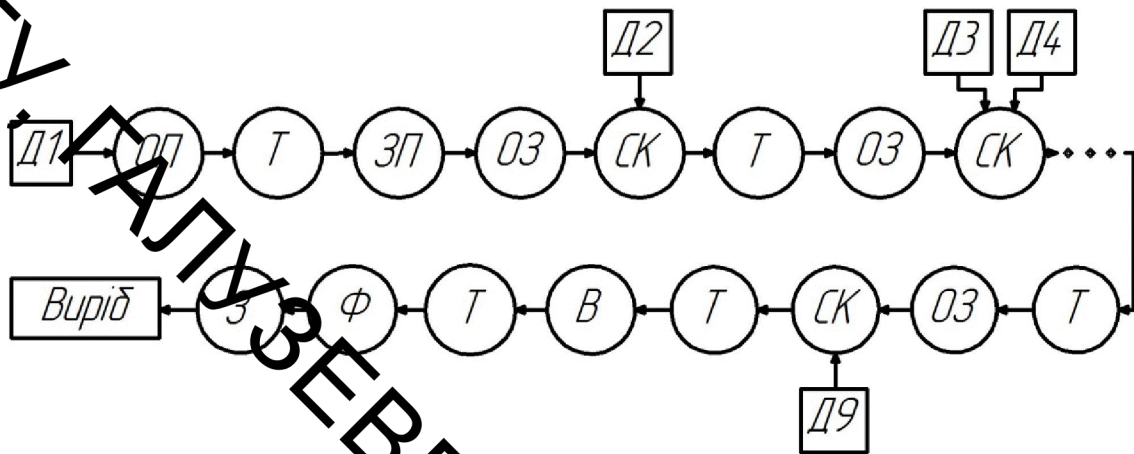
$$K_{y.n} = \frac{n_y}{N} \leq K_{y.б}; K_{n.n} = \frac{n_n}{N} \leq K_{n.б}; K_{c.n} = \frac{n_c}{N} \leq K_{c.б}, \quad (4.1)$$

де n_y , n_n , n_c – кількість уніфікованих, нормалізованих та стандартних деталей виробу, що складається; N – загальна кількість у ньому деталей.

Розробляють комплект конструкторської документації виробу, що складається, (складальні та робочі креслення, специфікації, опис конструкції виробу й послідовності його складання). Перевіряють наявність на складальних кресленнях необхідних проекцій та розрізів, параметрів точності з'єднань, точності взаємного розташування деталей, даних про потрібні зусилля запресовування деталей, моменти затягування кріпильних болтів та гайок, герметичність з'єднань, масу виробу та його складових частин, точність балансування обертових деталей. Крім того, збирають інформацію про необхідну кількість виробів, що складаються, задану продуктивність складання, допустиму вартість використовуваного обладнання, терміни його освоєння [6]. Зібрана інформація детально аналізується.

Далі доцільно визначити організаційну форму складання, що може бути стаціонарною або конвеєрною [6]. При стаціонарному складанні основна базова деталь виробу або його вузла розташовується нерухомо в складальному цеху і до неї з різних сторін подаються інші вузли або деталі, що приєднуються. У випадку конвеєрного складання базова деталь періодично або безперервно переміщується по складальному цеху (цехам), при цьому до неї також приєднують інші вузли й деталі. Організаційна форма вибирається для кожного складання кожного вузла виробу й в цілому для процесу складання всього виробу (у ряді випадків організаційні форми вузлового та загального складання одного й того ж самого виробу можуть відрізнитись).

Розробляється технологічна схема складання (рис. 4.2), що містить інформацію про найменування та послідовність виконуваних основних й допоміжних операцій із зазначенням деталей виробу, що приєднуються на кожній складальній операції.



Д1, Д2, Д3, ..., Д9 – деталі виробу; ОП – очищення та промивання; Т – транспортування; ЗП – завантаження у магазинний пристрій та подача; ОЗ – орієнтування та закріплення у робочій позиції складання; СК – складання та контроль його якості; В – випробування виробу; Ф – фарбування; З – змащення – найменування операцій складання

Рисунок 4.2 – Приклад технологічної схеми складання

Відповідно до [6] тип виробництва, в тому числі й при реалізації технологічних процесів складання, можна визначити за коефіцієнтом $k_{з.о}$ закріплення операцій, що дорівнює відношенню числа $n_{о.м}$ технологічних складальних операцій, які підлягають виконанню у продовж місяця до числа робочих місць $n_{м.р}$. При цьому $n_{о.м}$ розраховуємо за формулою

$$n_{о.м} = n_{о.м1} \frac{n \cdot n_{р.д.м}}{T_{\delta}}, \quad (4.2)$$

де $n_{о.м1}$ – число технологічних операцій при складанні одного виробу, визначається за допомогою технологічної схеми складання, (рис. 4.2); n – необхідна кількість виробів, що складаються; T_{δ} – допустимий час на складання n виробів (у робочих днях); $n_{р.д.м}$ – середнє число робочих днів у місяці (можна прийняти рівним 20,83).

Годі

$$k_{z.o} = \frac{n_{o.m}}{n_{m.p}} = n_{o.m1} \frac{n \cdot n_{p.o.m}}{T_o^n n_{m.p}}. \quad (4.3)$$

При $k_{z.o} < 1$ виробництво відноситься до масового, при $1 \leq k_{z.o} \leq 10$ – до крупносерійного, при $10 < k_{z.o} \leq 20$ – до середньосерійного, при $20 < k_{z.o} \leq 40$ – до дрібносерійного, при $k_{z.o} > 40$ – до одиничного [6].

Визначається ступінь автоматизації кожної операції технологічного процесу складання, що розробляється (операція виконується вручну, операція напівавтоматична або автоматична), паралельно вибирається обладнання й оснащення для її реалізації. Основними критеріями для такого вибору є собівартість C операції при її виконанні вручну – C_p , з використанням напівавтоматичного (C_n) або автоматичного (C_a) обладнання, а також відповідна трудомісткість (штучний час) виконання операції при тому чи іншому ступені автоматизації – $T_{ум.p}$, $T_{ум.н}$, $T_{ум.а}$.

Трудомісткість $T_{ум.p}$, $T_{ум.н}$, $T_{ум.а}$ [хв] для умов крупносерійного й масового виробництва визначаємо за формулою [5]

$$T_{ум.p} = (T_o + T_{дон}) \left(1 + \frac{\alpha + \beta}{100} \right) + \frac{T_{n.z}}{n}; \quad T_{ум.н} = T_o + T_{дон} + \frac{T_{n.z}}{n}; \quad T_{ум.а} = T_o + T_{дон} + \frac{T_{n.z}}{n}, \quad (4.4)$$

де T_o , $T_{дон}$, $T_{n.z}$ – відповідно основний, допоміжний що не перекривається та підготовчо-заклучний час, що при виконанні операції вручну визначається за нормативами, в залежності від її найменування (при використанні напівавтоматичного або автоматичного обладнання T_o , $T_{дон}$ розраховуються, виходячи з продуктивності та режиму роботи останнього); α , β – втрати часу на організаційно-технічне обслуговування та нормовані перерви, що у залежності від серійності виробництва складають: $\alpha = 0,6 - 8\%$ і $\beta = 2 - 4\%$ [5].

Для одиничного та серійного виробництва $T_{ум.p}$ визначаємо як [5]

$$T_{um.p} = T_o + T_{don} + \frac{T_{n.з}}{n}, \quad (4.5)$$

Тоді як для розрахунку $T_{um.н}$, $T_{um.a}$ на зазначених виробництвах доцільно використовувати формули (7).

Далі для кожного пропонованого варіанта технологічного процесу складання виробу при ручному, напівавтоматичному або автоматичному виконанні тієї чи іншої операції слід перевірити виконання умови

$$\left(\sum_{i=1}^m T_{um.i} - \sum_{i=1}^k T_{m.i} \right) \nu \leq T_o \cdot 8 \cdot 60 \cdot n_{зм}, \quad (4.6)$$

де i – порядковий номер операції розглядуваного варіанту процесу складання; m – загальна кількість операцій розглядуваного варіанту; k – число операцій розглядуваного процесу, що можна виконувати паралельно (сполучати в часі) й T_{um} яких не перевищує T_{um} паралельно виконуваної лімітуючої операції; $n_{зм}$ – число робочих змін на підприємстві тривалістю 8 год.

При використанні комп'ютерної техніки та відповідних типових програмних продуктів (наприклад, Microsoft Excel) можна перевірити виконання умови (6) для всіх можливих варіантів технологічного процесу складання даного виробу при ручному, напівавтоматичному або автоматичному виконанні кожної операції та відібрати всі допустимі варіанти.

Для кожного допустимого варіанту з врахуванням [3] визначається собівартість

$$C = \sum_{i=1}^m [T_{um.i} (3_{o.i} + B_{m.i})] + \sum_{i=1}^m \frac{T_{n.з.i}}{n} 3_{н.i} + [100(k_a + k_e) B_o] / n, \quad (4.7)$$

де $Z_{o,i}$, $Z_{n,i}$ – хвилинна зарплата основного робітника та наладчика при виконанні i -ї операції розглядуваного варіанту; $B_{m,i}$ – вартість 1 хв роботи складального обладнання, використовуваного на i -ї операції розглядуваного варіанту, приблизно визначена за заводськими нормативами або за формулою, наведеною у [3]; k_a , k_e – коефіцієнти амортизації та експлуатації складального оснащення ($k_a = 0,2 - 0,5$; $k_e = 0,2$ [3]); B_o – вартість всього складального обладнання й оснащення, використовуваних при реалізації розглядуваного варіанту.

Для кожного допустимого варіанту технологічного процесу складання даного виробу перевіряється ще одна умова

$$B_o \leq B_{o,d}, \quad (4.8)$$

де $B_{o,d}$ – допустима вартість використовуваного в розглядуваному варіанті обладнання.

За результатами виконання умови (8) перелік допустимих варіантів технологічного процесу складання переглядається. З переліку допустимих варіантів, що залишився, вибирається оптимальний, для якого C є найнижчою.

Далі розробляється маршрутна технологія оптимального варіанту складального процесу з розглядом доцільності концентрації або диференціації операцій й уточненням найменування та типу використовуваних у ньому обладнання і оснащення. Під час побудови маршрутної технології виділяються операції з високою імовірністю відмов, на яких слід передбачити виробничі заділи [6].

Здійснюється вибір технологічних баз та схем базування. Необхідно максимально широко використовувати принципи суміщення та сталості баз [6], типові схеми базування й універсальне стандартне оснащення для їх реалізації. З цією метою можливе навіть корегування конфігурації й розмірів

деяких деталей виробу, а також зміна елементного складу останнього.

Останнім етапом проектування процесів складання є розробка їх операційної технології, в якій ще раз уточнюється зміст операцій та доцільність їх концентрації [6]. На цьому ж етапі визначаються зусилля запресовування деталей виробу, моменти та зусилля затягування кріпильних елементів. Розраховують параметри робочих режимів обраного напівавтоматичного й автоматичного складального обладнання, розробляють конструкторську документацію для виготовлення спеціалізованого та спеціального оснащення для використання у спроектованому технологічному процесі.

4.2 Висновки до розділу

У розділі наведена методика розрахунку параметрів технологічних процесів складання, яка включає відомі залежності, а також формули запропоновані автором, зокрема, для визначення кількості складальних операцій, коефіцієнта їх закріплення, собівартості складання (що є більш простими ніж відповідні відомі залежності).

Основними критеріями для вибору найбільш раціональної технології розглядуваних процесів є трудомісткість та собівартість складання виробу при реалізації кожного варіанту, а також вартість використовуваного при цьому складального обладнання й оснащення. У зв'язку із цим, у даному розділі пропонуються умови для перевірки за даними критеріями спроектованих варіантів процесів на раціональність.

5 РОЗДІЛ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙШИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз умов праці

Досліджуваним об'єктом є дільниця виконання складальних операцій.

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори діляться на чотири групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

До фізичних небезпечних та шкідливих виробничих факторів відносяться[16]:

- запыленість;
- механізми, що рухаються; частини виробничого обладнання, що рухаються; вироби та заготовки, що переміщуються;
- підвищена температура поверхонь обладнання;
- підвищений рівень шуму на робочому місці через механізми, що рухаються;
- підвищена вологість повітря (випробування на герметичність та охолодження прохолодною водою);
- підвищений рівень електромагнітних випромінювань;
- підвищена напруга магнітного поля;

Біологічні шкідливі та небезпечні фактори відсутні.

До хімічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів відносяться:

- по характеру впливу на організм людини - канцерогенні;
- по шляху проникнення в організм людини - через органи дихання.

До психофізіологічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів відносяться:

- фізичні перевантаження (статичні фізичні перевантаження);
- нервово-психічні перевантаження (монотонність праці).

5.2 Організаційно-технічні рішення щодо безпечних умов праці

Вимоги до виробничих та допоміжних приміщень. Будівлі повинні відповідати вимогам:

- площі виробничого приміщення на одного працюючого - 4,5 м²;
- об'єм виробничого приміщення на одного працюючого - 15 м³;
- висота цеху - 2,5 м.

Ремонтні майстерні, інструментальні кладові, службові приміщення повинні розташовуватись в добудованих до основної будівлі.

Висота допоміжних приміщень, розташованих в виробничих будівлях, повинна бути не менше 2,4 м.

5.2.1 Мікроклімат

Показники, які характеризують мікроклімат:

- температура повітря;
- відносна вологість повітря;
- швидкість руху повітря;
- інтенсивність теплового випромінювання.

Оптимальні показники мікроклімату поширюються на всю робочу зону, допустимі показники встановлюються диференційовано для постійних та непостійних робочих місць. Допустимі величини показників мікроклімату встановлюються у випадках, коли по технологічним вимогам, технічним та економічним причинам не забезпечуються оптимальні норми.

З огляду на умови роботи в складальному цеху, приймаємо категорію робіт середньої тяжкості Пб. Відповідно до цього, вимоги до показників мікроклімату вказані у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Оптимальні і допустимі норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

| Період року | Температура, С° | | | Відносна вологість, % | | Швидкість руху, м/с | |
|-------------|-----------------|---------------------------------------|----|-----------------------|--|-----------------------|--|
| | Оптимальна | Допустима на постійних робочих місцях | | Оптимальна | Допустима на постійних і непостійних робочих місцях, не більше | Оптимальна, не більше | Допустима на постійних і непостійних робочих місцях, не більше |
| Верхня межа | | Нижня межа | | | | | |
| Холодний | 17-19 | 21 | 15 | 40-60 | 75 | 0,2 | <0,4 |
| Теплий | 20-22 | 27 | 16 | 40-60 | 70 при 25С° | 0,3 | 0,2-0,5 |

5.2.2 Освітлення

В залежності від зорової роботи в приміщенні, де знаходиться досліджуєми об'єкт, можна віднести до I групи приміщень - це приміщення, в яких проводиться розрізнення об'єктів зорової роботи при фіксованому напрямку лінії зору працюючих на робочу поверхню.

Площа, в якій нормується освітленість - Г (горизонтальна);

- розряд зорових робіт - IVa (для зварювальних робіт, середньої точності зорових робіт та найменшого розміру об'єкту розрізнення –від 0,5 до 1);
- освітленість, лк:
 - комбінована (загальна + місцева) - 750; загальна - 300;
- показник осліплення - не більше 40%;
- коефіцієнт пульсації - не більше 20%.

Нормовані значення коефіцієнта природного освітлення для III поясу світлового клімату. Для інших поясів коефіцієнт природного освітлення визначається по формулі 6.1:

$$e_{\text{H}}^{\text{I,II,III,IV,V}} = e_{\text{H}}^{\text{III}} \cdot m \cdot C \quad (6.1)$$

де $e_H^{III} = 1.5\%$; $m = 0,9$ - коефіцієнт світлового клімату; $C = 0,7$ - коефіцієнт сонячності клімату для азимуту 180° .

Тому

$$e_H^{IV} = 1.5 - 0.9 - 0.7 = 0.95\%.$$

Робоча поверхня знаходиться на відстані 1,5 м від підлоги.

