

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1 Аналіз технічного завдання	7
1.2 Літературний огляд по темі роботи	9
1.3 Висновки до частини 1	29
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА	30
2.1 Опис конструкції і принципу роботи спроектованого пристрою	30
2.2 Конструкція вузлів та механізмів пристрою	31
2.3 Розрахунки основних вузлів та механізмів	34
2.3.1 Розрахунок пристрою для подачі деталей на вимірювальну позицію	34
2.3.2 Бункер для автоматичної подачі деталей	40
2.3.3 Перевірка черв'яка на жорсткість	51
2.4 Розрахунок похибки приладу	52
2.5 Висновки до частини 2	55
3 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	56
3.1 Основи наукових досліджень та математичне моделювання	56
3.2 МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА	61
3.2.1 Аналіз об'єкту вимірювання і технічних вимог до метрологічних параметрів системи	61
3.2.2 Опис принципової схеми приладу	62
3.2.3 Розрахунок параметрів схеми	65
3.2.4 Аналіз і оцінка похибки схеми	70
3.2.5 Висновки до частини 3	73

4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	74
4.1.1 Розробка огорожень та блокуючих пристроїв небезпечних зон обладнання	74
4.1.2 Перша допомога людині, яка уражена електричним струмом	76
4.1.3 Заходи по евакуації людей із виробничих приміщень при появі в них пожежі	78
4.1.4 Трудові норми Міжнародної організації праці	80
4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	83
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	89
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	90
ДОДАТКИ	92

ВСТУП

Розвиток сучасних технолог обумовлює суттєве розширення набору вимірюваних величин, діапазону їх значень та різноманіття методів та засобів вимірювання. Якість вимірювань в техніці забезпечується автоматизацією керування різними процесами - технологічними, дослідницькими, випробувальними. Відповідно, основний напрям вдосконалення вимірювань обумовлений розвитком та все ширшим використанням вичислювальної техніки. У зв'язку з цим зростає потреба в дослідженні вимірювань та алгоритмів вимірювальних операцій. Зростає значення розробки нових методик вимірювань та оцінки впливу елементів вимірювання на якість вимірювальних операцій.

Мета роботи – на основі аналізу літературних та інших джерел ознайомитись з існуючими методами та способами вимірювання конусності деталей і розробити конструкцію автоматичного пристрою для вимірювання конусності деталей в умовах масового виробництва.

В роботі описана конструкція і виконані розрахунки основних вузлів та механізмів спроектованого пристрою, досліджені характеристики індуктивного давача лінійних переміщень, який застосований в розробленому пристрою і служить для вимірювання конусності стандартних конічних штифтів.

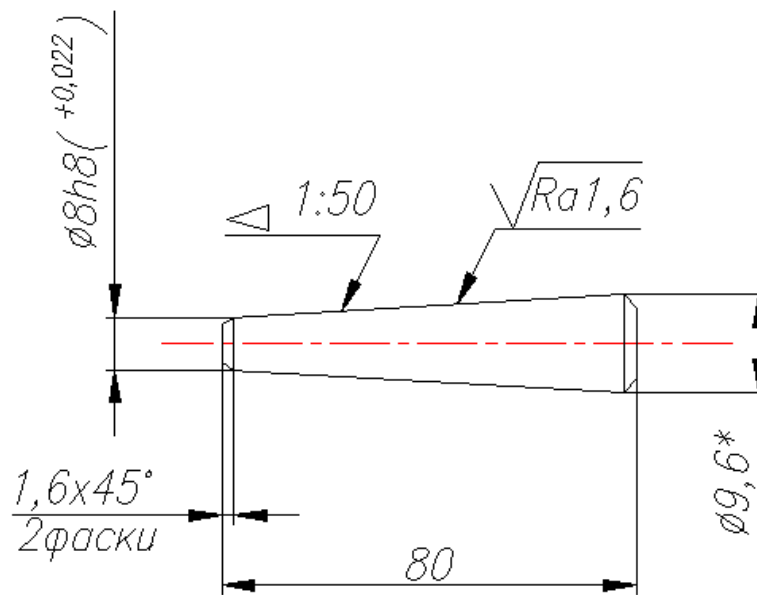
Робота має реальний характер і може зацікавити працівників спеціалізованих машинобудівних підприємств.

По результатах виконаної комплексної роботи авторами зроблена доповідь на XI Міжнародній науково-практичній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» авторів І.В. Луців, д.т.н., професор, Т.С. Дубиняк, к.т.н., доцент, Ю.І Наконечний, В.А. Соколовський, М.А. Соколовський на тему «Дослідження зубчастої запобіжної муфти з можливістю самовідключення» та XII науково-технічній конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» авторів М. Яворська, к.т.н., доц.; Ю. Наконечний; В. Соколовський; М. Соколовський на тему « Дослідження передавальної функції вимірювального засобу ».

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз технічного завдання

Згідно із технічним завданням в магістерській роботі потрібно спроектувати пристрій для вимірювання конуса стандартних конусних штифтів «Штифт 2.8x80 ИСО 2338-86» із конусністю 1:50 (рис.1.1)



1. HRB 78.
2. h14, $\pm IT14/2$, $\pm AT10/2$.
3. *Розміри для довідок.

Рисунок 1.1 – Штифт конічний

Стандартні конічні штифти виготовляються по ИСО 2338-86 (ГОСТ 3129-70). Граничні відхилення конусності для штифтів класу точності В (для якого проектується пристрій) рівні $\pm \frac{AT10}{2}$ (10 степінь точності).

Матеріал штифтів – Сталь45 ГОСТ 1050-88, але можуть використовуватись і інші більш якісні сталі.

Штифти можуть бути не гартованими (твердість не менше 78 HRB по шкалі Брінеля), або гартованими (твердість 58...62 HRC по шкалі Роквела).

Шорсткість робочих конічних поверхонь для штифтів класу точності В – не більше 1,6 мкм.

Пристрій планується використовувати у масовому виробництві, тому він повинен працювати в автоматичному режимі.

Усі стандартні конусні штифти мають конусність 1:50. Конусністю називається відношення різниці двох діаметрів в площинах, перпендикулярних до осі конуса, до відстані між цими діаметрами (рис.1.2)

$$K = \frac{D - d}{L} 2 \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

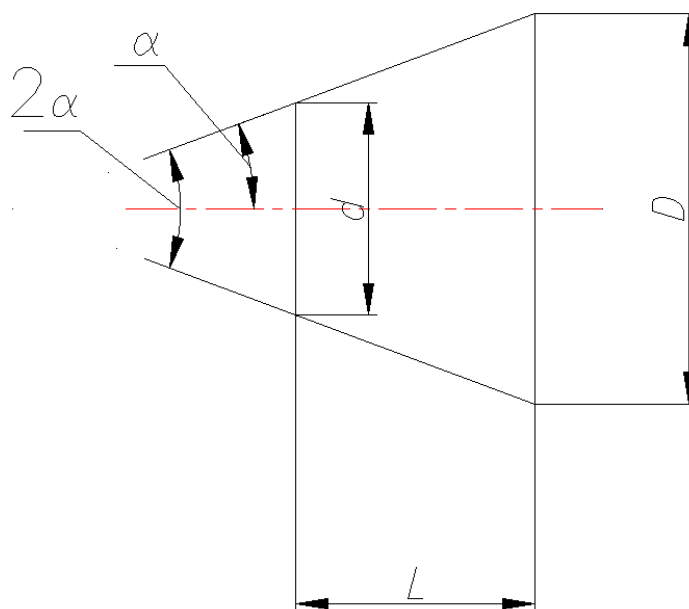


Рисунок 1.2 – Конусність К

Для стандартної конусності $K=1:50$, яка застосовується при виготовленні конічних штифтів, кут $\alpha = 0^{\circ}34'23''$. Допуск в кутових одиницях для 10 – ї степені точності $AT10=3'$.

1.2 Літературний огляд по темі роботи

Вимірювання кутів виконують такими способами:

- Прямі, здійснюються в кутових одиницях.
- Непрямі засобами лінійних вимірювань, які вимагають подальшого розрахунку значень кутів, що шукаються з використанням тригонометричних функцій.

Іноді в літературних джерелах прямі виміри називають «вимірюванням гоніометричним методом». Непрямі виміри називають «вимірювання тригонометричним методом». З грецької термін «гоніометричний» переводиться як «кутомірний». Таку назву має прилад для вимірювання кутів (гоніометр).

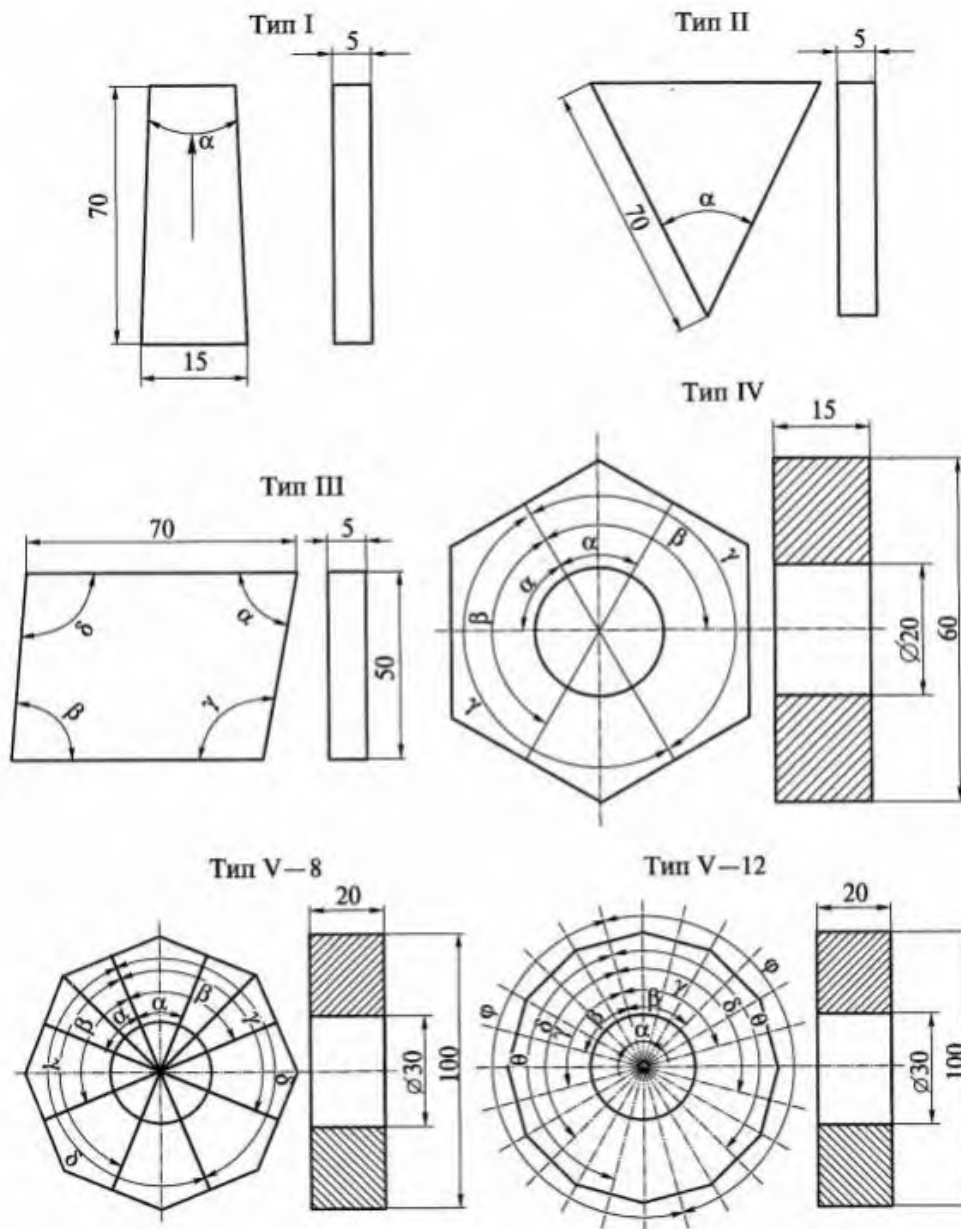


Рисунок 1.3 – Кутові міри

До найпростіших засобів, з допомогою яких здійснюють вимірювання кутів, відносять кінцеві міри кутові. Кутові міри, або «жорсткі кутові міри» можуть бути однозначними (вимірюють один кут), або багатозначними. Такі міри включають косинці (кут 90°), кутові призматичні з одним або більше робочими кутами, та конічні калібри. Кінцеві міри довжини та кутові можуть використовуватись для вимірювального контролю та налаштування приладів шляхом вимірювання

способом порівняння з мірою (рис.1.3). Кутові міри, які призначені для повірки кутомірних приладів, називаються зразковими.

До найпростіших засобів вимірювання відносяться також кутники повірочні (рис. 1.4).

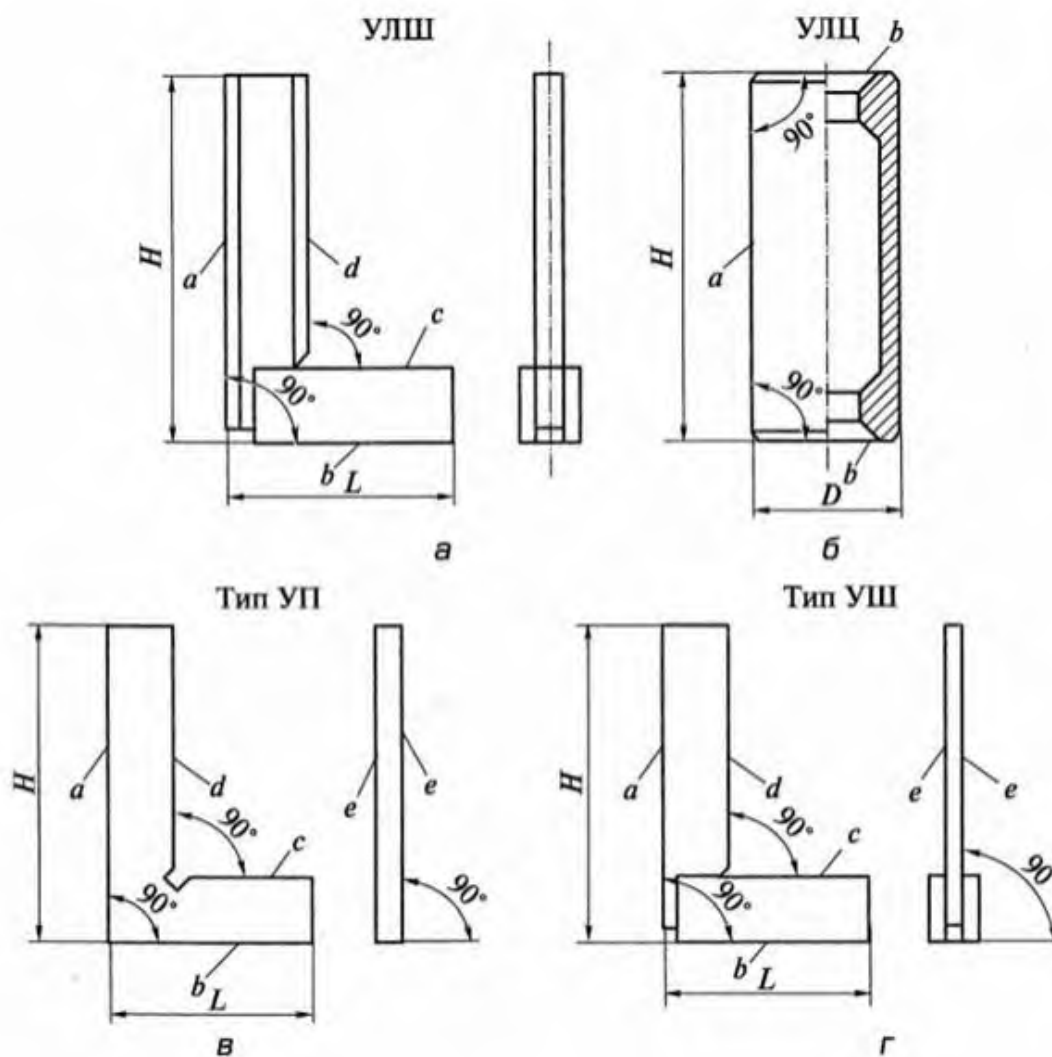


Рисунок 1.4– Кутники повірочні

Контроль кутниками здійснюють шляхом візуального оцінювання зазору між сторонами кутника та контрольованою деталлю. При контролі деталей з великими розмірами цей зазор порівнюють з еталонним зазором, утвореним щупами. При

цьому використовують наступну залежність: кут в $1''$ дає зазор (щілину) величиною 1 мкм на довжині 200 мм.

Використання такого методу дає похибку, яка залежить від точності кутника, розмірів сторін кута, який вимірюється, тощо.

Якщо потрібно контролювати кути з допусками в декілька кутових мінут, то застосування описаного вище способу не забезпечує необхідної точності і багато в чому залежить від досвіду робітника, який проводить вимірювання. В таких випадках доцільніше застосовувати непрямий метод із застосуванням кутника та мірних роликів з різницею діаметрів d_1 та d_2 , рівною сотим долям міліметра (рис.1.5)

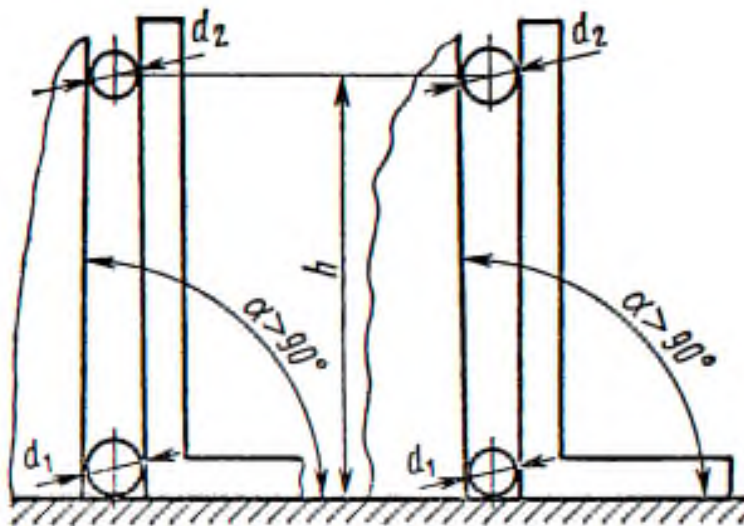


Рисунок 1.5– Кутники повірочні та мірні ролики

Штрихові кутові міри (транспортири) мають всі метрологічні характеристики (ціна поділки, верхня і нижня межі, діапазон).

Друга група засобів вимірювання – гоніометричні прилади, за допомогою яких кут, що вимірюється, порівнюється із значеннями кутомірної шкали, кругової або секторної. До таких приладів відносяться транспортні кутоміри з ноніусом (рис.1.6), оптичні кутоміри, гоніометри, ділильні головки. Оптичні та механічні

ділильні головки застосовують для кутових вимірювань та для робіт по розмітці та діленні при обробці деталей.

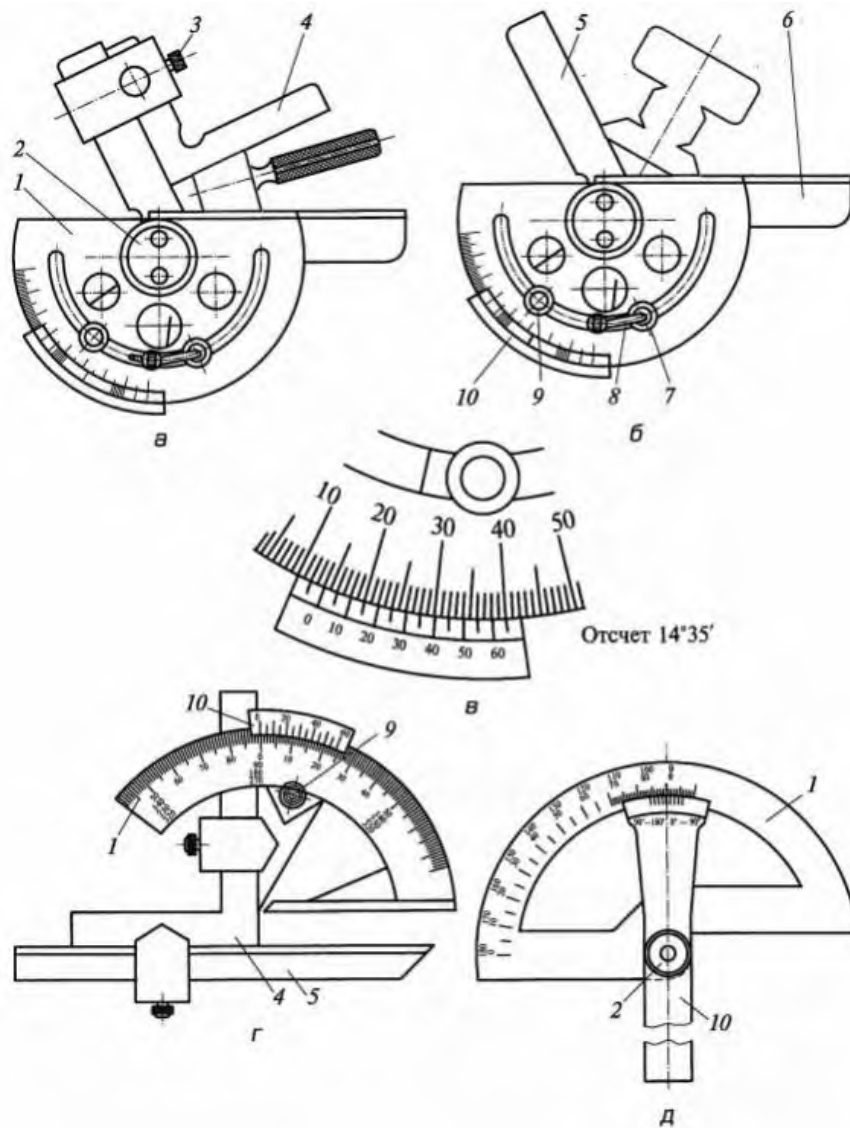


Рисунок 1.6 – Кутоміри з ноніусом

Для непрямих вимірів кутів (часто у процесі механічної обробки) застосовують синусні лінійки (рис.1.7).

