

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА  
ДИЗАЙНУ  
Факультет мехатроніки та комп'ютерних технологій  
Кафедра прикладної механіки та машин

**ДИПЛОМНА РОБОТА (ПРОЄКТ)**

на тему

Багатоланковий механізм з нульовим ступенем вільності на базі механізму  
голки швейної машини 208 класу

Виконала студентка групи БПМ-17  
спеціальності 131 Прикладна  
механіка  
Билик К.А.

Науковий керівник Дворжак В.М.  
Рецензент Манойленко О.П.

Київ 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА  
ДИЗАЙНУ

Факультет мехатроніки та комп'ютерних технологій  
Кафедра прикладної механіки та машин

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

дипломної роботи (проєкту)

на тему:

Багатоланковий механізм з нульовим ступенем вільності на базі механізму  
голки швейної машини 208 класу

Виконала студентка групи БПМ-17  
спеціальності 131 Прикладна  
механіка  
Билик К.А.

Науковий керівник Дворжак В.М.  
Рецензент Манойленко О.П.

## ЗМІСТ

Анотація (укр., англ., мовами).....

ВСТУП.....

**РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МЕХАНІЗМІВ ГОЛКИ КРАЄОБМЕТУВАЛЬНИХ ШВЕЙНИХ МАШИН.....**

**РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ ГОЛКИ**  
.....

2.1. Розробка структури механізму голки краєобметувальних машин....

2.2. Кінематичний синтез механізму голки краєобметувальних машин

2.3. Визначення масо-інерційних параметрів .....

2.4. Кінематичний аналіз механізму .....

2.5. Силовий аналіз механізму.....

Висновки по розділу 2 .....

2.3. Дослідження впливу значень параметрів напрямного механізму голки на його технологічність

Висновки по розділу 4 .....

**2.4. РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ ГОЛКИ НОВОЇ СТРУКТУРИ**

5.1. Розробка структури механізму голки краєобметувальних машин ....

5.2. Кінематичний синтез механізму голки краєобметувальних машин ..

5.3. Визначення масо-інерційних параметрів ланок механізму голки ....

5.4. Кінематичний аналіз механізму голки .....

Висновки по розділу 5 .....

**6. СИЛОВИЙ АНАЛІЗ МЕХАНІЗМУ**

6.1. Визначення реакцій в кінематичних парах .....

Висновки по розділу 6 .....

|           |      |            |        |      | <b>БДП 208(Б) 00.00.ПЗ</b>   |      |      |         |
|-----------|------|------------|--------|------|--|------|------|---------|
| Змн.      | Арк. | № докум.   | Підпис | Дата |  |      |      |         |
| Розроб.   |      | Билик      |        |      | Багатоланковий механізм з нульовим ступенем вільності на базі механізму голки швейної машини 208 класу | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Перевір.  |      | Дворжак    |        |      |  |      |      |         |
| Н. Контр. |      |            |        |      | КНУТД, каф.МПП   |      |      |         |
| Затверд.  |      | Манойленко |        |      |  |      |      |         |

## **7. ПЕРЕВІРОЧНИЙ РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ**

- 7.1. Аналітичний розрахунок на міцність деталей .....
- 7.2. Визначення небезпечних місць в деталях механізму під дією прикладених сил .....
- Висновки по розділу 7 .....

## **8. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

- 8.1. Вступ
- 8.2. Розрахунок вібрації
- 8.3. Первинні засоби пожежогасіння.
- 8.4. Розрахунок системи очищення повітря від шкідливих викидів у навколишнє середовище
- Висновки по розділу 8 .....

**ВИСНОВКИ** .....

**ЛІТЕРАТУРА** .....

**Додаток.** Графічні матеріали, які виносяться на захист .....

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |

## АНОТАЦІЯ

В результаті виконання випускної бакалаврської роботи було проведено комплексний аналіз механізмів голки краєобметувальних ш.м. 208 кл, М2, М4. Також визначено величину впливу допуску на величини відхилення траєкторії повзуна-голководи від напрямної та надані рекомендації стосовно величин допусків на ланки механізму. Також було запропоновано нову конструкцію механізму голки, яка має просту конструкцію, та простоту виготовлення деталей. Для запропонованої конструкції було виконаний синтез механізму, розроблена його конструкція та технічна документація у відповідності до ГОСТ 2.120-73. Також проведений кінематичний та силовий аналіз механізму, що показав достатню надійність розробленого механізму. Результати проведеної роботи можуть бути використані при технології виготовлення деталей ш.м. типу 208 кл, а також для розробки нових та удосконалення діючого обладнання.

### Summary

As a result of implementation of final baccalaur's degree work the complex analysis of mechanisms of the needle overlook sewing machines was conducted. 208 kl, modifications M2, M4. The size of influencing of admittance is also certain on the sizes of rejection of trajectory of slide-block needle bar from sending and recommendations in relation to the sizes of admittances on the links of mechanism are given. A new construction of mechanism of needle, which has simple construction, and simplicity of making of details, was also offered. For the offered construction there was the executed synthesis of mechanism, his construction and technical document is developed in accordance to GOST 2.120-73. The analysis of mechanism a kinematics and power is also conducted, that showed sufficient reliability of the developed mechanism. Conducted job performances can be used for technology of making of details of sewing machines of type 208 kl, and also for development of new and improvement of operating equipment.

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |

## ВСТУП

Для підтримки конкурентоспроможності виробів легкої промисловості технологічний процес їх виготовлення повинен забезпечуватись сучасним обладнанням. Тип обладнання залежить від специфіки виробу та технології його виготовлення. Однак практично скрізь своє застосування знайшли швейні машини краєобметувального ланцюгового стібка. Необхідність їх застосування пов'язана також з типом матеріалу, який обробляють. Велика номенклатура обладнання, яке пропонується сьогодні зарубіжними виробниками задовольняє практично всі технологічні потреби, однак де-яке обладнання має низьку довговічність та високу технологічність виготовлення. Причиною цього є застосування самиланкового плоского механізму голки, така структура механізму голки широко застосовується в швейних машинах фірми «Juki» Японія, фірми «Rimoldi», машинах Ростовського заводу легкого машинобудування тощо. Серед переваг вказаного механізму є незначна маса голководу, що покращує динамічні характеристики та призводить до зменшення навантаження в кінематичних парах механізму порівняно з відомими аналогами механізмами, які мають голковод у вигляді суцільного стержня. основним недоліком є те, що цей механізм має нульову ступінь рухливості [1-4], що по-перше в процесі експлуатації призводить до швидкого зносу голководу та напрямної, та решти кінематичних пар, по-друге потребує високих технології виготовлення, і наостаннє знос однієї кінематичної пари призводить до зміни траєкторії голководу, що прискорює його знос [2,3].

Тому актуальною задачею є розробка механізмів голки, які мають високу надійність при експлуатації, низьку технологічність виготовлення та високу довговічність.

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Надійність обладнання легкої промисловості та його конкурентоспроможність залежить від якості та точності проведення конструкторських робіт, а також точності його виготовлення та матеріалів, які застосовуються.

Раціональний вибір структури механізму залежить від багатьох факторів перш за все від його функціональності, надійності, довговічності. Механізм голки красобметувальної швейної машини має різну структуру, більшість механізмів є восьми ланковими, однак також є практичне застосування і семиланкового механізму голки. Проведені дослідження механізмів голки, які наведені в літературних джерелах, містять результати оптимізаційного синтезу [1], порівняльного аналізу механізмів різної структури [1-26], однак в цей же час відсутні відомості про вплив величини допуску на закон руху повзуна-голководи. Відомі конструкції механізмів мають досить високу технологічність.

Серед задач, які планується вирішити це визначення раціональної структури механізму та його параметрів, проведення розрахунків на міцність.

Функціональність механізму полягає в виконанні умов «заколу» та захоплення «петлі напуску», при цьому повинно забезпечуватись мінімальні необхідні переміщення голки та петельників.

В даній роботі пропонується дослідити механізми голки модифікацій M2, M4 та розробити механізм більш раціональної структури.

*Мета дослідження* – виконати порівняльний аналіз механізмів модифікацій M2, M4 та розробити структуру нової конструкції, побудувати 3D модель механізму та визначити масо-інерційні параметри ланок механізмів за допомогою комп'ютерної програми, виконати математичну модель механізму базової структури та провести дослідження впливу допуску параметрів на закон повзуна-голководи, виконати кінематичний та силовий аналіз та перевірити деталі на міцність.

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |





*Практичне значення* Практичне значення полягає перш за все в розробці нового механізму голки більш раціональної структури, яка має високу технологічність виготовлення деталей та необхідну функціональність. Наведені рекомендації, що до вибору величини допуску параметрів ланок та рекомендації до компенсації неточності, яка з'являється при виготовленні виробів. Результати дослідження можуть бути використані для модернізації діючого обладнання, а також для виготовленні нового.

*Апробація роботи* Основні положення висновки та результати досліджень були повідомлені науковій конференції КНУТД.

*Публікації.* Результати випускної магістерської роботи подані до опублікування у збірці доповідей на науковій конференції КНУТД, а також за подана стаття до друку в вісник ХНУ у співавторстві з авторами проф.. Горобець В.А., доц.. Манойленка О.П., доц.. Дворжака В.М.

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |

# 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МЕХАНІЗМІВ ГОЛКИ КРАСОБМЕТУВАЛЬНИХ ШВЕЙНИХ МАШИН

Механізми голки красобметувальної швейної машини, які наведені в літературних джерелах мають досить значну різноманітність. Але тільки декілька з них знайшли практичне застосування. За структурою їх можна поділити на шестиланкові, семиланкові, та в'осьмиланкові важільні механізми. Механізми з парним числом ланок мають ступінь вільності, який дорівнює  $W=1$ , в цей же час механізми з непарним числом ланок мають ступінь вільності  $W=0$  і відносяться до напрямних механізмів [1,2, 23-25].

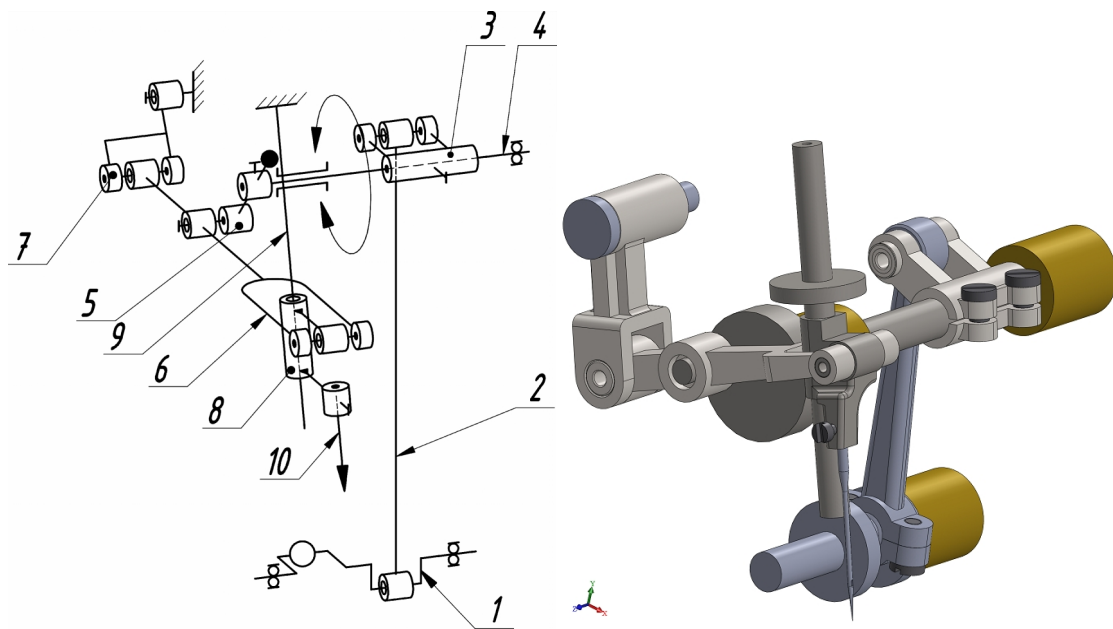
1. Серед відомих семиланкових механізмів голки крає обметувальних машин є механізми, який застосований в ш.м. 208. кл ПМЗ [1, 2, 4], що складається з двох послідовно сполучених чотирьохланковики, що містять коліно головного валу 1 (рис. 3.1), яке з'єднане з нижньою головкою шатуна 2, і передає обертальний рух коромислу 3, яке верхньою головкою шатуна 2 з'єднана з коромислом 3, яке закріплене на горизонтальному верхньому валі 4, на кінці якого закріплене коромисло 5, яке також отримує коливні рухи від шатуна. Коромисло 5 через з'єднання з середньою головкою трьохчленного шатуна 6, передає коливний рух задній його головці, яка з'єднана з коромислом 7, а його третя (передня головка) з'єднана з повзуном 8, який в свою чергу зєднаний з направляючим стержнем 9, на повзуні 8 закріплена голка 10, яка отримує зворотньопоступальний рух.