Норми освітлення для цеху по відновленню деталей містяться у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Норми освітлення

| Характеристика зорової роботи | Найменший розмір об'єкту розрізнення, мм | Розряд зорової роботи | Під-розряд зорової роботи | Характеристика фону | Контраст об'єкту з фоном | Освітленість КПО, e_H^{IV} , % | | |
|-------------------------------|--|-----------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|----------------------------|
| | | | | | | Штучне освітлення | | Природне Бокове освітлення |
| | | | | | | Комбіноване | Загальне | |
| Середньої точності | Більше 0,5 до 1 | IV | а | Темний | Малий | 750 | 300 | 1,2 |

Для освітлення цеху слід застосувати газорозрядні лампи. Для місцевого освітлення повинні застосовуватись світильники.

5.2.3 Шум та вібрація

Шум є хаотичним сполученням звуків різної частоти і інтенсивності.

По характеру спектру шум відноситься до широкополосного постійного.

Дія шуму на людину: загально біологічні роздратування, патологічні зміни, функціональні розлади, механічні ушкодження. При довгій дії інтенсивного шуму можуть відбутися патологічні зміни слухового органу.

Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях

| Вид трудової діяльності | Рівні звукового тиску, дБ, в октавних полосах із середнього метричним й частотами, Гц. | | | | | | | | | Рівні звуку і еквівалентні рівні звуку, дБ |
|-------------------------|--|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|--|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| На постійних робочих | 107 | 95 | 87 | 82 | 78 | 75 | 73 | 71 | 69 | 80 |

Методи і засоби боротьби з шумом відбуваються таким чином: захист від шуму повинен досягатися за рахунок розробки шумобезпечної техніки, використанням засобів і методів колективного захисту і індивідуального захисту, будівельно акустичними методами.

Основні засоби колективного захисту зменшення шуму в джерелі його, виникнення і на шляху його розповсюдження.

В нашому випадку категорія вібрації по санітарним нормам і критеріям оцінки: 3 тип "а" – межа зниження продуктивності праці (таблиця 6.4).

Таблиця 5.4 – Норми одночислових показників вібраційного навантаження

| Вид вібрацій | Категорія вібрацій по санітарним нормам | Напрямок дії вібрації | Нормативні коректовані по частоті еквівалентні коректовані значення | | | |
|--------------|---|-----------------------|---|-----|---------------------------------|-----|
| | | | Віброприскорення | | Віброшвидкості | |
| | | | $m \cdot c^{-2}$ | дБ | $m \cdot c^{-2} \times 10^{-2}$ | дБ |
| Загальна | 3 тип "а" | $Z_0 X_0 Y_0$ | 0,1 | 100 | 0,2 | 95 |
| Локальна | — | $Z_0 X_0 Y_0$ | 2,0 | 126 | 2,0 | 112 |

Основні засоби колективного захисту від вібрації зменшення вібрації дією на джерело збудження, вібродемпфування, віброізоляція та ін.

Засоби індивідуального захисту: нагрудники, пояси та ін. При побудові приміщення потрібно використовувати вібропоглинаючі покриття.

5.2.4 Вентиляція

Приміщення відноситься до пожежонебезпечних: категорія Г, тому в системі опалення використовується гаряча вода з температурою 150 °С.

При роботах в зону дихання робітників потрапляють аерозолі, які мають в своєму складі тверді фази різних металів (марганцю, хрому, нікелю, міді, титану, алюмінію, заліза, вольфраму та ін.) та їх оксиди, концентрація яких не повинна перевищувати норми.

З огляду на це, виокремо загально-обмінну приточну вентиляцію.

5.3 Організаційно-технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи

5.3.1. Техніка безпеки

Основними вимогами охорони праці, які висунуваються в проектуванні машин та механізмів, є безпека для людини, надійність та зручність експлуатації.

Об'єм приміщення на одного працюючого повинен бути не менше 15 м³, а площа - не менше 4,5 м², виключаючи площу, яка зайнята обладнанням та проходами.

Підлога в приміщенні повинна виконуватись з негорючих матеріалів та задовольняти гігієнічним, технологічним і експлуатаційним вимогам кожного конкретного виробництва у відповідності з вимогами санітарних норм та правил.

5.3.2 Електробезпека

Однією із важливих умов безпеки обладнання є електробезпека - система організаційних та технічних засобів, які забезпечують захист людини від електричного струму. Приміщення відноситься до вологих, в яких пари вологи виділяються короткочасно в невеликій кількості і відносна вологість повітря перевищує 75%. Для подолання небезпеки ураження людини

електричним струмом використовують занулення.

В якості захисного засобу на дільниці використовується занулення для трьохфазної чотирьох провідної мережі із заземленою нейтраллю. Занулення в електроустановках не знаходиться під напругою до 1000 В – спеціальне заземлення частин, які нормально не знаходяться під напругою, з глухо-заземленою нейтраллю генератора або трансформатора в мережах трьохфазного струму.

Занулення перетворює замикання на корпус в однофазне коротке замикання між фазним і нульовим проводами з метою утворення більшого струму, здатного забезпечити спрацювання захисту і відключення установки від мережі.

Другим основним засобом електробезпеки є захисне заземлення всіх струмопровідних корпусів обладнання на дільниці.

Захисна дія заземлення ґрунтується на зменшенні напруги дотику між корпусом обладнання і землею. При замиканні будь-якої фази на струмопровідний корпус через провідник заземлення фаза замикається на землю. Це є однофазне коротке замикання, від струму якого спрацює захисне обладнання, яке відключає дану установку від електромережі.

На дільниці виконане природне заземлення – всі струмопровідні корпуси установок та механізмів заземлені на підземні трубопроводи. Крім того, на дільниці використовують різні електрозахистні засоби: діелектричні рукавиці, гумові килими, ізолюючі підставки, показники напруги. В різних місцях встановлені різні попереджувальні плакати: дозволяючи, остерігаючи та нагадуючи.

5.4 Пожежна безпека

Цех відноситься до приміщення категорії Г по вибухо - та пожежонебезпеці (цех по відновленню наплавленням на напилюванням) [16].

По ступеню вогнестійкості будівля відноситься до IIIа - будівлі з переважно каркасною конструктивною схемою. Елементи каркасу - із

сталевих незахищених конструкцій. Огороджуючи конструкції - із сталевих профільованих листів або із негорючих листових матеріалів з важкогорючими утеплювачами.

Межі вогнестійкості конструкції об'єкту повинні бути такими, щоб конструкції зберігали несучі і огороджуючі функції протягом евакуації людей або перебування їх в місцях колективного захисту. При цьому межі вогнестійкості повинні встановлюватись без врахування впливу засобів гасіння пожежі, але з врахуванням пожеже – вибухонебезпеки виробничих процесів. Основні вимоги подані регламентуються.

У приміщенні висота від підлоги до низа виступаючих конструкцій перекриття повинна бути не менше 2,2 м, висота від підлоги до низу виступаючих частин комунікацій і обладнання в місцях регулярного проходу людей і на шляхах евакуації - не менше 2 м, а в місцях нерегулярного проходу людей - не менше 1,8 м. Відстані до еваковиходів для категорії приміщення Г і III ступеню вогнестійкості не обмежуються щільністю людського потоку в загальному проході. Крім цього, СНП 2.09.02 -85 визначає кількість людей на 1 м ширини евакуаційного виходу 260 .

Евакуаційні шляхи повинні забезпечувати безпечну евакуацію всіх людей, які знаходяться в приміщенні будівлі через еваковиходи.

Кількість еваковиходів із будівлі потрібно приймати не менше двох.

Ширина шляхів евакуації в світлі повинна бути не менше 1 м, а дверей – не менше 0,8м. Приймаємо для даного приміщення 2 пожежних щити, їх фарбують в білий колір із червоною смужкою по периметру. Всі засоби пожежогасіння фарбують в червоний колір. На кожному щиті повинен бути набір протипожежного інвентарю і первинних засобів пожежогасіння.

5.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Для зниження можливих доз опромінення при ліквідації наслідків у зонах забруднення проводиться дезактивація території, будинків і

споруджень, устаткування, техніки й інших об'єктів, виконуються заходи щодо усунення пилу. Роботи ведуться позмінно з урахуванням припустимих доз опромінення, встановлених для формувань. Радіоактивні відходи, що утворюються при дезактивації, вивозяться на спеціально створювані пункти захоронення [71].

Реевакуація населення здійснюється після завершення робіт з дезактивації населених пунктів чи зниження забруднення внаслідок природного розпаду РР до припустимих рівнів. Дозвіл на реевакуацію дається після обстеження населених пунктів спеціально створюваними комісіями.

Для проведення дезактивації використовується вода. Разом з водою застосовуються спеціальні препарати, що підвищують ефективність змивання радіоактивних речовин. Це поверхнево-активні і комплексоутворюючі речовини, кислоти, луги. До перших відносять порошок СФ-2 і препарати ОП-7 і ОП-10; до других - фосфати натрію, трилон - Б, лужна і лимонна кислоти, солі цих кислот.

Для одержання розчину порошок додають у воду невеликими порціями при постійному перемішуванні. Дезактивацію транспортних засобів і техніки проводять із застосуванням 0,15 %-го розчину СФ-2 у воді (улітку) чи аміачній воді, що містить 20 - 24% аміаку. Препарат ОП-7 і ОП-10 застосовують як складову частину дезактивуючих розчинів, призначених для дезактивації поверхонь будинків споряджень і устаткування.

Пункт спеціальної обробки ПуСО доцільно розробляти і організовувати на базі даного підприємства тому, що воно повністю забезпечене потрібним персоналом та спеціалістами, які здатні обслуговувати та працювати в ПуСО, також підприємство має всі необхідні засоби техніку та обладнання для організації ПуСО.

Розташування ПуСО зручно зробити на виїзді з міста тому, що поблизу протікає річка, яка повністю може забезпечити потреби ПуСО у

водопостачанні. Електропостачання забезпечує лінія електропередач, яка проходить поблизу.

При частковій дегазації і дезінфекції з використанням дегазаційних комплектів насамперед обробляються ті частини і поверхні техніки та транспорту, з якими необхідний контакт при виконанні роботи (поставленої задачі).

Повна дегазація складається з повного знезаражування або видалення зі всієї поверхні техніки і транспорту отруйних речовин шляхом протирання заражених поверхонь розчинами для дегазації; при їх відсутності можуть бути використані розчинники і речовини для дезактивації.

Для протирання використовуються щітки дегазаційних машин, комплектів і приладів.

5.6 Розрахунок режимів радіаційного захисту

5.6.1 Дія іонізуючих випромінювань на людей

Організм людини, рослинний і тваринний світ постійно зазнають дії іонізуючого випромінювання, яке складається з природної (космічне випромінювання, випромінювання радіоактивних газів з верхніх шарів земної кори) і штучної (рентгенівські апарати, телевізійні прилади, радіоізотопи, атомні електростанції, ядерні випробування) радіоактивності.

Усі джерела радіоактивного випромінювання становлять так званий природний радіаційний фон, під яким розуміють дозу іонізуючого випромінювання, що складається з космічного випромінювання, випромінювання природних радіонуклідів, які знаходяться у верхніх шарах Землі, приземній атмосфері, продуктах харчування, воді та організмі людини.

Радіоактивні речовини потрапляють у повітря, ґрунти, ріки, озера, моря, океани, а звідти поглинаються рослинами, рибами, тваринами і молюсками. Через листя і коріння радіоактивні речовини потрапляють у рослини, а потім в організм тварин і з продуктами рослинного та тваринного

походження, з водою - в організм людини. При вивченні дії випромінювання на організм людини встановлено такі особливості:

- навіть незначна кількість поглиненої енергії випромінювання спричинює глибокі біологічні зміни в організмі;
- наявність прихованого (інкубаційного) періоду дії іонізуючого випромінювання;
- випромінювання має генетичний ефект;
- органи живого організму мають різну чутливість до випромінювання;
- окремі організми неоднаково реагують на опромінювання;
- опромінювання залежить від частоти, одноразове опромінювання у великій дозі спричинює більш глибокі зміни.

Радіоактивні речовини потрапляють в організм людини при вдиханні зараженого повітря, із зараженою їжею чи водою, крізь шкіру, відкриті рани. Проникненню радіоактивних забруднень крізь шкіру і рани можна запобігти, дотримуючись певних заходів захисту.

Основним джерелом опромінювання людини є радіоактивні речовини, які потрапляють з їжею. Ступінь небезпеки забруднення радіонуклідами залежить від частоти вживання забруднених радіоактивними речовинами продуктів, а також від швидкості виведення їх з організму. Якщо радіонукліди, які потрапили в організм, однотипні з елементами, що споживає людина з їжею (натрій, калій, хлор, кальцій, залізо, марганець, йод та ін.), то вони швидко виводяться з організму разом з ними

5.6.2 Розрахунок режимів радіаційного захисту

Під режимом роботи на виробництві в умовах радіоактивного забруднення розуміють порядок і умови роботи, переміщення і відпочинку персоналу з використанням засобів захисту, що зменшує ураження людей і скорочує вимушену зупинку виробництва.

Визначимо можливу дозу опромінення працівників в заданих умовах радіаційного забруднення, які будуть працювати у звичайному режимі (2 зміни по 12 год.)

$$D_m = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot (\sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_n^3})}{K_{\text{noc}}} = \frac{1,33 \cdot 1,7 \cdot (\sqrt[4]{13^3} - 1)}{12} = 1,1 \text{ (мР)}, \quad (5.1)$$

де $t_n=1$ год. – час початку роботи після радіоактивного забруднення;
 $t_k=1+12=13$ год. – час завершення роботи першої робочої зміни після радіоактивного забруднення; $p_{1\max}=1,7$ мР/год. – рівень радіації через одну годину після радіоактивного забруднення; $K_{\text{noc}}=12$ – коефіцієнт послаблення радіації виробничим приміщенням.

Визначимо граничне значення рівня радіації, при якому можлива робота в звичайному режимі

$$p_{\text{гр}} = \frac{D_{\text{доп}} \cdot K_{\text{noc}}}{1,33 \cdot (\sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_n^3})} = \frac{0,75 \cdot 12}{1,33 \cdot (\sqrt[4]{13^3} - \sqrt[4]{1^3})} = 1,15 \text{ (мР/год)}. \quad (5.2)$$

Оскільки можлива доза опромінення $D_m > D_{\text{доп}}$ ($1,1 > 0,75$) та рівень радіоактивного забруднення $p_{1\max} > p_{\text{гр}}$ ($1,7 > 1,15$) перевищують допустимі норми, робота на об'єкті в цілому в режимі 2 зміни по 12 год. неможлива. Для продовження виробничої діяльності об'єкта необхідно введення в дію режимів радіаційного захисту.

Визначаємо час початку роботи першої зміни, для цього знаходимо коефіцієнт α :

$$\alpha = \frac{D_{\text{доп}} \cdot K_{\text{noc}}}{1,33 \cdot p_{1\max}} = \frac{0,75 \cdot 12}{1,33 \cdot 1,7} = 4. \quad (5.3)$$

Згідно довідникових даних час початку роботи першої скороченої зміни $t_n=1$ год.

Для кожної зміни визначимо час початку робочої зміни ($t_{п}$), час кінця робочої зміни ($t_{к}$), тривалість роботи зміни ($t_{р}$) та можливу дозу опромінення ($D_{м}$).

Для 1-ї скороченої зміни: $t_{п1} = 1$ год,

Час закінчення роботи зміни

$$t_{к1} = \left(\frac{D_{дон} \cdot K_{нос} + 1,33 \cdot p_{1max} \cdot \sqrt[4]{t_{п1}^3}}{1,33 \cdot p_{1max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,75 \cdot 12 + 1,33 \cdot 1,7 \cdot \sqrt[4]{1^3}}{1,33 \cdot 1,7} \right)^{\frac{4}{3}} = 8,46 \approx 8 \text{ (год)}. \quad (5.4)$$

Тривалість роботи зміни

$$t_{р1} = t_{к1} - t_{п1} = 8 - 1 = 7 \text{ (год)}. \quad (5.5)$$

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{м1} = \frac{1,33 \cdot p_{1max} \cdot (\sqrt[4]{t_{к1}^3} - \sqrt[4]{t_{п1}^3})}{K_{носл}} = \frac{1,33 \cdot 1,7 \cdot (\sqrt[4]{8^3} - \sqrt[4]{1^3})}{12} = 0,75 \text{ (мР)}. \quad (5.6)$$

Для 2-ї зміни: $t_{п2} = t_{п1} + t_{р1} = 1 + 7 = 8$ (год).