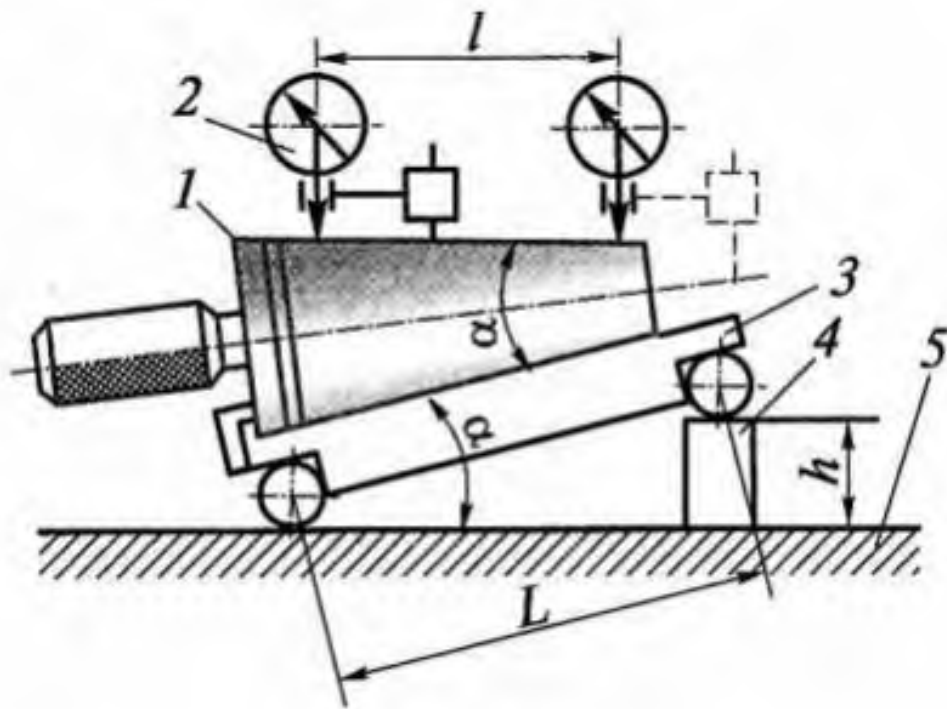


Рисунок 1.7 – Синусна лінійка

Синусна лінійка являє собою встановлений на двох роликів опорах стіл. Бічні і передня планки є упорами для деталей, які розміщені на поверхні столу.

Вимірювання кутів конусів на синусній лінійці наступний. Стіл 3, на якому закріплений конус 1, що вимірюється, встановлюють на необхідний номінальний кут α до площини перевірконої плити 5 за допомогою блока кінцевих мір довжини 4. Розмір блока кінцевих заходів визначають за формулою

$$h = L \sin \alpha,$$

де h - розмір блока кінцевих мір, мм; L - відстань між осями роликів лінійки, мм; α – кут повороту лінійки.

Індикатором 2, встановленим на штативі, визначають різницю положень h поверхні конуса на довжині 1.

Похибка вимірювання з допомогою синусної лінійки залежить від розміру l та величини вимірюваних кутів і в середньому може складати $3'52''$.

Ще один непрямий спосіб вимірювання внутрішніх конусів показаний на рис.1.8.

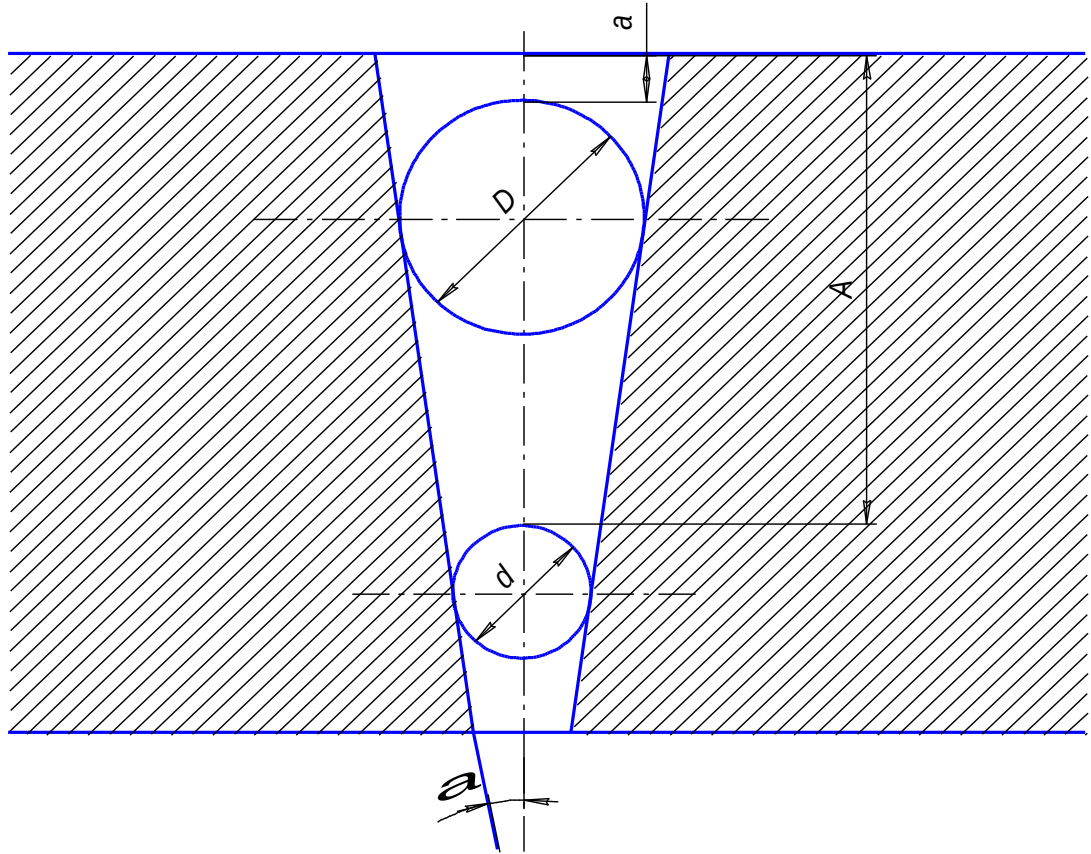


Рисунок 1.8 – Схема вимірювання конуса (внутрішнього)

По цій схемі можна виміряти половину кута конуса α по формулі

$$\sin \alpha = \frac{\frac{D}{2} - \frac{d}{2}}{A - a - \left(\frac{D}{2} - \frac{d}{2} \right)},$$

де α - половина кута при вершині конуса;

D і d - діаметри більшої та меншої кульки;

A і a - лінійні розміри, що вимірюються.

Мірні ролики або мірні кульки використовуються також при контролі зовнішніх конусів (рис.1.9).

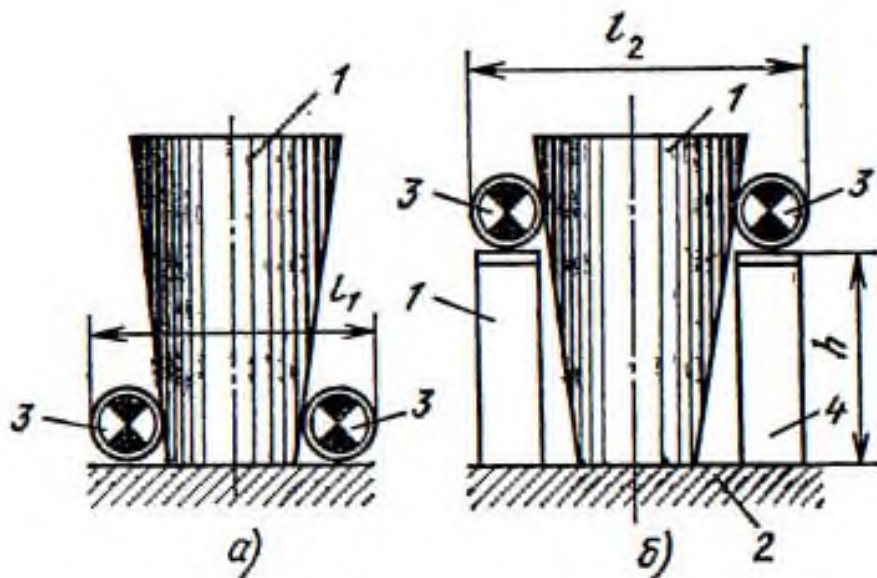


Рисунок 1.9 – Схема вимірювання конуса (зовнішнього)

По такій схемі спочатку визначається розмір l_1 по роликах 3 (рис.1.9, а). Потім під ці ролики підставляють кінцеві міри 1 висотою h і визначають розмір l_2 (рис.1.9, б). Конусність у цьому випадку можна визначити по формулі

$$2 \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{l_2 - l_1}{h}.$$

Для контролю розмірів конусів (як зовнішніх так і внутрішніх) застосовують конічні калібри (рис.1.10).

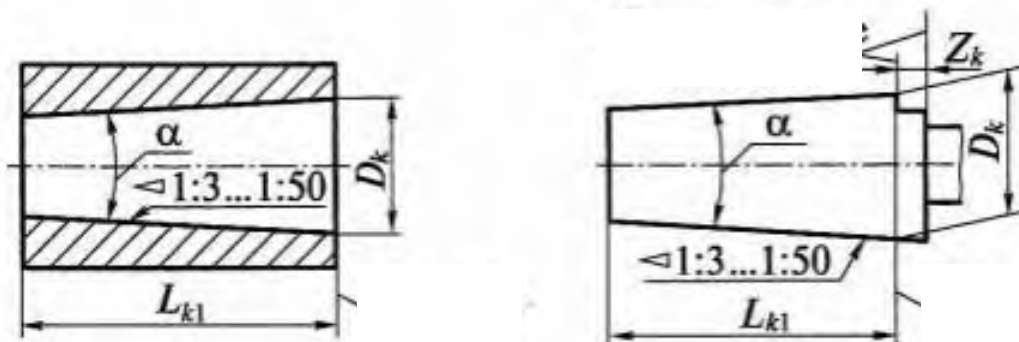


Рисунок 1.10 – Конусні калібри

Калібри застосовуються для контролю розмірів отворів та зовнішніх поверхонь деталей. Часто в процесі виробництва не обов'язково знати дійсний розмір деталі. Іноді досить знати, що реальний розмір деталі не перевищує межі встановленого допуску (іншими словами дійсні розміри деталі не виходять за межі найбільшого та найменшого граничних розмірів). Відповідно застосовують граничні калібри, які мають дві вимірювальні поверхні, або прохідну та непрохідну частини.

Розрізняють калібри-пробки та калібри-втулки. Залежно від типу виробництва і розмірів контрольованих деталей, калібри мають різноманітні конструктивні форми.

Прохідна сторона калібра (ПР) має розмір, що дорівнює найменшому розміру отвору або валу і, навпаки, розмір непрохідної сторона (НЕ) – рівний найбільшому розміру валу та, відповідно, отвору.

Як правило, контроль виробів калібрами є комплексним. Перевіряється кут конуса, а також його діаметри у розрахунковому перерізі (визначається розміщенням калібру відносно виробу вздовж його осі). З цією метою на поверхні калібру виконані дві обмежувальні лінії (відповідно зріз, а також уступ на калібри-втулці).

Якість конусної поверхні деталі можна перевіряти по тому, як прилягають поверхні калібру і деталі, що перевіряється. Для цього на конічну поверхню калібру наносять шар фарби. Потім калібр (пробку або втулку) надягають на контрольовану деталь, і повертають його на $2/3$ оберти.

Якщо фарба рівномірно розподіляється по конічній поверхні, то конусність деталей практично збігається. Похибки такого методу по літературних даних приблизно становлять 20". Зрозуміло, що на конічних поверхнях калібру і деталі не повинно бути вибоїн та інших подібних дефектів.

Деякі універсальні засоби обладнані спеціальними пристроями, наприклад, головками ОГУ: вимірювальні мікроскопи, поворотні кутомірні столи вимірювальних мікроскопів і проекторів та ін.

Відхилення від горизонталі та вертикалі вимірюють різними рівнями (рамними, брусковими, з ампулами різної форми), оптичні квадранти та інші пристрої.

При роботі з кутоміром його грані накладають на сторони кута деталі, що вимірюється. Одна лінійка пов'язана з секторною кутомірною шкалою, а інша – з ноніусом. При вимірюваннях за допомогою ділильної головки, гоніометра або

вимірювального мікроскопа грані кута фіксують за допомогою оптичних допоміжних або ін. приладів.

Непрямі вимірювання ґрунтуються на використанні синусних або тангенсних схем.

Зустрічаються і складніші реалізації синусних і тангенсних схем вимірів (конусомери, пристрої вимірювань внутрішніх конусів з допомогою куль та інших.).

В процесі виготовлення деталей машин як засоби вимірювання використовують кутові шаблони, які мають кут, рівний куту деталі, що контролюється.

Для граничних шаблонів робочі кути відрізняються на значення поля допуску кута виробу.

Металеві косинці застосовують для виконання різних монтажних робіт. Форми, розміри та ТУ на них стандартизовані .

При вимірі кута виробу методом порівняння з кутом косинця оцінюється щілина між ними. Похибку кута виробу відносно кута косинця прийнято приймати рівною відношенню ширини щілини до довжини косинця. Оскільки довжина косинця незмінна, щілина може бути мірою, по якій судять про відхилення кута. Щілину можна спостерігати як біля кінця сторони косинця (кут виробу більше кута косинця), так і біля вершини кута (кут виробу менше кута косинця). Похибка оцінки методом щілини тим більша, чим коротша довжина контактної лінії виробу та косинця.

Ширина поверхонь у напрямку, перпендикулярному напрямку кута, також відіграє важливу роль. Якщо ширина поверхонь рівна 3...5 мм, то невидимі щілини можуть досягати 4 мкм.

Для точнішої оцінки величини щілини застосовують (використовують) зразок щілини. При цьому досліджувану щілину порівнюють на око з набором атестованих просвітів і по ідентичності щілин, що спостерігаються, визначають її розмір.

Для щілин понад 10 мкм такий метод не застосовується. При щілинах величиною 20 мкм і більше користуються щупами.

Для вимірювання внутрішніх конусів застосовують зразкові кульки або ролики. При цьому використовують синусні або тангенсні схеми. Для кутів до 15° ці схеми практично рівноцінні. Для більших кутів похибка значно зростає і тут перевагу має тангенсна схема.

В технічній літературі описані цікаві та оригінальні конструкції пристроїв для вимірювання та контролю як зовнішніх так і внутрішніх конусів.

Пристрій для вимірювання зовнішніх конусів описаний в патенті №390541(Німеччина). Конструкція його приведена на рис.1.11.

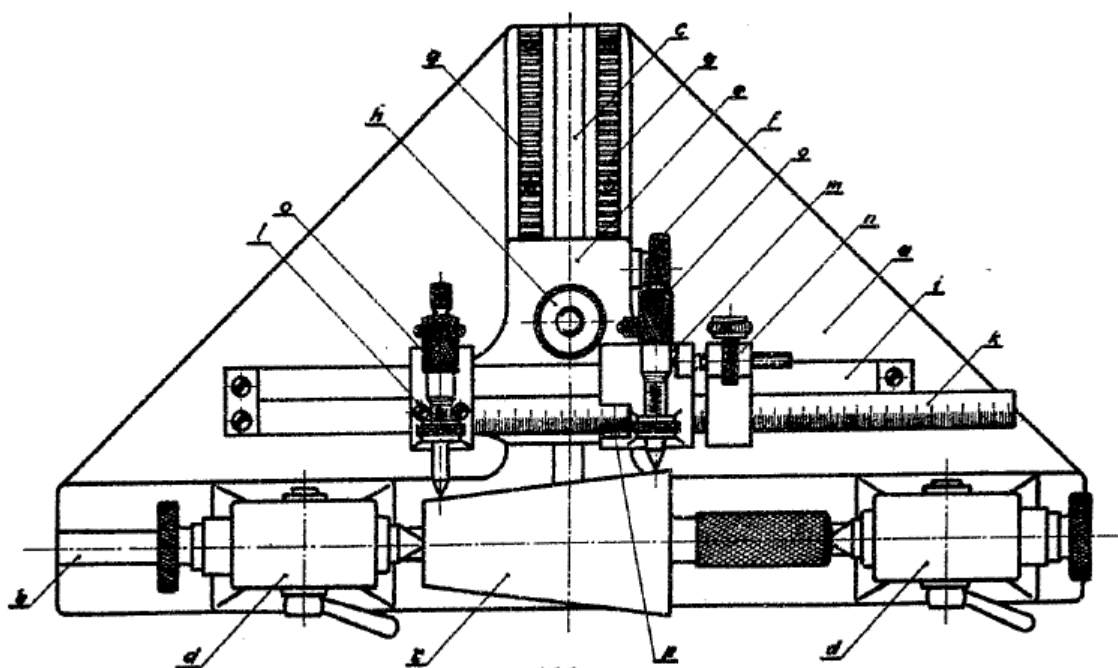


Рисунок 1.11 – Пристрій для вимірювання калібру- пробки

Принцип роботи не складний і зрозумілий з рисунку: упор і давач з мікрометричною головкою закріплені на горизонтальній лінійці на фіксованій відстані один від другого і при переміщенні їх у напрямку, перпендикулярному до осі контролюваного конуса, фіксується різниця радіусів конічної пробки і відстань між ними. Далі по формулі, приведений в п.1.1, розраховується кут конуса.

Подібний пристрій представлений в патенті США № 4.336.656, рис.1.12

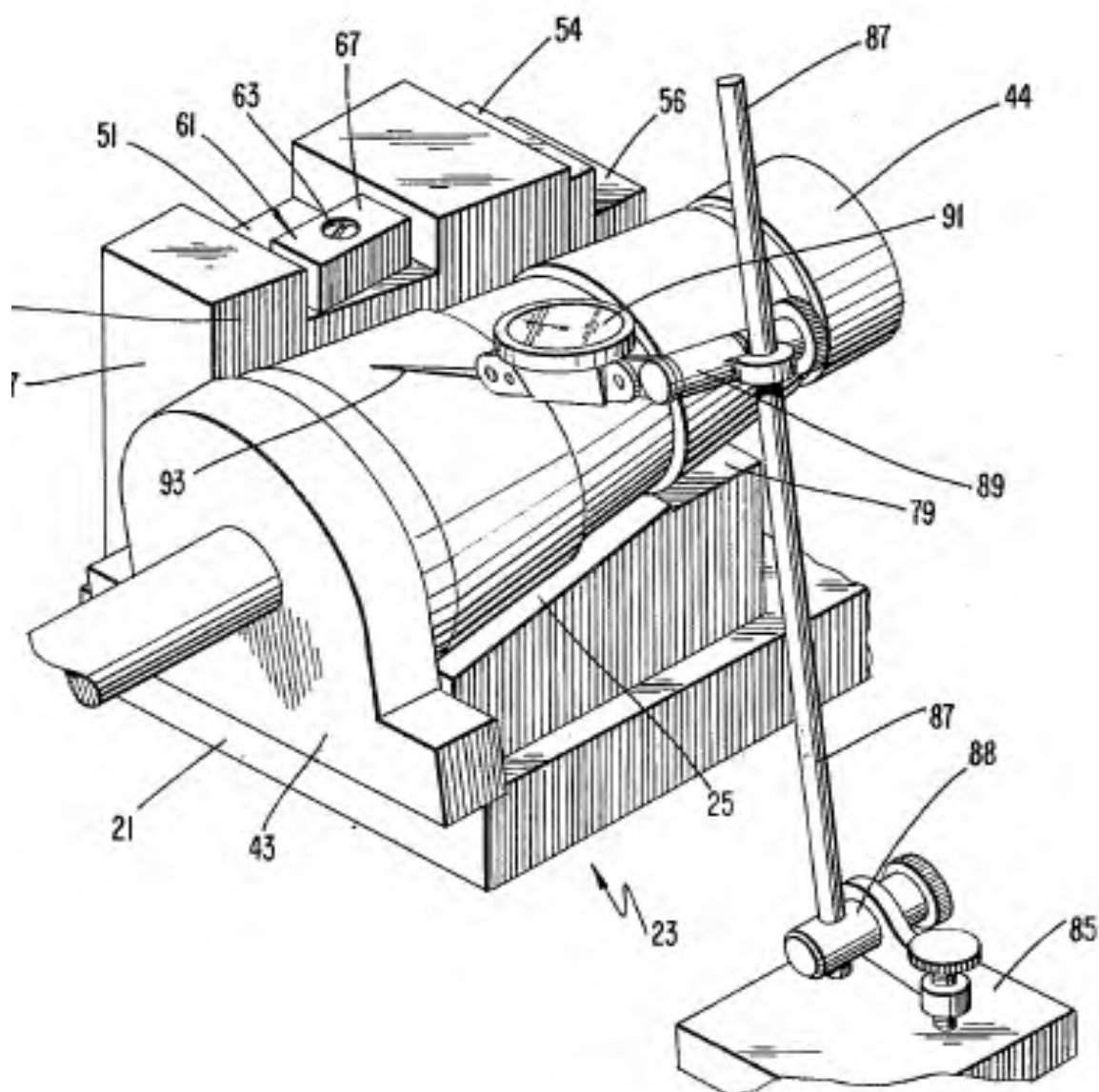


Рисунок 1.12 – Пристрій для вимірювання конусності калібру- пробки

Принцип роботи цього пристрою подібний до попереднього, але не такий універсальний.