Механізм конструкції швейної машини 208 кл має не доцільну структуру, оскільки механізм має нульову ступінь рухомості [1]:

$$W = 3 \cdot n - 2 \cdot P_5 = 3 \cdot 6 - 2 \cdot 9 = 0$$

Тому механізм голки швейної машини 208 кл відносить до розряду «квазі механізми», як працюють за рахунок деформації ланок або за рахунок зазорів. Тому в механізмі є велика необхідність виготовлення деталей з високою точністю, оскільки для забезпечення траєкторія руху повзуна до

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |



208 кл

**Рис. 3.1.** Кінематична та конструктивна 3D схема механізму голки швейної машини 208 кл ПМЗ (Росія), [1]

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |

прямої, необхідно забезпечити в цей же час виготовлення деталей з високою точністю.

Також відомий механізм голки швейно-обметувальної машини модифікації М2 [2, 3] містить головний вал 1 (рис. 3.2), який встановлений в підшипниках 2, які закріплені в корпусі 3 машини. Обертальний рух головного вала 1 та кривошипа 4 у вигляді коліна, який з'єднаний з нижньою головкою шатуна 5, перетворюється шатуном 5 в коливний рух коромисла 7, яке з'єднане з з верхньою головкою шатуна 5 через перше плече 6 двохплечого коромисла 7, яке з'єднане з корпусом 3 машини, друге плече 8 двохплечого коромисла 7, з'єднане з першою головкою тричленного шатуна 9, який в свою чергу отримує складний рух. Тричленний шатун через головку з'єднаний з коромислом 10, яке з'єднане з корпусом машини 3. Третя головка тричленного шатуна 9 виконана з кулісним пазом 11, який з'єднаний з повзуном 12. За допомогою повзуна складний шатунний рух перетворюється в зворотно-поступальний рух повзуна-голководи 13 та голки 15 відносно напрямної 14.

Структура механізму голки модифікації М2 має більшу технологічність, надійність та характеризується меншою величиною зносу, оскільки порівняно з механізмом базової структури має ступінь вільності 1. Недоліком такої структури механізму є наявність повзунів та поступальної кінематичної пари, що призводить до обмежень у застосування на великих швидкостях та необхідність додаткового індивідуального змащення поверхонь.

3. Механізм голки швейно-обметувальної машини модифікації М4 містить головний вал 1 (рис. 3.3), який рухомо встановлений в підшипниках 2, які закріплені в корпусі 3 машини, на головному валі 1 закріплений ведучий шків 4, який зубчастим пасом 5 з'єднаний з веденим шківом 6. Обертальний рух головного валу 1, приводить до обертального руху ведучого шківів 4, який за допомогою зубчастого пасу 5 перетворюється в обертальний рух веденого шківів 6, верхнього

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |

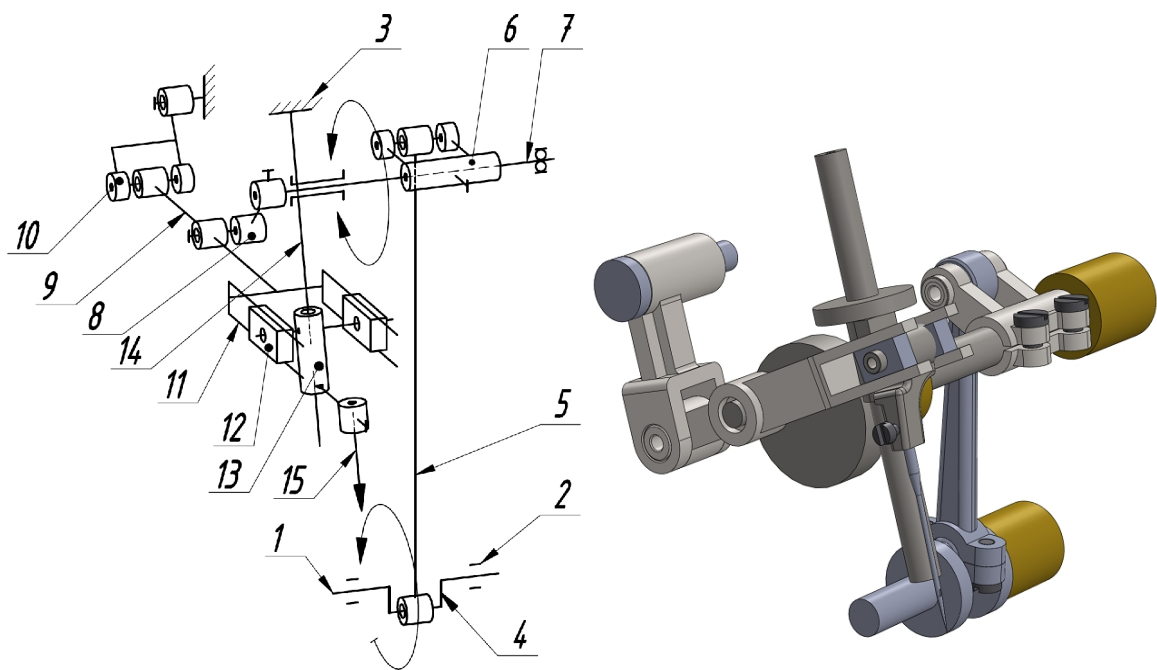


Рис. 3.2. Кінематична та конструктивна 3D схема механізму голки модифікації М2, [2]

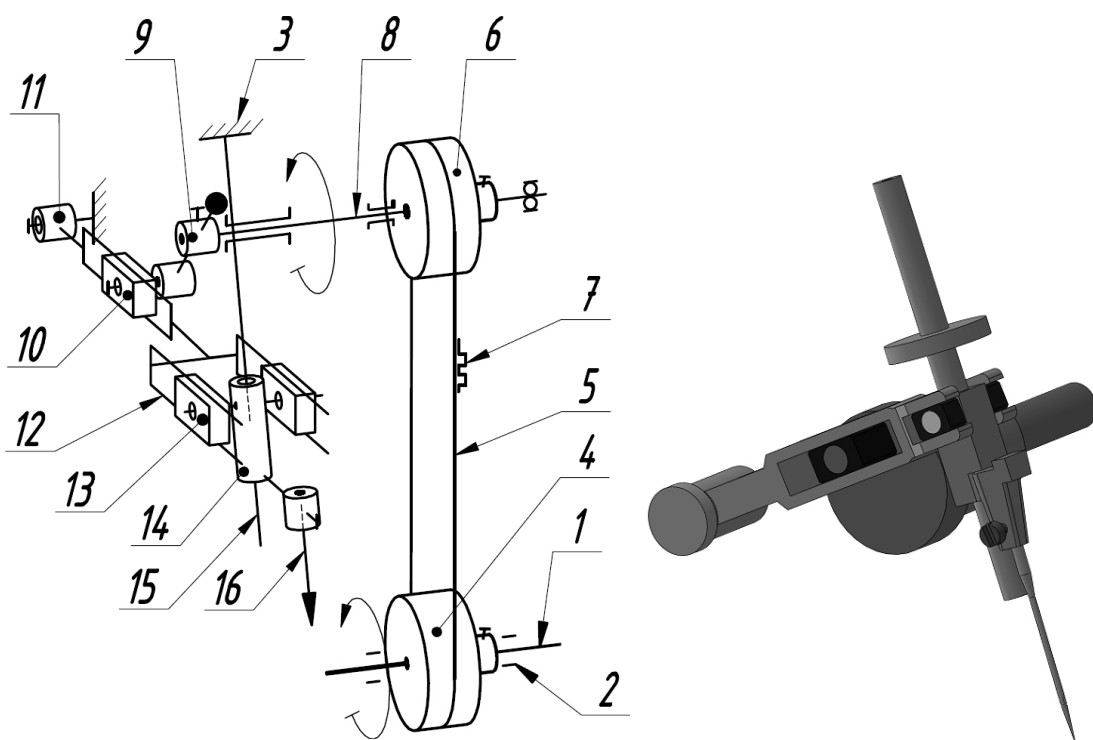


Рис. 3.3. Кінематична та конструктивна 3D схема механізму голки модифікації М4, [2]

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |

вала 8 та кривошипа 9. Обертальний рух кривошипа 9 через повзун 10 перетворюється в коливний рух коромисла-куліси 11, який через вилку 12 та два повзуна 13 перетворюється в зворотно-поступальний рух повзуна-голководи 14 та голки 16 відносно нерухомої напрямної 15.

Недоліком голки красобметувального ланцюгового стібка на рис. 3.3. є наявність двох повзунів які розташовані по обидві сторони голководи, що призводить до збільшення маси коромисла куліси та вимагає точність виготовлення деталей.

### **Висновки по розділу 1**

Структура механізму голки модифікації М2 має більшу технологічність, надійність та характеризується меншою величиною зносу, оскільки порівняно з механізмом базової структури має ступінь вільності 1. Недоліком такої структури механізму є наявність повзунів та поступальної кінематичної пари, що призводить до обмежень у застосування на великих швидкостях та необхідність додаткового індивідуального змащення поверхонь.

Порівняно з модифікаціями механізмів М2 та 208 кл. механізм даної структури має меншу кількість не зрівноважених ланок та більш кращі динамічні показники. Однак застосування двох повзунів та кінематичної пари, яка утворена повзуном та кулісою значно призводить до зношення деталей механізму та потребує індивідуального змащення поверхонь тертя.

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |

## РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗНАЧЕНЬ ПАРАМЕТРІВ НАПРЯМНОГО МЕХАНІЗМУ ГОЛКИ БАЗОВОЇ КОНСТРУКЦІ НА ЙОГО ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ

Механізм голки, що застосовується в краєобметувальних швейних машинах, Ростовського заводу «Легмаш» Росія (конструктивний ряд 208 кл.) та фірми «Рімольдї» Італія (конструктивні ряди 27, 227, 327 кл.) з точки зору теоретичної механіки має нульовий ступінь вільності [1,2, 23-25] та працює тільки за рахунок зазору між веденою ланкою та стійкою. Поряд з очевидною перевагою вищезгаданого механізму порівняно з механізмами, що мають голковод у вигляді повзуна, а саме, малу неврівноважену масу рухомих ланок, що зменшує динамічні навантаження, даний механізм має суттєвий недолік – високі вимоги до точності параметрів, що зменшує технологічність виготовлення його ланок.

В роботі [1] визначений комплексний вплив даних параметрів механізму на точність приближення траєкторії голки до прямої лінії, а також визначені оптимальні за цим критерієм їх значення. Однак не було проведено дослідження впливу кожного з цих параметрів на значення цього механізму. Тому при виготовленні ланок даного механізму підвищені вимоги до точності відносяться до всіх без виключення його параметрів, що суттєво здорожує як механізм, так і машину в цілому.

Виходячи з вищесказаного, задачею дослідження є аналітичне дослідження впливу кожного з параметрів механізму голки на форму траєкторії робочого органу (голки) і величину відхилення її від прямої лінії, на основі чого будуть надані рекомендації відносно вимог до точності кінематичних ланок механізму голки.

Об'єктам дослідження служить величина відхилення форми траєкторії від прямої лінії механізму голки залежності від значення кожного його параметра механізму. Дослідження виконувалися з використанням програми, створеної в середовищі математичного процесора *MathCAD*, методом векторного перетворення координат.

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |











При цьому при визначенні впливу одного з параметрів  $k_i$  на величину відхилення  $\Delta_{(\phi_1, \kappa)}$  траєкторії від прямої, решті параметрів  $k_i$  задавались розрахункові (номінальні) значення отримані в [1]. Оскільки величина кута  $\beta$  між плечима АМ та АВ двохплечого коромисла, а також положення напрямної  $L_{N1\_N2}$  в літературних джерелах відсутні, то для виконань досліджень впливу кожного з параметрів механізму було визначено координату точки  $M_1$  через яку проходить пряма  $L_{N1\_N2}$ , та величина кута її нахилу  $\beta$ , при яких сумарне максимальне відхилення ( $\Delta_{\Sigma} = |\Delta_1| + |\Delta_2|$ ) траєкторії голки по різні сторони від цієї прямої при номінальних розмірах ланок механізму є мінімальними ( $\beta = 22,7^\circ$ ,  $X_{N1} = 38,5 \text{ мм}$ ,  $Y_{N1} = 79,729 \text{ мм}$ ). Оскільки параметр  $\beta$  є регульований, то перед проведенням основних досліджень був визначений діапазон його регулювання, при якому  $\Delta_{\Sigma} \leq 10 \text{ мкм}$  (рис. 4.2.). Виявлено, що цей діапазон складає  $19 \div 25^\circ$ .