Час закінчення роботи зміни

$$t_{к2} = \left(\frac{D_{дон} \cdot K_{нос} + 1,33 \cdot p_{1max} \cdot \sqrt[4]{t_{п2}^3}}{1,33 \cdot p_{1max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,75 \cdot 12 + 1,33 \cdot 1,7 \cdot \sqrt[4]{8^3}}{1,33 \cdot 1,7} \right)^{\frac{4}{3}} = 17,86 \approx 17,5 \text{ (год)}. \quad (5.7)$$

Тривалість роботи зміни

$$t_{р2} = t_{к2} - t_{п2} = 17,5 - 8 = 9,5 \text{ (год)}. \quad (5.8)$$

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{м2} = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot (\sqrt[4]{t_{k2}^3} - \sqrt[4]{t_{n2}^3})}{K_{\text{носл}}} = \frac{1,33 \cdot 1,7 \cdot (\sqrt[4]{17,5^3} - \sqrt[4]{8^3})}{12} = 0,74 (\text{мР}). \quad (5.9)$$

Для 3-ї зміни: $t_{п3} = t_{п2} + t_{р2} = 8 + 9,5 = 17,5$ (год).

Час закінчення роботи зміни

$$t_{k3} = \left(\frac{D_{\text{доп}} \cdot K_{\text{носл}} + 1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \sqrt[4]{t_{n3}^3}}{1,33 \cdot p_{1\max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,75 \cdot 12 + 1,33 \cdot 1,7 \cdot \sqrt[4]{17,5^3}}{1,33 \cdot 1,7} \right)^{\frac{4}{3}} = 28,86 \approx 28,5 (\text{год}) \quad (6.10)$$

Тривалість роботи зміни

$$t_{р3} = t_{k3} - t_{п3} = 28,5 - 17,5 = 11 (\text{год}). \quad (5.11)$$

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{м3} = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot (\sqrt[4]{t_{k3}^3} - \sqrt[4]{t_{n3}^3})}{K_{\text{носл}}} = \frac{1,33 \cdot 1,7 \cdot (\sqrt[4]{28,5^3} - \sqrt[4]{17,5^3})}{12} = 0,745 (\text{мР}). \quad (6.12)$$

Для 4-ї зміни: $t_{п4} = t_{п3} + t_{р3} = 17,5 + 11 = 28,5$ (год).

Час закінчення роботи зміни

$$t_{k4} = \left(\frac{D_{\text{доп}} \cdot K_{\text{носл}} + 1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \sqrt[4]{t_{n4}^3}}{1,33 \cdot p_{1\max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,75 \cdot 12 + 1,33 \cdot 1,7 \cdot \sqrt[4]{28,5^3}}{1,33 \cdot 1,7} \right)^{\frac{4}{3}} = 41 (\text{год}). \quad (6.13)$$

Тривалість роботи зміни

$$t_{р4} = t_{k4} - t_{п4} = 41 - 28,5 = 12,5 (\text{год}). \quad (5.14)$$

Приймаємо $t_{р4} = 12$, тоді $t_{к4} = 28,5 + 12 = 40,5$ (год).

Можлива доза опромінення зміни

$$\frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot (\sqrt[4]{t_{k4}^3} - \sqrt[4]{t_{n4}^3})}{K_{\text{посл}}} = \frac{1,33 \cdot 1,7 \cdot (\sqrt[4]{40,5^3} - \sqrt[4]{28,5^3})}{12} = 0,69 (\text{мР}). \quad (5.15)$$

Згідно проведеного розрахунку роботу в дві зміни на підприємстві можна буде розпочинати через 28,5 год. після радіоактивного забруднення.

Покращити захист працівників в умовах роботи в режимі радіаційного захисту можна за допомогою таких заходів:

- евакуація незайнятих на виробництві працівників;
- розміщення зміни, яка знаходиться на відпочинку в захисній споруді;
- забезпечення працівників засобами індивідуального захисту;
- систематичне проведення прибирання у виробничих приміщеннях;
- герметизація виробничого приміщення та встановлення протипилових фільтрів у вентиляційну систему;
- проведення йодної профілактики персоналу;
- максимальне обмеження пересування працівників по відкритій місцевості.

5.7 Висновки до розділу

В даному розділі були розглянуті заходи щодо забезпечення охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях, а саме аналіз умов праці, організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, організаційно-технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи, пожежна безпека, безпека у надзвичайних ситуаціях, а також оцінка безпеки роботи працівників в умовах радіаційного забруднення.

6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Оцінювання комерційного потенціалу наукової розробки

Метою проведення технологічного аудиту є оцінювання комерційного потенціалу розробки [19]. Проведення технологічного аудиту здійснюється за допомогою експертного методу. Для цього залучено 2-х незалежних експертів. Оцінювання комерційного потенціалу розробки здійснюється за 12-ю критеріями, наведеними в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Рекомендовані критерії оцінювання комерційного потенціалу розробки та їх можлива бальна оцінка

| Критерії оцінювання та бали (за 5-ти бальною шкалою) | | | | | |
|--|--|---|---|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Критерій | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Технічна здійсненність концепції: | | | | | |
| 1 | Достовірність концепції не підтверджена | Концепція підтверджена експертними висновками | Концепція підтверджена розрахунками | Концепція перевірена на практиці | Перевірено роботоздатність продукту в реальних умовах |
| Ринкові переваги (недоліки): | | | | | |
| 2 | Багато аналогів на малому ринку | Мало аналогів на малому ринку | Кілька аналогів на великому ринку | Один аналог на великому ринку | Продукт не має аналогів на великому ринку |
| 3 | Ціна продукту значно вища за ціни аналогів | Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів | Ціна продукту приблизно дорівнює цінам аналогів | Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів | Ціна продукту значно нижче за ціни аналогів |
| 4 | Технічні та споживчі властивості продукту значно гірші, ніж в аналогів | Технічні та споживчі властивості продукту трохи гірші, ніж в аналогів | Технічні та споживчі властивості продукту на рівні аналогів | Технічні та споживчі властивості продукту трохи кращі, ніж в аналогів | Технічні та споживчі властивості продукту значно кращі, ніж в аналогів |

Продовження таблиці 6.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------------------|---|---|---|---|--|
| 5 | Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в аналогів | Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в аналогів | Експлуатаційні витрати на рівні експлуатаційних витрат аналогів | Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в аналогів | Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в аналогів |
| 6 | Ринок малий, але має позитивної динаміки | Ринок малий, але має позитивну динаміку | Середній ринок з позитивною динамікою | Великий стабільний ринок | Великий ринок з позитивною динамікою |
| 7 | Активна конкуренція великих компаній на ринку | Активна конкуренція | Помірна конкуренція | Незначна конкуренція | Конкуренція немає |
| Практична здійсненність | | | | | |
| 8 | Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї | Необхідно наймати фахівців або витратити значні кошти та час на навчання наявних фахівців | Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх штату | Необхідне незначне навчання фахівців | Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї |
| 9 | Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні. Джерела фінансування ідеї відсутні | Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування відсутні | Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є | Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є | Не потребує додаткового фінансування |
| 10 | Необхідна розробка нових матеріалів | Потрібні матеріали, що використовуються у військово-промисловому комплексі | Потрібні дорогі матеріали | Потрібні досяжні та дешеві матеріали | Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовуються у виробництві |

Продовження таблиці 6.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|---|--|---|--|--|
| 11 | Термін реалізації ідеї більший за 10 років | Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності інвестицій більше 10-ти років | Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності інвестицій більше 5-ти років | Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій від 3-х до 5-ти років | Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій менше 3-х років |
| 12 | Необхідна розробка регламентних документів та отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту | Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту, що вимагає значних коштів та часу | Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу | Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту | Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту |

Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки зведемо в таблицю 6.2.

Таблиця 6.2 – Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки

| Критерії | Експерти | |
|----------|------------------------------|---|
| | 1 | 2 |
| | Бали, виставлені експертами: | |
| 1 | 4 | 3 |
| 2 | 3 | 4 |
| 3 | 4 | 3 |
| 4 | 3 | 4 |
| 5 | 3 | 3 |
| 6 | 3 | 3 |
| 7 | 3 | 4 |
| 8 | 3 | 3 |
| 9 | 2 | 2 |
| 10 | 3 | 3 |
| 11 | 5 | 3 |

Продовження таблиці 6.2

| | | |
|---|--|----------|
| 10 | 3 | 3 |
| 11 | 5 | 3 |
| 12 | 3 | 2 |
| Сум. балів | СБ1 = 39 | СБ2 = 37 |
| Середньоарифметична сума балів $\overline{СБ}$ | $\overline{СБ} = \frac{\sum_{i=1}^3 СБ_i}{3} = \frac{39 + 37}{2} = 38$ | |

Таблиця 6.3 – Рівні комерційного потенціалу розробки

| Середньоарифметична сума балів $\overline{СБ}$, розрахована на основі висновків експертів | Рівень комерційного потенціалу розробки |
|---|--|
| 0 – 10 | Низький |
| 11 – 20 | Нижче середнього |
| 21 – 30 | Середній |
| 31 – 40 | Вище середнього |
| 41 – 48 | Високий |

Згідно результатів оцінювання комерційного потенціалу розробки, що наведено в таблиці 6.2, середньоарифметична сума балів, розрахована на основі висновків експертів складає 38 балів. Використовуючи дані таблиці 6.3 можна зробити висновок, що рівень потенціалу розробки – вище середнього.

6.2 Прогнозування витрат на виконання роботи

Кошторис витрат на розробку «Підвищення продуктивності процесу зневоднення продуктів переробки харчових виробництв» передбачає розрахунок декількох статей витрат.

Основна заробітна плата ($З_0$) розробників розраховується за формулою (6.1):

$$З_0 = \frac{M}{T_p} \cdot t, \quad (6.1)$$

де M – місячний посадовий оклад розробника; T_p – число робочих днів в місяці, $T_p = 22$ дні; t – число днів роботи розробників.

Зроблені розрахунки занесені до табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Витрати на основну заробітну плату розробників

| Найменування посади виконавця | Місячний посадовий оклад, грн. | Оплата за робочий день, грн. | Число днів роботи | Витрати на оплату праці, грн. |
|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| Науковий керівник | 12100 | 550 | 22 | 12100 |
| Інженер | 8800 | 350 | 18 | 6300 |
| Всього | | | | 18400 |

Основна заробітна плата робітників Z_p , які виконують роботи за робочими професіями, розраховується за формулою:

$$Z_p = \sum_i^n t_i \cdot C_i, \quad (6.2)$$

де t_i – норма часу (трудомісткість) на виконання конкретної роботи; n – число робіт за видами та розрядами; C_i – погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, який виконує певну роботу. C_i визначається за формулою:

$$C_i = \frac{M_m \cdot K_{mks} \cdot K_c}{T_p \cdot T_{zm}}, \quad (6.3)$$

де M_m – розмір мінімальної заробітної плати за місяць у 2020 році, $M_m = 4723$ грн.

K_{mks} – коефіцієнт міжкваліфікаційного співвідношення для встановлення тарифної ставки робітнику відповідного розряду (див. табл. 6.5).

Таблиця 6.5 – Міжкваліфікаційні співвідношення для встановлення тарифних ставок робітникам

| | | | | | | | | |
|------------------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Розряд | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| $K_{\text{ккс}}$ | 1,0 | 1,1 | 1,35 | 1,5 | 1,7 | 2,0 | 2,2 | 2,4 |

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, $T_{\text{зм}} = 8$ годин.

Розрахунки основної заробітної плати робітників зведено в табл. 6.6

Таблиця 6.6 – Розрахунок основної заробітної плати робітників

| Найменування робіт | Трудомісткість годин | Розряд роботи | Погодинна тарифна ставка, грн. | Величина оплати, грн. |
|--------------------|----------------------|---------------|--------------------------------|-----------------------|
| Заготівельні | 24 | 2 | 32,1 | 770,4 |
| Монтажні | 48 | 2 | 32,1 | 1540,8 |
| Налагоджувальні | 24 | 1 | 29,2 | 700,8 |
| Всього | | | | 3012 |

Додаткову заробітну плату (Z_d) розробників та робітників, які приймали участь в розробці нового технічного рішення, розрахуємо як (10...12)% від суми основної заробітної плати всіх розробників та робітників [19]:

$$Z_d = (0,1 \dots 0,12) \cdot Z_o, \text{ грн.} \quad (6.4)$$

Підставивши чисельні значення, отримаємо:

$$Z_d = 0,1 \cdot 18400 = 1840 \text{ (грн).}$$

Нарахування (ЄСВ) на заробітну плату $H_{\text{ЗП}}$ розробників та робітників становить 22% від суми їх основної та додаткової заробітної плати [19]:

$$H_{ЗВ} = (З_О + З_Р + З_Д) \cdot 0,22, \text{ грн.} \quad (6.5)$$

Обчислимо нарахування на заробітну плату за формулою (6.5):

$$H_{ЗВ} = (18400 + 3012 + 1840) \cdot 0,22 = 5115,4 \text{ (грн).}$$

Амортизація обладнання, комп'ютерів та приміщень, які використовувались для розробки нового технічного рішення.

В спрощеному вигляді амортизаційні відрахування за кожним видом обладнання та приміщень, які використовувались для розробки нового технічного рішення, можуть бути розраховані за формулою [19]:

$$A = \frac{Ц \cdot T}{12 \cdot T_B}, \text{ грн,} \quad (6.6)$$

де Ц – загальна балансова вартість всього обладнання, комп'ютерів, приміщень тощо, що використовувались для виконання даного етапу роботи, грн; Т – фактична тривалість використання, міс; T_B – термін використання обладнання, приміщень тощо, місяці, роки.

Всі проведені розрахунки амортизаційних відрахувань наведені в табл. 6.6.

Таблиця 6.7 – Розрахунок амортизаційних відрахувань

| Найменування обладнання | Балансова вартість, грн. | Термін використ., років | Фактичний термін використ, міс. | Величина амортизаційних відрахувань, грн. |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------------|---|
| 1.Виробниче приміщення | 500000 | 25 | 1 | 1666,7 |
| 2.Комп'ютери персональні | 45000 | 10 | 1 | 375 |
| Всього | | | | 2041,7 |

Використані для розробки нового технічного рішення комплектуючі наведено в табл. 6.8.

Таблиця 6.8 – Комплектуючі, що використовуються для розробки нового технічного рішення

| Найменування комплектуючих | Кількість, шт. | Ціна за одиницю, грн. | Сума, грн. |
|----------------------------|----------------|-----------------------|------------|
| Робот-маніпулятор | 2 | 170000 | 340000 |
| Всього, грн. | | | 340000 |

Витрати на комплектуючі виробу (B_K) розраховуються згідно з їх номенклатурою за формулою:

$$B_K = \sum_i H_{Ki} \cdot C_{Ki} \quad (6.8)$$

де H_{Ki} – кількість комплектуючих i -го найменування; C_{Ki} – ціна комплектуючих i -го найменування.

Витрати на електроенергію, яка використовується в процесі розробки нового технічного рішення, визначаються на основі тарифів на енергію за допомогою залежності [19]:

$$B_E = B_{1кВт} \cdot P_o \cdot \Phi \cdot K_n, \quad (6.9)$$

де $B_{1кВт}$ – вартість одного кіловата енергії, $B_{1кВт} = 1,46$ грн.; P_o – установлена потужність обладнання, $P_o = 1,5$ кВт; Φ – фактична кількість годин роботи обладнання, $\Phi = 176$ год.; K_n – коефіцієнт використання потужності, $K_n = 0,95$.

Підставивши значення в формулу (6.9), отримаємо:

$$B_E = 1,46 \cdot 1,5 \cdot 176 \cdot 0,95 = 366,2 \text{ (грн.)}$$

Інші витрати B_{IH} приймаються як (100...300)% від суми основної заробітної плати розробників, тобто:

$$B_{IH} = 2 \cdot (Z_O + Z_P). \quad (6.10)$$

Обчислимо інші витрати за виразом (6.10):

$$B_{IH} = 2 \cdot (18400 + 3012) = 42824 \text{ (грн.)}$$

Сума всіх попередніх статей витрат дає загальні витрати на розробку нового технічного рішення – B , тобто:

$$B = Z_O + Z_P + Z_D + H_{ЗВ} + A + B_M + B_K + B_{\text{...}} + B_{IH}. \quad (6.11)$$

Підставивши значення в формулу (5.1), маємо:

$$B = 18400 + 3012 + 2041,7 + 5115,4 + 2041,7 + 340000 + 366,2 + 42824 = 411801 \text{ (грн.)}$$

Розрахунок загальних витрат $B_{ЗАГ}$ на виконання розробки нового технічного рішення здійснюється за формулою:

$$B_{ЗАГ} = \frac{B_{IH}}{\alpha}, \quad (6.12)$$

де α – частка витрат, які безпосередньо здійснює виконавець розробки нового технічного рішення, $\alpha = 0,8$.