На рис.1.13 показана оригінальна схема пристрою для вимірювання кута при вершині зовнішнього конуса (АС 1185057).

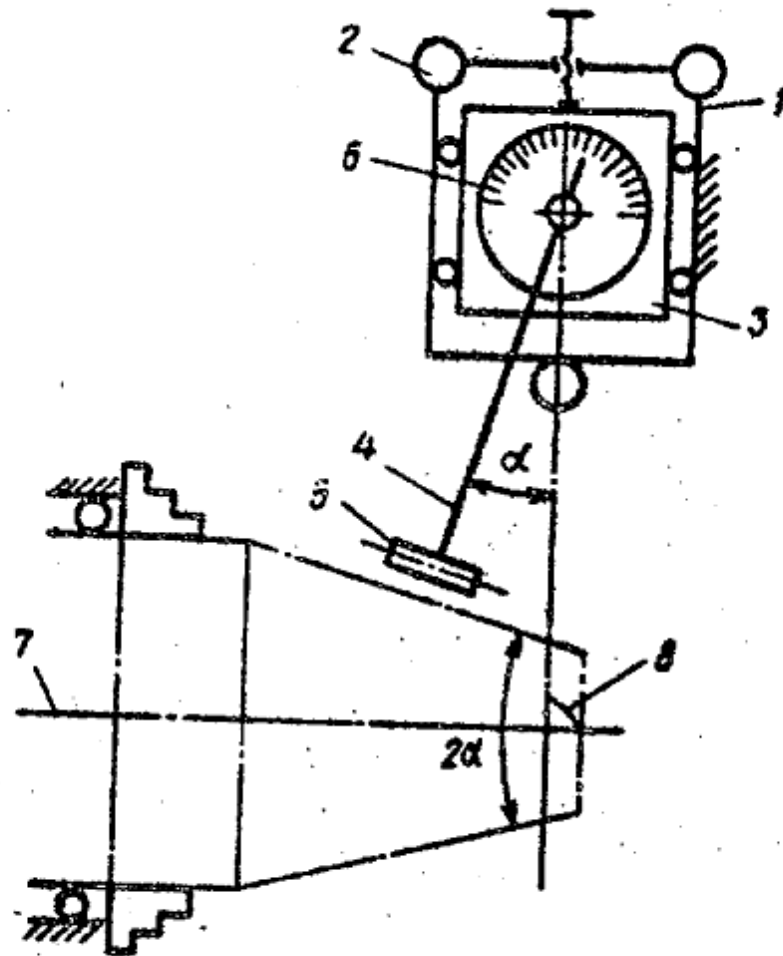


Рисунок 1.13 – Пристрій кутомірний

Особливістю пристрою є те, що з метою підвищення продуктивності при контролі об'єктів з феромагнітних матеріалів, робочий елемент виконаний у вигляді магніту, встановленого так, що вісь, яка з'єднує його полюси, перпендикулярна важелю.

Корпус приладу 1 виставляється таким чином, щоб важіль 4 знаходився в горизонтальній площині, яка проходить через поздовжню вісь 7 контрольованої деталі. Потім каретку 3 починають переміщати до контрольованого конуса 8 в напрямку, перпендикулярному осі 7. Важіль 4 при цьому починає повертатися силами магнітної взаємодії таким чином, щоб зазор між магнітом 5 і поверхню

конуса 8 був мінімальним. Отже важіль встановлюється перпендикулярно твірній конуса 8.

Відліковий пристрій 6 фіксує при цьому кут, рівний половині кута при вершині конуса 8.

Ще один пристрій для контролю тепер внутрішніх конусів показаний на рис.1.14 (АС641269).

Пристрій містить вимірювач І лінійних переміщень (наприклад, індикатор годинникового типу), корпус 2, жорстко закріплений на нерухомому щодо шпинделя верстата 3 елемента 4, важіль 5, два контактних елементи, які виконані у вигляді дисків 6 та 7. Один з них жорстко закріплений на важелі 5, а інший встановлений на важелі 5 рухомого у осьовому напрямку. Кожен з дисків підпружинений в осьовому напрямку пружинами 8 і 9. На важелі 5 закріплений обмежувач 10 його обертального руху, що закріплений на корпусі 2 і виконаний, наприклад, у вигляді шпоки.

Пристрій вводиться в конічний отвір шпинделя 3 верстата. Диски 6 і 7 контактують з поверхнею конічного отвору під дією пружин 8 і 9. Корпус 2 закріплюють на нерухомому елементі 4 верстата. Здійснюють обертання шпинделя верстата 3, при цьому обмежувач 10 контактує з нерухомим елементом 4 верстата.

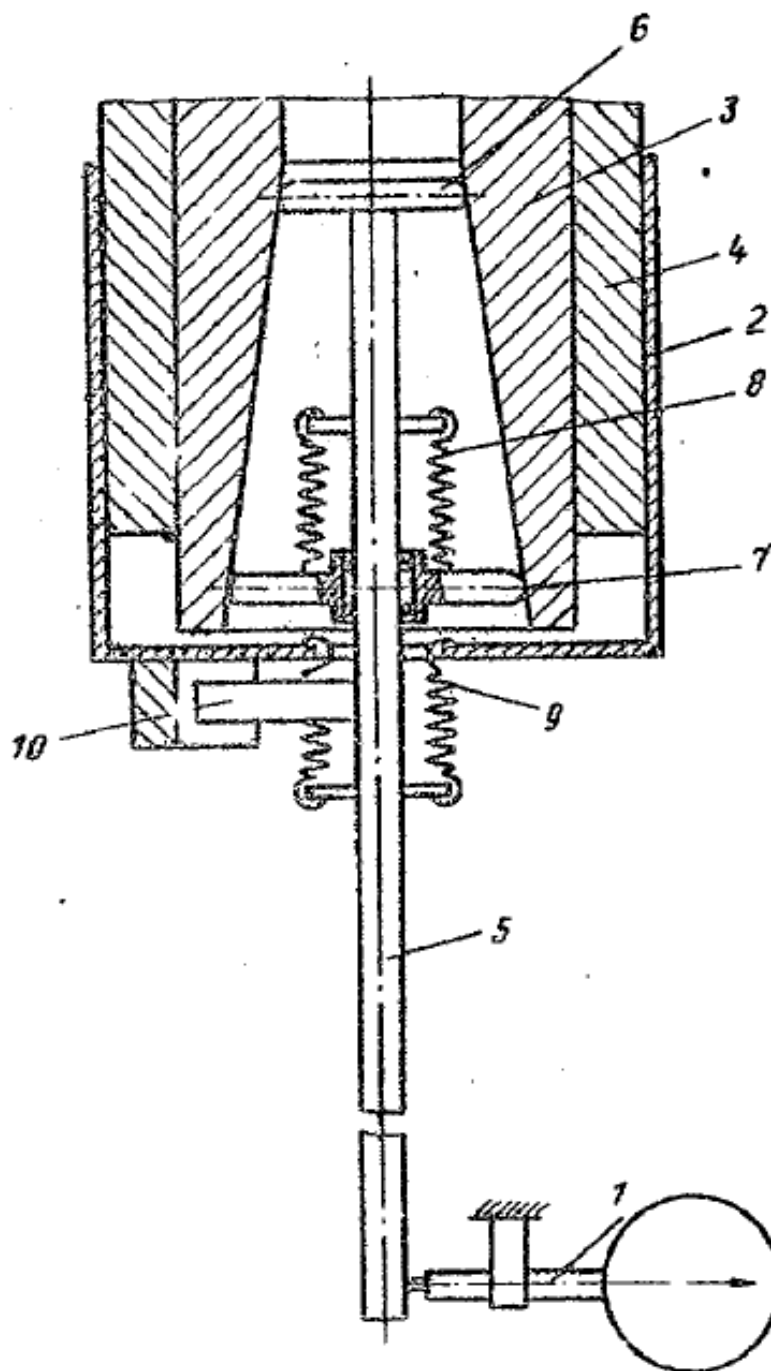


Рисунок 1.14 - Пристрій для вимірювання внутрішніх конусів

Вимірювач 1 лінійних переміщень підводять до важеля 5 в напрямку, перпендикулярному осі важеля. Величина радіального переміщення важеля, що фіксується вимірювачем 1, характеризує величину радіального биття конічного отвору шпинделя 3.

В АС868310 описана конструкція пристрою для вимірювання внутрішнього конуса та діаметра зовнішніх кілець конічних радіальноупорних підшипників (рис.1.15).

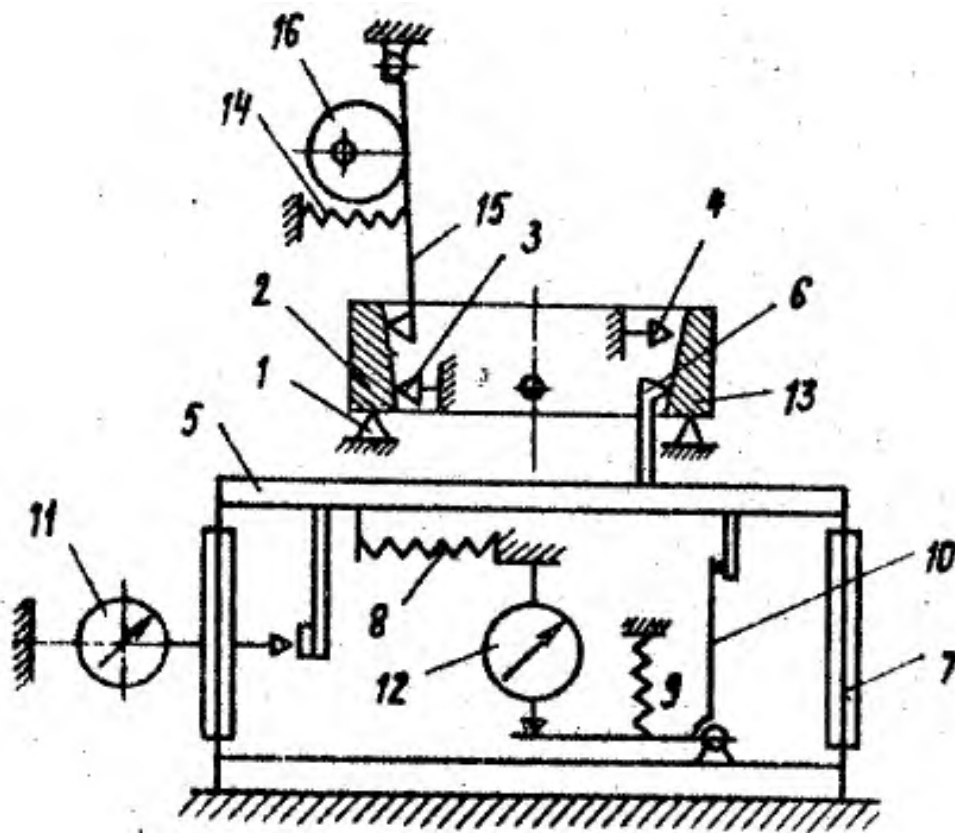


Рисунок 1.15 - Пристрій для вимірювання внутрішнього конуса та діаметра зовнішніх кілець конічних підшипників

Попередньо давачі лінійних переміщень 11 та 12 налаштовують по еталону. Контрольоване кільце 13 з внутрішнім конусом встановлюється на базову поверхню 1. Каретка 5 під дією пружини 8 притискає кільце 2 до упору 3. Через

кутовий важіль 10 давач 12 фіксує внутрішній діаметр деталі 13 в перерізі, де розміщений упор 3.

Давач 11 не контактує з кареткою 5 і у вимірюванні в цей момент не приймає участь. Повертанням ексцентрика 16 під дією пружини 8 кільце 13 переміщується по базовій поверхні до тих пір, пока контрольоване кільце не торкнеться упору 4. При цьому давач 11 через щуп 6 каретки 5 зафіксує конусність контрольованого отвору.

На рис.1.16 приведена схема вимірювання зовнішніх конусів в автоматичному режимі, описана в АС

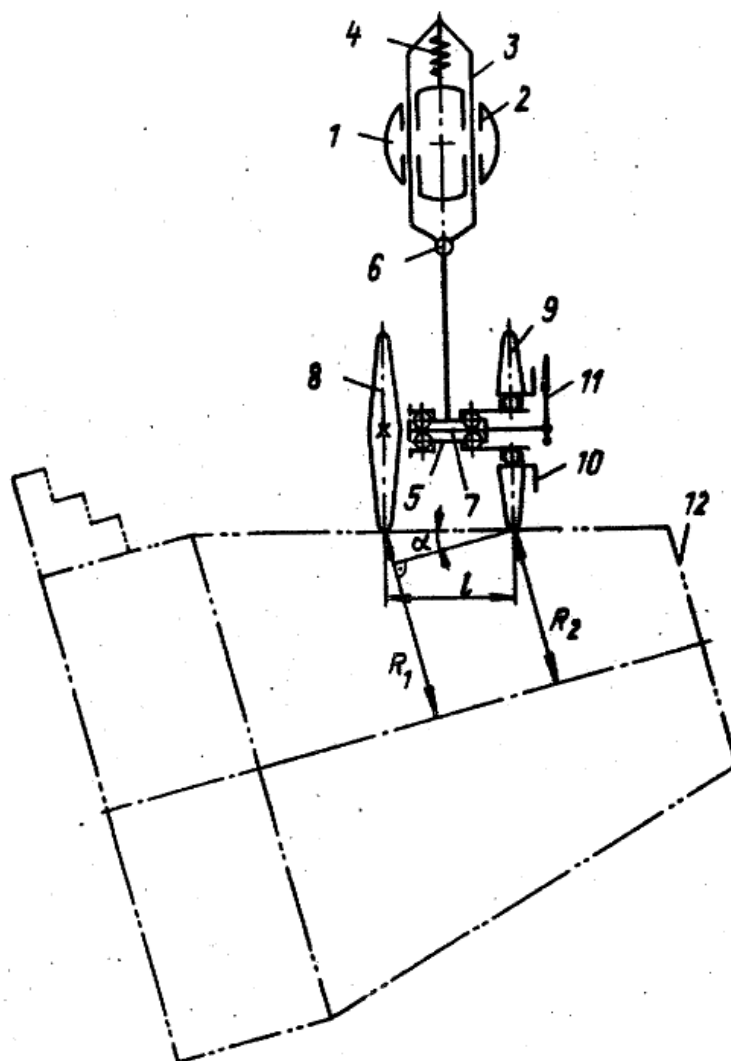


Рисунок 1.16 - Пристрій для вимірювання зовнішнього конуса

Пристрій складається з основи 1 з напрямними 2, каретки 3, пружини 4, втулки 5, змонтованої на каретці 3 з допомогою шарніра 6, другого вала 7, змонтованого всередині втулки 5 з можливістю повороту відносно неї, упор, закріплений на валі 7 і виконаний у вигляді фрикційного ролика 8, упор, встановлений з можливістю повороту щодо важеля і виконаний у вигляді фрикційного ролика 9, радіус якого рівний радіусу ролика 8. Відліковий вузол виконаний у вигляді шкали 10, закріпленої на ролику 9, і стрілки 11, встановленої на валі 7.

Порядок роботи на пристрої наступний.

Стрілка 11 встановлюється в нульове положення по шкалі 10. Упори (ролики 8 і 9) підводяться до вимірюваного конуса 12, встановленого на верстаті, причому вісь вала 7 і вісь конуса повинні знаходитися в одній площині. Під дією пружини 4 ролики 8 і 9 притискаються до вимірюваного конуса. Конус 22 провертають в центрах верстата на кут α і по шкалі 10 зчитують вимірювану конусність.

Для градування шкали 10 застосовують спеціальну формулу

$$\sin \alpha = \frac{r}{l \cdot N} \Delta n,$$

де α - половина кута конуса;

l – відстань між роликами;

N – кількість обертів конуса;

r – радіус фрикційних роликів;

Δn – різниця обертів фрикційних роликів.

На основі аналізу розглянутих конструкцій пристроїв для вимірювання конусності деталей а якості аналога для розроблюваної конструкції вибраний пристрій по АС1523888, рис.1.17

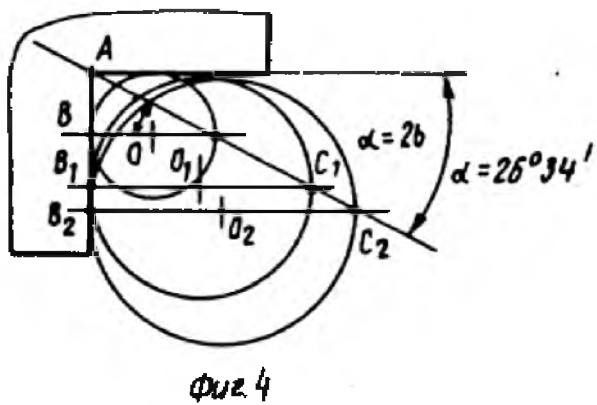
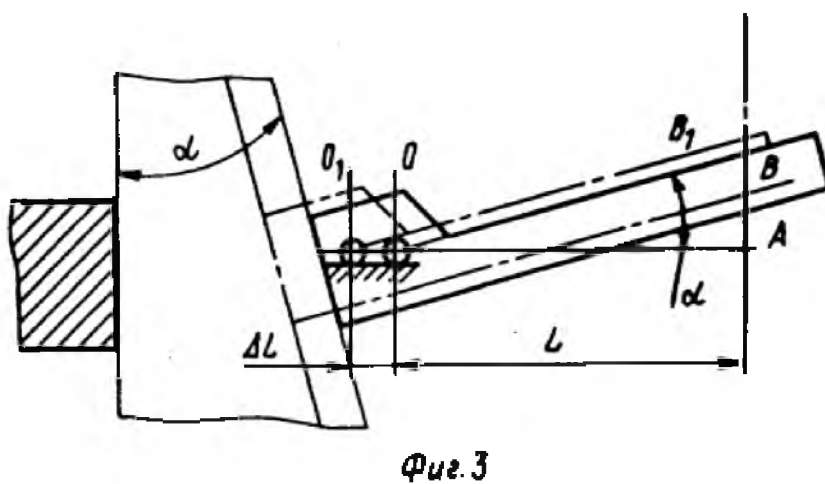
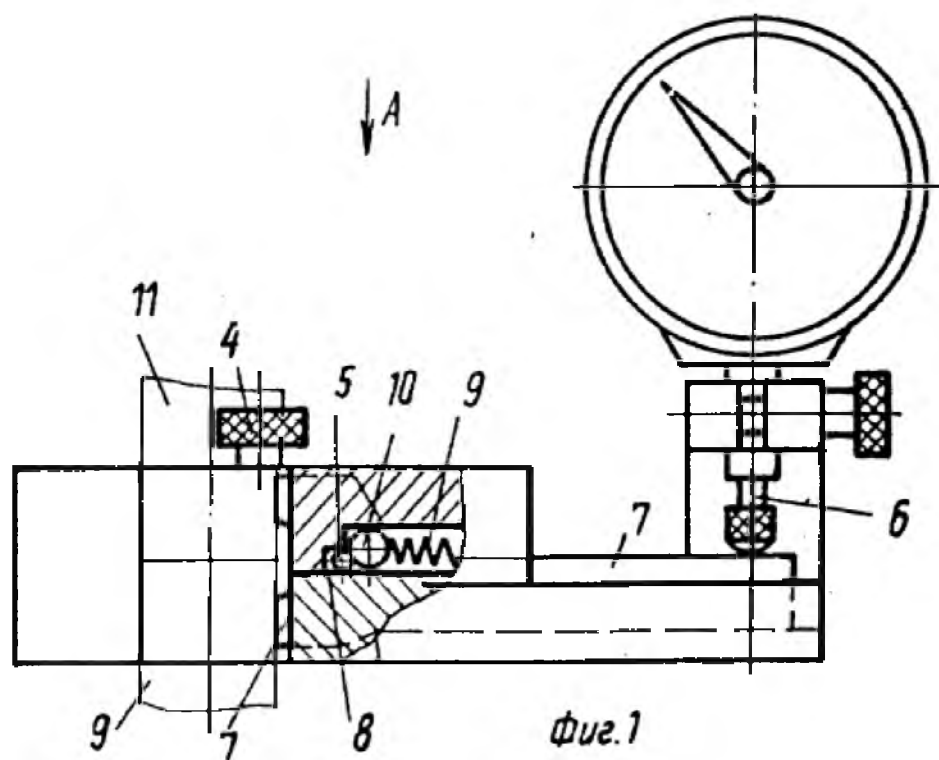


Рисунок 1.17 - Пристрій для вимірювання конусності

Деталь 11 кріпиться в призмі 1. На різні діаметри деталей пристрій налаштовується переміщенням кронштейна 2 по пазу 3 під кутом $26^{\circ}34'$ до напрямку вимірювання. Тоді важіль 7 автоматично базується в діаметральному перерізі контрольованої деталі. Це відбувається завдяки пружинам 9 та кулькам 10. Протилежне плече важеля 7 при цьому піднімає або опускає наконечник вимірювального давача, наприклад індикатора годинникового типу. Це переміщення відповідає куту повертання каретки. Тоді по показах індикатора можна судити про конусність контрольованої деталі.