Результати основних досліджень показані на рис. 4.3 та приведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1.

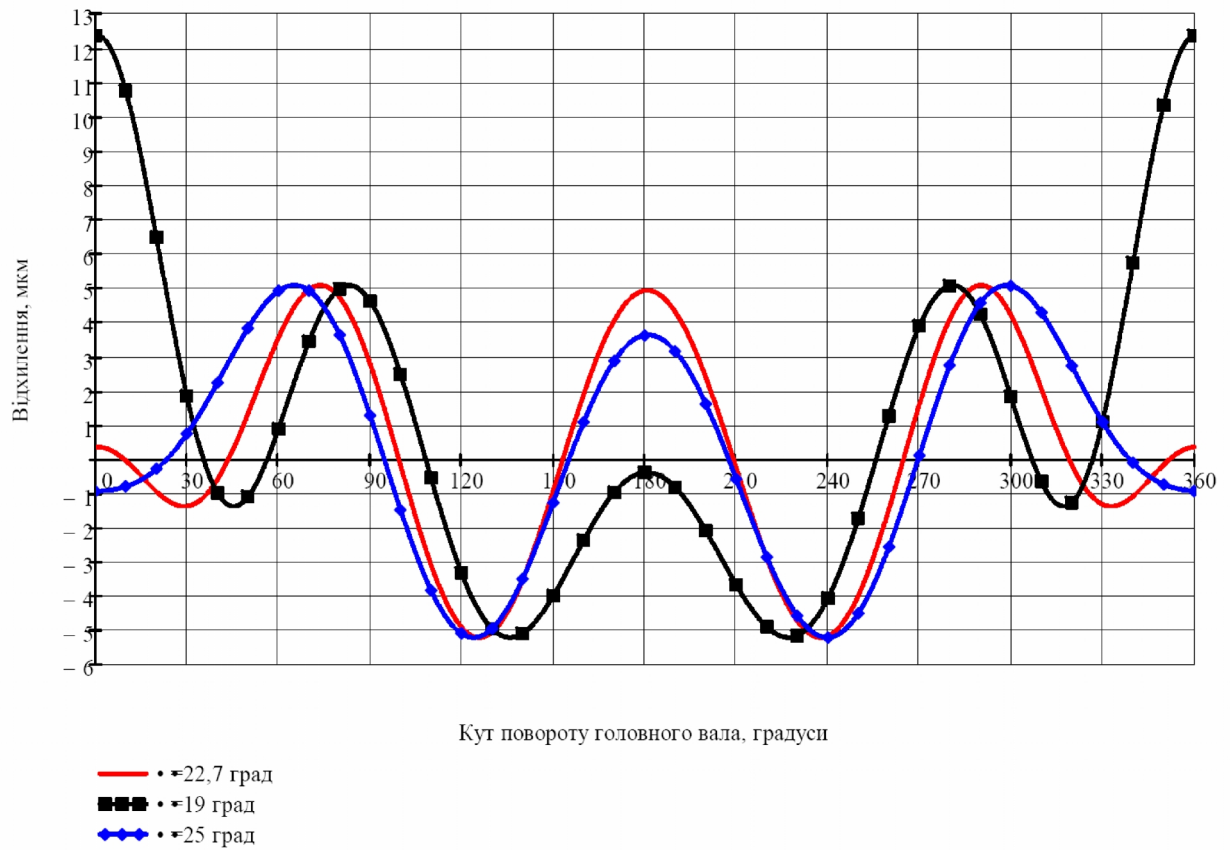
Величини та допуск параметрів механізму голки

| Тип параметру   |    | LF            | LM           | AM           | AB             | BC           | BE               | CD           |
|---|----|---------------|--------------|--------------|----------------|--------------|------------------|--------------|
| Значення параметрів базової конструкції механізму                             |    |               |              |              |                |              |                  |              |
| Номінальна величина, мм   |    | 6,75          | 58           | 17           | 10             | 20           | 40               | 30           |
| Величина допуску, мм  |    | $\pm 0,05$    | $\pm 0,5$    | $\pm 0,1$    | $\pm 0,05$     | $\pm 0,05$   | $\pm 0,05$       | ---          |
| Значення параметрів механізму отриманих в результаті досліджень               |    |               |              |              |                |              |                  |              |
| Рекомендована величина допуску, мм  |    | +0,25<br>-0,8 | $\pm 0,5$    | $\pm 0,5$    | $\pm 0,05$     | $\pm 0,05$   | $\pm 0,05$       | $\pm 0,01$   |
| Величина кута $\beta$ , яка забезпечує оптимальне відхилення $2\Delta$ , град | ВВ | 22            | 24           | 23           | 25             | 21,1         | 20               | 19           |
|   | НВ | 25            | 19           | 22           | 22             | 24,5         | 21               | 25           |
| Максимальна величина відхилення $\Delta$ , мкм                                | ВВ | +5,4<br>-5,2  | +5,1<br>-5,2 | +5,0<br>-5,2 | +5,4*<br>-7,7* | +6,7<br>-3,4 | +5,1**<br>-5,8** | +4,7<br>-4,6 |
|   | НВ | +5,1<br>-5,2  | +5,1<br>-5,2 | +5,1<br>-5,2 | +7,9*<br>-3,1* | +4,9<br>-7,6 | +5,0**<br>-4,7** | +5,7<br>-8,3 |
| $2\Delta_{\max}$ , мкм  |    | 10,6          | 10,3         | 10,3         | 12,8*          | 12,5         | 10,9**           | 14,0         |
| $2\Delta_{\min}$ , мкм  |    | 10,3          |              | 10,2         | 11,0*          | 10,1         | 9,7**            | 9,3          |

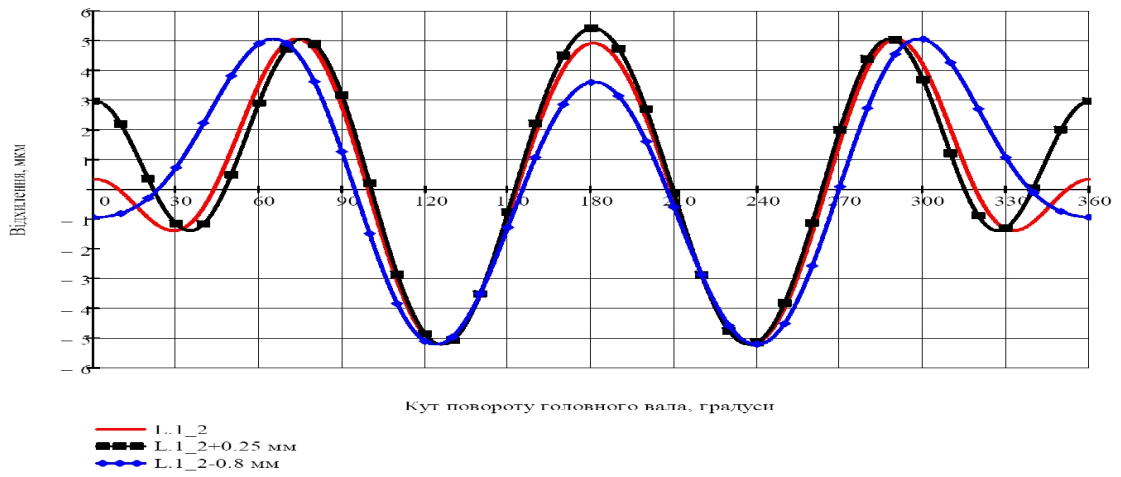
\* величини допуску відповідають додатковому зміщенню напрямної на відповідно на величину  $\pm 50 \text{ мкм}$

\*\* величини допуску відповідають додатковому зміщенню напрямної на відповідно на величину  $\mp 50 \text{ мкм}$

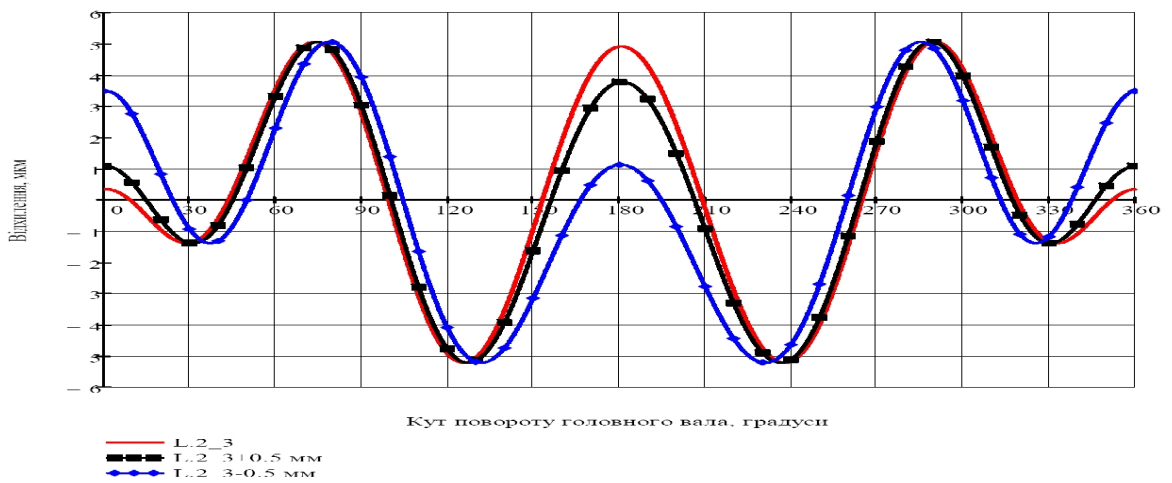
|      |      |          |       |      |                       |  |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|--|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ |  | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |  |      |



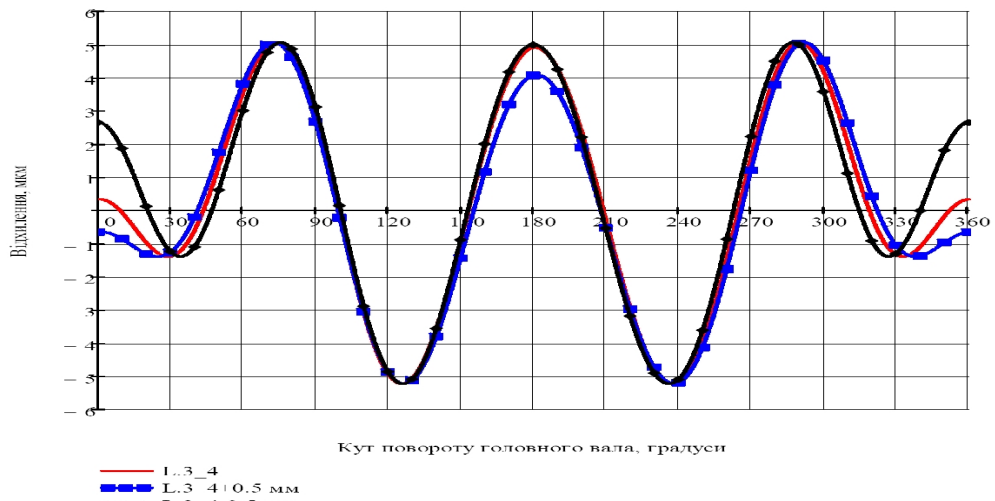
**Рис. 4.2.** Діаграма величини впливу параметра  $\beta$  – кута положення піж плечима АМ та АВ двохплечого кормисла



а)