Обчислимо загальні витрати за формулою (6.12):

$$B_{\text{заг}} = \frac{42824}{0,8} = 53530 \text{ (грн)}.$$

Прогнозування загальних витрат на виконання та впровадження результатів розробки нового технічного рішення:

$$3B = \frac{B_{\text{заг}}}{\beta}, \quad (6.13)$$

де β – коефіцієнт, який характеризує етап розробки нового технічного рішення (розробка знаходиться на стадії технічного проектування, тобто $\beta=0,2$).

Підставивши значення в формулу (5.13) отримаємо:

$$3B = \frac{53530}{0,2} = 267650 \text{ (грн)}.$$

6.3 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки

Для даної розробки маємо випадок, коли неможливо прямо оцінити зростання чистого прибутку підприємства від впровадження результатів наукової розробки. У цьому випадку збільшення чистого прибутку підприємства $\Delta\Pi_i$ для кожного із років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки, розраховується за формулою [19]:

$$\Delta\Pi_i = \sum_i (\Delta\Pi_0 \cdot N + \Pi_0 \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot (1 - v), \quad (6.14)$$

де $\Delta Ц_0$ – покращення основного оціночного показника від впровадження результатів розробки у даному році (наприклад, ціна одиниці нової розробки); N – основний кількісний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році до впровадження результатів наукової розробки; ΔN – покращення основного кількісного показника діяльності підприємства від впровадження результатів розробки; $Ц_0$ – основний оціночний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році після впровадження результатів наукової розробки; n – кількість років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки; λ – коефіцієнт, який враховує сплату податку на додану вартість. У 2020 році ставка податку на додану вартість дорівнює 20%, а коефіцієнт $\lambda = 0,8333$; ρ – коефіцієнт, який враховує рентабельність продукту, $\rho = 0,25$; v – ставка податку на прибуток, станом на 2020 рік $v = 0,18$ [19].

Припустимо що в результаті впровадження результатів наукової розробки покращується кількість одиниць реалізованої продукції: протягом першого року – на 50 одиниць, протягом другого року – на 10 одиниць і протягом третього року на 150 одиниць.

Орієнтовно: реалізація продукції до впровадження результатів розробки складає 300 одиниць, а її ціна – 8000.

Збільшення чистого прибутку підприємства протягом перших трьох років складатиме:

$$\begin{aligned}\Delta\Pi_1 &= [300 \cdot 8000 + 50 \cdot 8000] \cdot 0,8333 \cdot 0,25 \cdot (1 - 0,18) = 478314,2 \\ \Delta\Pi_2 &= [300 \cdot 8000 + 100 \cdot 8000] \cdot 0,8333 \cdot 0,25 \cdot (1 - 0,18) = 546644,8 \\ \Delta\Pi_3 &= [300 \cdot 8000 + 150 \cdot 8000] \cdot 0,8333 \cdot 0,25 \cdot (1 - 0,18) = 614975,4\end{aligned}$$

6.4 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності

Припустимо, що загальні витрати ЗВ на виконання та впровадження результатів НДДКР (або теперішня вартість інвестицій PV) дорівнює 267650

грн. Результати вкладених у наукову розробку інвестицій почнуть виявлятися через три роки.

Таким чином, збільшення чистого прибутку підприємства після першого року складе 478314,2 грн., після другого року – 546644,8 грн., після третього року – 614975,4 грн.

Тоді рисунок, що характеризує рух платежів (інвестицій та додаткових прибутків) буде мати вигляд, наведений на рис. 6.1.

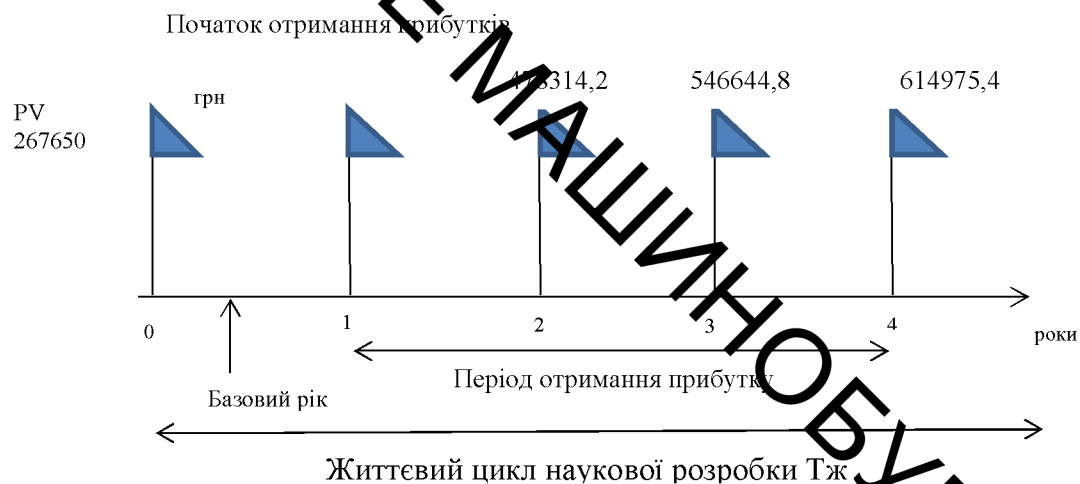


Рисунок 6.1 – Вісь часу з фіксацією платежів, що мають місце під час розробки та впровадження результатів НДДКР

Розрахуємо абсолютну ефективність вкладених інвестицій $E_{аб}$ за формулою [19]:

$$E_{аб} = ПП - ЗВ, \quad (6.15)$$

де $ПП$ – приведена вартість всіх чистих прибутків, що їх отримає підприємство від реалізації результатів наукової розробки.

В свою чергу, приведена вартість всіх чистих прибутків $ПП$ розраховується за формулою:

$$ПП = \sum_i^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1+\tau)^t}, \quad (6.16)$$

де T – період часу, протягом якого виявляються результати наукової розробки; τ – ставка дисконтування, $\tau = 0,1$; t – період часу від моменту отримання чистого прибутку до точки “0”.

Обчислимо приведену вартість всіх чистих прибутків за формулою (5.16):

$$ПП = \frac{478314,2}{(1+0,1)^2} + \frac{546647,8}{(1+0,1)^3} + \frac{614975,4}{(1+0,1)^4} = 1225062,1 \text{ грн.}$$

Розрахуємо за формулою (6.15) абсолютну ефективність вкладених інвестицій:

$$E_{абс} = 1225062,1 - 267650 = 957412,1 \text{ грн.}$$

Оскільки $E_{абс} > 0$, то результат від проведення наукової розробки та її впровадження принесе прибуток.

Відносна (щорічна) ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій E_e розраховується за формулою:

$$E_e = \sqrt[T_{жс}]{1 + \frac{E_{абс}}{ЗВ}} - 1, \quad (6.17)$$

де $T_{жс}$ – життєвий цикл наукової розробки, $T_{жс} = 3$ роки.

Підставивши чисельні значення в формулу (6.17), отримаємо:

$$E_e = \sqrt[3]{1 + \frac{957412,1}{267650}} - 1 = 0,66 \approx 66\%$$

Отже, відносна (щорічна) ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій становить приблизно 66%.

Дані відносна ефективність вкладених інвестицій порівнюється з мінімальною (бар'єрною) ставкою дисконтування τ_{min} , яка визначається як:

$$\tau_{min} = d + f, \quad (6.18)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках, $d = 0,14$; f – показник, що характеризує ризикованість вкладень, $f = 0,05$.

Обчислимо мінімальну ставку дисконтування за виразом (6.18):

$$\tau_{min} = 0,14 + 0,05 = 0,19.$$

Оскільки $E_e = 66\% > \tau_{min} = 19\%$, то інвестори можуть бути зацікавленими у фінансуванні даної наукової розробки.

Розрахуємо термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій $T_{ок}$ за формулою:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_e}. \quad (6.19)$$

Підставивши значення у вираз (5.19), маємо:

$$T_{ок} = \frac{1}{0,66} = 1,5 \text{ року.}$$

Оскільки термін окупності приблизно складає півтора роки та знаходиться в оптимальних межах (до п'яти років), то фінансування даної наукової розробки є доцільним.

6.5 Висновки по розділу

1. Оцінено комерційний потенціал розробки, рівень якого є вище середнього, що свідчить про доцільність ймовірного впровадження розробки та отримання прибутку від її використання.

2. Розраховано витрати на виконання наукової роботи та впровадження її результатів. Сума всіх статей витрат складає 413801 грн, до яких входять витрати на: основну заробітну плату розробників – 18400 грн; заробітну плату робітників – 3012 грн; податкову ЗП – 1840 грн; нарахування на ЗП – 5115,4 грн; амортизація обладнання – 2041,7 грн; витрати на силову електроенергію – 366,2 грн; інші витрати – 42824 грн. Загальна вартість всієї наукової роботи складає 53530 грн, а прогнозовані витрати на виконання та можливе впровадження результатів даної роботи можуть скласти приблизно 267650 грн.

3. Розраховано комерційні ефекти від реалізації результатів розробки. Позитивні результати від провадження розробки очікуються протягом трьох років після впровадження. Збільшення чистого прибутку протягом 1-го року складає – 478314,2 грн, протягом 2-го року – 546644,8 грн, протягом 3 – го року – 614975,4 грн.

4. Розраховано ефективність вкладених інвестицій та період їх окупності. Абсолютна ефективність вкладених інвестицій $E_{абс} > 0$, свідчить про те, що впровадження наукових досліджень принесе прибуток, а розрахована відносна (щорічна) ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій E_e порівнюється з мінімальною (бар'єрною) ставкою дисконтування $\tau_{мін}$, так як $E_e > \tau_{мін}$, то потенційний інвестор буде зацікавлений у фінансуванні даної наукової розробки. Термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій $T_{ок} = 1,5$ року, звідси $T_{ок} < 3...5$ років, що свідчить про доцільність фінансування даної наукової розробки.

ВИСНОВОК

В першому розділі розглянуто основні методи автоматизації складальних операцій та обладнання яке може застосовуватися на різних етапах складання. Також виконано багатоваріантний аналіз конструкцій пристосувань, які використовуються в процесі складання.

В другому розділі виконаний вибір типу і методу виробництва, розраховано темп випуску, проаналізована технологічність складальної одиниці – роздаточної коробки повноприводного автомобіля, розроблено схему та маршрут складання виробу, розраховано штучний часу процесу складання, визначено рівень автоматизації технологічного процесу складання, розроблено структурно-компонентальну схеми автоматизованого складання а також проведений вибір складального обладнання.

В третьому розділі виконано необхідні конструкторські розрахунки та розроблена конструкція пневматичного преса.

В четвертому було запропоновано розроблену раціональну послідовність проектування технологічних процесів складання.

В розділі охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях розроблено заходи щодо забезпечення умови праці, організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, організаційно-технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи, пожежна безпека, безпека у надзвичайних ситуаціях, а також оцінена безпеки роботи працівників в умовах радіаційного забруднення.

В економічному розділі проведена оцінка комерційного потенціалу розробки. Розраховано витрати на виконання наукової роботи та впровадження її результатів, комерційні ефекти від реалізації результатів розробки, а також ефективність вкладених інвестицій та період їх окупності. Термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій $T_{ок}=1,5$ року, звідси $T_{ок}<3...5$ років, що свідчить про доцільність фінансування даної наукової розробки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Савуляк, В. В. Складальні процеси в машинобудуванні: навчальний посібник / укладач: В. В. Савуляк – Вінниця: ВНТУ, 2014. – 99 с.
2. Ламин И. И. "Проектирование технологических процессов сборки изделий автотранстроения". Учебное пособие. М., МГТУ "МАМИ", 2008. – 71 с.
3. Герц Е.В., Крекнин Г.В. Расчет пневмоприводов: Справочное пособие. - М.: Машиностроение, 1975. – 272 с.
4. Капустин Н. М. Автоматизация производственных процессов в машиностроении / Н. М. Капустин, П. М. Кузнецов, А. Г. Схиртладзе. – М.: Высш. шк., 2004. – 415 с.
5. Михайлов А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – Старый Оскол : ТНТ, 2010. – 336 с.
6. Капустин Н. М. Автоматизация производственных процессов в машиностроении / Н. М. Капустин, П. М. Кузнецов, А. Г. Схиртладзе. – М.: Высш. шк., 2004. – 415 с.
7. Корнилов Л. Н. Системный подход к формализации процесса автоматизированного технологического проектирования в сборном производстве / Л. Н. Корнилов, В. В. Воронько, Ю. А. Воробьев, Д. Берндт // Авиационно-космическая техника и технология, 2013. - №5. – С. 97 – 101.
8. Виноградов В. М. Технология машиностроения: Введение в специальность / В. М. Виноградов. – М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 176 с.
9. Техніко-економічне обґрунтування доцільності розробки [Електрон. ресурс]. - Режим доступу: <http://lglushenko.vk.vntu.edu.ua/file/0e54505de800b6712af5b71991162b83.pdf>
10. Економічне обґрунтування інноваційних рішень: практикум/ В. В. Кавецький, І. В. Причепя, В. О. Козловський –Вінниця: ВНТУ, 2013. - 113с.

11. Стеблюк М. І. Цивільна оборона та цивільний захист - Бібліотека українських методичок 2013 - 77 с .

12. Джерела радіоактивного забруднення. Принципи нормування і захисту навколишнього середовища: [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://pidruchniki.com/18210712/bzhd/dzherela_radioaktivnogo_zabrudnennya_printsipi_normuvannya_zahistu_navkolishnogo_seredovischa.

13. Сакевич, В. Ф. Цивільна оборона. Теоретичні основи: навчальний посібник / В. Ф. Сакевич, О. В. Поліщук // Вінниця: ВНТУ, 2010. – 126 с.

14. Кобилянський О.В. Методичні вказівки щодо опрацювання розділу охорона праці в дипломних проєктах і роботах студентів електротехнічних спеціальностей / О.В. Кобилянський, О.П. Терещенко // Вінниця: ВНТУ, 2003. – 46 с.

15. Сакевич В.Ф. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проєктах / В.Ф. Сакевич, М.А. Томчук // Вінниця: ВНТУ, 2008. – 141 с.

16. Методичні вказівки до виконання студентами-магістрантами наукового напрямку економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт / уклад. В. О. Козловський. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 22 с. 14. Козловський В. О. Методичні вказівки до виконання студентами-магістрантами економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт / В.О. Козловський // Вінниця: ВНТУ, 2012. – 22 с.

17. Оснач О. Ф. Промисловий маркетинг: підруч. [для студ. вищ. навч. закл.]/П 32 О. Ф. Оснач, В. П. Пилипчук, Л. П. Коваленко - К.: Центр учбової літератури, 2009. - 364 с.- ІБК 978-966-364-842-2

18. Автоматизація складальних операцій в галузевому машинобудуванні / С. В. Беский, Є. І. Івашко, Р. Д. Іскович-Лотоцький // Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2021): матеріали тез доповідей всеукраїнської науково-практичної конференції. – Вінниця: ВНТУ, 2020.

ВНТУ, ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

ДОДАТКИ

Додаток А

Вінницький національний технічний університет

Затверджую
Завідувач кафедри ГМ
д.т.н., проф. Л.К. Поліщук

«___» _____ 2020 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СКЛАДАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ В
ГАЛУЗЕВОМУ МАШИНОБУДУВАННІ**

08-27.МКР.001.00.000 ПЗ

Керівник роботи:

д.т.н., професор кафедри ГМ

Іскович-Лотоцький Р.Д.

Розробив: ст. гр. 1ГМ-19м

Беский С.В.

Вінниця 2020

1 Найменування і область застосування

Найменування - технологічний автоматизований процес складання.

2 Підстава для виконання роботи

Підставою для розробки даної магістерської кваліфікаційної роботи (МКР) є індивідуальне завдання на МКР та наказ ректора по ВНТУ про затвердження тем та керівників МКР.

3 Мета і призначення дослідження

Метою даної магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності складальних операцій в галузевому машинобудуванні шляхом розробки технології та оснащення для автоматизованого складання роздаточної коробки повноприводного автомобіля.

4 Джерела розробки

Список використаних джерел розробки

4.1. Савуляк, В. В. Складальні процеси в машинобудуванні: навчальний посібник / укладач: В. В. Савуляк – Вінниця: ВНТУ, 2014. – 99 с.