Перевагами такої конструкції є наступні:

- Можливість з допомогою тільки одного виміру отримати величину конусності деталі.
- Конструкція добре піддається автоматизації.
- Якщо шкалу вимірювального приладу (індикатора) проградувати в кутових одиницях, то можна отримати результат вимірювання (конусність) без додаткових обчислень.

1.3 Висновки до частини 1

На основі аналізу з літературних джерел конструкцій різних пристроїв для контролю конусності деталей, що застосовуються в машинобудуванні, в якості прототипу в цій роботі вибрана схема, описана в АС1523888, як така, що найкраще відповідає технічному завданню..

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Опис конструкції і принципу роботи спроектованого пристрою

Кінематична сема пристрою показана на рис.2.1.

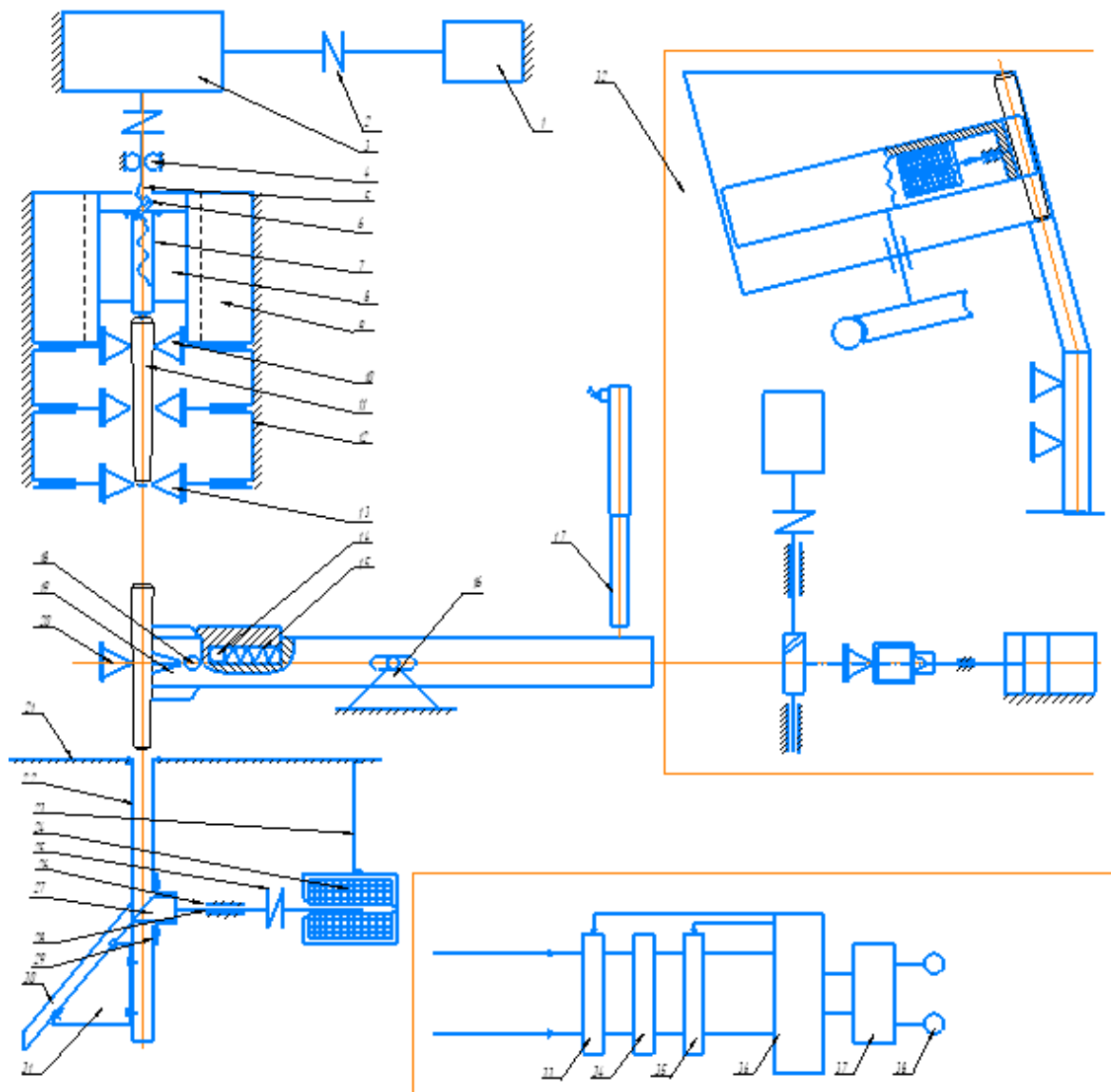


Рисунок 2.1 – Кінематична схема пристрою

Принцип роботи всього автоматизованого пристрою наступний. Контрольовані деталі (конічні штифти) з бункера 32 автоматично подаються до заштовхувального механізму, який заштовхує їх на базуючі призми 10 та 13. Потім

включається електродвигун 1 і через редуктор 3 та гвинтову передачу 6 деталь подається на вимірювальну позицію. Тут важіль 19, який автоматично збазувався по діаметральній площині конічного штифта, повертається (нахиляється) на кут, який відповідає куту при вершині конуса штифта, який ми вимірюємо. Переміщення важеля 19 фіксує вимірювальний прилад 17. Далі вимірювана деталь виштовхується штоком 7 в лоток 22. За результатами вимірювання електронний блок подає сигнал на електромагніт 24, який переміщує шибер 27 і відкриває для вимірюваної деталі шлях до придатних або бракованих виробів.

2.2 Конструкція вузлів та механізмів пристрою

Найбільш складним та відповідальним в спроектованому пристрої є конструкція вимірювального вузла. Принцип його роботи запозичений з АС1523888, (див. рис.1.17). Складальне креслення вузла показане на рис.2.2.

Вимірювальний вузол складається з крокового двигуна 51, який через черв'ячний редуктор 52 та гвинтову передачу 8 надає вертикальне переміщення штоку 17. Той, в свою чергу, рухаючись вниз заштовхує контрольований конічний штифт з підпружинених базуючих призм 31 на вимірювальну позицію 33. Тут до конічної поверхні штифта притискається своїми базуючими призмами важіль 13. Важіль має спеціальну конструкцію опор, завдяки якій він отримує рухливість у двох взаємно перпендикулярних площинах. Завдяки цьому він базується своїми призмами по конічній поверхні контрольованого штифта і в його діаметральній площині. Така конструкція описана в АС1523888.

Поскільки штифти подаються на вимірювальну позицію меншим діаметром вниз (так передбачено конструкцією бункера подачі деталей), то важіль, притиснений до вертикальної конічної поверхні штифта, повернеться вниз на кут, який відповідає куту конуса штифта. Це переміщення фіксує застосований в пристрої індуктивний давач лінійних переміщень 50.

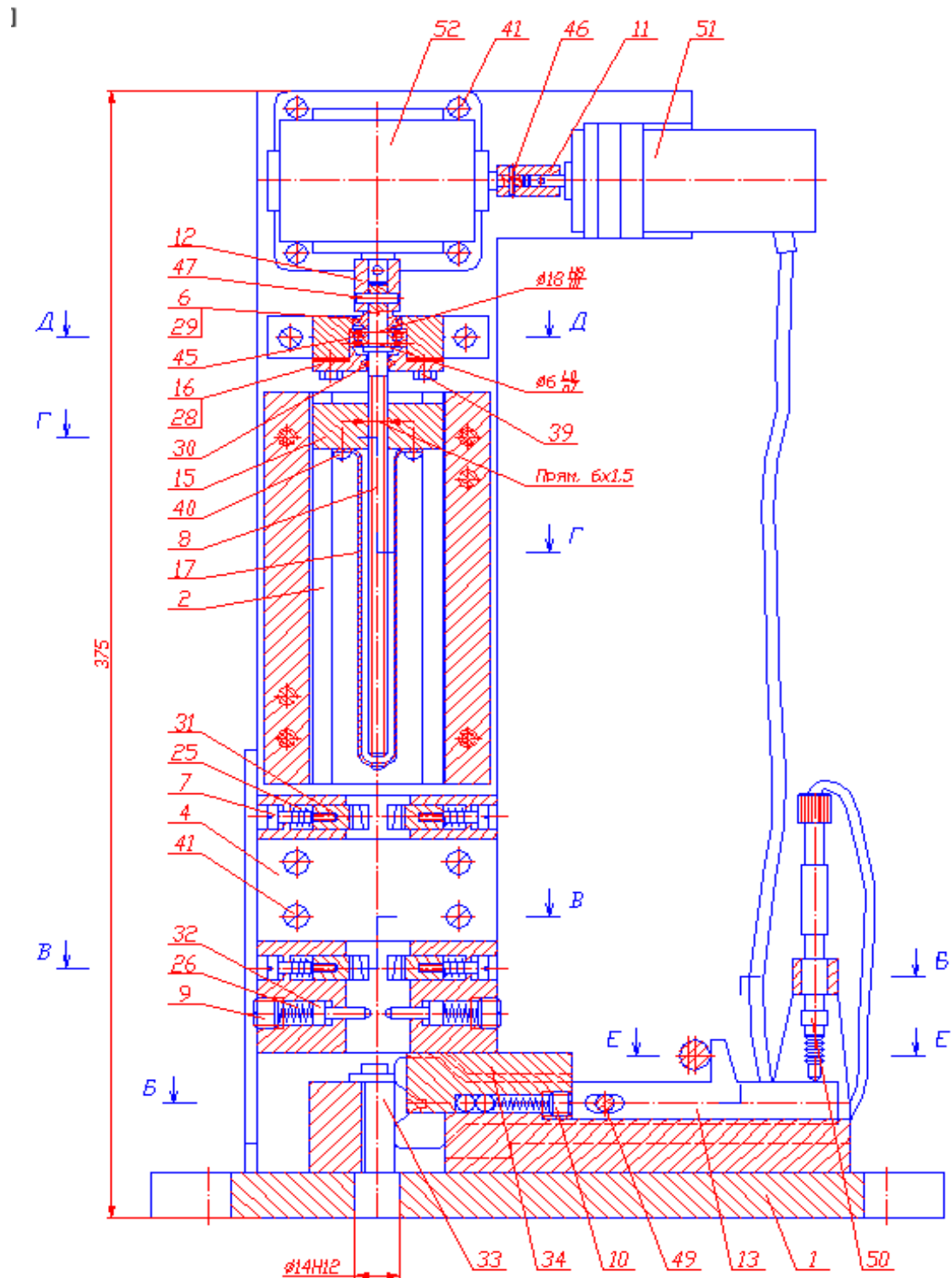


Рисунок 2.2 – Конструкція вимірювального вузла

Покази цього датчика передаються на електронний блок обробки інформації пристрою, де вони порівнюються з показами, отриманими на еталонній деталі. За результатами порівняння електронний блок, в свою чергу, видає сигнал на

електромагніт, що керує шибром вузла сортування деталей на придатні або непридатні.

Потім на вимірювальну позицію автоматично подається наступна контрольована деталь і починається новий цикл вимірювання.

Конструкція вузла подачі контрольованих деталей на вимірювальний вузол показана на рис.2.3

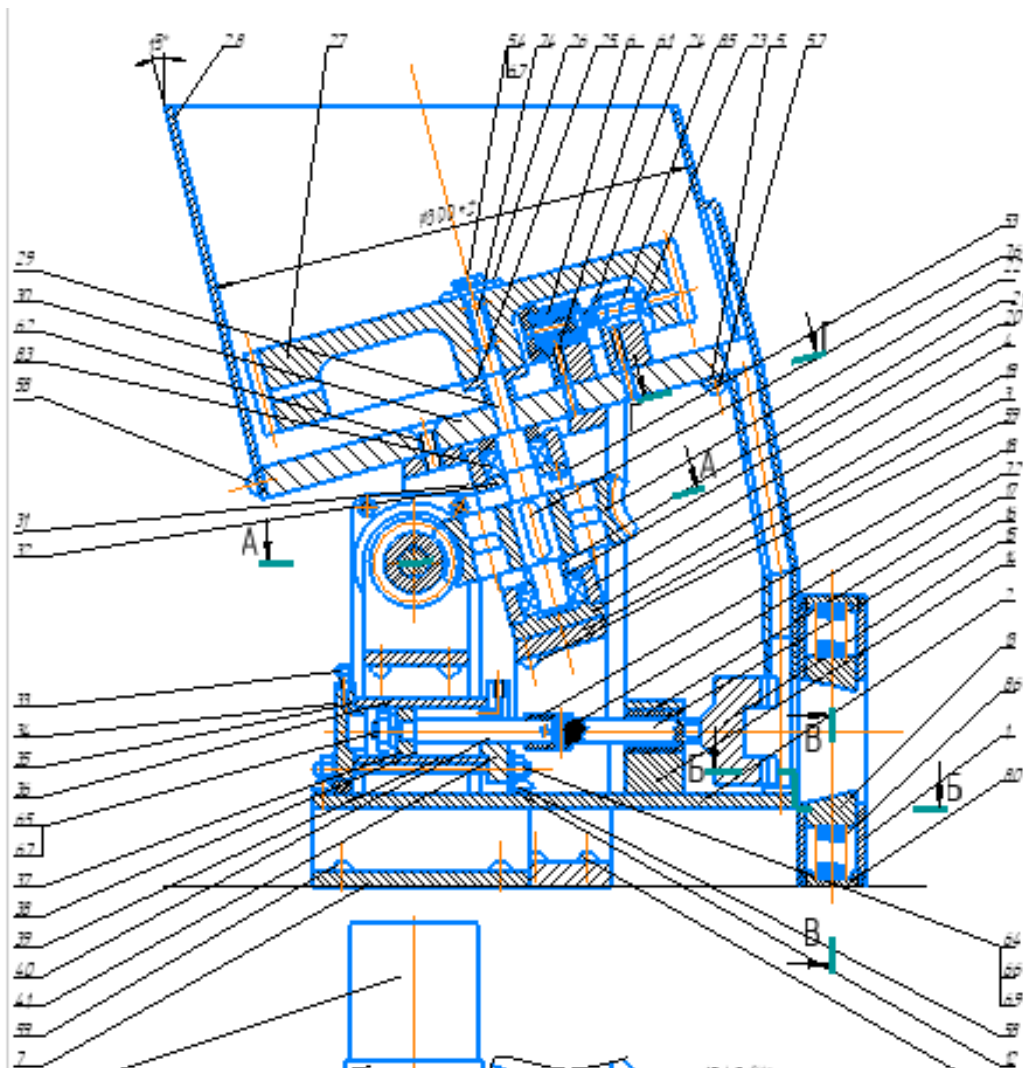


Рисунок 2.3 – Конструкція вузла подачі контрольованих деталей

Вузол подачі складається з бункера 28 з черв'ячним приводом обертання робочого колеса 27 та пневматичного привода 36 подачі деталей на базуючі призми 13.

2.3 Розрахунки основних вузлів та механізмів.

2.3.1 Розрахунок пристрою для подачі деталей на вимірювальну позицію

Кінематична схема показана на рис.2.4.

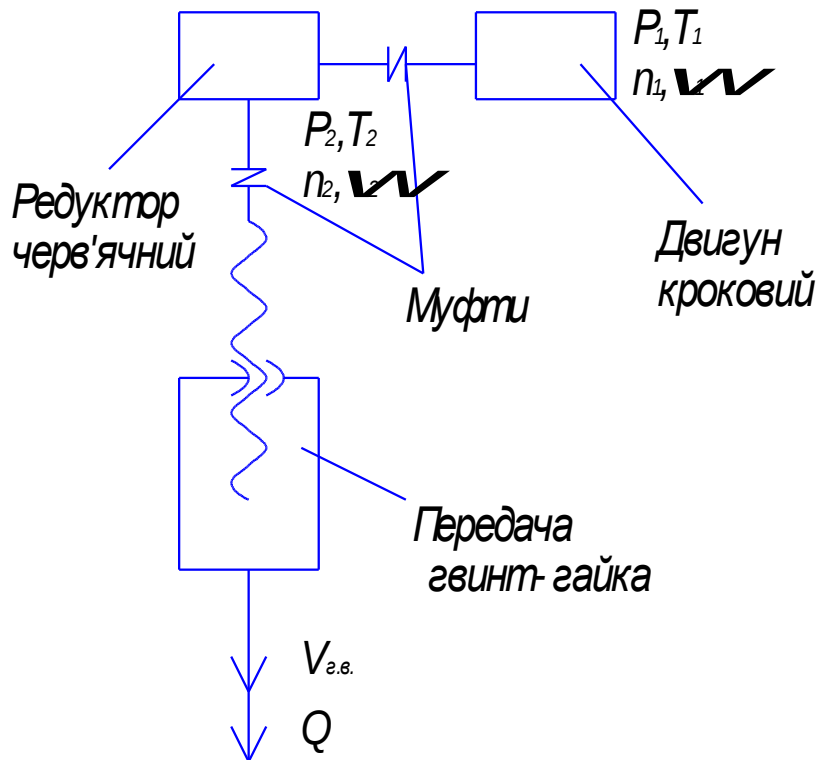


Рисунок 2.4 – Кінематична схема

Вихідні дані, якими задаємося:

$V=0.02$ м/с – вертикальна швидкість виштовхувача.

$d=6$ мм – діаметр гвинта.

Тоді кутова швидкість гвинта

$$\omega_2 = \frac{V_{з.в.}}{r} = \frac{2 \cdot 0.02}{6} = 6.671 \text{ 1/с}$$

Швидкість гвинта в об/хв

$$n_2 = \frac{30\omega_2}{\pi} = \frac{30 \cdot 6.67}{3.14} = 63.7 \text{ об/хв}$$

Обертний момент гвинта

$$T_2 = Q \cdot r = 200 \cdot 0.003 = 6 \text{ Нмм} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ Нм}$$

Тут Q – осьове зусилля виштовхувача.

Для розрахунку передатного відношення редуктора задаємося кроком двигуна.

Вибираємо кроковий двигун ШДР—231 з такими характеристиками:

$\alpha = 9^\circ$ —крок;

$T_1 = 0.001 \text{ Нм}$;

$f = 700$ – частота;

За 1 оберт:

$$m = \frac{360^\circ}{\alpha} = \frac{360^\circ}{9^\circ} = 40 \text{ кроків.}$$

Кількість обертів

$$n = \frac{60f}{m} = \frac{60 \cdot 700}{40} = 1050 \text{ об/хв.}$$

Передатне відношення редуктора:

$$i_p = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1050}{63,7} = 18,5,$$

Приймаємо $i_p = 20$.

Уточнюємо параметри

$$n_2 = \frac{n_1}{i_p} = \frac{1050}{20} = 52,5 \text{ об/хв}.$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 52,5}{30} = 5,5 \text{ 1/с}.$$

Вертикальна швидкість

$$V_{\text{зв}} = \omega_2 r = 5,5 \cdot 0,003 = 0,016 \text{ м/с}.$$

Обертний момент

$$T_2 = 0,001 \cdot 20 = 0,02 \text{ Нм}.$$

Розрахунок гвинтової передачі

Осьове зусилля

$$Q = \frac{T_2}{r} = \frac{0,02}{0,003} = 166 \text{ Н}.$$

Різьбу приймемо прямокутну.

Матеріал сталевго гвинта—Ст5, $\delta_T=270$ МПа.

Оскільки гвинт працює на стиск та кручення, то розрахункове зусилля $Q_p=1,3 \cdot 166=215$ Н.

Допустиме напруження при деформації стиску

$$[\sigma_c] = 0,25 \cdot \delta_T = 0,25 \cdot 270 = 67,5 \text{ МПа.}$$

Внутрішній діаметр різьбової нарізки гвинта буде рівний

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4Q_p}{\pi[\sigma_c]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 215}{3,14 \cdot 67,5}} = 1,67 \text{ мм,}$$

Конструктивно $d_1=6$ мм. Осьовий крок

$$\delta = \frac{d_1}{4} = \frac{6}{4} = 1,5 \text{ мм.}$$

Розміри витка (товщина і ширина):

$$a = b = \frac{1,5}{2} = 0,75 \text{ мм.}$$

Діаметр зовнішній:

$$d = d_1 + 2\delta = 6 + 1,5 = 7,5 \text{ мм.}$$

Середній:

$$d_{cp} \frac{d + d_1}{2} = \frac{7,5 + 6}{2} = 6,75 \text{ мм.}$$

Перевірка гвинтової пари на самогальмування. Задаємося коефіцієнтом тертя $f=0,15$.

При цьому виконується умова $\varphi < \rho - 1^\circ$.