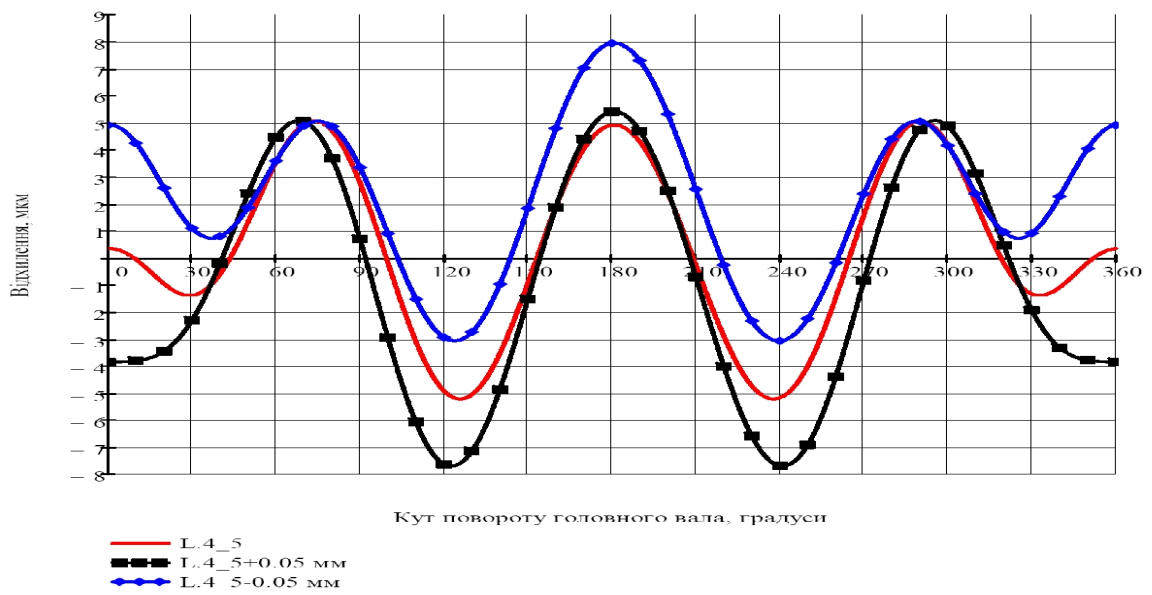
б)



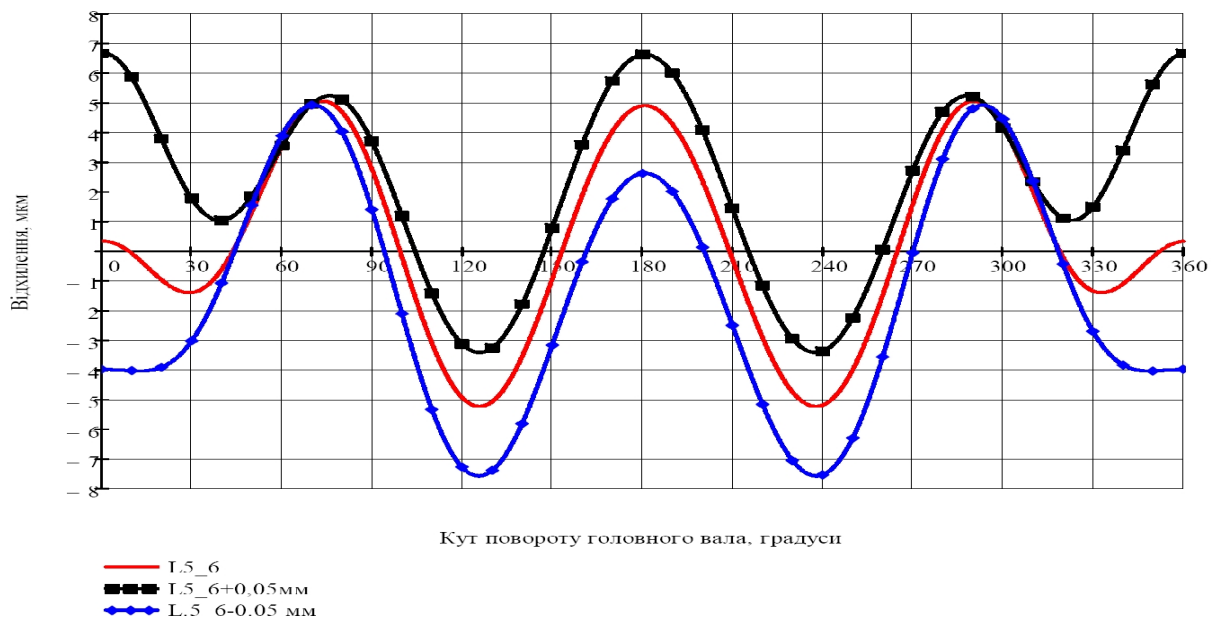
в)

Рис. 4.3. Діаграми значень відхилення траєкторії  $\Delta$  номінального значення параметра та з урахуванням верхнього (ВВ) та нижнього (НВ) відхилень допуску (початок)

а) – параметр FL, б) – параметр LM, в) – параметр AM.



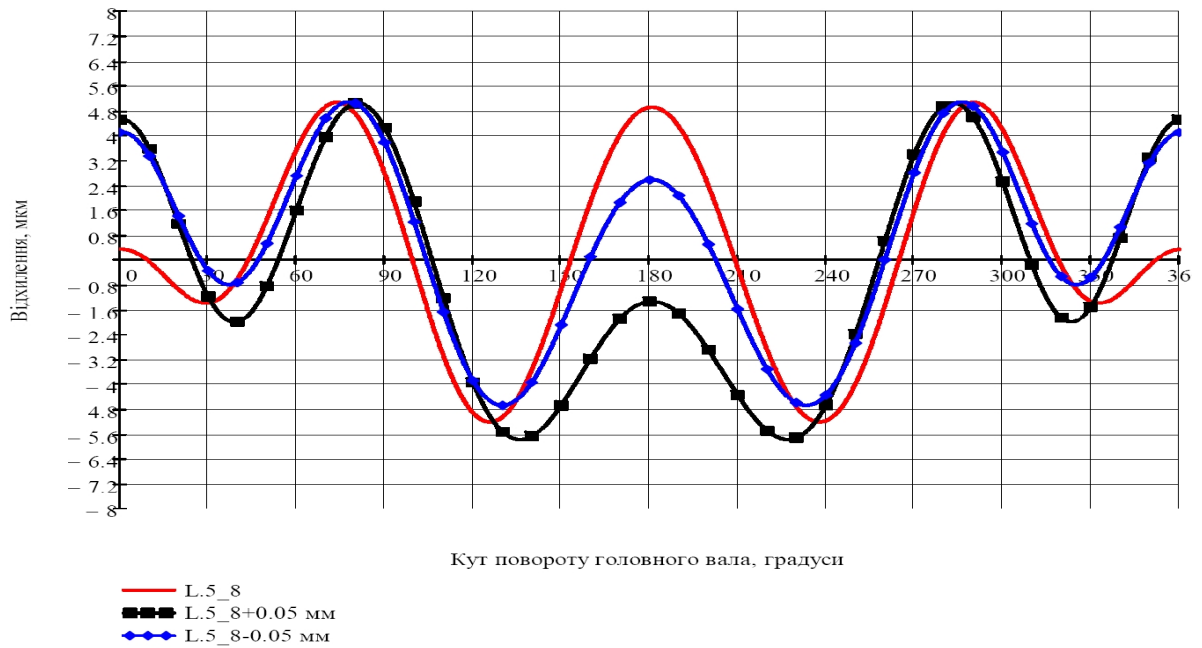
г)



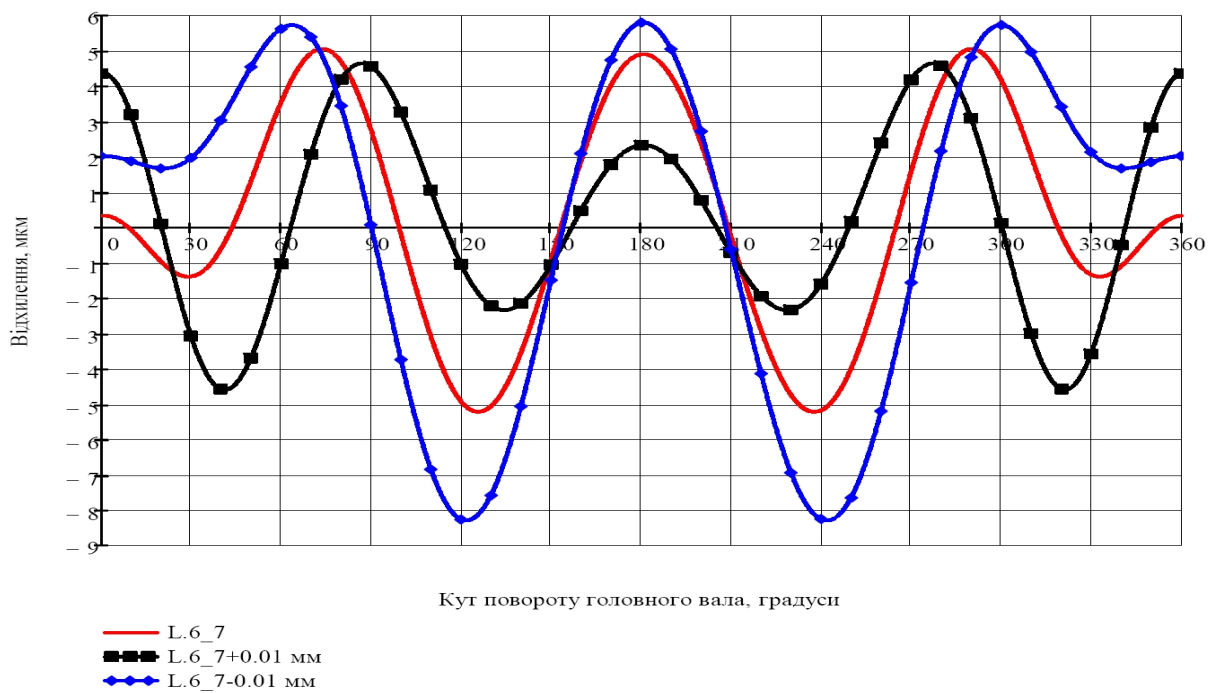
д)

Рис. 4.3. Діаграми значень відхилення траєкторії  $\Delta$  номінального значення параметра та з урахуванням верхнього (ВВ) та нижнього (НВ) відхилень допуску (продовження)

г) – параметр АВ, д) – параметр ВС,



е)



ж)

Рис. 3. Діаграми значень відхилення траєкторії  $\Delta$  номінального значення параметра та з урахуванням верхнього (ВВ) та нижнього (НВ) відхилень допуску (закінчення).

е) – параметр BE, ж) – параметр CD.



В результаті дослідження було встановлено, що за рахунок регульованого параметра  $\beta$  можна суттєво збільшити допуски практично всіх ланок механізму і таким чином підвищити технологічність його виготовлення. Виконання цього регулювання на конкретній одиниці обладнання в залежності від розмірів ланок виконується без застосування будь-яких мірильних інструментів чи шаблонів, а органолептично (так зване регулювання на «легкість ходу» механізму).

В той же час було встановлено надзвичайно суттєвий вплив параметра CD на форму траєкторії голки, для якого допустима точність склала  $\pm 0,01$  мм (в роботі [1] допуск цієї ланки взагалі не вказаний). Тому, як варіант, можливо зробити цей параметр також регульований, в вигляді головки-повзуна. Оскільки величина цього регулювання буде складати десяті долі міліметра, то суттєво на положення голки по висоті воно не вплине.

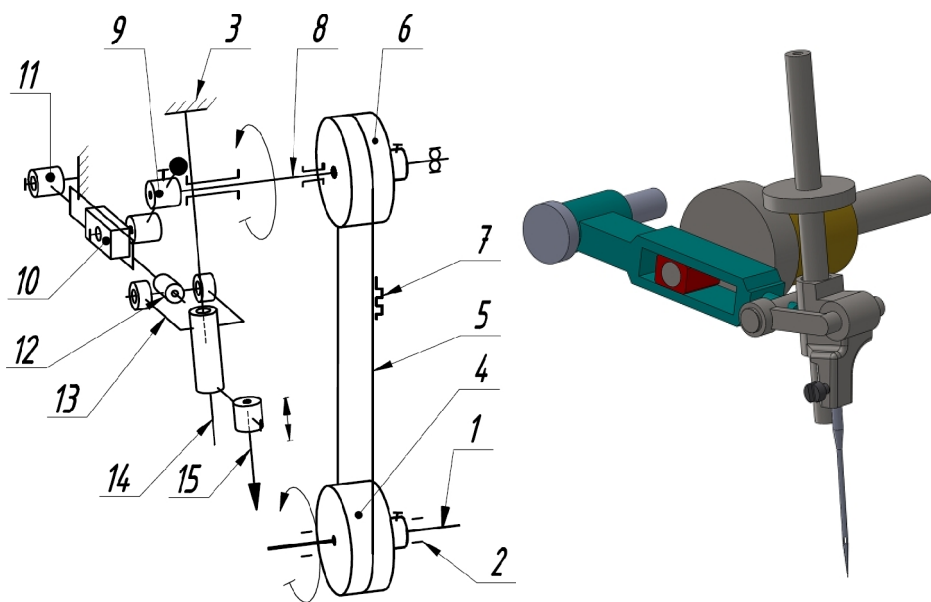
#### **Висновки по розділу 4**

1. Проведені дослідження показали, що точність ланок механізму, що досліджувався, можна суттєво знизити зміною положення напрямної голководи та за рахунок регульованого параметра ( $\beta$ ).