4.2. Ламин И. И. "Проектирование технологических процессов сборки изделий автотракторостроения". Учебное пособие. М., МГТУ "МАМИ", 2008. – 71 с.

4.3. Капустин Н. М. Автоматизация производственных процессов в машиностроении / Н. М. Капустин, П. М. Кузнецов, А. Г. Схиртладзе. – М.: Высш. шк., 2004. – 415 с.

4.4. Михайлов А. В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – Старый Оскол : ТНТ, 2010. – 336 с.

4.5. Герц Е.В., Крейнин Г.В. Расчет пневмоприводов: Справочное пособие. - М.: Машиностроение, 1975. – 272 с.

4.6. Виноградов В. М. Технология машиностроения: Введение в специальность / В. М. Виноградов. – М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 176 с.

5 Вихідні дані для розробки пристрою:

- 1) Складальне креслення роздаткової коробки;
- 2) Масовість виробництва - середньосерійна;
- 3) Кількість робочих змін – 2.

5.1 Технічні вимоги

- забезпечити необхідний степінь автоматизації процесу складання;
- маса продукції – до 30 кг;
- захист від вологи, шкідливих випаровувань та корозії, здійснюється за рахунок герметичності та покриттів;
- забезпечити можливість технічного обслуговування та можливість вільного доступу технічної служби.

5.2 Вимоги до надійності:

довговічність – не менше 6 тис. год; безвідмовність – напрацювання на відмову – 1 тис. год; збереженість – повинна забезпечуватися працездатність установки в режимі очікування, роботи, консервації; ремонтпридатність – компоновочне рішення установки повинно бути таким, що забезпечує легкодоступність до деталей, які вірогідно можуть мати найменший термін служби та відносно простий їх ремонт.

5.3 Вимоги до технологічності розробки, виробництва і експлуатації - конструкція деталей розробки повинна бути такою, щоб забезпечувати їх виготовлення без застосування спеціального обладнання і устаткування.

5.4 Вимоги до рівня уніфікації і стандартизації, вимоги до використання стандартних, уніфікованих і запозичених складальних одиниць і деталей при розробці, показники рівня уніфікації – по можливості під час розробки конструкції установки використовувати уніфіковані деталі і стандартні вироби.

5.5 Вимоги безпеки життєдіяльності – забезпечується безпека під час монтажу, і ремонті. Допустимі рівні вібраційних і шумових навантажень, допустимі випаровування робочої рідини у відповідності з санітарними нормами. Повинні бути розроблені заходи, що забезпечують технічну безпеку під час монтажу, експлуатації і ремонті установки.

5.6 Конструкція повинна відповідати естетичним і ергономічним вимогам, повинна бути зручною в обслуговуванні і управлінні.

5.7 Матеріали, що використовуються для деталей установки слід вибирати відповідно до рекомендацій, що застосовують під час виготовлення контрольно-розподільної гідроапаратури.

5.8 Умови експлуатації, вимоги до технічного обслуговуванню і ремонту:

- умови експлуатації, при яких повинно забезпечуватися використання продукції з заданими технічними показниками – продукція призначена для використання у середньоширотних кліматичних умовах;

- час підготовки продукції до використання після транспортування і зберігання – 1 рік;

- вид обслуговування періодичний;

- періодичність і орієнтовна трудомісткість технічного обслуговування і ремонту – 4 дні (один раз в три місяці);

5.9 Вимоги по транспортуванню і збереженню

- можливість транспортування на будь-якому виді транспортних засобів;
- захист від ударів під час завантаження і розвантаження;
- зберігання на складі готової продукції;
- зберігання у законсервованому вигляді;
- складування на стелажах.

6 Економічні показники:

- орієнтований термін окупності витрат на розробку – менше двох років;
- освоєння методу автоматизації складання;
- економічна перевага розробленої схеми автоматизованого складання у порівнянні з кращими зразками.

7 Виконавці НДР: студент спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» Беский Станіслав Вікторович.

8 Етапи НДР і терміни їх виконання:

- багатоваріантний аналіз конструкцій складальних пристосувань;
- технологічний розділ;
- конструкторський розділ;
- розробка раціональної технології прослідування технологічних процесів складання;
- охорона праці та захист у надзвичайних ситуаціях;
- висновки;
- оформлення текстових документацій та ілюстративних матеріалів для захисту МКР.

9 Порядок контролю і прийомки

- попередній захист МКР;
- захист МКР.

Додаток Б – Ілюстративна частина

ВНТК
КАПУК
СОБІ
МАШИН
ОБДУВАННЯ

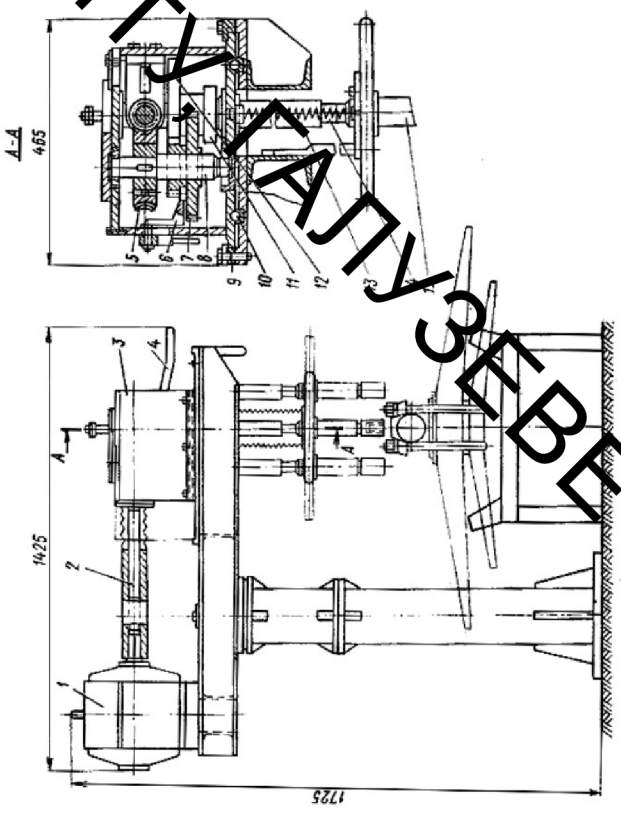


Рисунок 2 - Стенд для розгвинчування

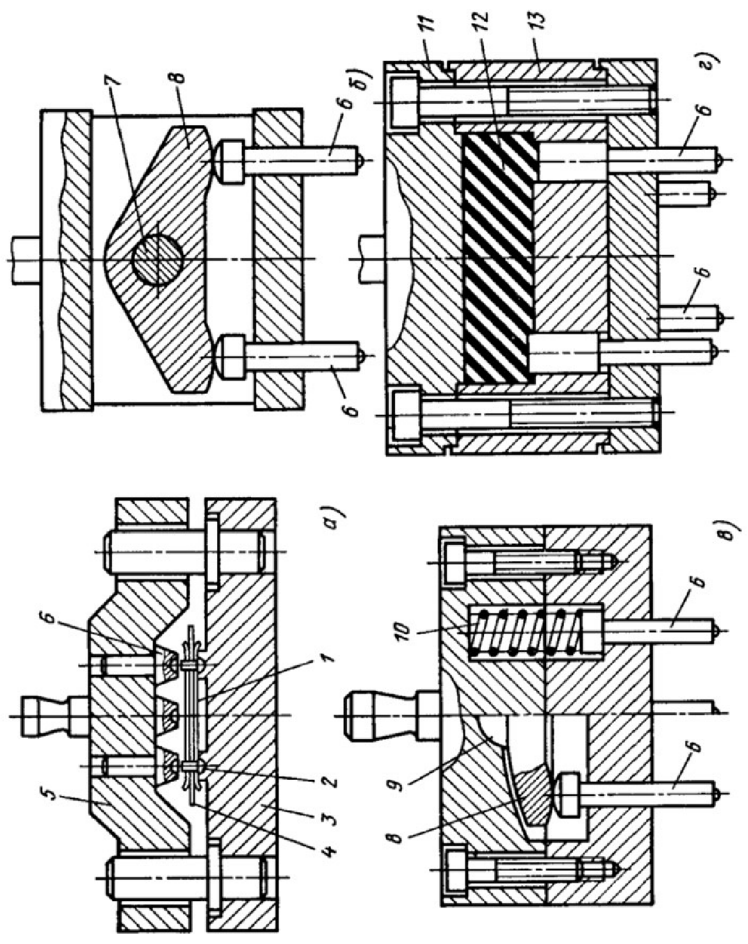


Рисунок 1 - Пристосування-штампи для одночасної постановки декількох декількох заклег

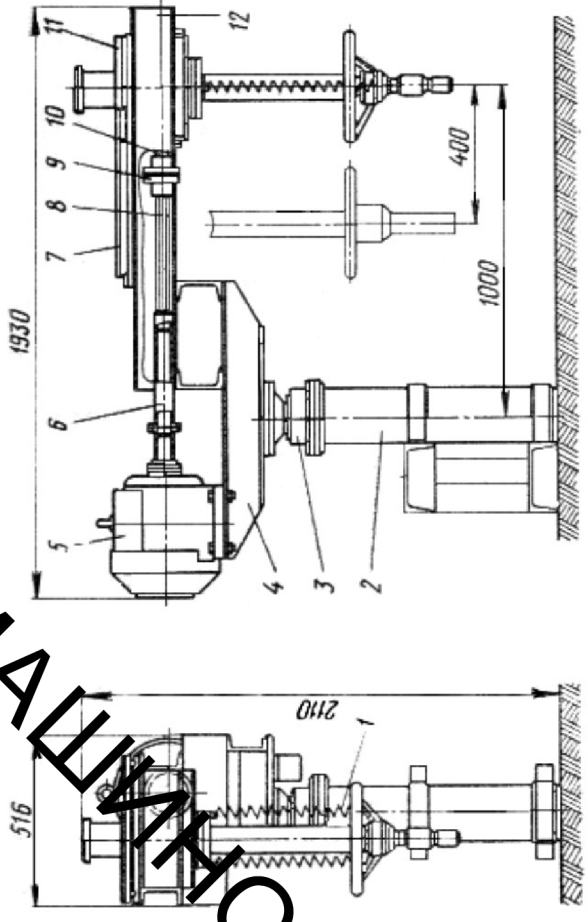


Рисунок 3 - Стенд для загвинчування та розгвинчування

ВНТУ,

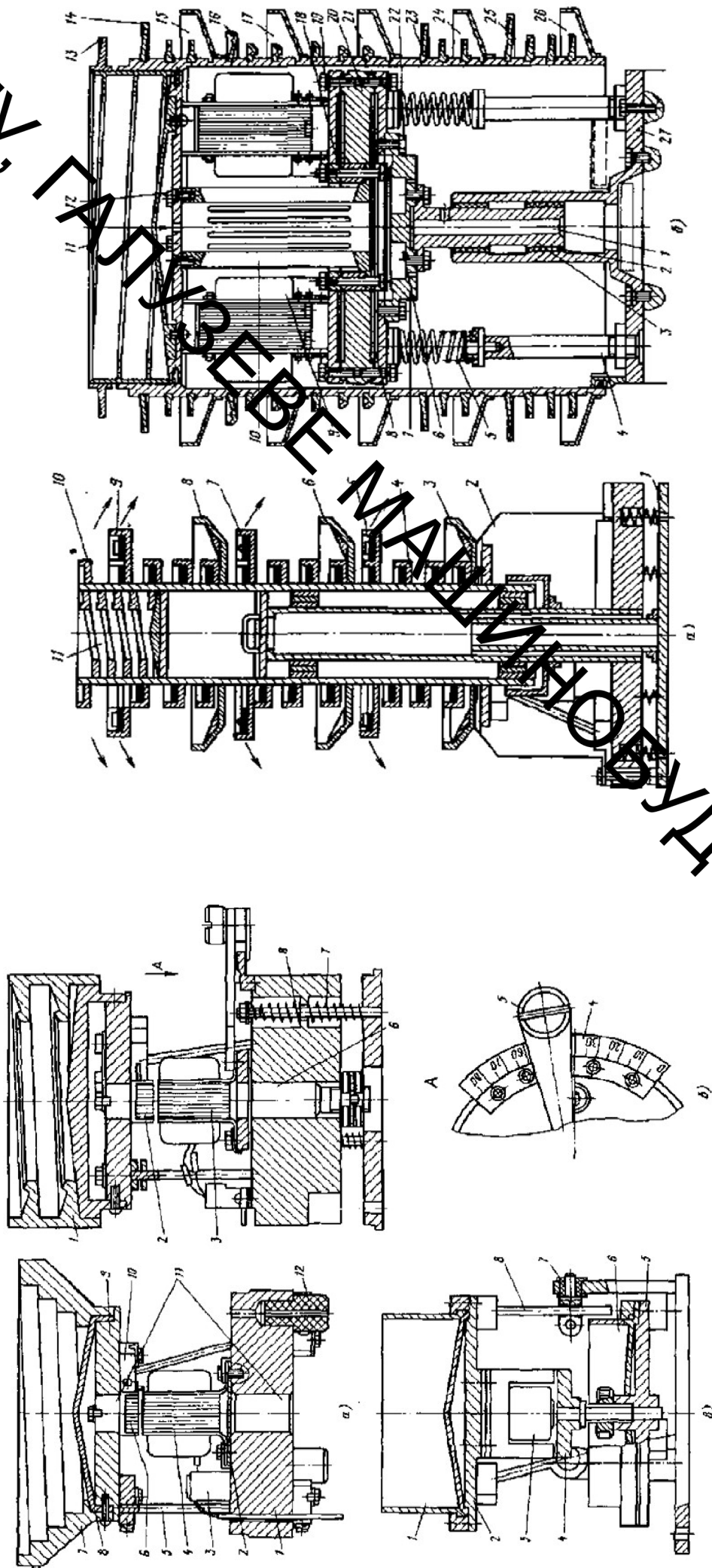


Рисунок 2 – Багатоярусний вібробункер

Рисунок 1 – Типові конструкції вібраційних бункерних завантажувальних пристроїв з одномагнітним приводом

ВНТУ, ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

| | | | | | | | |
|----|-----------|----|-----------|----|-----------|-----|-----------|
| № | Відомості | № | Відомості | № | Відомості | № | Відомості |
| 1 | Відомості | 2 | Відомості | 3 | Відомості | 4 | Відомості |
| 5 | Відомості | 6 | Відомості | 7 | Відомості | 8 | Відомості |
| 9 | Відомості | 10 | Відомості | 11 | Відомості | 12 | Відомості |
| 13 | Відомості | 14 | Відомості | 15 | Відомості | 16 | Відомості |
| 17 | Відомості | 18 | Відомості | 19 | Відомості | 20 | Відомості |
| 21 | Відомості | 22 | Відомості | 23 | Відомості | 24 | Відомості |
| 25 | Відомості | 26 | Відомості | 27 | Відомості | 28 | Відомості |
| 29 | Відомості | 30 | Відомості | 31 | Відомості | 32 | Відомості |
| 33 | Відомості | 34 | Відомості | 35 | Відомості | 36 | Відомості |
| 37 | Відомості | 38 | Відомості | 39 | Відомості | 40 | Відомості |
| 41 | Відомості | 42 | Відомості | 43 | Відомості | 44 | Відомості |
| 45 | Відомості | 46 | Відомості | 47 | Відомості | 48 | Відомості |
| 49 | Відомості | 50 | Відомості | 51 | Відомості | 52 | Відомості |
| 53 | Відомості | 54 | Відомості | 55 | Відомості | 56 | Відомості |
| 57 | Відомості | 58 | Відомості | 59 | Відомості | 60 | Відомості |
| 61 | Відомості | 62 | Відомості | 63 | Відомості | 64 | Відомості |
| 65 | Відомості | 66 | Відомості | 67 | Відомості | 68 | Відомості |
| 69 | Відомості | 70 | Відомості | 71 | Відомості | 72 | Відомості |
| 73 | Відомості | 74 | Відомості | 75 | Відомості | 76 | Відомості |
| 77 | Відомості | 78 | Відомості | 79 | Відомості | 80 | Відомості |
| 81 | Відомості | 82 | Відомості | 83 | Відомості | 84 | Відомості |
| 85 | Відомості | 86 | Відомості | 87 | Відомості | 88 | Відомості |
| 89 | Відомості | 90 | Відомості | 91 | Відомості | 92 | Відомості |
| 93 | Відомості | 94 | Відомості | 95 | Відомості | 96 | Відомості |
| 97 | Відомості | 98 | Відомості | 99 | Відомості | 100 | Відомості |