У різьбової нарізки кут підйому

$$\operatorname{tg} \phi = \frac{\delta}{\pi \cdot d_{cp}} = \frac{1,5}{3,14 \cdot 6,79} = 0,0707;$$

$$\varphi = 4^\circ 3'$$

Кут тертя $\operatorname{tg} \rho = f = 0,15$; $\rho = 8^\circ 32'$.

Умова $\varphi = 4^\circ 3' < 8^\circ 32' - 1^\circ$ виконується.

Гайка.

Матеріал—чавун СЧ18.

Знаходимо висоту гайки H

$$H = SZ$$

Число витків знаходимо з умови, що мастило не буде видавлюватись.
Прийmemo питомий тиск

$$[q] = 12 \text{ МПа.}$$

Отже

$$z \geq \frac{4Q}{\pi(d^2 - d_1^2)[q]} = \frac{4 \cdot 215}{3,14(7,5^2 - 6^2) \cdot 12} = 7,86,$$

Прийmemo $z=8$.

Висота гайки

$$H=1,5 \cdot 8=12\text{мм}$$

Прийmemo допустимі напруження

$$[\sigma_{32}]=50\text{МПа}; \quad [\tau_{3p}]=30\text{МПа};$$

Тоді

$$\sigma_{32} = \frac{3Q \cdot 6}{\pi \cdot d \cdot a^2 \cdot z} = \frac{3 \cdot 215 \cdot 0,75}{3,14 \cdot 7,5 \cdot 0,75^2 \cdot 8} = 31,8\text{МПа} < [\sigma_{32}].$$

$$\tau_{3p} = \frac{Q}{\pi \cdot d \cdot a \cdot z} = \frac{215}{3,14 \cdot 7,5 \cdot 0,75 \cdot 8} = 10,6\text{МПа} < [\tau_{3p}].$$

2.3.2 Бункер для автоматичної подачі деталей

а) Кінематичний розрахунок.

Кінематична схема механізму обертання бункера показана на рис.2.5.

Вихідні дані:

- Кут нахилу $\alpha = 15^\circ$;
- Диска діаметром 300мм;
- Маса деталей $m = 5\text{кг}$;

Вага деталей

$$G = mg = 49 \text{ Н}$$

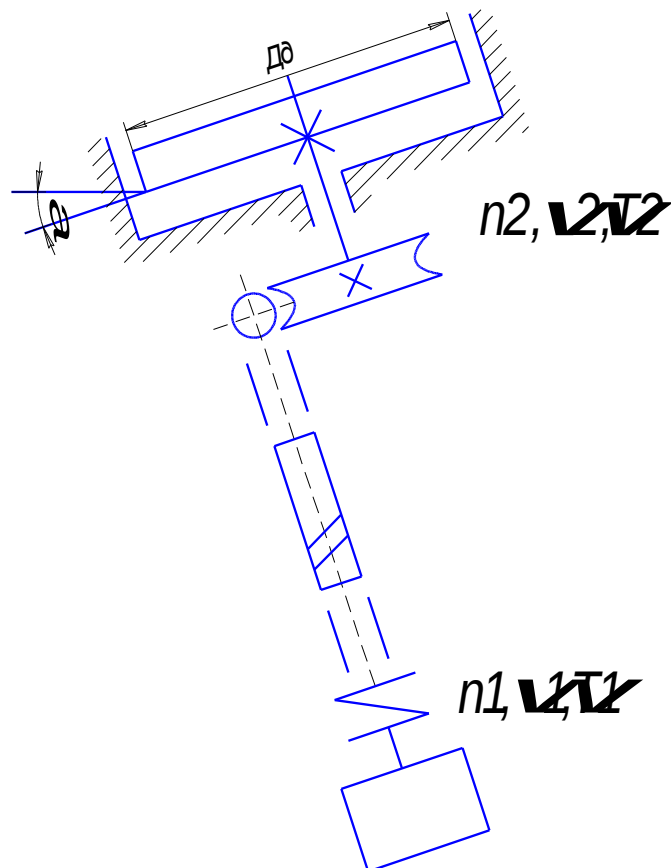


Рисунок 2.5 - Механізм обертання

Момент обертання

$$T_2 > M_{mp} = K M_{mp} = K F_{mp} \cdot R \vartheta,$$

Тут $F_{тр}$ – сила тертя;

K – коефіцієнт безпеки.

На рис.2.6 показана схема зусиль та моментів, прикладених до диску.

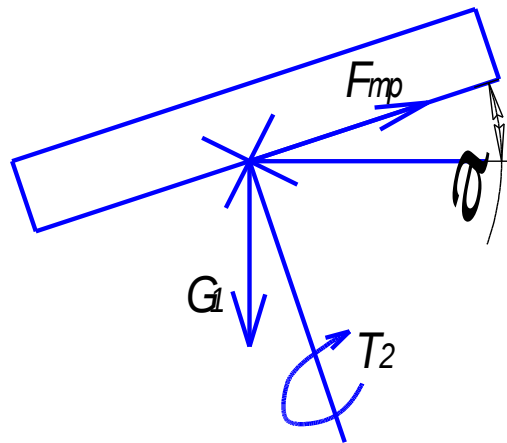


Рисунок 2.6 – Зусилля, прикладені до диску

Зусилля тертя

$$F_{mp} = \frac{G_1 \cdot f}{\operatorname{tg} \alpha},$$

де G_1 – сумарна вага деталей бункеру та приводу (черв'ячне колесо, диск).

Якщо приймемо

$$G_1 \approx 1,5G = 1,5 \cdot 49 = 73,5 \text{ Н},$$

тоді

$$F_{mp} = \frac{73,5 \cdot 0,15}{0,2679} = 41,2 \text{ Н},$$

f – коефіцієнт тертя.

Отже,

$$T_2 = K \cdot F_{mp} \cdot R_0$$

Диск радіусом $R_0 = 0,5 \cdot D_0 = 0,15 \text{ м}$.

$$K = K_0 K_4 K_3 K_2 K_1,$$

де K_0 – коефіцієнт запасу, $K_0 = 1,5$;

K_1 – коефіцієнт поверхні, $K_1 = 1$ – чиста поверхня;

K_2 – коефіцієнт зношення бункера, $K_2 = 1$;

K_3 – збільшення зусилля тертя при пусках і зупинках, $K_3 = 1,2$;

K_4 – для механічних обертових приводів $K_4 = 1$.

Тоді

$$K = 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 = 1,8.$$

Обертний момент

$$T_2 = 41,2 \cdot 1,8 \cdot 0,15 = 11,2 \text{ Нм}.$$

Час, необхідний для подачі деталі на позицію $t_{\text{тр}} = 7,5\text{с}$. Пристрій має 4 позиції. Тоді число його обертів

$$n_2 = \frac{1}{n \cdot t} = \frac{1}{4 \cdot 7,5} = \frac{1}{30} \text{ об/с} = 2 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо кроковий двигун ДВШ80 – 0,6 з такими технічними даними:

— $T_{\text{ном}} = 0,6\text{Нм}$ –момент номінальний;

— $f_{\text{н}} = 500 \text{ крок/с}$;

— $\alpha = 0,45^\circ$ – крок.

Знаходимо скільки кроків за 1 оберт.

$$m = \frac{360^\circ}{\alpha} = \frac{360^\circ}{0,45^\circ} = 800 \text{ крок/об.}$$

Швидкість валу I

$$n_1 = n_{\text{н}} = \frac{60 \cdot f_{\text{н}}}{m} = \frac{60 \cdot 500}{800} = 37,5 \text{ об/хв.}$$

Передатне відношення черв'ячної передачі

$$i_1 = \frac{n_1}{i_1} = \frac{37,5}{2} = 18,75.$$

Приймаємо $i_1 = 19$. Уточнюємо

$$n_2 = \frac{n_1}{i_1} = \frac{37,5}{19} = 1,97 \text{ об/хв.}$$

Обертний момент двигуна

$$T_1 = \frac{T_2}{i_1} = \frac{11,2}{19} = 0,588 \text{ Нм} \approx 0,59 \text{ Нм}.$$

Перевіряємо

$$T_1 < T_{ном.дв.} (0,59 < 0,6 \text{ Нм}),$$

Двигун підібраний.

Результати розрахунку:

Вал 1

$$T_1 = 0,59 \text{ Нм}; n_1 = 37,5 \text{ об/хв.}$$

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 37,5}{30} = 3,92 \frac{1}{\text{с}}.$$

Вал 2.

$$T_2 = 11,2 \text{ Нм}; n_2 = 1,97 \text{ об/хв.}$$

$i_1=19$, тоді

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{i_1} = \frac{3,92}{19} \approx 0,21 \frac{1}{\text{с}}.$$

б) Розрахунок черв'ячної передачі

Вибираємо матеріали черв'яка і колеса. Застосовуємо колесо - чавунне і черв'як – стальний:

Колесо: СЧ 15: $\sigma_b = 147 \text{ МПа}$;

$[\sigma_{-1F}]' = 23 \text{ МПа}$; $[\sigma_{oF}]' = 37 \text{ МПа}$.

Допустиме напруження

$$[\sigma_H] = [\sigma_H]' \cdot K_{HL} = 221 \cdot 0,67 = 148 \text{ МПа}.$$

Якщо $i_1 = 19$, то прийmemo $z_1 = 1$.

Черв'ячне колесо має число зубів

$$z_2 = z_1 \cdot i_1 = 19 \cdot 1 = 19.$$

Попередньо прийmemo $q = 10$ і коефіцієнт навантаження $K = 1,2$.

Міжосьову відстань визначаємо з розрахунку на контактну міцність

$$a_w = \left(\frac{z_2}{q} + 1 \right) \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{170}{\frac{z_2}{q} \cdot [\sigma_H]} \right)^2 \cdot T_2 K} = \left(\frac{19}{10} + 1 \right) \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{170}{1,9 \cdot 148} \right)^2 \cdot 11,2 \cdot 10^3 \cdot 1,2} =$$

$$2,9 \cdot \sqrt[3]{7,95 \cdot 10^3} = 2,9 \cdot 28,2 = 76,8 \text{ мм}.$$

Модуль

$$m = \frac{2a_w}{z_2 + q} = \frac{2 \cdot 76,8}{19 + 10} = 4,64 \text{ мм.}$$

Ближчі більші стандартні значення по ГОСТ 2144-76 $m = 5 \text{ мм}$ і $q = 10$. Також $z_2 = 19$ і $z_1 = 1$.

Уточнена міжосьова відстань

$$a_w = \frac{m(z_2 + q)}{2} = \frac{5 \cdot (19 + 10)}{2} = 82,5 \text{ мм.}$$

Розміри черв'яка:

Ділильний діаметр

$$d_1 = q \cdot m = 10 \cdot 5 = 50 \text{ мм.}$$

Діаметр вершин

$$d_{a_1} = d_1 + 2m = 50 + 2 \cdot 5 = 60 \text{ мм.}$$

Діаметр западин

$$d_{f_1} = d_1 - 2,4m = 50 - 2,4 \cdot 5 = 38 \text{ мм.}$$

Довжина черв'яка з витками

$$b_1 \geq (11 + 0,06 \cdot z_2)m + 35 = (11 + 0,06 \cdot 19)5 + 35 \approx 96 \text{ мм.}$$

При $z_1 = 1$ і $q = 10$ кут підйом витків $\gamma = 5^{\circ}43'$

Черв'ячне колесо.

Ділильний діаметр

$$d_2 = z_2 m = 19 \cdot 5 = 95 \text{ мм.}$$

Діаметр вершин

$$d_{a_2} = d_2 + 2m = 95 + 2 \cdot 5 = 105 \text{ мм;}$$

Діаметр западин

$$d_{f_2} = d_2 - 2,4m = 95 - 2,4 \cdot 5 = 80 \text{ мм;}$$

Найбільший діаметр колеса черв'ячного

$$d_{aM_2} \leq d_{a_2} + \frac{6m}{z_1 + 2} = 105 + \frac{6 \cdot 5}{1 + 2} = 115 \text{ мм.}$$

Ширина вінця

$$b_2 \leq 0,75 \cdot d_{a_1} = 0,75 \cdot 60 = 45 \text{ мм.}$$

Колова швидкість на колесі

$$V_1 = \frac{\pi \cdot d_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 10^{-3} \cdot 37,5}{60} = 0,26 \text{ м/с.}$$

Швидкість ковзання

$$V_1 = \frac{V_1}{\cos \gamma} = \frac{0,26}{\cos 5^{\circ} 43'} \approx 0,27 \text{ м/с.}$$

Приймаємо 8-му степінь точності. Тоді коефіцієнт динамічності $K_v = 1,15$.

Коефіцієнт розподілу навантаження

$$K_\beta = 1 + \left(\frac{z_2}{\Theta} \right)^3 (1 - x).$$

При $q = 10$ і $z_1 = 1$ з довідника $\theta = 108$. При несутєвих коливаннях навантаження $x = 0,6$.

$$K_\beta = 1 + \left(\frac{19}{108} \right)^3 (1 - 0,6) = 1,01.$$

Коефіцієнт навантаження

$$K = K_\beta \cdot K_v = 1,01 \cdot 1,15 \approx 1,16.$$

Виконуємо перевірку за контактними напруженнями

$$\sigma_H = \frac{170}{z_2 / q} \sqrt{\frac{T_2 K \left(\frac{z_2}{q} + 1 \right)^3}{a_w^3}} = \frac{170}{19/10} \sqrt{\frac{11,2 \cdot 10^3 (1,9+1)^3}{82,5^3}} = \frac{170}{1,9} \cdot 0,48$$

$$= 72,9 \text{ МПа} < [\sigma_H] 148 \text{ МПа.}$$

Перевіряємо зубці колеса на згин.

Еквівалентне число зубів

$$Z_v = \frac{Z_2}{\cos^3 \gamma} = \frac{Z_2}{(\cos 5^\circ 43')^3} = 20.$$

З довідника коефіцієнт форми зубця $Y_F = 2,43$

Напруження згину

$$\sigma_F = \frac{1,2 \cdot T_2 \cdot K \cdot Y_F}{z_2 \cdot b_2 \cdot m^2} = \frac{1,2 \cdot 11,2 \cdot 10^3 \cdot 1,16 \cdot 2,43}{19 \cdot 45 \cdot 5^2} = 11,8 \text{ МПа.}$$

Допустиме напруження від згину

$$[\sigma_{-1F}]' = 23 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_F = 11,8 \text{ МПа} < [\sigma_{-1F}] = 12,6 \text{ МПа}$$

Міцність забезпечена.

в) Розрахунок валів

Попередній розрахунок

Вал черв'яка.

Мінімальний діаметр знаходимо з умови міцності на кручення за формулою

$$d_{\epsilon_1} = \sqrt[3]{\frac{16T_1}{\pi[\tau_K]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 0,59 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 25}} = 5,3 \text{ мм.}$$

Тут $[\tau_K] = 25 \text{ МПа}$ - занижені допустимі напруження.

Конструктивно приймаємо $d_{\text{в1}} = 10 \text{ мм}$. Під підшипниками діаметр вала $d_{\text{п1}} = 15 \text{ мм}$.

Черв'ячне колесо.

Мінімальний діаметр вала

$$d_{\epsilon_2} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 11,2 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 20}} = 14,2 \text{ мм.}$$

Конструктивно $d_{\text{в2}} = 15 \text{ мм}$, тоді під підшипниками приймемо $d_{\text{п2}} = 20 \text{ мм}$.

г) Перевірка шпонкових з'єднань

Застосовуємо шпонки призматичні по ГОСТ 23360-78 із скругленими кінцями.

Матеріал – сталь 45.

Перевірку міцності виконуємо за формулою

$$\sigma_{\text{зм}}^{\text{max}} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot (h - t_1)(l - e)} \leq [\sigma_{\text{зм}}]$$

Допустиме напруження при зминанні $[\sigma_{\text{зм}}] = 100 \dots 120 \text{ МПа}$.

Вал черв'яка.

Для $d_{ч1} = 20\text{мм}$ застосовуємо шпонку $b \times h = 6 \times 6\text{мм}$ довжиною $l = 80\text{мм}$,
крутний момент на валу $T_1 = 0,59\text{Нм}$.

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 1,59 \cdot 10^3}{20 \cdot (6 - 3,5)(80 - 6)} = 4,8 \text{ МПа} \ll [\sigma_{зм}].$$

Вал колеса черв'ячного.

Застосовуємо шпонку з $b \times h = 8 \times 7\text{мм}$ довжиною $l = 40\text{мм}$.

Крутний момент $T_2 = 11,2\text{Нм}$.

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 11,2 \cdot 10^3}{20 \cdot (7 - 4)(40 - 8)} = 19,3 \text{ МПа} < [\sigma_{зм}] = 100 \text{ МПа}.$$

2.3.3 Перевірка черв'яка на жорсткість

Розраховуємо деформацію черв'яка.

Переріз черв'яка по діаметру впадин має момент інерції

$$\begin{aligned} I_{np} &= \frac{\pi d f_1^4}{64} \left(0,375 + 0,625 \frac{da_1}{df_1} \right) = \frac{3,14 \cdot 38^4}{64} \left(0,375 + 0,625 \frac{60}{38} \right) = \\ &= 10,23 \cdot 10^4 (0,375 + 0,987) = 13,9 \times 10^4 \text{ мм}^4 \end{aligned}$$

Деформація (прогин)

$$f = \frac{e_1^3 \sqrt{F t_1^2 + F r_1^2}}{48 E I_{np}} = \frac{115^3 \sqrt{24^2 + 86^2}}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 13,9 \cdot 10^4} = 0,0098 \text{ мм}$$

Прогин допустимий

$$[f] = (0.005 \dots 0.01) \text{ м} = 0.025 \dots 0.05 \text{ мм}$$

Жорсткість вала задовільняє умову

$$f = 0.0098 \text{ мм} < [f]_{\min} = 0.025 \text{ мм}.$$

2.4 Розрахунок похибки приладу

Похибку розробленого контрольно-сортувального пристрою розраховуємо по формулі:

$$\delta_{\text{авт}} = \delta_{\text{вим}} + \delta_{\text{техн}},$$

де $\delta_{\text{вим}}$ - похибка вузла вимірювання;

$\delta_{\text{техн}}$ - технологічна похибка.

Технологічна похибка обумовлена неточністю виготовлення деталей з'єднань, які безпосередньо приймають участь у вимірюванні конусності штифтів:

- точність виготовлення напрямних призм;
- точність виготовлення спряження „важіль - вісь”.

$$\delta_{\text{техн.}} = \sqrt{\delta_{\text{пр}}^2 + \delta_{\text{важ}}^2}$$

Схема базування контрольованих деталей в призмах напрямних показана на рис. 2.7.

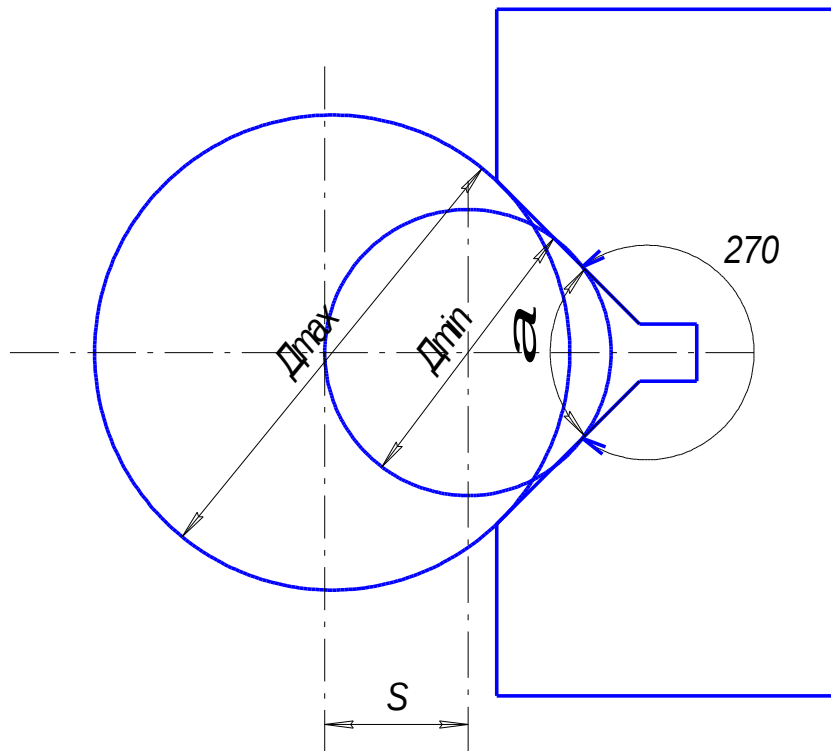


Рисунок 2.7 - Схема базування контрольованих деталей

Зміщення центра деталі в призмі з кутом $\alpha=90^0$

$$S = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{1.414},$$

де $D_{\max}$ – максимальний діаметр ;

$D_{\min}$ – мінімальний діаметр.

Приймаємо діаметр деталі $\varnothing 8$ м6.