2. Для в'яснення причини значного впливу одного параметра механізму на форму траєкторії веденої ланки та для визначення взаємовпливу зміни параметрів в межах полів допусків необхідно додаткове дослідження.

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |





**Рис. 5.1.** Кінематична та конструктивна 3D схеми механізму голки нової структури (модифікація М6)

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |



## 5.2.2. Розрахунок параметрів взаємодії голки

- Визначення величини переміщення голки в матеріалі

Величина  $S_m$  визначається з урахуванням конструктивних і технологічних параметрів (рис. 3.2.).

$$S_m = h + S_0 + a + \frac{b_1 + c + m}{\cos \alpha}, \quad (15)$$

де  $h$  – довжина вістря голки ( $h = 4,5$  мм);

$S_0$  – величина необхідного підняття голки для утворення достатньої петлі напуску ( $S_0 = 2,0 \div 3,5$  мм) ходу голки при довільному значенні параметрів механізму;

$a$  – перевищення носика петельника над верхньою кромкою вушка голки ( $a \approx 0,5 \div 1,5$  мм);

$b_1$  – висота лівого петельника ( $b_1 = 3$  мм);

$c$  – зазор між петельником та матеріалом (враховуючи виріз в голковій пластині ( $c = 1,3$  мм);

$m$  – максимальна товщина матеріалів в стисненому станні, що зшиваються ( $m = 4$  мм);

$\alpha$  – кут нахилу голководу ( $\alpha = 20^\circ$ );

– тоді для ш.м. 208 кл. за виразом (15) отримаємо:

$$S_m = 4,5 + 3 + 1,5 + \frac{3 + 1,3 + 4}{\cos 20^\circ} = 17,833 \approx 17,8 \text{ мм}$$

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |

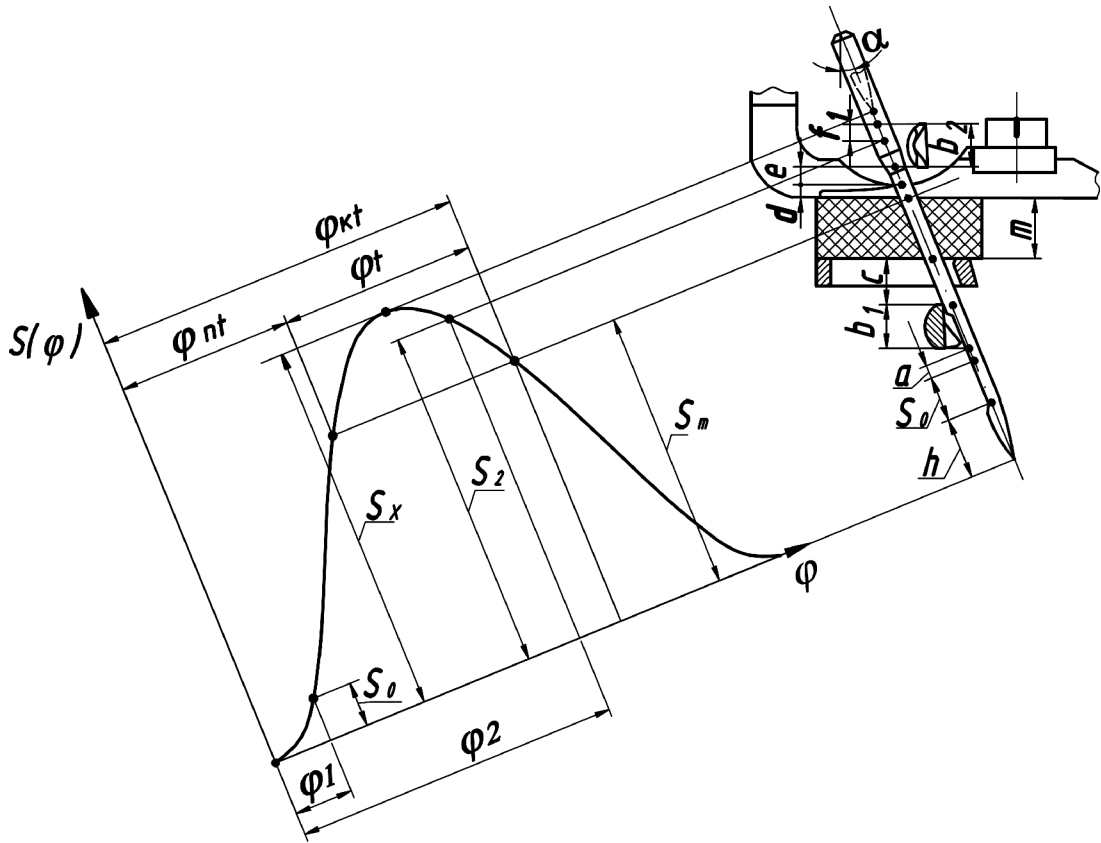


Рис. 5.2. Розрахункова схема для визначення функціональних параметрів механізму голки

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
|      |      |          |       |      |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |

БДП 208(Б). 00.00. ПЗ

Арк.

### 5.2.3. Визначення величини необхідного ходу голки при «заколі»

Величина переміщення голки в момент «заколу»:

$$S_2 = S_m + \frac{d + e + b_2 - f_1}{\cos \alpha}, \quad (16)$$

де:  $S_2$  – необхідна величина переміщення голки в момент «заколу» (рис. 5.2);

$d$  – товщина притисконї лапки у місці входу голки ( $d = 2 \text{ мм}$ );

$e$  – зазор між правим петельником та лапкою в момент «заколу» ( $e_1 = 2 \text{ мм}$ );

$b_2$  – висота правого петельника ( $b_2 = 3 \text{ мм}$ ),

$f_1$  – величина заходу вістря голки за верхню кромку правого петельника в момент «заколу» ( $f_1 = 2 \text{ мм}$ )

За виразом (16) отримаємо:

$$S_2 = 17,8 + \frac{2 + 2 + 3 - 2}{\cos 20^\circ} = 22,7 \text{ мм}$$

### 5.2.4. Визначення мінімально-необхідного ходу лівого петельника

Визначення мінімально-необхідного ходу лівого петельника визначається за залежністю:

$$L_x = \frac{2\Delta L}{\cos(\varphi_1 + \Delta\varphi_1) - \cos(\varphi_3 + \Delta\varphi_1)}, \quad (17)$$

де  $\varphi_3$  – кут повороту головного вала в момент взаємодії правого і лівого петельників ( $\varphi_3 = 95^\circ$ );

$\Delta L$  – різниця положень лівого петельника в моменти  $\varphi_1$  та  $\varphi_3$  (рис. 5.3);

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |

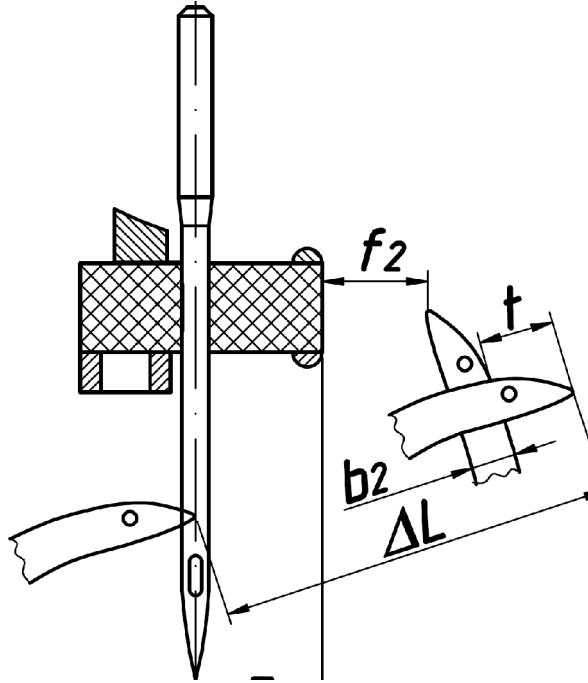


Рис. 5.3. Розрахункова схема для визначення величини проекції траєкторії  $\Delta L$  лівого петельника в період  $\varphi_{13}$

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |





Для виконання умови (18) та (19) необхідно визначити за графіком функції положення голки модельного механізму величину  $\bar{S}_m$ , для цього знаходимо на перетині графіка та горизонтального відрізка, довжина якого дорівнює  $\varphi_i = 120^\circ$  в масштабі осі абсцис, зазначення графіка по ординаті, що і відповідає  $\bar{S}_m = 18,75 \text{ мм}$

тоді мінімально - необхідний хід голки  $S_X$  визначаємо за формулою [26]:

$$S_X = \bar{S}_X \frac{S_m}{\bar{S}_m}, \quad (20)$$

де  $\bar{S}_X$  – величина ходу голки при довільному значенні параметрів механізму;

$\bar{S}_m$  – величина переміщення голки в матеріалі при довільному значенні параметрів механізму в момент  $\varphi_m$ ;

$$S_{X1} = 23,7 \frac{17,8}{18,75} = 22,49 \text{ мм}$$

Визначимо  $\bar{S}_2$  для модельного механізму, для цього за значенням  $\varphi_2 = 220^\circ$  момент «заколу» визначаємо за графіком закону руху голки  $\bar{S}_2 = 22,19 \text{ мм}$

тоді друге значення величини ходу голки:

$$S_{X2} = 23,7 \frac{22,7}{22,19} = 24,2 \text{ мм}$$

З отриманих значень  $S_{X1}$  та  $S_{X2}$  вибираємо більше значення.

$$S_{X2} > S_{X1},$$

тоді величина ходу голки складає  $S_X = 24,2 \text{ мм}$

Масштабний коефіцієнт для масштабування модельного механізму:

$$K = \frac{S_2}{\bar{S}_2} = \frac{22,7}{22,19} = 1,022$$

результати кінематичного синтезу представлені в таблиці 5.1.

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |

## Параметри механізму голки

|        |          |      |      |
|--------|----------|------|------|
| $AO_1$ | $O_1O_2$ | $X$  | $Y$  |
| 8.2    | 52.3     | 50.1 | 13.3 |

## 5.3. Визначення масо-інерційних параметрів ланок механізму

## ГОЛКИ

Розрахунок масо-інерційних параметрів механізму проводимо за допомогою команди «Массовые характеристики» програми SolidWorks. Результати представлені скріншотами (рис. 5.4.-5.6), а значення параметрів в таблиці 5.2