08-27МКР.00100.000 П/В

Конструкція
роздаточної кородки

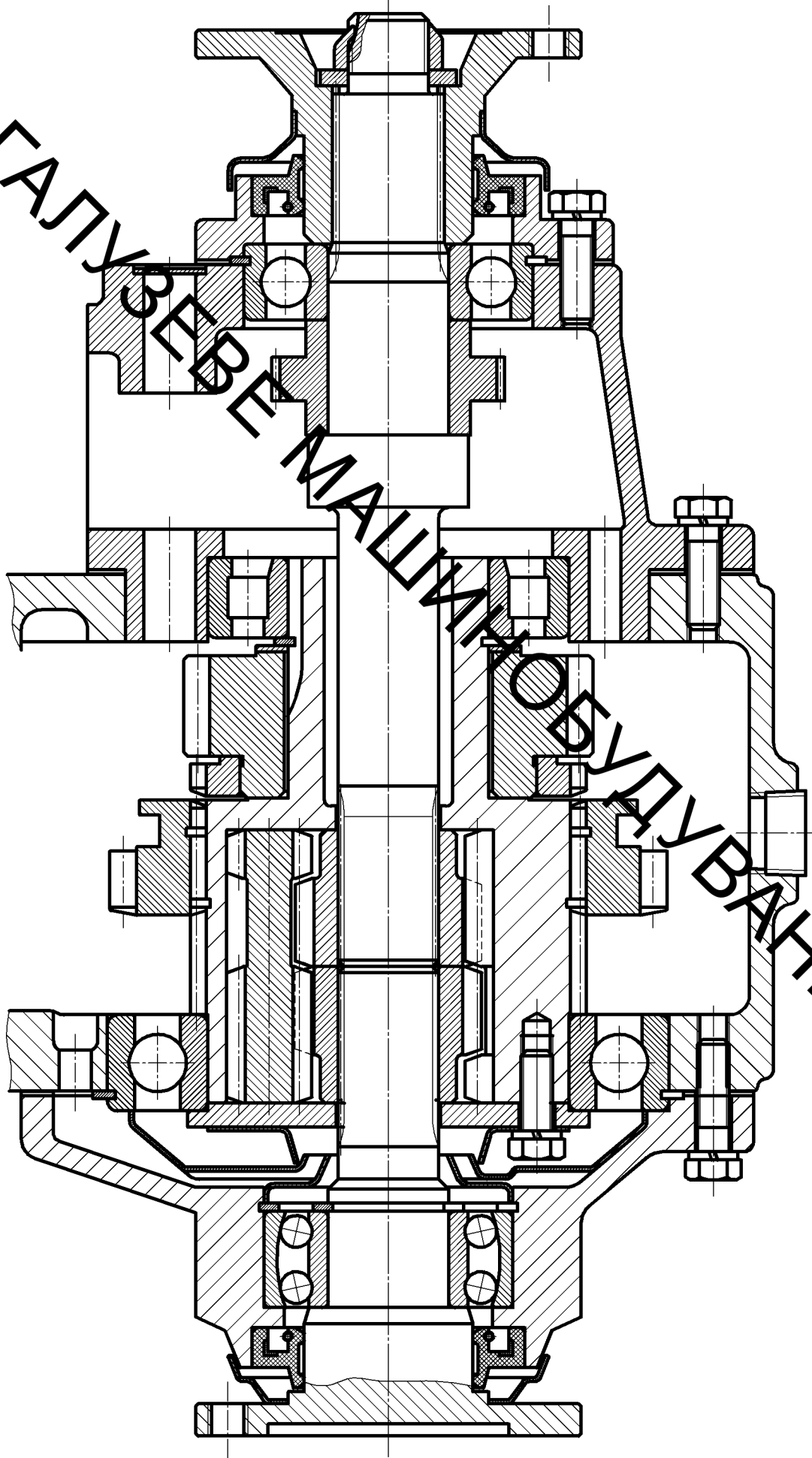
ВНТУ, с.р. ПМ-194

08-27МКР.00100.000 П/В

08-27МКР.00100.000 П/В

ВНТКУ, ГАЛУК

Конструкція роздаточної коробки
повноприводного автомобіля



МАШИННИЙ
БУДУВАЛЬНИЙ

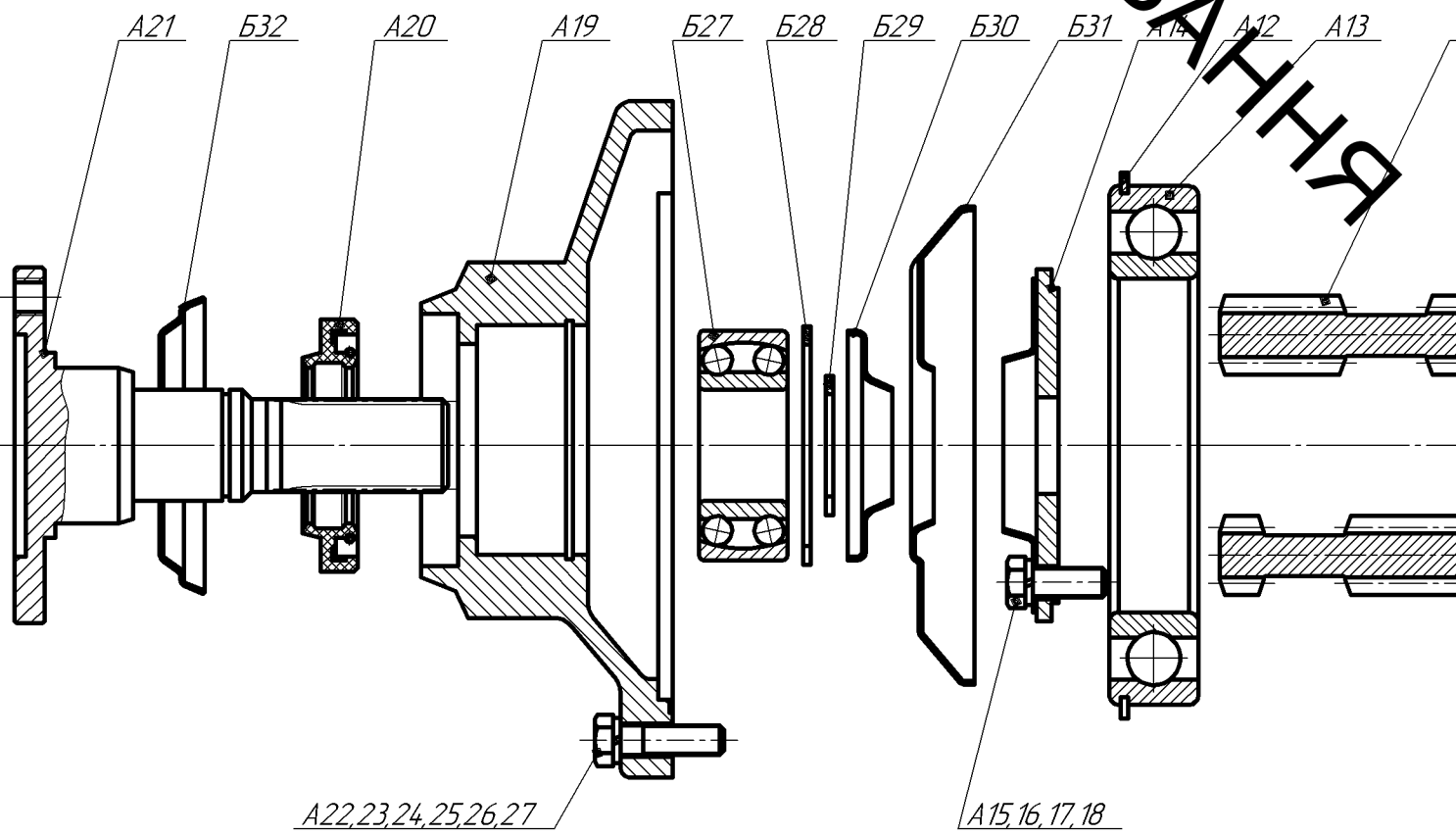
08-27MKP.00100.000

Таблиця складальних

Складальні деталі

| Поверхні | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
|----------|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------|
| A | a | вста-новити | змас-тити | змас-тити | змас-тити | змас-тити | змас-тити | змас-тити | змас-тити | змас-тити | змас-тити | змас-тити | вста-новити | змас-тити | вста-новити в корпус | загвинтити на 2-3 одерта | загвинтити на 2-3 одерта | загвинтити на 2-3 одерта | загвинтити на 2 одерта | |
| | б | | вста-новити | вста-новити | вста-новити | вста-новити | вста-новити | вста-новити | вста-новити | вста-новити | вста-новити | вста-новити | | запресувати | | кінцеве загвинтити | кінцеве загвинтити | кінцеве загвинтити | кінцеве загвинтити | кінцеве загвинтити |
| B | a | змас-тити | змас-тити | вста-новити на корпус | вста-новити на корпус | змас-тити | змас-тити | змас-тити | вста-новити | вста-новити | вста-новити | загвинтити на 2-3 одерта | загвинтити на 2-3 одерта | загвинтити на 2-3 одерта | загвинтити на 2-3 одерта | загвинтити на 2-3 одерта | загвинтити на 2-3 одерта | установити | загвинтити на 2 одерта | |
| | б | вста-новити на корпус | вста-новити на корпус | | | запресувати | запресувати | запресувати | | | | | кінцеве загвинтити | кінцеве загвинтити | кінцеве загвинтити | кінцеве загвинтити | кінцеве загвинтити | | кінцеве загвинтити | |
| B | a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | б | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Лист № 001
Сторінка № 01
Всього ліній № 001
Листів у даному збірці № 001



ВНУТРИШНІЙ
перехід

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
| винт 2-3 та | змас- тити | змас- тити | вста- новити | загвинті- ти на 2-3 оберта | загвинті- ти на 2-3 оберта | загвинті- ти на 2-3 оберта | загвинті- ти на 2-3 оберта | загвинті- ти на 2-3 оберта | загвинті- ти на 2-3 оберта | | | | | |
| еде кінце- вінч | запре- сувати | запре- сувати | | кінце- вінч загвинч | кінце- вінч загвинч | кінце- вінч загвинч | кінце- вінч загвинч | кінце- вінч загвинч | кінце- вінч загвинч | | | | | |
| винт 2-3 та | загвинті- ти на 2-3 оберта | загвинті- ти на 2-3 оберта | загвинті- ти на 2-3 оберта | змас- тити | вста- новити | вста- новити | вста- новити | загвинті- ти на 2-3 оберта | змас- тити | вста- новити | вста- новити | запре- сувати | запре- сувати | запре- сувати |
| еде кінце- вінч | кінце- вінч загвинч | кінце- вінч загвинч | кінце- вінч загвинч | запре- сувати | | | | кінце- вінч загвинч | запре- сувати | | | | | |