Тоді відхилення відповідно з ЄСКД

$$\varnothing 8 \text{m}6 \begin{pmatrix} +0.015 \\ +0.006 \end{pmatrix}$$

$$D_{\max} = 8,015 \text{ мм}; D_{\min} = 8,006 \text{ мм}.$$

$$S = \frac{8.015 - 8.006}{1.414} = 6.4 \text{ мкм} = 0,0064 \text{ мм}$$

Похибка базування у призмі

$$\delta_{np} = \frac{S}{D_n} \cdot 100\% = \frac{0,0064}{8} \cdot 100\% = 0,08\%$$

Похибка $\delta_{важ}$ в парі „важіль-вісь”.

$$\varnothing 8 \frac{H7}{f6} \begin{pmatrix} +0.016 \\ 0 \\ -0.013 \\ -0.022 \end{pmatrix}$$

$$D_{\max} = 8,016 \text{ мм}; D_{\min} = 8,0 \text{ мм}.$$

$$d_{\max} = 7.987 \text{ мм}; d_{\min} = 7.978 \text{ мм}.$$

Зазори:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 8,016 - 7,978 = 0,038 \text{ мм} = 38 \text{ мкм},$$

$$S_{\max} = D_{\min} - d_{\max} = 8.0 - 7.987 = 0.013 \text{ мм} = 13 \text{ мкм}.$$

Величина похибки:

$$\delta_{важ} = \frac{S_{\max}}{D_n} \cdot 100\% = \frac{0,038}{8} \cdot 100\% = 0,48\%$$

$$\delta_{mex} = \sqrt{0,08^2 + 0,48^2} \approx 0,49\%$$

Похибку індуктивного давача лінійних переміщень приймаємо $\delta_{вим} = 1\%$.

Сумарна похибка спроектованого пристрою

$$\delta_{авт} = 1\% + 0,49\% \approx 1,5\%.$$

2.5 Висновки до частини 2

Детально описана кінематична схема та принцип роботи спроектованого пристрою. Приведені розрахунки на міцність та точність основних вузлів та механізмів.

3 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1 Основи наукових досліджень та математичне моделювання

В бакалаврській роботі авторів приведена формула функції перетворення індуктивного давача лінійних переміщень, який застосований в спроектованому пристрої для вимірювання конусності деталей. Він являє собою циліндричну котушку намагнічування в середині якої переміщується феритове осердя (рис.3.1)

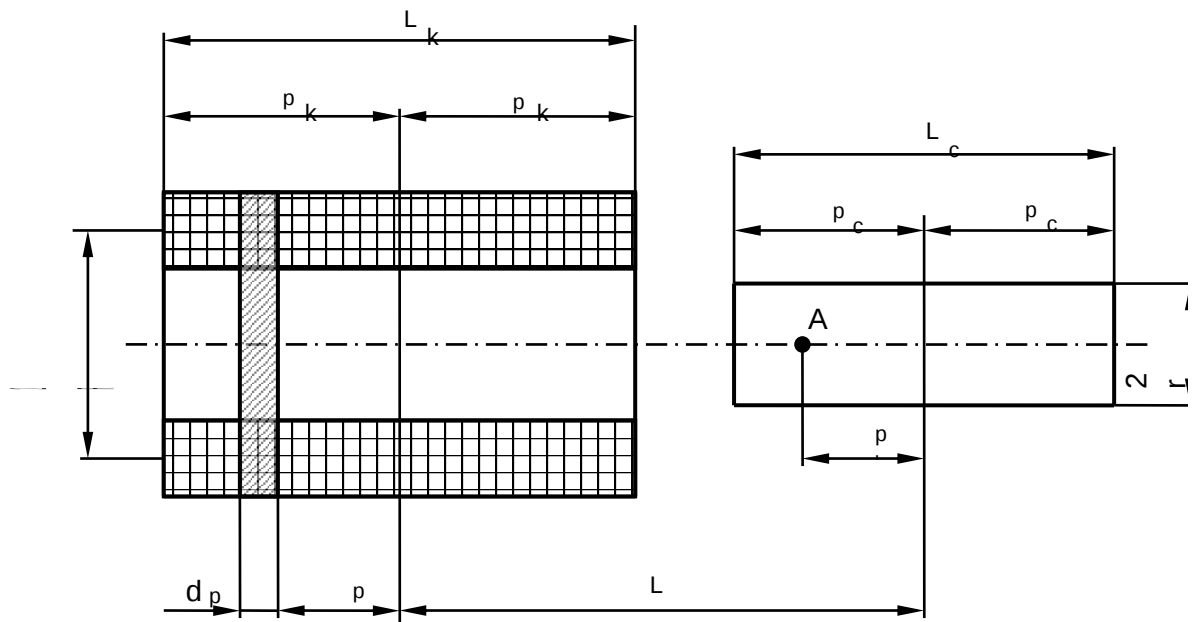


Рисунок 3.1 – Розрахункова схема соленоїдного перетворювача

Це переміщення визиває зміну індуктивності обмотки котушки намагнічування. Якщо жорстко зв'язати переміщення осердя з вимірювальним параметром, то отримаємо пристрій для вимірювання лінійних переміщень. Передавальна функція такого пристрою приведена нижче.

$$L = L_o + A \cdot \left[\sqrt{(m + p_1)^2 + 1} + \sqrt{(m - p_1)^2 + 1} - \sqrt{(m + p_2)^2 + 1} - \sqrt{(m - p_2)^2 + 1} \right]$$

$$\text{де } A = \frac{\pi \cdot r^2}{8} \cdot \mu_0 \cdot \left(\mu_c - 1 \right) \cdot \frac{\omega^2 \cdot R}{p_C \cdot p_K}, \quad m = \frac{l}{R}; \quad p_1 = \frac{p_C + p_K}{R}; \quad p_2 = \frac{p_C - p_K}{R},$$

Тут L_o – індуктивність котушки перетворювача при відсутності осердя, R – середній радіус витка, μ_0, μ_c – магнітна стала і магнітна проникність осердя відповідно, p_K, p_C – половина довжини котушки і осердя відповідно.

Для оцінки чутливості перетворювача лінійних переміщень запропоновано підхід на основі поліноміальної апроксимації функції перетворення в середовищі MATLAB.

З експериментальних досліджень можна отримати передавальну функцію для дискретних значень (рис.3.2).

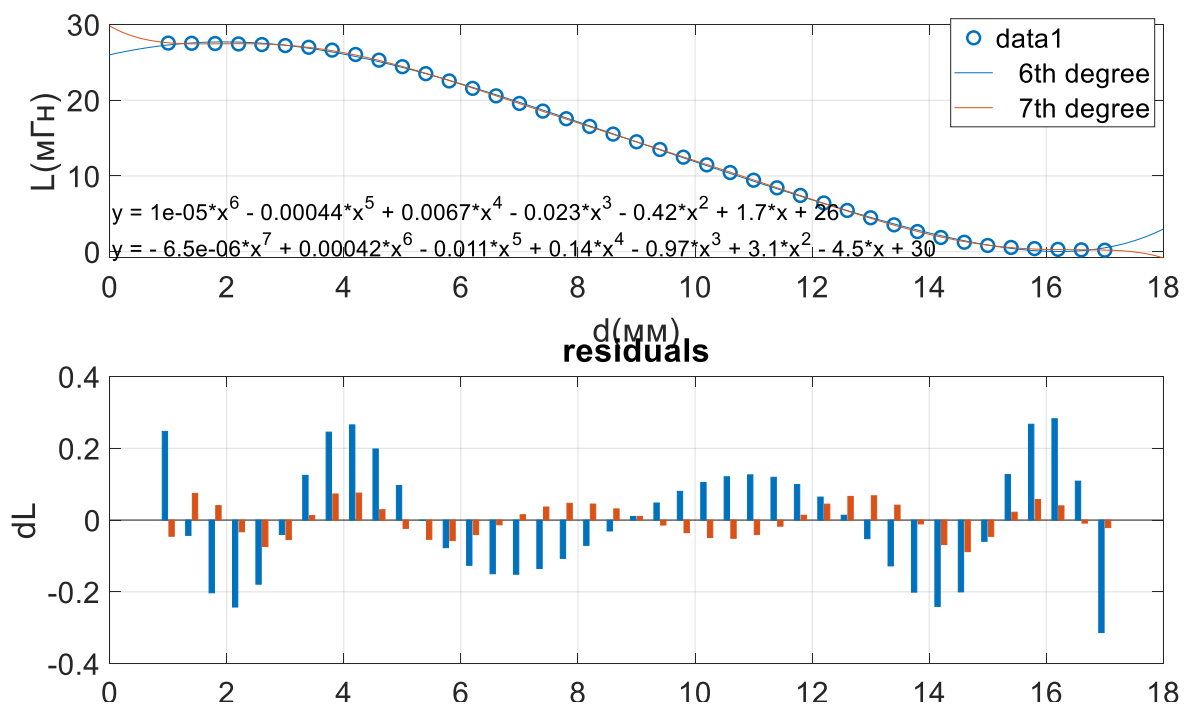


Рисунок 3.2 –Передавальна функція для конкретних значень робочих параметрів, її апроксимація поліномами 6 і 7 порядків і похибки апроксимації для вибраних значень

Для поширення її на неперервному інтервалі здійснено апроксимацію поліномом. З метою вибору степені полінома оцінимо похибки апроксимації в конкретних випадках (рис.3.3).

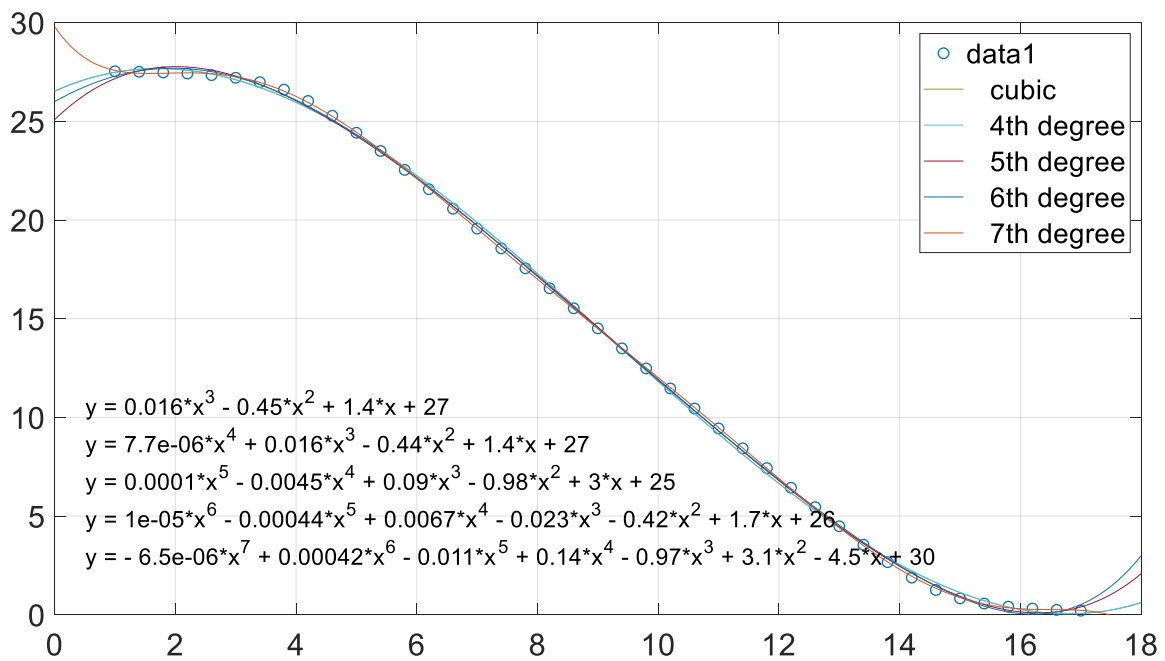


Рисунок 3.3 –Апроксимація передавальної функції поліномами 3, 4, 5, 6 порядків

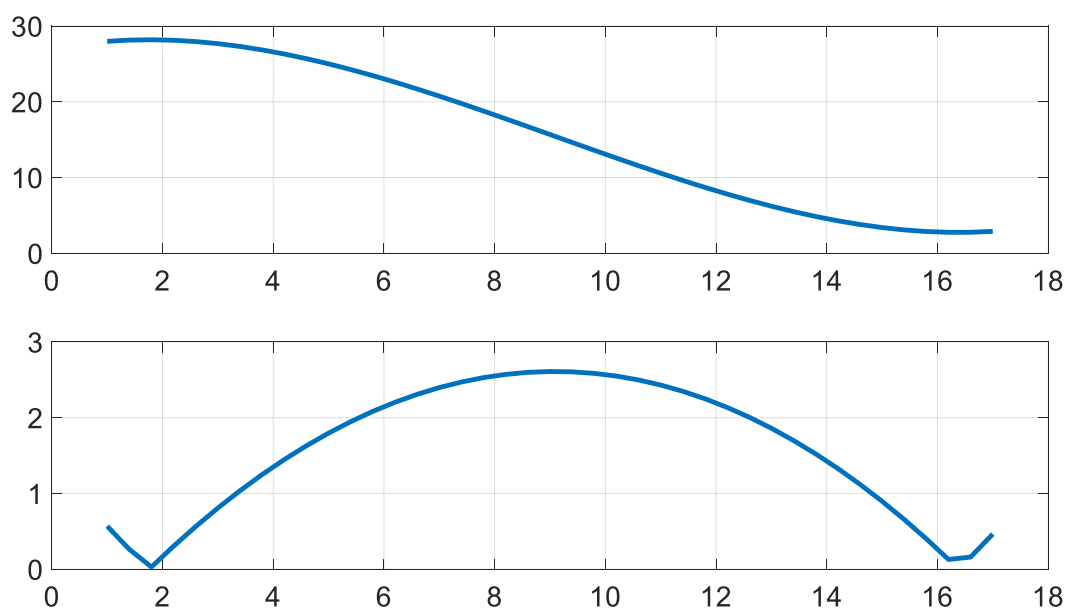


Рисунок 3.4 –Передавальна характеристика (на верхньому графіку) та чутливість (на нижньому графіку) для апроксимації поліномом 4-го порядку

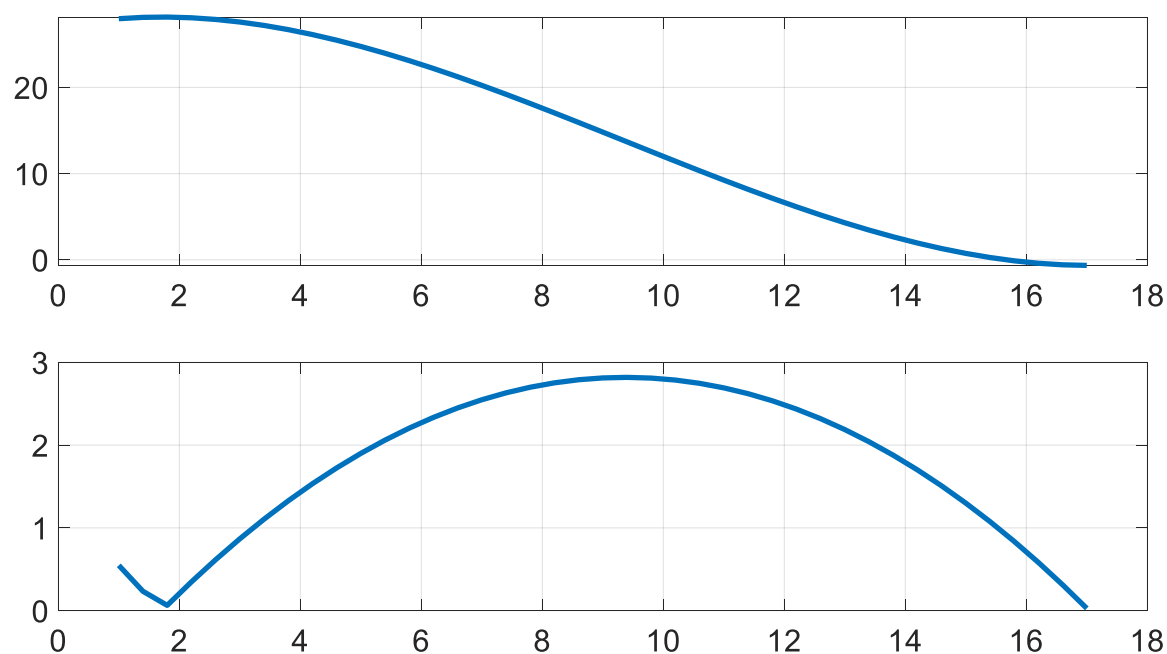


Рисунок 3.5 –Передавальна характеристика (на верхньому графіку) та чутливість (на нижньому графіку) для апроксимації поліномом 3-го порядку

З оцінок похибки апроксимації вибрано оптимальний варіант – поліном 4-го степеня. Робочий варіант характеристики і оцінка чутливості перетворювача показані на рис.3.4.

Вибраний підхід дозволяє отримати без складних математичних перетворень наближену аналітичну форму чутливості засобу вимірювання у вибраному діапазоні переміщень.

Висновок: Отримані результати дозволяють обрати адекватний режим роботи перетворювача для збереження заданої точності вимірювань.

3.2 МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА

3.2.1 Аналіз об'єкту вимірювання і технічних вимог до метрологічних параметрів системи

Спроектований пристрій призначений для вимірювання конусності циліндричних деталей. Для вимірювання кута конуса застосовується соленоїдний перетворювач лінійних переміщень. Потрібно розробити схему підсилення сигналу з цього перетворювача та перетворити цей сигнал у двійковий код. Цей код в подальшому передається на вхід мікроЕОМ. Зменшення похибки підсилення схеми здійснюється шляхом застосування прецизійних малошумних підсилювачів, а також використанням підстройки напруг зміщення та коефіцієнта підсилення, програмної калібровки нуля.

Для зменшення похибки АЦП останній вибирається певного типу та з різною розрядністю. Перевагами такого методу є наступні:

- Вимірювання можна здійснювати з різною швидкістю, при цьому похибка вимірювання не змінюється.
- Невисокий рівень енергоспоживання.
- Низьке тепловиділення.
- Невисока функціональна складність модуля вимірювань.
- Немає необхідності у гальванічній розв'язці.
- Завадостійкість та надійність від дії зовнішнього середовища.
- Невисокий рівень шумів, обумовлених впливом сусідніх вузлів.

3.2.2 Опис принципової схеми приладу

Електрична структурна схема пристрою показана на рис. 3.6.

Схема складається з наступних вузлів: блоків вводу, обробки і відображення інформації; блоку механізмів виконання операцій та блоку давачів.

Обробку інформації виконує однокристальна мікроЕОМ типу ADuC841 (мікросхема DD3). З портів P3.2-P3.4 мікроЕОМ сканує клавіатуру керування роботою приладу. Результати вимірювання та роботи мікроЕОМ виводить на рідкокристалічний IND модуль (порти P3.5-P3.6). МікроЕОМ керує роботою схем керування кроковими двигунами DV1 і DV2 (порти P2.0-P2,7).

Схема керування кроковим двигуном DV1 (для двигуна DV2 ідентична) зібрана на транзисторах VT1-VT5 і мікросхемі DD1. Керуючий код мікроЕОМ (порти P2.0-P2.3) на інвертори DD1, а з них на транзисторні ключі, зібрані на транзисторах VT1-VT4. Транзисторні ключі в свою чергу вмикають у заданій послідовності обмотки крокового двигуна DV1. Схема індуктивного перетворювача складається з автогенератора коливань та індуктивного перетворювача DAT. Генератор зібраний по схемі двохтактного релаксаційного генератора на транзисторах VT1 і VT2. Виділення напруги, пропорційної переміщенню якоря індуктивного датчика, забезпечує кільцевий детектор на діодах VD1-VD4. На мікросхемі DA1 зібраний диференційний підсилювач напруги, що поступає на вхід десятирозрядного АЦП (мікросхема DA2).

Електрична принципова схема спроектованого пристрою показана на рис. 3.7.