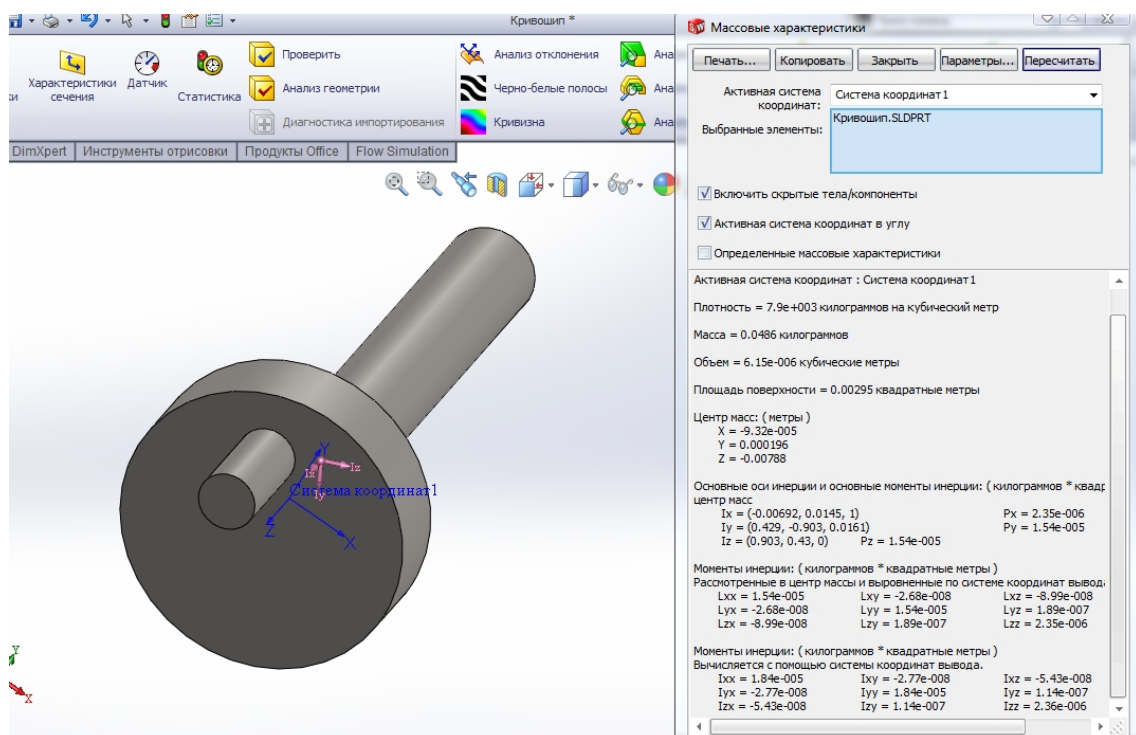


Рис. 5.4. Массо-інерційні характеристики валу головного

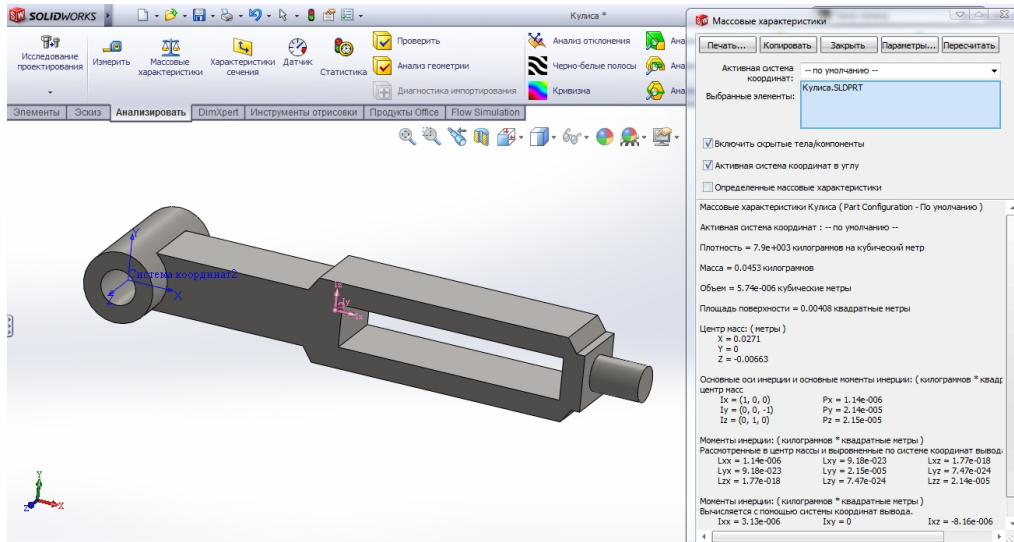


Рис. 5.5. Массо-інерційні характеристики куліси

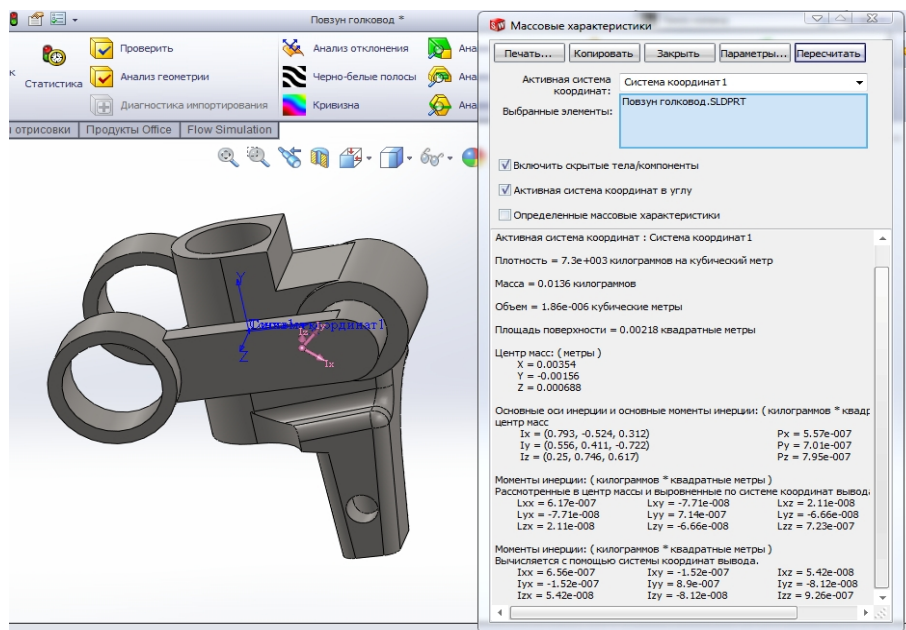


Рис. 5.6. Массо-інерційні характеристики повзуна-поводока

Таблиця 5.2

| № п/п | Ланка           | Координати центра мас, мм |     |     | Маса, кг | Момент інерції, кг·м <sup>2</sup> |
|-------|-----------------|---------------------------|-----|-----|----------|-----------------------------------|
|       |                 | X                         | Y   | Z   |          |                                   |
| 1     | Вал головний    | 0                         | 0,1 | 7,8 | 0,0486   | $2,36 \cdot 10^{-6}$              |
| 2     | Куліса          | 27,1                      | 0   | 6,6 | 0,0453   | $2,14 \cdot 10^{-5}$              |
| 3     | Повзун ГОЛКОВОД | 3,5                       | 1,5 | 0,6 | 0,0136   | $9,26 \cdot 10^{-7}$              |



## Висновки по 5 розділу

1. В результаті розробки нової конструкції механізму було досягнуто спрощення технологічного виконання механізму в порівнянні з механізмом модифікацій М4 та М2.

2. Для нової конструкції механізму був виконаний кінематичний синтез та визначені параметри ланок механізму (табл.. 5.1)

3. За побудовами моделей в середовищі Solid Works були визначені масо інерційні параметри механізму, отримані значення будуть застосовані при динамічних розрахунках

4. Проведений кінематичний аналіз показав, що максимальне значення швидкості припадає на ділянку руху коли повзун-голковод рухається з КНП а КВП і складає близько  $V=4$  м/с, та прискорення  $a=1640$  м/с<sup>2</sup>

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |

## 6. СИЛОВИЙ АНАЛІЗ МЕХАНІЗМУ

Метою розрахунку є визначення значень максимальних реакцій кінематичних пар з наступним розрахунком деталей на міцність, довговічність та виконання оптимізаційних процедур направлених на зменшення металоємності, ваги ланок тощо.

### 6.1. Визначення реакцій в кінематичних парах

Розрахунок реакцій проводимо за допомогою програми Solid Works Motion, яка дозволяє визначити абсолютне значення реакції, розрахункова схема представлена на рис. 6.1. Розрахунок моделі проводимо при максимальній швидкості обертання головного валу Результати представлені графіками рис. 6.2-6.7, а максимальне в табл. 6.1.

Час необхідний на один оберт головного валу

$$t = \frac{60}{n}$$

$t$  – час дослідження необхідний для одного оберту головного вала, с;  
 $n$  – частота обертання головного валу машини ( $n=4000$  об/хв.)

$$t = \frac{60}{4000} = 0,015c$$

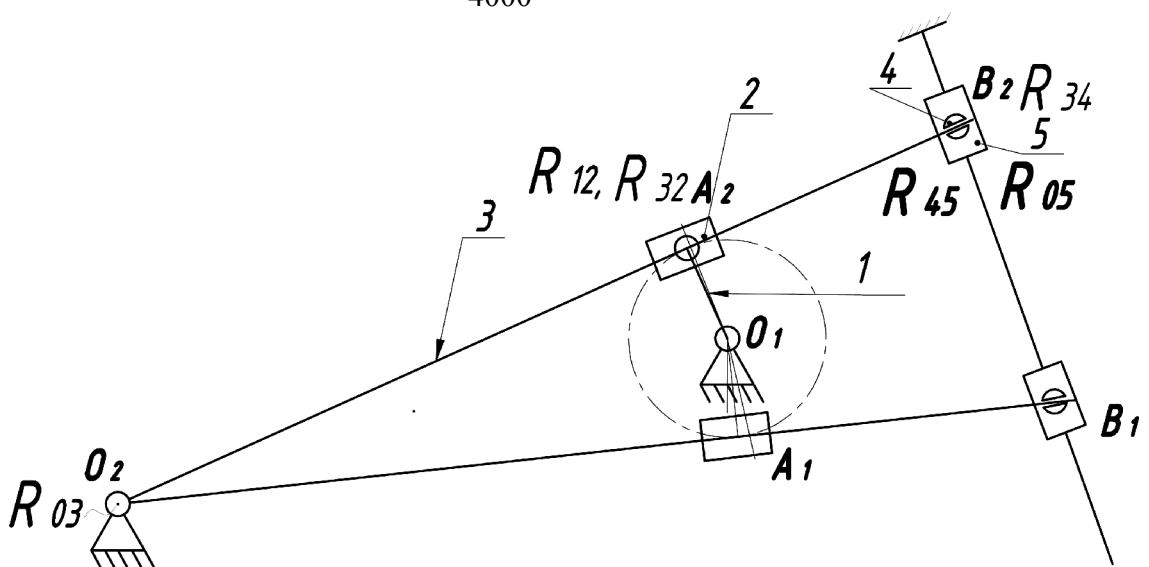


Рис. 6.1. Розрахункова схема значень реакцій в кінематичній парах механізму голки корабельного стібка модифікації М6

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |

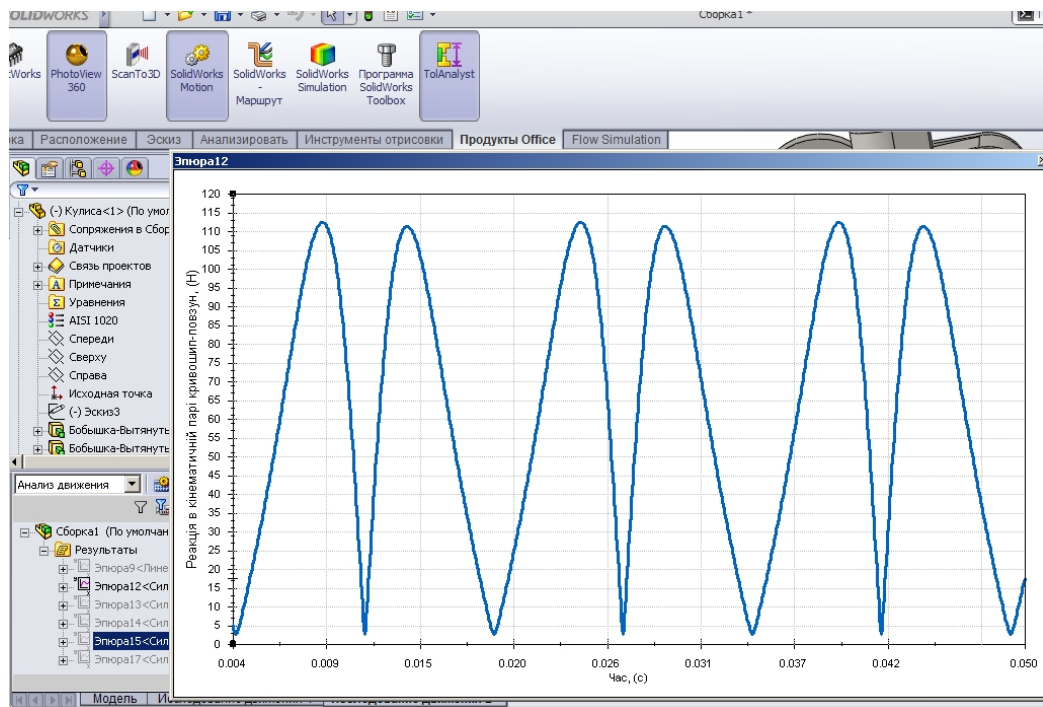


Рис. 6.1. Графік значень реакції в кінематичній парі т. А кривошип-повзун  $R_{12}$