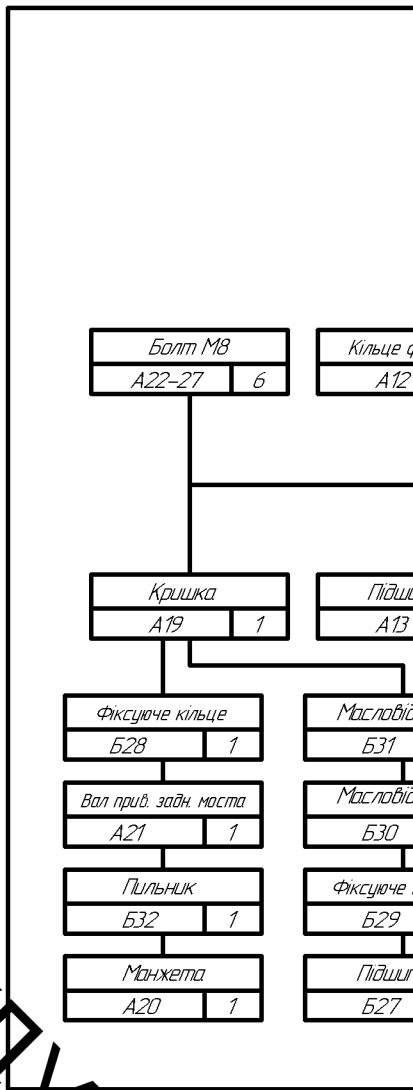
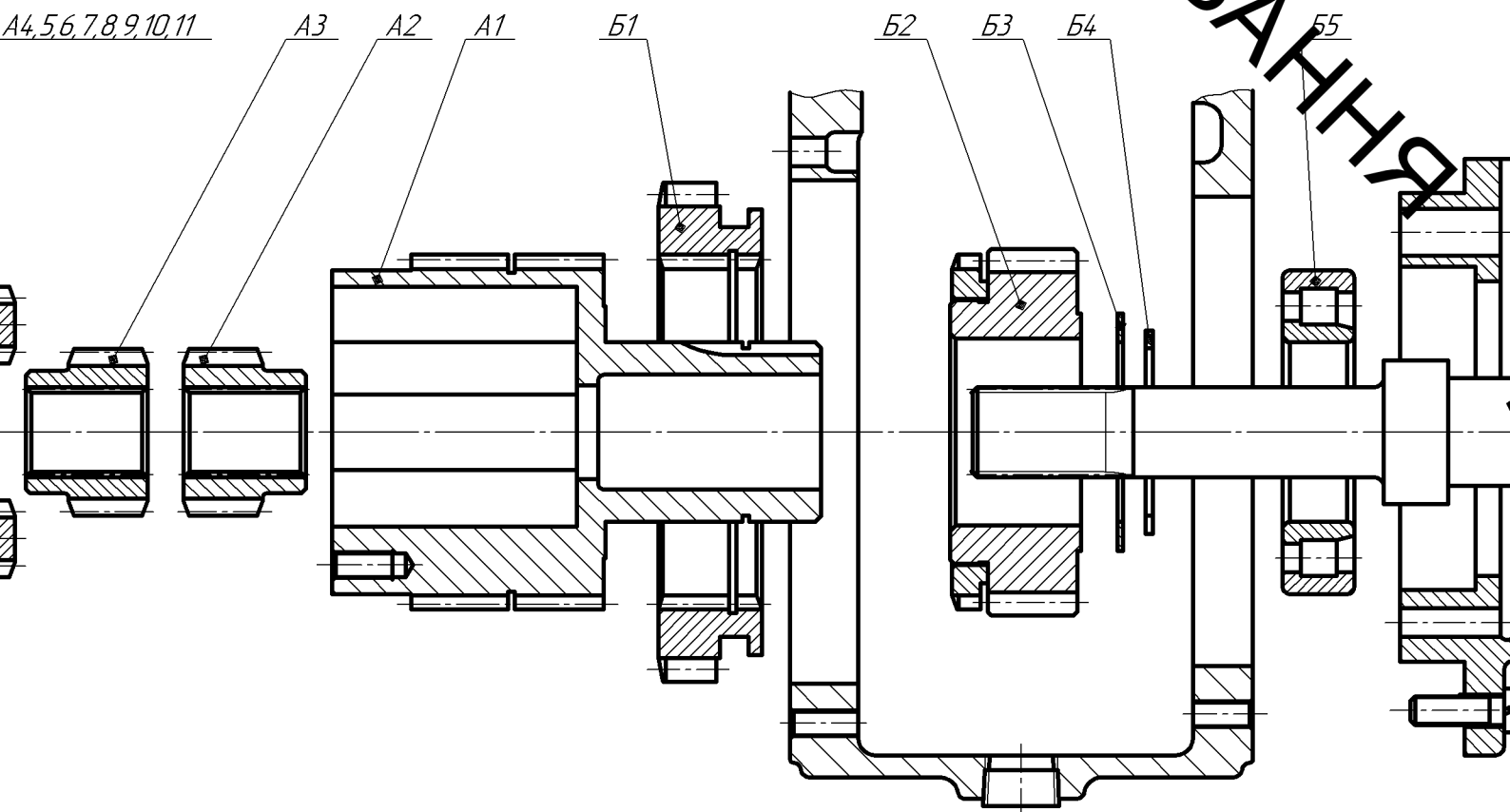
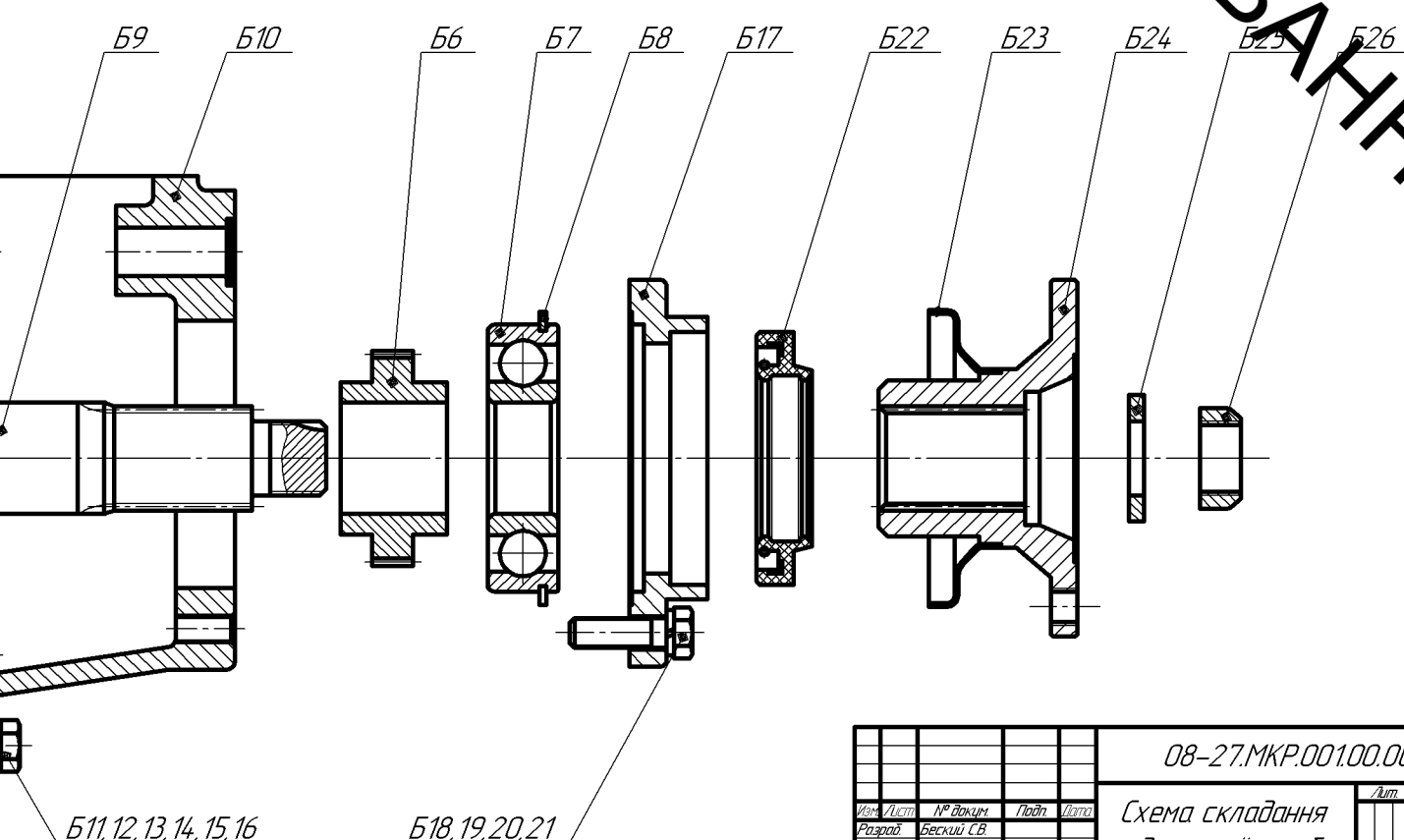
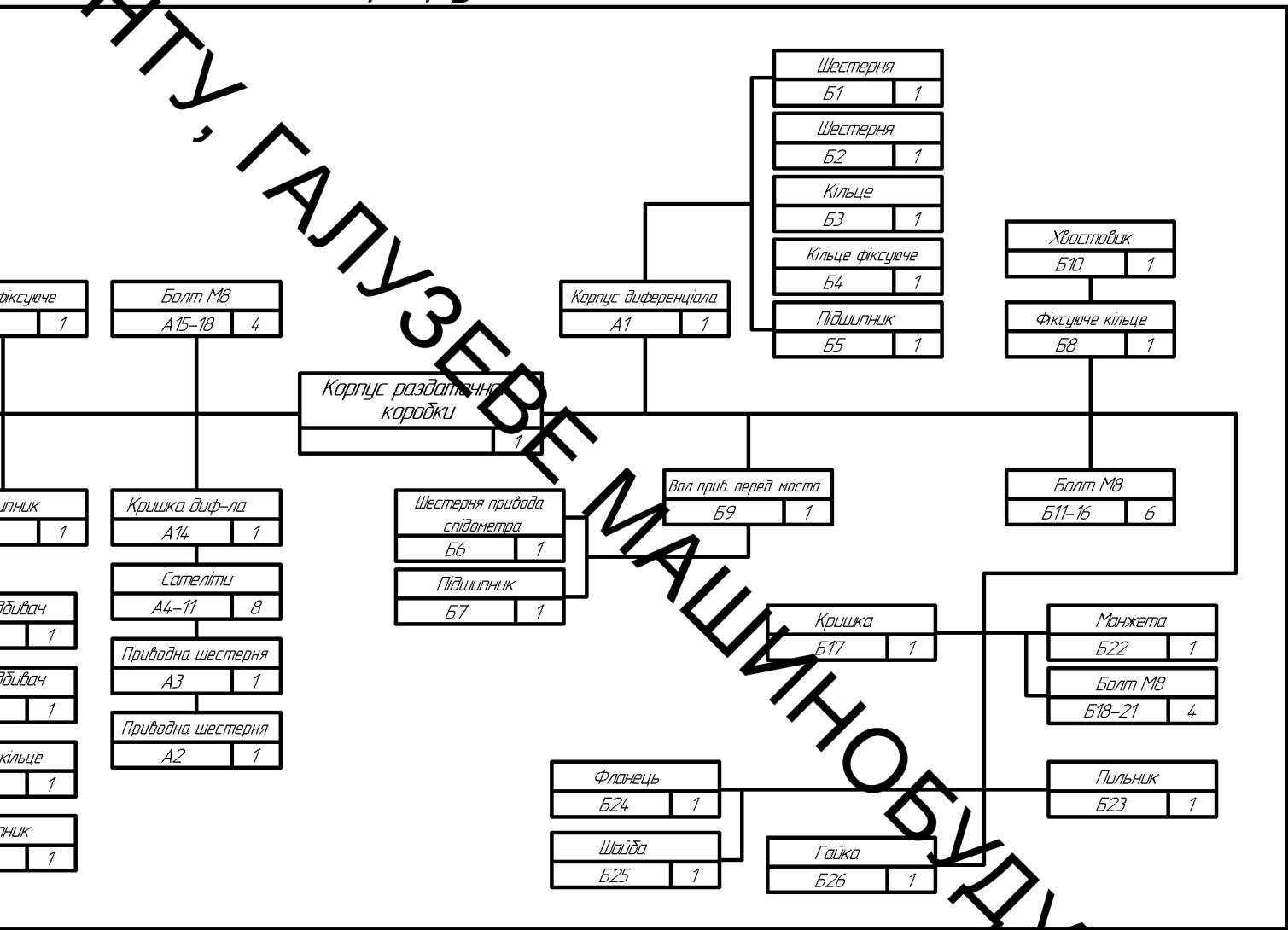


Схема складання



Маршрут складання



| | | | |
|-------------------------------------|------------------|-------|-------------|
| 08-27.МКР.001.00.000 СВ | | | |
| Изм./Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| Разраб. | Бескии СВ | | |
| Проб. | Годич-Лопатий РД | | |
| Т.контр. | | | |
| Схема складання роздаточної коробки | | | Лист 11 |
| | | | Лист 11 |
| ВНТУ | | | Формат А3x3 |

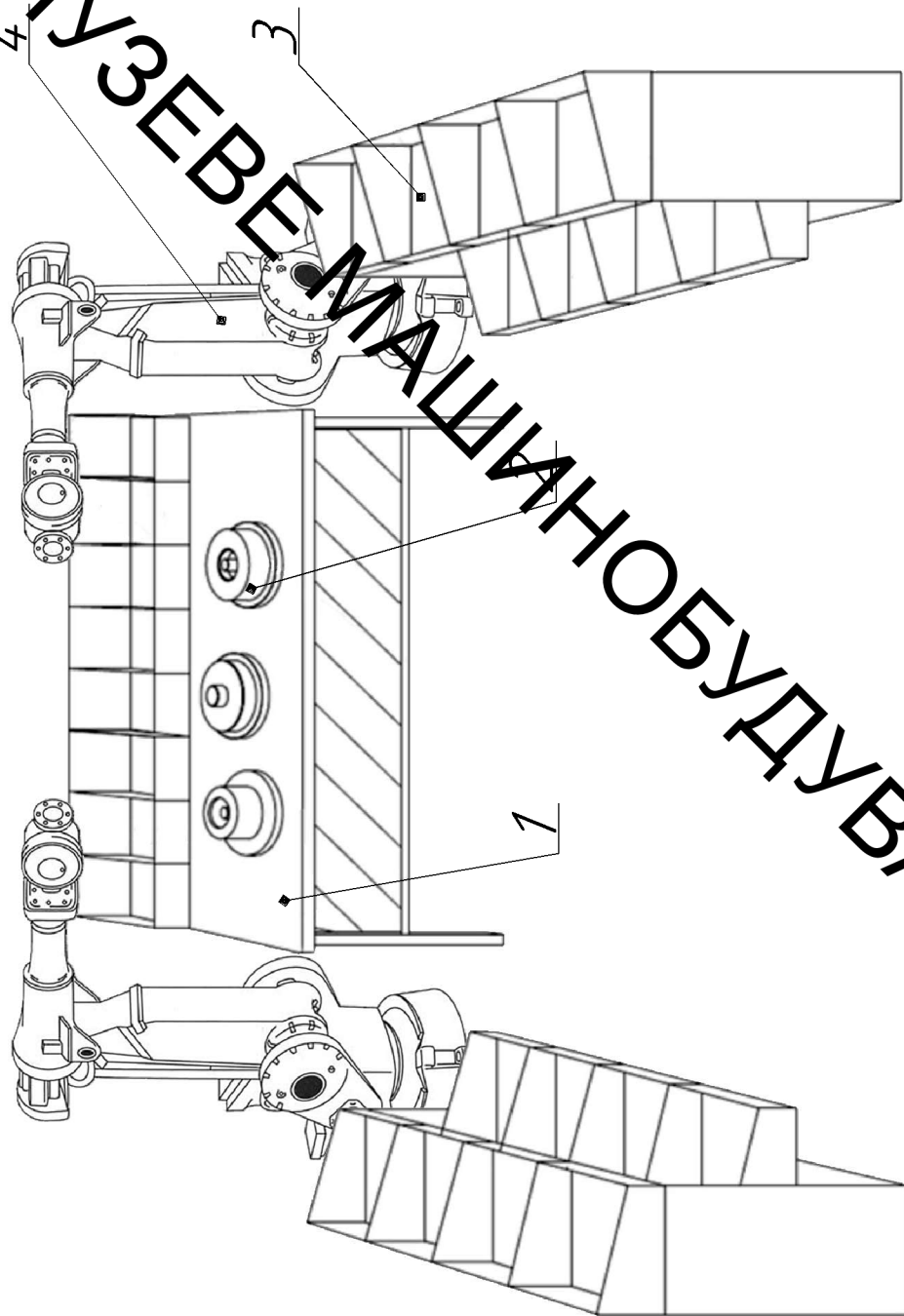
ВНТУ, ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

| | | | | | |
|------------------------|-----------|--|-----------|-------------------|-----------|
| 08-27МР.00100.000 П/14 | | Контрафактна схема розроблено після об'єктивізації складання | | ВНТУ, ар. 17М-19М | |
| № | Відомості | № | Відомості | № | Відомості |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 |
| 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 |
| 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 |
| 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 |
| 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 |
| 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 |
| 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 |
| 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 |
| 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 |
| 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 |
| 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 |
| 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 |
| 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 |
| 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 |
| 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 |
| 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 |
| 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 |
| 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 |
| 48 | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 |
| 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 |
| 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 |
| 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 |
| 53 | 53 | 53 | 53 | 53 | 53 |
| 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 |
| 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 |
| 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 |
| 57 | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 |
| 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 |
| 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 |
| 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 |
| 62 | 62 | 62 | 62 | 62 | 62 |
| 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 |
| 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 |
| 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 |
| 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 |
| 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 |
| 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 |
| 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 |
| 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 |
| 73 | 73 | 73 | 73 | 73 | 73 |
| 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 |
| 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 |
| 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 |
| 77 | 77 | 77 | 77 | 77 | 77 |
| 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 |
| 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 |
| 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 |
| 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 |
| 83 | 83 | 83 | 83 | 83 | 83 |
| 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 |
| 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 |
| 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 |
| 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 |
| 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 |
| 89 | 89 | 89 | 89 | 89 | 89 |
| 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 |
| 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 |
| 93 | 93 | 93 | 93 | 93 | 93 |
| 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 |
| 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 |
| 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 |
| 97 | 97 | 97 | 97 | 97 | 97 |
| 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 |
| 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 |
| 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

08-27МР.00100.000 П/14

ВНТКУ ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАЛСТВО

Комп'ютерна схема робочого місця
автоматизованого складання



1 – стіл; 2 – спеціалізоване пристосування;
3 – слотраж; 4 – робот маніпулятор

ВІДКРИТА КВАЛІФІКАЦІЯ
 Таблиця 1 – Технічні характеристики машини
 робота-маніпулятора

| | |
|---------------------------|---------------------------|
| Бренд | EVS |
| Модель | QJR10-1 |
| Кількість осей | 6 |
| Корисне навантаження | 10 кг |
| Точність позиціонування | ±0,05 мм |
| Максимальний розмах | 1671 мм |
| | ±172° |
| | + 166° - 107° |
| | + 83° - 92° |
| Діапазон руху | ±170° |
| | ±125° |
| | ±360° |
| | 172°/с |
| | 172°/с |
| | 183°/с |
| Максимальна швидкість | 430°/с |
| | 430°/с |
| | 430°/с |
| | 584°/с |
| | 24,6 Н·м |
| Допустимий крутний момент | 24,6 Н·м |
| | 9,8 Н·м |
| | 0,63 кг·м ² |
| Момент інерції | 0,63 кг·м ² |
| | 0,1 кг·м ² |
| Маса робота | 250 кг |
| Потужність | 3,3 кВт |
| Розмір шафи керування | 580x600x960мм |
| Вага шафи керування | 130 кг |
| Джерело живлення | Трифазний чотирибожильний |
| Тип встановлення | Підлога, стеля |



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд машини робота-маніпулятора EVS QJR10-1
 Рисунок 2 – Зовнішній вигляд шафи керування

ВНТУ, ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

| | | | | | |
|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|
| № | Відомості | № | Відомості | № | Відомості |
| 1 | Відомості | 2 | Відомості | 3 | Відомості |
| 4 | Відомості | 5 | Відомості | 6 | Відомості |
| 7 | Відомості | 8 | Відомості | 9 | Відомості |
| 10 | Відомості | 11 | Відомості | 12 | Відомості |
| 13 | Відомості | 14 | Відомості | 15 | Відомості |
| 16 | Відомості | 17 | Відомості | 18 | Відомості |
| 19 | Відомості | 20 | Відомості | 21 | Відомості |
| 22 | Відомості | 23 | Відомості | 24 | Відомості |
| 25 | Відомості | 26 | Відомості | 27 | Відомості |
| 28 | Відомості | 29 | Відомості | 30 | Відомості |
| 31 | Відомості | 32 | Відомості | 33 | Відомості |
| 34 | Відомості | 35 | Відомості | 36 | Відомості |
| 37 | Відомості | 38 | Відомості | 39 | Відомості |
| 40 | Відомості | 41 | Відомості | 42 | Відомості |
| 43 | Відомості | 44 | Відомості | 45 | Відомості |
| 46 | Відомості | 47 | Відомості | 48 | Відомості |
| 49 | Відомості | 50 | Відомості | 51 | Відомості |
| 52 | Відомості | 53 | Відомості | 54 | Відомості |
| 55 | Відомості | 56 | Відомості | 57 | Відомості |
| 58 | Відомості | 59 | Відомості | 60 | Відомості |
| 61 | Відомості | 62 | Відомості | 63 | Відомості |
| 64 | Відомості | 65 | Відомості | 66 | Відомості |
| 67 | Відомості | 68 | Відомості | 69 | Відомості |
| 70 | Відомості | 71 | Відомості | 72 | Відомості |
| 73 | Відомості | 74 | Відомості | 75 | Відомості |
| 76 | Відомості | 77 | Відомості | 78 | Відомості |
| 79 | Відомості | 80 | Відомості | 81 | Відомості |
| 82 | Відомості | 83 | Відомості | 84 | Відомості |
| 85 | Відомості | 86 | Відомості | 87 | Відомості |
| 88 | Відомості | 89 | Відомості | 90 | Відомості |
| 91 | Відомості | 92 | Відомості | 93 | Відомості |
| 94 | Відомості | 95 | Відомості | 96 | Відомості |
| 97 | Відомості | 98 | Відомості | 99 | Відомості |
| 100 | Відомості | 101 | Відомості | 102 | Відомості |