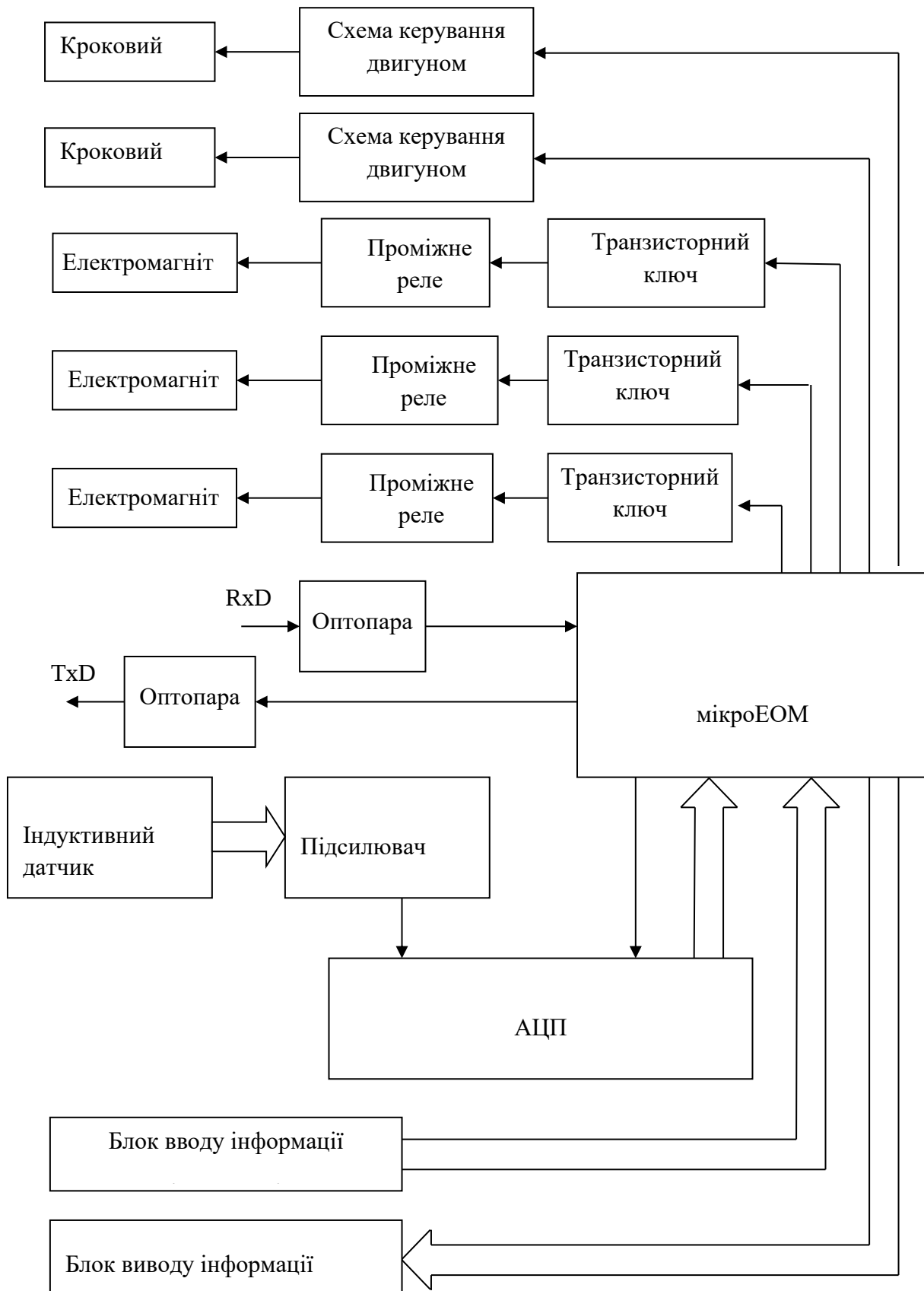


Рисунок 3.6 – Електрична структурна схема пристрою

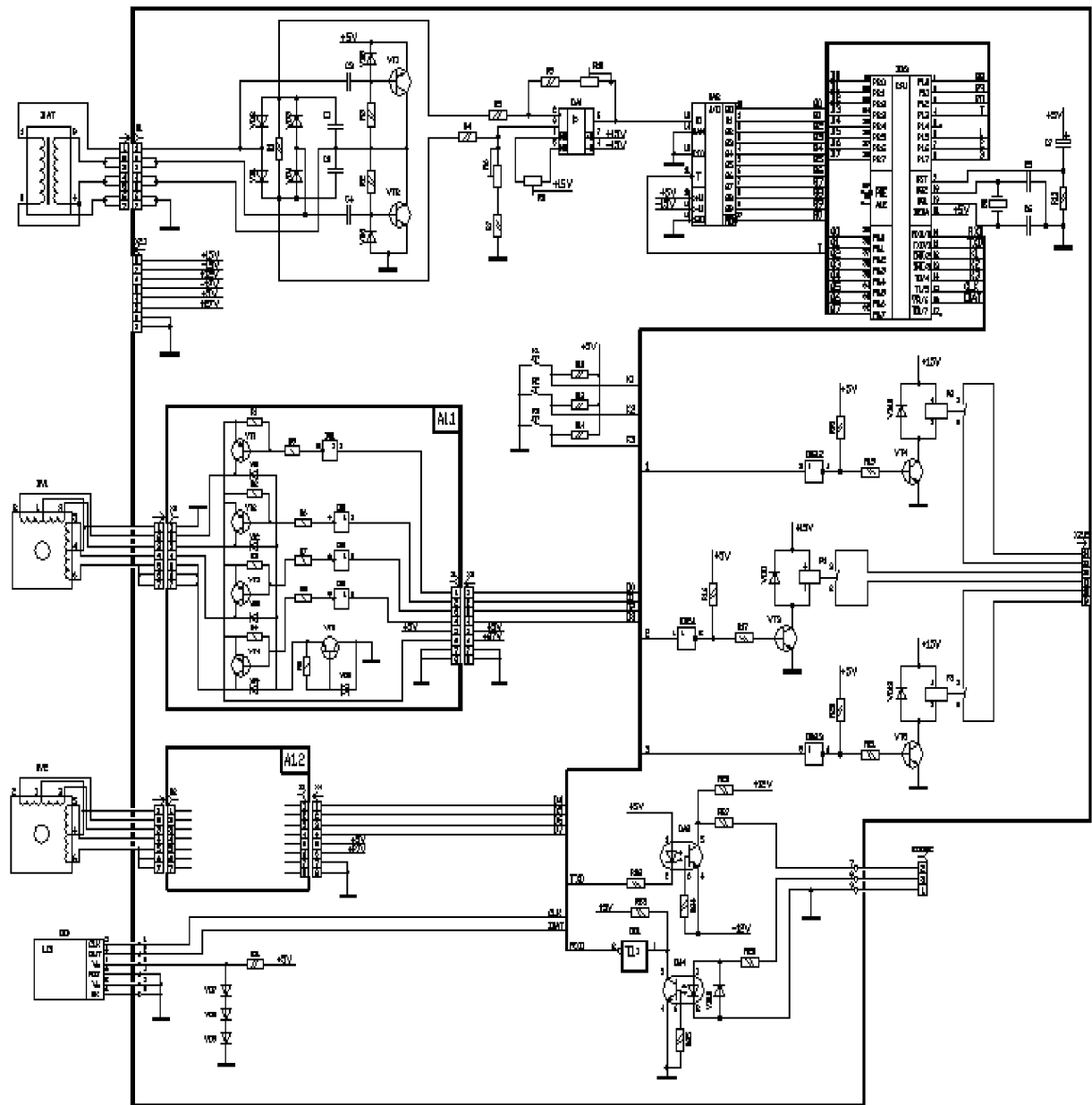


Рисунок 3.7 – Електрична принципова схема пристрою

3.2.3 Розрахунок параметрів схеми

Підберемо транзистори:

а) для ключів вмикання електромагнітних реле транзистори VT3-VT5 приймаємо виходячи з умови:

$$I_{\text{кmax}} > I_{\text{н}}, U_{\text{кmax}} > U_{\text{ж}},$$

де $I_{\text{н}}$ – струм, що споживає обмотка реле;

$U_{\text{ж}}$ – напруга живлення, $U_{\text{ж.}} = 15 \text{ В}$.

У нашому випадку реле комутують струм силою 0.5 А і напругу 27 В.

З довідника вибираємо реле типу РЭС-91 зі струмом спрацювання 30 мА. Отже вибираємо транзистори VT1-VT3 типу КТ815В з такими параметрами: $U_{\text{кmax}} = 70 \text{ В}$, $I_{\text{кmax}} = 1.5 \text{ А}$, $h_{21Э} \geq 40$.

б) для ключів комутації обмоток крокових двигунів DV1-DV2 транзистори VT1-VT4 приймаємо виходячи з умови:

$$I_{\text{кmax}} > I_{\text{н}}, U_{\text{кmax}} > U_{\text{ж}},$$

де $I_{\text{н}}$ – струм, що споживає обмотка, $I_{\text{н}} = 1 \text{ А}$;

$U_{\text{ж}}$ – напруга живлення, $U_{\text{ж.}} = 27 \text{ В}$.

Вибираємо транзистори VT1-VT4 типу КТ814Б з такими параметрами: $U_{\text{кmax}} = 60 \text{ В}$, $I_{\text{кmax}} = 1.5 \text{ А}$, $h_{21Э} \geq 40$.

в) транзистор VT5 приймаємо виходячи з умови:

$$I_{\text{кmax}} > 4 \cdot I_{\text{н}}, U_{\text{кmax}} > U_{\text{ж}},$$

де $I_{\text{н}}$ – струм, що споживає обмотка, $I_{\text{н}} = 1 \text{ А}$;

$U_{\text{ж}}$ – напруга живлення, $U_{\text{ж.}} = 27 \text{ В}$.

Вибираємо транзистор VT5 типу КТ819Б з такими параметрами:
 $U_{кmax}=60\text{ В}$, $I_{кmax}=10\text{ А}$, $h_{21Э} \geq 40$.

Знайдемо опори резисторів баз транзисторів, що комутують обмотки про-міжних реле Р1-Р3. Для повного насичення транзистора струм бази повинен становити:

$$I_{\delta} > I_{\delta_{нас}} = \frac{I_K}{h_{21Э}}$$

де I_{δ} - струм бази, А;

I_K - струм колектора, $I_K=0.03\text{ А}$;

$h_{21Э}$ - коефіцієнт підсилення транзистора, $h_{21Э}=40$.

$$I_{\delta} > I_{\delta_{нас}} = \frac{0.03}{40} = 0.00075\text{ А}$$

Опір резистора знаходимо за формулою:

$$R_{\delta} = \frac{U_{ж} - 0.6}{I_{\delta}}$$

де $U_{ж}$ - напруга живлення, $U_{ж}=15\text{ В}$.

Підставивши числові значення отримаємо:

$$R_{\delta} = \frac{15 - 0.6}{0.00075} = 19200\text{ Ом}.$$

Вибираємо опори резисторів R17, R19 і R21 з ряду стандартних значень рівними 18 кОм.

Підберемо АЦП для нашої схеми виходячи з умови:

$$\varepsilon_{\text{АЦП}} \leq \varepsilon - \varepsilon_{\text{д}} - \varepsilon_{\text{оп}}$$

де ε – загальна похибка вимірювання електричної схеми, $\varepsilon=1\%$

$\varepsilon_{\text{д}}$ – похибка датчика, $\varepsilon_{\text{д}}=0.3\%$

$\varepsilon_{\text{оп}}$ – похибка підсилювача, $\varepsilon_{\text{оп}}=0.4\%$

$$\varepsilon_{\text{АЦП}} \leq 1 - 0.3 - 0.25 = 0.45\%$$

Як бачимо, максимальна похибка АЦП повинна становити 0.45%.
Мінімальну розрядність АЦП визначаємо за формулою:

$$N \geq \log_2 \frac{1}{\varepsilon_{\text{АЦП}}}$$

де N - мінімальна розрядність АЦП.

$$N \geq \log_2 \frac{1}{0.0045} \geq 7.8$$

Вибираємо з довідника 10-розрядний АЦП типу К1113ПВ1 з такими параметрами:

розрядність—10

похибка квантування, $\varepsilon_{\text{кв}}=0.1\%$ (1 м.р.);

інтегральна похибка, $\varepsilon_i=0.2\%$ (2 м.р.);

диференціальна похибка, $\varepsilon_d=0.075\%$ (3/4 м.р.);

$t_{\text{перетв}}=30$ мкс

$U_{\text{ж}}=+5\pm 5\%$ (В); $-15\pm 5\%$ (В)

$U_{\text{оп}}=10$ (В).

Якщо прийняти, що розподіл значень даних похибок є рівномірним, то тоді значення похибки АЦП становить:

$$\varepsilon_3 = \sqrt{\frac{\varepsilon_{\text{кв}}^2 + \varepsilon_i^2 + \varepsilon_d^2 + \varepsilon_{\text{зм}}^2}{3}} = \sqrt{\frac{0.1^2 + 0.2^2 + 0.075^2 + 0.1^2}{3}} = 0.148\%$$

В даний час дуже часто в якості засобу відображення інформації використовують рідкокристалічні індикатори (РКІ), які в порівнянні з індикаторами інших типів мають ряд переваг:

- низьке споживання електроенергії;
- пасивне джерело світла, нешкідливе для зору;
- простота керування;
- більш широкі функціональні можливості.

Одним із пріоритетних напрямків в даній галузі є використання індикаторних модулів на основі РКІ. Модуль рідкокристалічного індикатора представляє собою збірний модуль в склад якого входить рідкокристалічний індикатор і плата керування індикатором (ПКРКІ). ПКРКІ законтактована зі знаковим РКІ посередництвом токопровідної гуми через вихідні ламелі, розміщені по периметру ПКРКІ.

На ПКРКІ через багатовиводний гнучкий шлейф подається інформація, керуючі сигнали та напруга живлення модуля.

Вибираємо для блоку відображення інформації рідкокристалічний модуль типу НТ-1611 з дев'ятививодним шлейфом і дванадцятирозрядним знаковим дисплеєм. Зовнішній вигляд модуля показано на рисунку 3.8, габаритні розміри модуля: 65х35х10 мм.



Рисунок 3.8 - Модуль рідкокристалічного дисплея типу НТ-1611.

3.2.4 Аналіз і оцінка похибки схеми

Виконаємо розрахунок похибки вимірювання переміщення індуктивним давачем. Цю похибку розраховуємо за формулою:

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3$$

тут ε_3 - похибка АЦП;

ε_2 - похибка підсилювача;

ε_1 - похибка датчика;

Індуктивний давач має похибку 0,2%.

Похибка підсилювача (мультиплікативна) обумовлена нестабільністю коефіцієнта підсилення та неточністю резисторів.

Похибка коефіцієнта підсилення:

$$\varepsilon_{\text{кон}} = \frac{\delta_k}{K_o \cdot \beta + 1}$$

тут K_o - коефіцієнт підсилення, $K=39810$ (90 дБ);

δ_k – нестабільність K_o , $\delta_k=0.1\%$;

$\beta \approx 0.001$.

$$\varepsilon_{\text{кон}} = \frac{0.1}{39810 \cdot 0.001 + 1} = 0.0029\%$$

Похибка підсилювача обумовлена нестабільністю опорів:

$$\varepsilon_R = \sqrt{\varepsilon_{R4}^2 + \varepsilon_{R5}^2 + \varepsilon_{R6}^2 + \varepsilon_7^2 + \varepsilon_{R9}^2 + \varepsilon_{10}^2}$$

Похибка резисторів рівна 0.05%:

$$\varepsilon_R = \sqrt{0.05^2 + 0.05^2 + 0.05^2 + 0.05^2 + 0.05^2 + 0.05^2} = 0.12\%$$

Адитивна похибка обумовлена в основному шумами і нелінійністю.

$$\varepsilon_U = \frac{(U_{\text{вх.ш}} + I_{\text{вх.ш}} \cdot R_{\text{вх}} + \kappa_{\text{нел}} \cdot U_{\text{вх}}) \cdot \kappa}{U_{\text{вих}}}$$

тут $I_{\text{вх.ш}}$ – струм шумів на вході, для підсилювача КР140УД26А $I_{\text{вх.ш}}=0.02$ нА;

$U_{\text{вх.ш}}$ – напруга шумів вхідна, $U_{\text{вх.ш}}=0.3$ мкВ;

$\kappa_{\text{нел}}$ - коефіцієнт не лінійності, $\kappa_{\text{нел}}=0.001\%$;

κ - коефіцієнт підсилення , $\kappa=21$;

$R_{\text{вх.}}$ – опір на вході , $R_{\text{вх.}}=1.3$ МОм;

$$\varepsilon_U = \frac{(0.3 \cdot 10^{-6} + 0.02 \cdot 10^{-9} \cdot 1.3 \cdot 10^6 + 10^{-5} \cdot 0.02) \cdot 21}{10} \cdot 100\% = 0.01\%$$

Загальна похибка:

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_R + \varepsilon_{kon} + \varepsilon_U = 0.12 + 0.0029 + 0.01 = 0.133\%$$

Похибка АЦП при рівномірному розподілі інших похибок:

$$\varepsilon_3 = \sqrt{\frac{\varepsilon_{KB}^2 + \varepsilon_i^2 + \varepsilon_d^2 + \varepsilon_{3M}^2}{3}}$$

тут ε_{3M} – похибка від напруги зміщення, $\varepsilon_{3M}=0.1\%$.

ε_{KB} – похибка квантування, $\varepsilon_{KB}=0.1\%$ (1 м.р.);

ε_d – диференціальна похибка, $\varepsilon_d=0.075\%$ (3/4 м.р.);

ε_i – інтегральна похибка, $\varepsilon_i=0.2\%$ (2 м.р.);

$$\varepsilon_3 = \sqrt{\frac{0.1^2 + 0.2^2 + 0.075^2 + 0.1^2}{3}} = 0.148\%$$

Тоді загальна похибка електричної схеми буде:

$$\varepsilon = 0.05 + 0.133 + 0.148 = 0.331\%$$

3.2.5 Висновки до частини 3

1. Отримані результати дослідження передавальної функції відлікового пристрою дозволяють отримати без складних математичних перетворень наближену аналітичну форму чутливості засобу вимірювання у вибраному діапазоні переміщень.
2. Розроблена та детально описана структурна та принципова електричні схеми спроектованого пристрою.



4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

4.1.1 Розробка огорожень та блокуючих пристроїв небезпечних зон обладнання

Небезпечна зона – це простір, в якому діють постійно або періодично фактори, небезпечні для життя людини. Небезпека локалізована в просторі біля будь-яких елементів, що рухаються, ріжучого інструменту, оброблюваних деталей, зубчатих зачеплень, робочих станків і т. д. У всіх вказаних випадках існує безпека травмування людей, обслуговуючих обладнання. Особлива безпека є в тому випадку, коли можливий захват одягу чи волосся рухомими частинами обладнання.

Наявність безпечної зони може бути пов'язана з ураженням електричним струмом, з можливою дією теплових, електромагнітних і іонізуючих випромінювань, а також з дією шуму, вібрацій, шкідливих парів, газів, пилу, з можливістю травмуваннявідлітаючими частинками матеріалу заготовки та інструменту при обробці, з вилітом оброблюваної деталі із-за поганого його закріплення чи поломки.

Габарити небезпечної зони можуть бути постійними і змінними.

При проектуванні технологічного обладнання в приладобудуванні необхідно передбачити використання засобів, або таких, що виключають можливість контакту людини з небезпечною зоною, або таких, що знижують небезпеку контакту. Такими засобами є засоби захисту працюючих, що використовуються для запобігання або зменшення дії на працюючих шкідливих або безпечних факторів. Засоби захисту поділяються на дві групи: колективні та індивідуальні.

Всі захисні засоби можна поділити на наступні групи: огорожувальні, запобіжні, блокуючі, сигнальні, а також системи дистанційного управління приладами і спеціальні засоби.

Розглянемо огороження та блокуючі пристрої.

Огороження – це засоби захисту, які перешкоджають попадання людини в шкідливу зону. Огороження використовують для ізоляції привода автомату, огороження струмоведучих чатин, зон інтенсивних випромінювань. Огорожуються також робочі зони, розміщені на висоті.

Вони залежать від обладнання, розміщення людини в робочій зоні, специфіки безпеки, що супроводжують технологічний процес.

Огороження діляться на три основні групи: стаціонарні, рухомі, переносні. Стаціонарні огороження лише періодично демонтуються для виконання додаткових операцій. Вони виконуються таким чином, що пропускають деталь, що обробляється, але не пропускають руки працюючого через невеликі розміри відповідного технологічного зазору.

Рухомі огороження являють собою пристрій, заблокований з робочими органами механізму чи приладу, внаслідок чого він закриває доступ в робочу зону при наступанні небезпечного моменту. В іншому випадку доступ до вказаної зони відкриті.

Переносні огороження є тимчасовими. Їх використовують при ремонтних роботах і наладках для захисту від випадкових дотиків до струмоведучих частин, а також від механічних травм і опіків.

Блокуючі пристрої виключають можливість проникнення людини в небезпечну зону. Особливо велике значення блокуючих пристроїв має там, де необхідно забезпечити загороження небезпечної зони, а також там, де роботу можна виконувати при знятому чи відкритому огороженні.

По принципу дії блокування діляться на механічні, електричні, фотоелектричні, радіаційні, гідравлічні, пневматичні, комбіновані.

Механічне блокування являє собою систему, що забезпечує зв'язок між огороженням і гальмівним (пусковим) пристроєм.

Електричне (радіочастотне) блокування застосовують на електроустановках з напругою від 500 В і вище, а також на різних видах приладів з електроприводами. При здійсненні електричного блокування в огороження вставляють кінцевий вимикач, контакти якого при закритому огороженні включаються в електричну схему управління обладнання і допускають включення двигуна. При знятому або неправильному установленні огороження контакти розмикаються і електричний ланцюг системи приводу розривається.

Фотоелектричне блокування засноване на принципі огороження небезпечної зони світловими променями. Зміна світлового потоку, що попадає на фотоелемент, перетворюється в електричний сигнал, який подається на вимірювально-командний пристрій.

4.1.2 Перша допомога людині, яка уражена електричним струмом

Перша допомога при ураженні електричним струмом складається з двох етапів: звільнення потерпілого від дії струму та надання йому медичної допомоги.

Звільнення потерпілого від дії струму може бути здійснено декількома шляхами. Найбільш простим є спосіб – відключення відповідної частини електроустановки. Якщо відключення не можна провести швидко (наприклад вимикач далеко розміщений), можна при напрузі до 1000 В перерубити провід сокирою з дерев'яною рукояткою чи відтягнути потерпілого від струмоведучої частини, взяти його за одяг, якщо він сухий, відкинути від нього провід за допомогою дерев'яної палки.

При напрузі більше 1000 В слід застосовувати діелектричні рукавиці, черевики і, в разі необхідності, ізолюючу штангу або ізолюючі кліщі.

Заходи першої медичної допомоги потерпілому від електричного струму залежать від його стану. Якщо потерпілий в свідомості, але до цього був непритомним або впродовж тривалого часу знаходився під струмом, йому необхідно забезпечити цілковитий спокій до прибуття лікаря або негайно доставити в лікувальний заклад. При відсутності свідомості, але без втрати дихання необхідно рівно і зручно укласти потерпілого на м'яку поверхню, забезпечити притік свіжого повітря. Слід дати понюхати нашатирний спирт, полити водою.