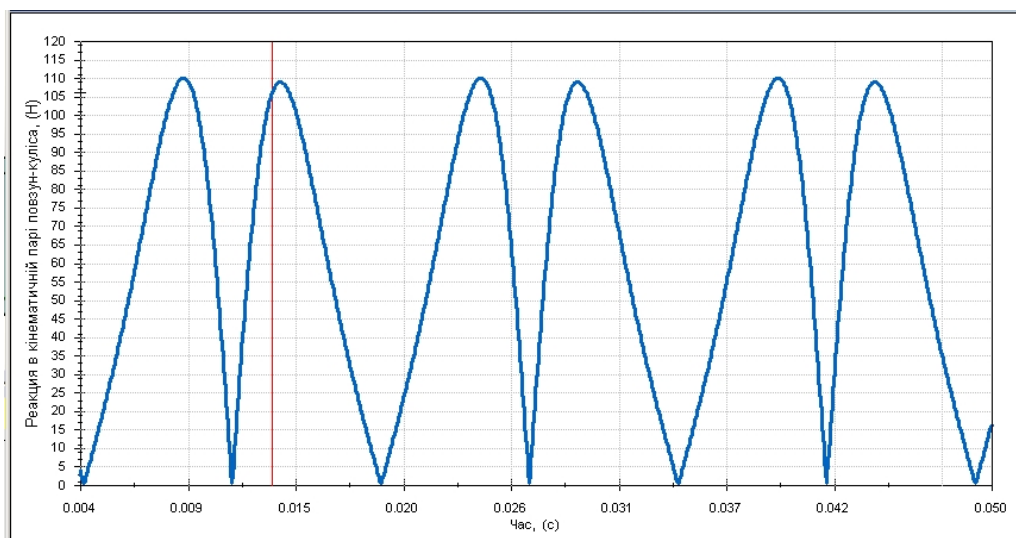


Рис. 6.2. Графік значень реакції в кінематичній парі повзун-куліса  $R_{32}$

Значення реакції в кінематичній парі  $R_{12}$  та  $R_{32}$  мають практично однакові величини а їх максимуми співпадають з КНП –  $R_{12} = 112 \text{ Н}$ ,  $R_{32} = 110 \text{ Н}$  та КВП –  $R_{12} = 110,5 \text{ Н}$ ,  $R_{12} = 109 \text{ Н}$





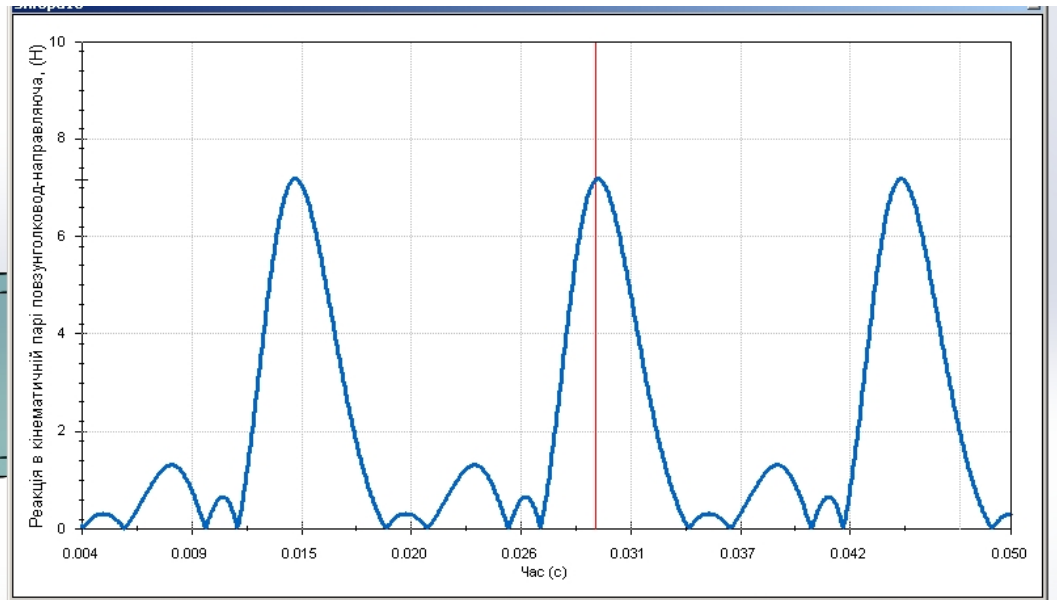


Рис. 6.6. Графік значень реакції в кінематичній парі повзун-голковод-напямна  $R_{50}$

Значення реакції в кінематичній парі  $R_{05}$ , має один виражений максимум в КВП його значення складає КВП –  $R_{05} = 7 \text{ Н}$

Таблиця 6.1.

Максимальне абсолютне значення реакцій в кінематичних парах

| $R_{12}$   | $R_{23}$   | $R_{34}$  | $R_{40}$  | $R_{45}$  | $R_{50}$ |
|------------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| <b>Н</b>   |            |           |           |           |          |
| <b>112</b> | <b>110</b> | <b>52</b> | <b>27</b> | <b>33</b> | <b>7</b> |

### Висновки по розділу 6

З проведених силових розрахунків можна зробити висновок, що проведені силові розрахунки при максимально можливих значення швидкості машини, показали, що в більшості кінематичних парах максимальне пікове значення відповідає крайньому нижньому положенні голки, друге пікове значенням крайньому верхньому положенні голки. Отримані результати підтверджують не рівномірність закону руху голки тобто його асиметричність.

## 7. ПЕРЕВІРОЧНИЙ РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ

### 7.1. Аналітичний розрахунок на міцність деталей

Виконаємо перевірочний розрахунок на згин та зріз деталей, які мають небезпечні перерізи: палець кривошипа, вісь коромисла-куліси, кулісний камінь.

Дано:

Для сталі допустимі напруження:

$$[\sigma_p] = 110 \frac{H}{\text{мм}^2}, [\sigma_u] = 120 \frac{H}{\text{мм}^2}, [\tau_{зр}] = 30 \frac{H}{\text{мм}^2}$$

Умова міцності на згин визначається виразом:

$$\sigma_{зг} = \frac{M}{W} = \frac{16R_{\max} k_M \cdot l}{\pi d^3} \leq [\sigma_{зг}] \quad (21)$$

де  $M$  – згинаючий момент, Нмм,

$W$  – момент опору на згин,  $\text{мм}^3$ ,

$l$  – плече сили, мм,

$d$  – діаметр пальця, мм,

$k_M$  – коефіцієнт запасу на міцність,  $k_M = 1,3$

Умова міцності на зріз:

$$\tau_{зр} = \frac{4R_{\max} k_M}{\pi d^2} \leq [\tau_{зр}], \quad (22)$$

**Параметри навантаження пальця кривошипа:**

максимальне зусилля в кінематичній парі  $R_{12} = 112H$ ,

діаметр пальця –  $d = 5\text{мм}$ ,

точка прикладання сили до пальця кривошипа  $l = 5\text{мм}$ ,

Перевіримо палець кривошипа на згин та зріз за виразом (21) та (22) :

$$\sigma_{зг} = \frac{16 \cdot 112 \cdot 1,3 \cdot 5}{3,14 \cdot 5^3} = 29,8 \frac{H}{\text{мм}^2} \leq [\sigma_{зг}]$$

$$\tau_{зр} = \frac{4 \cdot 112 \cdot 1,3}{3,14 \cdot 5^2} = 1,5 \frac{H}{\text{мм}^2} \leq [\tau_{зр}]$$

умови міцності на згин та зріз виконується.

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |

**Параметри навантаження кулісного камня:**

максимальне зусилля в кінематичній парі  $R_{32} = 110H$ ,

діаметр отвору –  $d=5\text{мм}$ ,

ширина кулісного кпмня  $a=10\text{мм}$ ,

**Параметри навантаження вісі коромисла-куліси:**

максимальне зусилля в кінематичній парі  $R_{04} = 27H$ ,

діаметр вісі –  $d=6\text{мм}$ ,

точка прикладання сили до вісі  $l=10\text{ мм}$ ,

Перевіримо вісь коромисла-куліси на згин та зріз :

$$\sigma_{32} = \frac{16 \cdot 27 \cdot 1,3 \cdot 10}{3,14 \cdot 6^3} = 8,3 \frac{H}{\text{мм}^2} \leq [\sigma_{32}]$$

$$\tau_{32} = \frac{4 \cdot 27 \cdot 1,3}{3,14 \cdot 6^2} = 0,2 \frac{H}{\text{мм}^2} \leq [\tau_{32}]$$

умови міцності на згин та зріз виконується.

**Параметри навантаження пальця коромисла-куліси:**

максимальне зусилля в кінематичній парі  $R_{45} = 52H$ ,

діаметр пальця –  $d=5\text{мм}$ ,

точка прикладання сили до вісі  $l=6\text{ мм}$ ,

Перевіримо на міцність палець коромисла куліси:

$$\sigma_{32} = \frac{16 \cdot 52 \cdot 1,3 \cdot 6}{3,14 \cdot 5^3} = 16,5 \frac{H}{\text{мм}^2} \leq [\sigma_{32}]$$

$$\tau_{32} = \frac{4 \cdot 52 \cdot 1,3}{3,14 \cdot 5^2} = 3,4 \frac{H}{\text{мм}^2} \leq [\tau_{32}]$$

умови міцності на згин та зріз виконується.

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |

## 7.2. Визначення небезпечних місць в деталях механізму під дією прикладених сил

Мета розрахунку є перевірка конструктивних параметрів деталей механізму та визначення зон найбільших напружень, а також нерівномірного його розтікання по об'єму деталі та концентраторів напруг. У випадках коли запас міцності буде меншим 1,3 виявленні місця будуть оптимізовані з метою зменшення напружень та також зменшення маси деталі. Отримані значення максимальних деформацій заносимо до таблиці 7.1. Результати наведені епюрами рис. 7.1.-7.25