08-27МР.00100.000 П/16
Конструкція
Робота-мануальна
ВНТУ, с.р. ПМ-194

08-27МР.00100.000 П/16

ВНТКУ, ЗАЛУЖЕВІ МАШИНОБУДІВАННЯ

Рисунок 2 - Приєднувальні розміри для монтажу

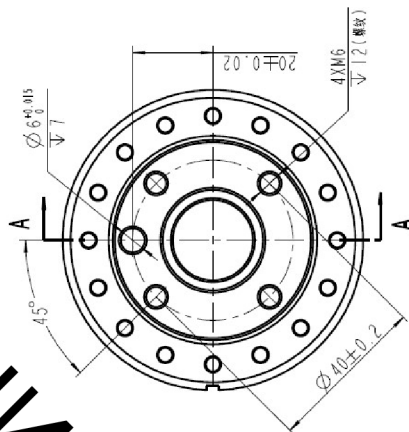
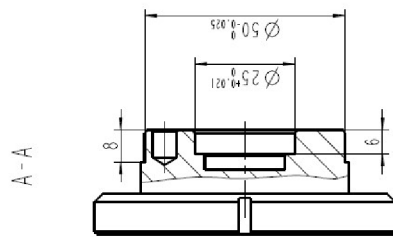
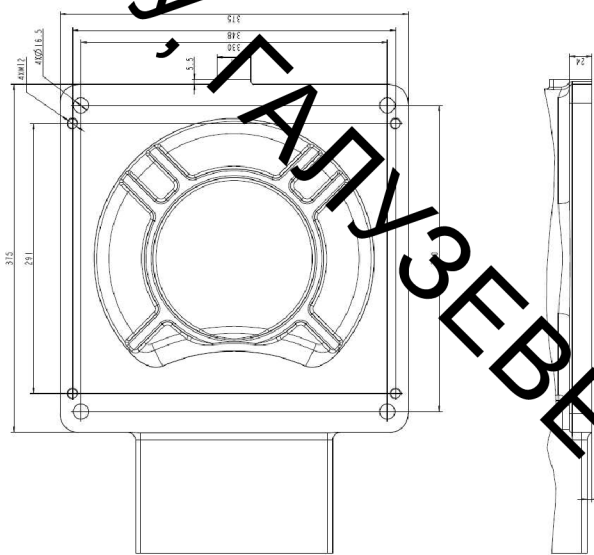


Рисунок 3 - Приєднувальні розміри руки

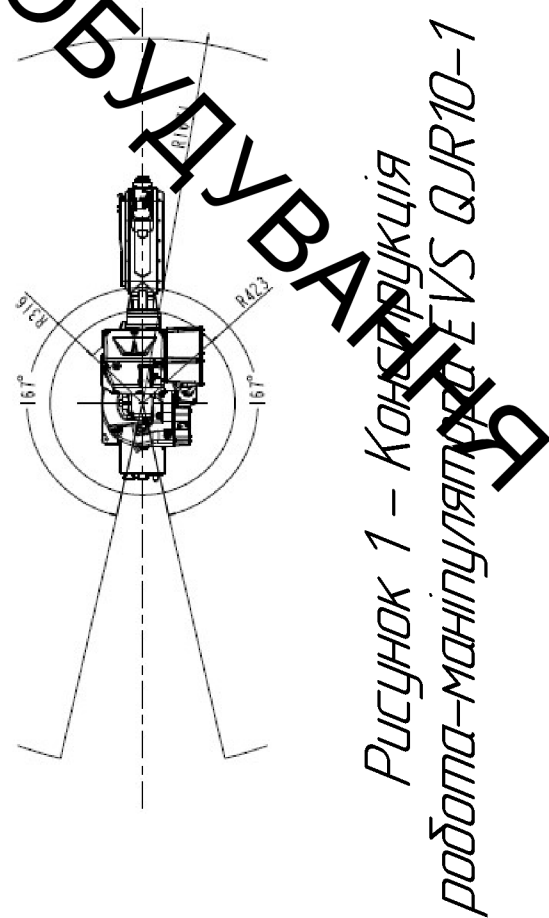
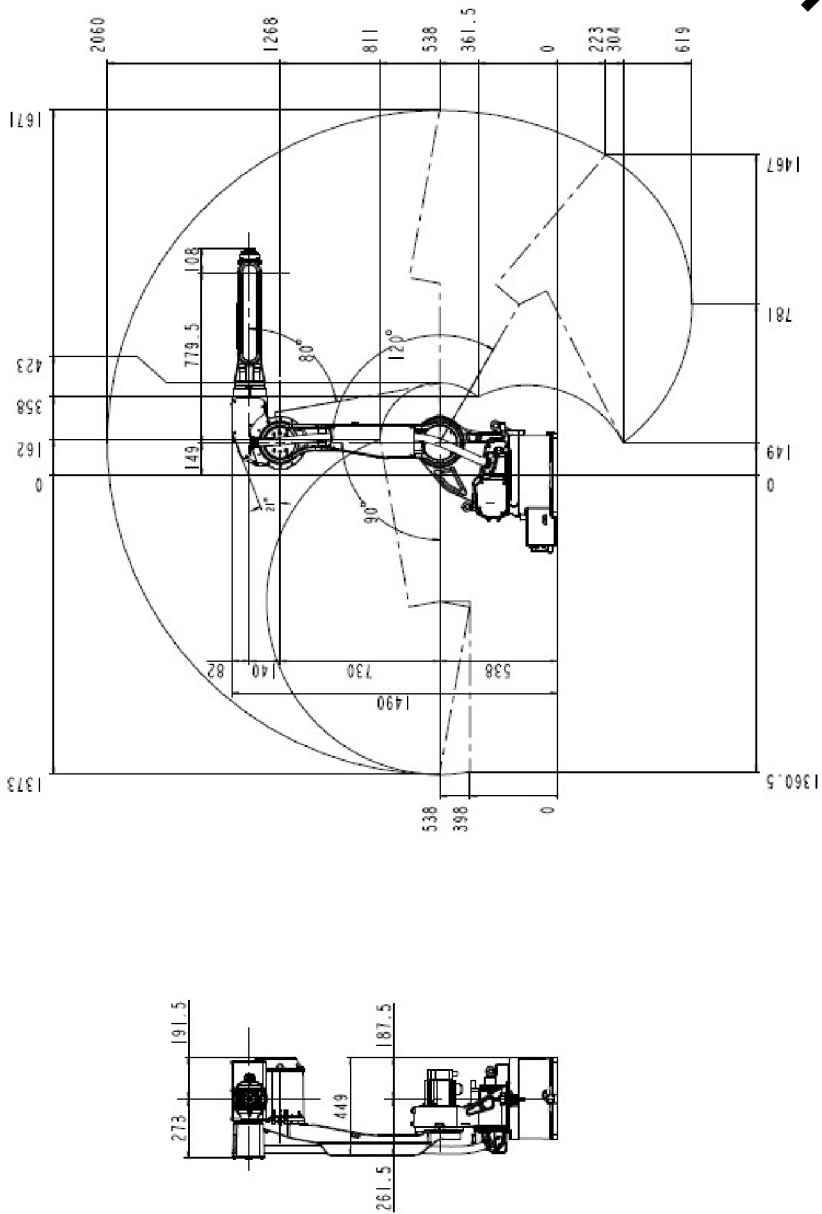


Рисунок 1 - Конструкція роботи-маніпулятора EVS QJR10-1

ВНТУ, ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

| | | | | | |
|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|
| № | Відомості | № | Відомості | № | Відомості |
| 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 |
| 7 | 7 | 8 | 8 | 9 | 9 |
| 10 | 10 | 11 | 11 | 12 | 12 |
| 13 | 13 | 14 | 14 | 15 | 15 |
| 16 | 16 | 17 | 17 | 18 | 18 |
| 19 | 19 | 20 | 20 | 21 | 21 |
| 22 | 22 | 23 | 23 | 24 | 24 |
| 25 | 25 | 26 | 26 | 27 | 27 |
| 28 | 28 | 29 | 29 | 30 | 30 |
| 31 | 31 | 32 | 32 | 33 | 33 |
| 34 | 34 | 35 | 35 | 36 | 36 |
| 37 | 37 | 38 | 38 | 39 | 39 |
| 40 | 40 | 41 | 41 | 42 | 42 |
| 43 | 43 | 44 | 44 | 45 | 45 |
| 46 | 46 | 47 | 47 | 48 | 48 |
| 49 | 49 | 50 | 50 | 51 | 51 |
| 52 | 52 | 53 | 53 | 54 | 54 |
| 55 | 55 | 56 | 56 | 57 | 57 |
| 58 | 58 | 59 | 59 | 60 | 60 |
| 61 | 61 | 62 | 62 | 63 | 63 |
| 64 | 64 | 65 | 65 | 66 | 66 |
| 67 | 67 | 68 | 68 | 69 | 69 |
| 70 | 70 | 71 | 71 | 72 | 72 |
| 73 | 73 | 74 | 74 | 75 | 75 |
| 76 | 76 | 77 | 77 | 78 | 78 |
| 79 | 79 | 80 | 80 | 81 | 81 |
| 82 | 82 | 83 | 83 | 84 | 84 |
| 85 | 85 | 86 | 86 | 87 | 87 |
| 88 | 88 | 89 | 89 | 90 | 90 |
| 91 | 91 | 92 | 92 | 93 | 93 |
| 94 | 94 | 95 | 95 | 96 | 96 |
| 97 | 97 | 98 | 98 | 99 | 99 |
| 100 | 100 | 101 | 101 | 102 | 102 |

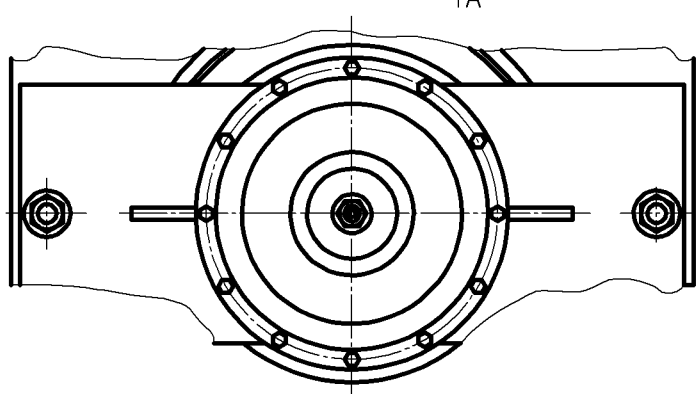
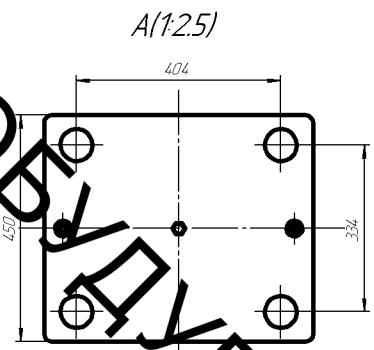
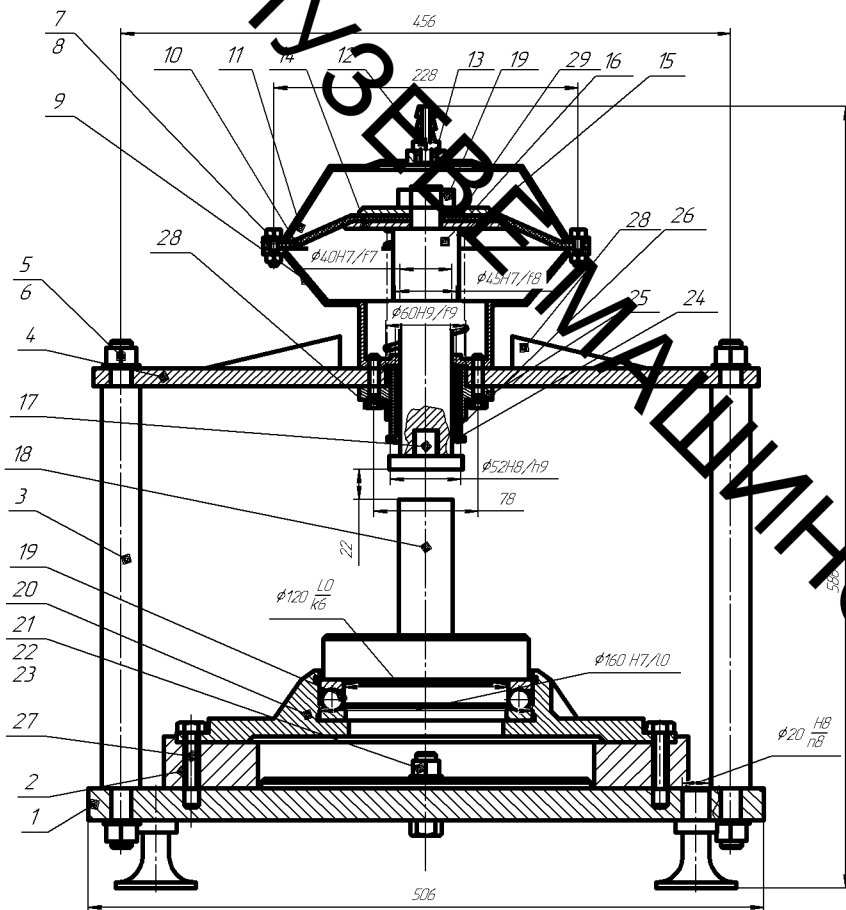
08-27МР.00100.000 П17

Конструкція
Пневматичного преса

ВНТУ, с.р. ПТ-194

08-27МР.00100.000 П17

ВНТУ, ГАЛУЗ 303 МАШИНОБУДІВАННЯ



РАЦІОНАЛЬНА ПОСЛІДОВНІСТЬ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СКЛАДАННЯ

$$T_{шт.р} = (T_o + T_{доп}) \left(1 + \frac{\alpha + \beta}{100} \right) + \frac{T_{н.з}}{n}; \quad T_{шт.н} = T_o + T_{доп} + \frac{T_{н.з}}{n}; \quad T_{шт.а} = T_o + T_{доп} + \frac{T_{н.з}}{n},$$

Трудомісткість при різних рівнях автоматизації виробництва

$$K_{у.н} = \frac{n_y}{N} \leq K_{у.б}; \quad K_{н.н} = \frac{n_n}{N} \leq K_{н.б}; \quad K_{с.н} = \frac{n_c}{N} \leq K_{с.б},$$

$$\left(\sum_{i=1}^m T_{шт.і} - \sum_{i=1}^k T_{шт.і} \right) n \leq T_o \cdot 8 \cdot 60 \cdot n_{зм},$$

*Умова, що має виконуватися для кожного
технологічного процесу*

*Порівняння коефіцієнтів уніфікації нормалізації
та стандартизації*

$$n_{о.м} = n_{о.м1} \frac{n \cdot n_{р.д.м}}{T_{\delta}},$$

$$C = \sum_{i=1}^m [T_{шт.і} (3_{о.і} + B_{м.і}) + \sum_{i=1}^m \frac{T_{шт.і} \cdot 3_{н.і}}{n}] + [100(k_a + k_e) B_o] / n,$$

*Визначення числа технологічних
складальних операцій*

*Визначення собівартості для кожного допустимого варіанту
технологічного процесу*

$$k_{з.о} = \frac{n_{о.м}}{n_{м.р}} = n_{о.м1} \frac{n \cdot n_{р.д.м}}{T_{\delta} n_{м.р}}.$$

Визначення коефіцієнту закріплення операцій

$$B_o \leq B_{о.д}$$

*Умова відношення вартості обладнання
до допустимої вартості*