При відсутності признаков життя потрібно зробити штучне дихання та непрямий масаж серця. Штучне дихання повинно розпочинатись негайно після звільнення потерпілого від дії струму і виявлення його стану. Воно повинне проводитись методами відомими під назвою “з рота в рот” і “з рота в ніс”. При відновленні в потерпілого самостійного дихання деякий час слід продовжувати штучне дихання до повного приведення потерпілого до свідомості. Зовнішній масаж серця штучно підтримує в організмі кровообіг і відновлює самостійну діяльність серця.

Одночасно з масажем серця необхідно виконувати штучне дихання (вдування). Вдування необхідно виконувати в проміжках між надавлюванням або під час спеціальної паузи через кожні 4 – 5 надавлювань. Якщо допомогу здійснює одна людина, вона зобов'язана чергувати операції: після двох вдувань повітря виконувати 15 надавлювань на грудну клітку.

Про відновлення дії серця у потерпілого судять при появі у нього власного регулярного пульсу, що не підтримується масажем. Для перевірки пульсу необхідно переривати масаж на 2–3 с.

4.1.3 Заходи по евакуації людей із виробничих приміщень при появі в них пожежі

Найважливішою частиною пожежної профілактики на підприємстві є правильна організація руху людей як у звичайних умовах так і при виникненні пожежі. Для безпеки працюючих, які перебувають під час пожежі у виробничих приміщеннях, і найшвидшого виходу їх звідти велике значення мають кількість і розміри вихідних отворів і шлях евакуації, а також найкоротша відстань від місць знаходження людей у приміщенні до виходу з нього без зустрічного руху або пересікання людських потоків.

Успішна евакуація людей в разі пожежі досягається головним чином відповідним розміщенням робочих місць і виходів назовні з додержанням необхідної ширини коридорів, сходів, дверей і проходів. На шляхах евакуації не повинно бути крутих підйомів, порогів та інших перепон, що заважають нормальному і безпечному пересуванню людей.

Необхідна сумарна ширина сходів, а також дверей або проходів на шляхах евакуації повинна бути забезпечена з розрахунку не менш як 125 чоловік на 1 м ширини для одно- та двоповерхових приміщень, 100 чоловік на 0,6 м ширини для приміщень висотою в три і більше поверхів. Ширина коридорів у виробничих та допоміжних приміщеннях має бути не менше 1,4 м, а ширина дверей – не менше 0,8.

Сумарна ширина проходів для евакуації всіх людей, що перебувають в цеху, визначаються за формулою

$$B = M * A / \eta * \psi \text{ м,}$$

де M – кількість людей у цеху;

A – мінімальна ширина одного потоку, м;

η - час евакуації, хв;

ψ - середня пропускна здатність одного потоку, люд/хв.

При розрахунках приймається $A=0,6$ м, а ψ - в залежності від поверховості приміщень: для двоповерхового $\psi=25$ чол/хв, для трихповерхового $\psi=20$ чол/хв; якщо приміщення має більше поверхів, $\psi=15$ чол/хв.

Важливою умовою успішності евакуації людей і цінностей є влаштування запасних виходів, внутрішніх переходів, пожежних драбин, перехідних балконів та аварійного освітлення. Для всіх приміщень, де працює багато людей, треба заздалегідь розробити план евакуації їх на випадок пожежі.

4.1.4 Трудові норми Міжнародної організації праці.

Міжнародна Організація Праці (МОП)- це спеціалізоване агентство ООН, що займається поширенням соціальної справедливості та визнаних міжнародною спільнотою людських і трудових прав.

Вона була заснована в 1919 році і залишається донині єдиним збереженим великим результатом Версальського договору.

МОП визначає міжнародні трудові норми у виді Конвенцій і Рекомендацій, які встановлюють мінімальні стандарти основних трудових прав: свобода асоціацій, право на організацію, колективні угоди, скасування примусової праці, рівні можливості і рівні права, інші стандарти у всьому спектрі питань праці. МОП забезпечує технічну допомогу, в основному в галузі професійного навчання і перепідготовки, політики працевлаштування, управління працею, трудового законодавства та виробничих нормативів, умов праці, кооперативів, соціального забезпечення, статистики праці, охорони праці і виробничої гігієни. Вона допомагає розвитку незалежних організацій працівників і роботодавців, а також забезпечує цим організаціям послуги з навчання та консультування.

Конвенція МОП- це міжнародне зобов'язання, яке розроблене і прийняте МОП. Конвенції підлягають ратифікації державами-членами МОП. Країна, яка ратифікувала Конвенцію МОП, приймає на себе зобов'язання по застосуванню положень цієї Конвенції.

Конвенція передбачає розробку кожною державою національної політики в галузі виробничої безпеки та гігієни праці із зазначенням відповідних функцій та відповідальності державних органів, роботодавців і працівників.

Рекомендація МОП - міжнародний документ, який розроблений і прийнятий МОП і розширює зміст тієї чи іншої Конвенції.

Рекомендації стосуються питань, які не створюють формальних зобов'язань держав - членів МОП. Рекомендація охоплює технічні аспекти такої політики.

Декларація МОП основних принципів та прав у світі праці ухвалена Міжнародною конференцією праці на її 86-ій сесії в Женеві, 18 червня 1998 року.

В Декларації МОП нагадує, що усі держави-члени, вільно вступаючи до МОП, підтримали принципи та права, закріплені у Статуті та Філадельфійській декларації, та взяли на себе зобов'язання добиватися реалізації усіх цілей Організації, використовуючи для цього всі наявні засоби та з повним врахуванням притаманних їм особливостей.

Ці принципи та права втілилися та розвинулися у формі конкретних прав та обов'язків у Конвенціях, які визнаються фундаментальними.

Цією Декларацією МОП заявляє, що всі члени Організації, навіть ті з них, які не ратифікували вказані Конвенції, мають зобов'язання, що випливають вже з самого факту їхнього членства в Організації, дотримуватися, зміцнювати та реалізовувати добросовісно та відповідно до Статуту принципи, що стосуються основних прав, які є предметом цих фундаментальних Конвенцій, а саме:

- свобода асоціації та реальне визнання права на ведення Колективних переговорів;
- скасування усіх форм примусової чи обов'язкової праці;
- реальна заборона дитячої праці;
- недопущення дискримінації в області праці та зайнятості.

До фундаментальних Конвенцій МОП належать:

1. КОНВЕНЦІЯ 29. Про примусову чи обов'язкову працю (1932р.);
2. КОНВЕНЦІЯ 87. Про свободу асоціації і захист права на організації (1950 р.);
3. КОНВЕНЦІЯ 98. Про застосування принципів права на організацію і ведення колективних переговорів (1951 р.);
4. КОНВЕНЦІЯ 100. Про рівне винагородження чоловіків і жінок за рівноцінну працю (1953 р.);
5. КОНВЕНЦІЯ 105. Про скасування примусової праці (1959 р.);
6. КОНВЕНЦІЯ 111. Про дискримінацію в галузі праці та зайнятості (1960 р.);

7. КОНВЕНЦІЯ 138. Про мінімальний вік для прийому на роботу (1976 р.);

8. КОНВЕНЦІЯ 182. Про заборону та негайні дії щодо ліквідації найгірших форм дитячої праці (1999 р.).

МОП встановлює механізм, за яким від держав-членів щорічно запитуються доповіді, щоб отримати від урядів, які не ратифікували одну чи більше фундаментальних Конвенцій, інформацію стосовно усіх змін, які могли мати місце в їхньому законодавстві та практиці. Ці доповіді, потім будуть розглядатися Адміністративною радою МОП і далі виноситися як доповідь Генерального директора на Конференції МОП для тристороннього обговорення.

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Підвищення стійкості підприємств інженерно технічного комплексу при дії електромагнітного імпульсу, вплив цього фактору на обслуговуючий персонал та міри захисту

Ядерний вибух супроводжується електромагнітним випромінюванням у вигляді потужного короткого імпульсу, який виражає головним чином електричну та електронну апаратуру.

Джерела виникнення електромагнітного імпульсу (ЕМІ). По своїй природі ЕМІ в першому наближенні можна порівняти з електромагнітним полем близької блискавки, що створює перешкоди для радіоприймачів. Виникає ЕМІ в основному в результаті взаємодії гама-випромінювання, що утворюються під час вибуху з атомами навколишнього середовища.

Основними параметрами ЕМІ, що визначають поразячу дію, є характер зміни напруженості електричного та механічних полів в часі (форма імпульсу) і максимальна напруженість поля (амплітуда імпульсу).

Поразяюча дія ЕМІ

На утворення ЕМІ витрачається невелика доля ядерної енергії, але він здатен викликати імпульси струмів і напруг в проводах і кабелях повітряних і підземних ліній зв'язку, сигналізація, управління, електропередачі, в антенах радіостанцій і т.д.

Для ЕМІ може призвести до згорання чутливих електронних і електричних елементів, зв'язаних з великими антенами або відкритими проводами, а також до серйозних порушень в цифрових та контрольних пристроях, звичайно без необоротних змін. Тому, вплив ЕМІ необхідно враховувати для всіх електронних та електричних систем. Для найбільш важливих пристроїв потрібно застосовувати міри захисту і підвищувати їх стійкість до ЕМІ.

Особливістю ЕМІ як поражаючого фактора є його здатність поширюватись на десятки і сотні кілометрів в навколишньому середовищі і по різних комунікаціях (сіянням електро- та водопостачання і т.д.).

Тому може вплинути на об'єкти там, де ударна хвиля, світлове випромінювання і проникаюча реакція втрачають своє значення як поражаючий фактор.

При наземних і низьких повітряних вибухах в зоні, радіусом в декілька кілометрів від місця вибуху, в лініях зв'язку і електрозабезпечення виникають напруження, які можуть викликати пробой ізоляції проводів і кабелів відносно землі, пробой ізоляції елементів апаратури і приладів, підключених до повітряних та підземних ліній.

Ступінь ураження залежить в основному від наведеного імпульсу або струму і електричної міцності обладнання.

В кожному конкретному випадку мають бути знайдені найбільш ефективні і економічні вигідні методи захисту електронної апаратури. Серед цих методів найбільш поширені екранування, оптимальне просторове розміщення і заземлення окремих частин системи, застосування приладів, що перешкоджають перенапруженню в найбільш критичних місцях та інші способи.

Екрани і захисні пристрої

Одним з методів підвищення стійкості і захисту радіоелектронних систем від дії сильного радіомагнітного випромінювання є застосування металічних екранів. Вони відбивають електромагнітні хвилі і гасять високочастотну енергію у своїй металічній товщі. Через систему заземлення струму, наведений ЕМІ, стікає в землю, не спричиняючи збитків електронній апаратурі, що знаходиться в середині металічних шаф. Найбільш дешевий екрануючий матеріал - холоднокатані сталі листи.

Стінки екранів можуть виконуватися як у вигляді решіток, так і у вигляді суцільних листів.

Кабелі та їх екрани.

Для захисту з'єднувальних кабелів їх прокладають в земляних траншеях під цементною чи бетонною підлогою будівлі або спеціальні металеві коробки, які заземляються. Надійність підвищується, якщо кабелі розділяються і підводиться до декількох шаф з розподільними трансформаторами. В цьому випадку ізольовані частини сітки мають більший опір ізоляції і малу ємність проводів відносно землі. Але крім цього на вході кожної шафи необхідно встановити захисні фільтри від високочастотних перешкод. Вони не пропускають ЕМІ в системи керування станками і тим самим створюють умови для стійкості роботи обладнання.

Захисні розрахунки і плавкі запобіжники. Основними функціями захисного розрядника є детектування імпульсу, розмикання лінії або відвід енергії для попередження пошкодження в обладнанні. Розрізняють два основних види захисних - "м'які" та "жорсткі" обмежувачі.

"М'які" обмежувачі - нелінійні опори, що залежать від напруги (конденсатори, варистори), а "жорсткі" - пристрої з пробоем-газові розрядники, діоди та ін. Довговічність розрядника повинна відповідати строку служби схеми, що захищається.

Для радіоелектронної апаратури, встановленої в приміщенні і не маючих антенних пристроїв, основну небезпеку представляє імпульс, що проходить по ланцюгу живлення. Для захисту апаратури можуть бути використані запобіжні плавкі вставки і захисні вихідні пристосування, які являють собою різні релейні та електронні пристрої, що реагують на перевищення стуму або напруги в ланцюгу. Найбільш ефективні вказані пристрої із застосуванням плавких запобіжників.

Захист антен, опор ліній електропередачі, ліній дальнього зв'язку та підключеної до них апаратури.

Для різного роду антен і мачт, опор ліній електропередач найбільшу небезпеку представляє вертикальна складова напруженості електричного поля, створеного ЕМІ. В зв'язку з цим для їх захисту вигідно застосовувати грозозахисні пристрої і розрядники.

Для захисту апаратури, підключеної до протяжних навантажених ліній, рекомендують наступні міри:

Використання симетричних двох провідних ліній. Симетрування ліній по ємності дозволяє знизити в десятки і сотні разів напруги між проводами в порівнянні з напругою відносно землі.

Застосування екранованих кабелів і прокладка кабелів в металевих трубах.

Більш раціональних при цьому є використання кабелів з високим коефіцієнтом екранування і високою електричною і механічною міцністю, оскільки прокладка кабелів значної протяжності в трубах зв'язана з великими труднощами.

Застосування засобів захисту, аналогічних грозозахисними засобами

Такими засобами є: розрядники з дренажними запірними котушками, плавкі вставки, розв'язуючі пристрої, схеми автоматичного відключення апаратури від ліній. Вибір захисних пристроїв слід враховувати, що дія ЕМІ характеризується масовістю, тобто одночасним спрацюванням захисних засобів у всіх ланцюгах, що виявились в зоні дії ЕМІ. Тому застосовані схеми захисту повинні автоматично відновлювати працездатність ланцюгів відразу після зникнення ЕМІ.

Оскільки наведення напруги можуть поширюватись по кабельних та повітряних лініях на десятки кілометрів і визвати пошкодження апаратури далеко за межами центру ядерного ураження, вхідні ланцюги апаратури повинні бути захищені вказаними вище засобами у всіх випадках навіть засобами у всіх випадках навіть тоді, коли вибух в районі даного об'єкту не очікується.

Стійкість апаратури до дії ЕМП у великій мірі залежить також від правильної експлуатації ліній, і відповідного контролю справності засобів захисту. До важливих вимог експлуатація відносяться періодична і своєчасна перевірка електричної міцності ізоляції ліній і вихідних ланцюгів електро-радіотехнічної апаратури, своєчасне виявлення і усунення заземлень проводів, контроль справності розрядників, плавних вставок. Вказані засоби захисту повинні впроваджуватися у всі види електротехнічної і радіо-електричної апаратури із врахуванням характеру вражаючої дії електромагнітного випромінювання ядерного вибуху для забезпечення надійності роботи підприємств в умовах ракетно-ядерної війни.

Для виявлення необхідних засобів для підвищення стійкості роботи об'єктів народного господарства в умовах дії ЕМП і ядерних вибухів, проводиться аналіз та оцінка стійкості всіх видів апаратури електропостачання, електричних схем, радіотехнічних систем, які є в наявності на об'єкті.

Ударною хвилею називається область різкого стиску середовища, що поширюється у вигляді сферичного шару від місця вибуху з надзвуковою швидкістю. Ударні хвилі класифікуються в залежності від середовища поширення.

Ударна хвиля в повітрі виникає за рахунок передачі стиснення і розширення шарів повітря. Зі збільшенням відстані від місця вибуху хвиля слабшає і перетворюється на звичайну акустичну.

Хвиля при проходженні через дану точку простору викликає зміни в тиску, що характеризуються наявністю двох фаз: стиснення та розширення. Період стиснення настає відразу і триває порівняно невеликий час в порівнянні з періодом розширення. Руйнівна дія ударної хвилі характеризують надлишковий тиск у її фронті (передній межі), тиск швидкісного напору, тривалість фази стиснення.

Ударна хвиля у воді відрізняється від повітряної значеннями своїх характеристик (великим надмірним тиском і меншим часом впливу). Ударна хвиля в ґрунті при видаленні від місця вибуху стає подібна сейсмічній хвилі. Вплив ударної хвилі на людей і тварин може призвести до отримання безпосередніх чи непрямих поразок. Воно характеризується легкими, середніми, важкими і вкрай важкими ушкодженнями та травмами. Вражаюче дія ударної хвилі характеризується величиною надлишкового тиску.

Надмірний тиск – це різниця між максимальним тиском у фронті ударної хвилі і нормальним атмосферним тиском перед ним. При надлишковому тиску 20-40 кПа незахищені люди можуть одержати легкі поразки (легкі забиті місця і контузії).

ВИСНОВОК

При виконанні проекту на тему «Інформаційно-вимірювальна система для вимірювання конусності деталей»

була здійснена наступна робота:

1. Виконаний літературний огляд існуючих методів та засобів вимірювання кута конусності точних деталей машинобудування. Вибраний найбільш оптимальний спосіб вимірювання, що найкраще відповідає темі завдання.

2. Спроектвана конструкція вимірювальної позиції пристрою, що дозволяє вимірювати кут конусності стандартних конічних штифтів по ГОСТ3128-70 (ISO 2338-86) з діаметром 8-16 мм, конусністю 1:50, 10-ої точності, для якої похибка кута складає $AT_h = 63 \dots 100$ мкм в лінійних одиницях вимірювання на довжині твірної конуса до 100 мм (або $AT_\alpha = 3'$ в кутових минутах).

3. Розроблені вузли і механізми для автоматичного завантаження контрольованих деталей на вимірювальну позицію та автоматичного сортування деталей на придатні та браковані.

4. Розроблена структурна та принципова електричні схеми електронного блоку), в якому відбувається обробка результатів вимірювання з допомогою програмних методів.

5. В розділі Матмоделювання досліджено залежність індуктивності котушки перетворювача давача лінійних переміщень від переміщення осердя і розраховані найбільш оптимальні їх розміри, при яких характеристика давача буде достатньо лінійна.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Заблонський К.І. Деталі машин: Підручник. – Одеса: Астропринт, 1999. – 404 с.
2. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. – Львів: Афіша, 2003. - 558 с.
3. Малащенко В.О., Павлице В.Т. Проектування муфт приводів. – Львів: НУЛП, 2001. – 34 с.
4. [Кучеренко О. К. Конспект лекцій з дисципліни «Розрахунок і конструювання оптичних приладів». - К.:2009.-306 с.](#)
5. Малько Б.Д., Семчішак В.М. та ін. Курсові проектування деталей машин. – Івано-Франківськ: Факел, 2003. – 438 с.
6. Шевченко В.В. Технологія приладобудування. Навчальний посібник / В.В.Шевченко, О.В.Осадчий, М.О.Смута – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 128 с.
7. Марчук В.І. Технологія приладобудування: навчальний посібник / В.І. Марчук, В.Ю.Заблоцький. – Луцьк : РВВ ЛНТУ, 2015. – 216 с.
8. Якімов О.В. [Технологія машино-та приладобудування. Підручник.](#) - Луцьк: Редакційновидавничий відділ ЛДТУ, 2005. – 712 с.
9. Кісіль І. Конструювання вимірювальних приладів/ Кісіль І. –Івано-Франківськ: Факел, 2004.- 328с.
- 10.Конструювання елементів приладів автоматизованих систем. Курсове проектування / [Богдан Г.А., Мироненко П.С., Мураховський С.А., Заморський О.В.]. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. -62с.
- 11.Тарара А.М. Проектування і конструювання об'єктів техніки: навчальний посібник / Тарара А.М.– К. : КОНВІ ПРИНТ, 2019. — 144 с.
- 12.Ольшевський С.В. Конструювання радіоелектронних засобів. Конспект лекцій за курсом / Ольшевський С.В. – К.: КПІ, 2014. – 197с.
- 13.Костюк В.С .Прикладна механіка та основи конструювання / Костюк В.С., Валіулін Г.Р., Костюк Є.В. – К.: Кондор, 2018. – 226с.
- 14.Паловський С.М. Основи автоматизованого проектування: лабораторні роботи в середовищі AutoCAD / Паловський С.М., Бабков А.В. – К.: Гельветика, 2021, - 598с.

15. Автоматизація виробничих процесів : навч. посіб. / Проць Я. І., Савків В. Б., Шкодзінський О. К., Ляшук О. Л. Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. 344с.
16. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / укл.: Стручок В. С. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 156 с.
17. Коваль В. П., Івасечко Р. Р., Козак К. М. Енергетична ефективність систем позиціонування плоских сонячних панелей. *Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит*. 2015. № 3. С. 2-10.
18. Palamar A., Pettai E., Beldjajev V. Control System for a Diesel Generator and UPS Based Microgrid. *Scientific Journal of Riga Technical University. Power and Electrical Engineering*. 2010. Vol. 27. P. 47-52.
19. Vasylykivskyi I., Ishchenko V., Pohrebennyk V., Palamar M., Palamar A. System of water objects pollution monitoring. International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management (SGEM 2017), Vienna, Austria, November, 27–29, 2017. Vol. 17, No. 33. P. 355-362.
20. Паламар М. І., Стрембіцький М. О., Паламар А. М. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2019. 150 с.

ДОДАТКИ