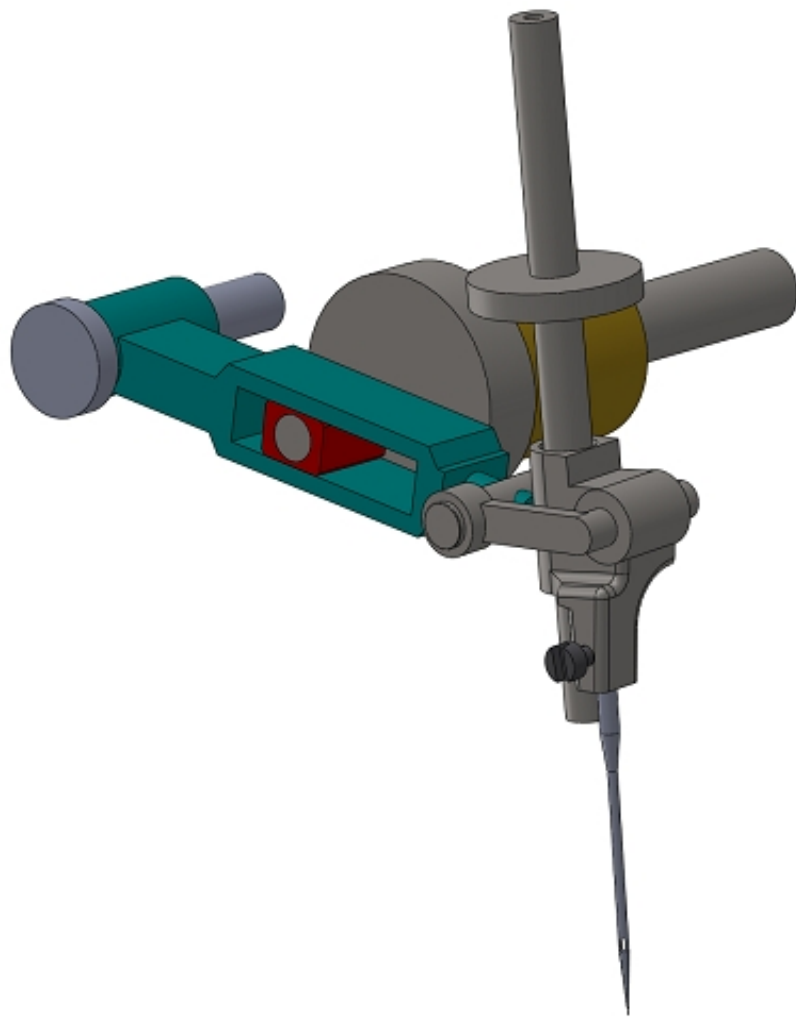


Рис. 7.1. 3D модель механізму голки креобметувальної машини модифікації М6

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |





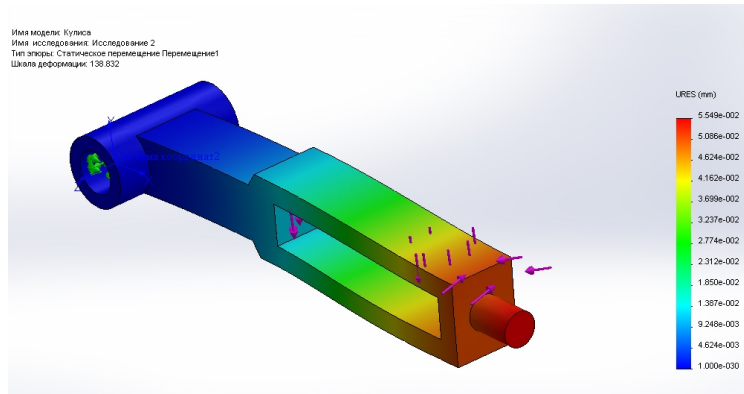


Рис. 7.10. Епюра відносних переміщень поверхонь куліси

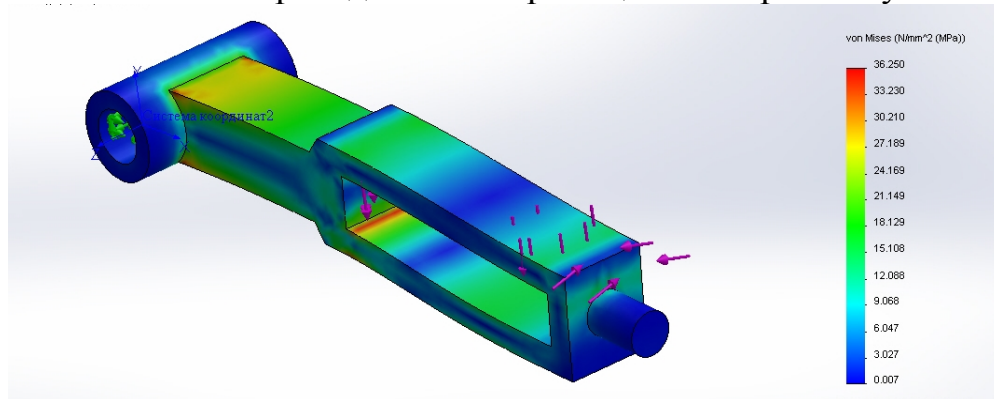


Рис. 7.11. Епюра напругень поверхонь куліси

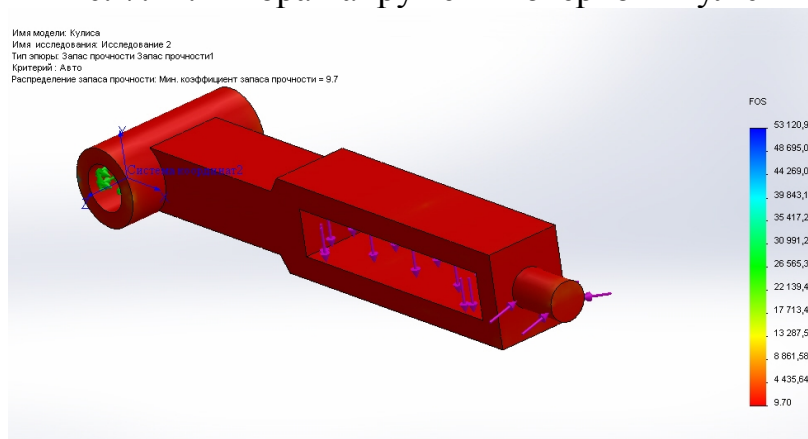


Рис. 7.12. Епюра коефіцієнтів запасу міцності куліси

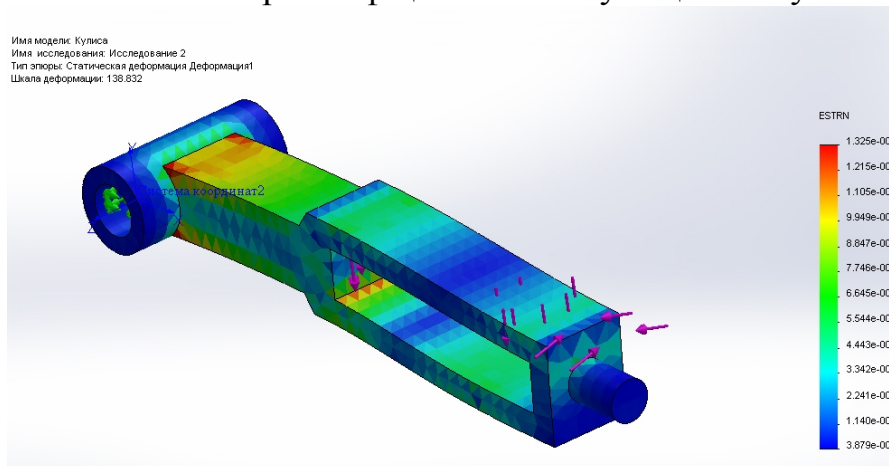


Рис. 7.13. Епюра деформацій поверхонь куліси

|      |      |          |       |      |                       |  |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|--|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ |  | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |  |      |







Таблиця силових параметрів ланок

| Найменування ланки | Максимальне значення |                     |                     | Мінімальне значення коефіцієнту запасу міцності |
|--------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---|
|                    | напруження           | переміщення,        | деформації          |   |
|                    | МПа                  | мм                  | мм                  |   |
| Кривошип           | 31,9                 | $4,2 \cdot 10^{-4}$ | $1,1 \cdot 10^{-5}$ | 11,0  |
| Повзун             | 2,4                  | $3,3 \cdot 10^{-5}$ | $9,1 \cdot 10^{-6}$ | 14,3  |
| Куліса             | 36,2                 | $5,9 \cdot 10^{-3}$ | $1,3 \cdot 10^{-4}$ | 9,7   |
| Циліндрична ланка  | 9,05                 | $1,9 \cdot 10^{-4}$ | $2,9 \cdot 10^{-5}$ | 38,8  |
| Повзун-голковод    | 30,6                 | $8,9 \cdot 10^{-3}$ | $1,1 \cdot 10^{-4}$ | 11,5  |

### Висновки по розділу 7

Проведені розрахунки показали, що внесені зміни в конструкцію машини, у вигляді механізму голки не вплинули на міцність деталей механізму голки, оскільки умови міцності, згин та зріз виконуються.

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |

## 8. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

### 8.1. Вступ

Основною метою даного дипломного проекту є удосконалення управління діяльністю підприємства а умовах ризику. Але до того ж однією з важливих частин диплому є оцінка охорони праці та навколишнього середовища на виробництві швейних фабриках легкої промисловості України.

В наш час, коли в Україні через тяжке економічне становище іноді навіть бракує коштів на саме виробництво, його керівники намагаються зекономити кошти на охороні праці та навколишнього середовища, що призводить до зростання числа травмувань на виробництві, кількості професійних захворювань, навіть до збільшення кількості смертоносних випадків при виконанні робіт та незворотних екологічних катастроф.

Законом України "Про охорону праці" охорона праці визначається, як - система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Основною метою охорони праці на виробництві - є створення всіх необхідних умов для безпечної праці робітника: безпеки технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, забезпечення працівника необхідними засобами елективного та індивідуального захисту при роботі в шкідливих умовах, створення належних санітарно-побутових умов.

Відповідно до Законодавства про працю забезпечення здорових і безпечних умов праці покладається на адміністрацію підприємства легкої промисловості та швейних фабрик.

Робота з охорони праці на швейних фабриках організується відповідно до положень, що затверджуються міністерствами і відомствами по узгодженню з центральними комітетами профспілок.

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |

Положеннями передбачено, що відповідальність за правильну організацію роботи по техніці безпеки і виробничій санітарії, за дотримання чинного законодавства, положень, правил, норм, інструкцій по техніці безпеки і виробничій санітарії загалом по підприємству покладається на директора швейної фабрики.

Технічне і організаційно-методичне керівництво здійснює головний інженер.

## 8.2. Розрахунок вібрації

Науково-технічний прогрес на сучасних підприємствах легкої промисловості знаменується систематичним зростанням швидкості роботи технологічного устаткування, посилюванням вимог до дотримання технологічних параметрів обробки сировини, механізації трудомістких процесів, зростаючою насиченістю виробничих приміщень новими видами високопродуктивного устаткування, робота яких супроводиться виникненням вібрацій, що впливають на людину. Дія вібрації погіршує самопочуття працюючих і знижує продуктивність праці, а іноді приводить до важкого професійного захворювання – віброхвороби. Тому уряд надає величезне значення питанням боротьби з вібрацією. Виникнення значної вібрації в машинах обумовлено рядом причин: неправильний вибір конструктивних і динамічних параметрів системи, внаслідок чого через немінучі деформації ланок виникають різні резонансні явища; наявність неврівноважених мас в різних механізмах, неточність виготовлення окремих деталей, кінематичних пар і знос їх в процесі експлуатації; ударний характер процесів, що відбуваються в машинах, що працюють на підприємствах легкої промисловості; все більш широке застосування пневматичних пристроїв в технологічних процесах і ін. Людина може піддаватися дії загальних, локальних і комбінованих вібрацій. Залежно від їх вигляду виникають різні форми віброхвороби. Периферійна хвороба виникає від дії локальної

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |

вібрації. В цьому випадку вібрації діють на центральну нервову систему рефлекторно, викликаючи дисфункцію окремих систем. При цьому порушується периферичний кровообіг, перероджується біологічна тканина судин, викликаючи мерзлякуватість рук, болі в руках в нічний час.

Церебральне захворювання, що виникає від вібрації, викликає поразку серцево-судинної і нервової системи. При цьому, у людини виникає серцебиття, перезбуджування і підвищується стомлюваність (нудота, сверблячка шкіри, фібриляція окремих органів). За способом передачі на людину вібрації підрозділяються на: загальну, що передається через опорні поверхні на тіло сидячого або людини, що стоїть; локальну, що передається через руки людини.

Колівальний процес характеризуються частотою зсуву або колівальною швидкістю  $V$  м/с, прискоренням  $W$  м/с<sup>2</sup>. Колівальна швидкість характеризує утворення шуму, а прискорення – динамічні сили. При коливаннях близьких до синусоїдальних, колівальна швидкість і прискорення визначається по формулах:

Оскільки в роботі наведена конструкція нового механізму голки на прикладі швейної машини 208 кл, то розрахунки будуть зведені до перевірки та вибору аматризаційних прокладок, як встановлюються між промстолом та головою машини.

Проведемо аналіз для базової швейної машини.

частота, власних, коливань швейної машини 208 кл. ПМЗ

$$f_1 = \frac{n_1}{60}$$

де  $n_1$  – кількість обертів головного вала машини ( $n_1=4000$  об/хв);

$$f_1 = \frac{4000}{60} = 66,6 \text{ Гц.}$$

Частота власних коливань швейної машині 208 кл. ПМЗ

$$f_{01} = \frac{f_1}{a}$$

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |

де  $a$  – необхідна умова для досягнення успішної віброізоляції ( $a=4$ )

$$f_{01} = \frac{66,6}{4} = 16,7 \text{ Гц.}$$

Тому що  $f_1 \geq \sqrt{2}f_{01}$ , тоді резонанс не відбудеться.

Необхідна товщина гумового віброізолятора

$$h = x \times \frac{E}{\sigma}$$

де  $x$  – статичне осідання пружини прокладки;  $E$  – динамічний модуль пружності (для гуми  $E=1 \times 10^7 \text{ Н/м}^2$ );  $\sigma$  - допустиме напруження при стиску матеріалу прокладки (для гуми  $\sigma=5 \times 10^5 \text{ Н/м}^2$ );

$$x = \frac{G}{K}$$

де  $G$  – сила притягання швейної машини 208 кл. ПМЗ;  $DO$  – твердість амортизатора (для гуми  $DO=3310 \text{ Н/див}$ );

$$G = mg$$

де  $m$  – маса швейної машини 208 кл. ПМЗ ( $m=12 \text{ кг}$ );  $g$  – прискорення вільного падіння ( $g=9,8 \text{ м/с}^2$ )

$$G = 12 \times 9,8 = 117,6 \text{ Н}$$

$$x = \frac{117,6}{3310} = 0,035 \text{ см;}$$

$$h = 0,035 \times \frac{1 \times 10^7}{5 \times 10^5} = 0,7 \text{ см;}$$

Необхідна площа віброізоляційної прокладки

$$S = \frac{G}{\sigma \times N}$$

де  $N$  – число прокладок ( $N=4$ );

$$S = \frac{117,6}{1 \times 10^5 \times 4} = 2,94 \times 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Визначаємо ефективність віброізолюючої прокладки

$$\Delta L = \frac{20 \lg 1}{KП}$$

де  $KП$  – коефіцієнт передачі;

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |





### 8.3. Первинні засоби пожежогасіння.

В швейному цеху машини працюють від джерела живлення, тому може виникнути пожежа від струму, що подається на привод. Такі ситуації є дуже небезпечними для людей працюючих в цеху, і приводять до великих матеріальних витрат. Для того, щоб забезпечити захист в цеху, необхідно мати засоби для гасіння пожежі.

До первинних засобів гасіння відносять різноманітні вогнегасники типу ОУ-2М. Вогнегасники типу ОУ-2М бувають різних видів і використовуються для гасіння ел. устаткування, яке знаходиться під напругою. Пожежа на підприємстві є серйозною небезпекою і вважається однією з основних причин нещасних випадків, заподіює величезний матеріальний збиток.

Пожежа – неконтрольований процес горіння що супроводиться знищенням матеріальних цінностей і створюючий небезпеку для життя людей. Пожежна безпека підприємства повинна забезпечуватися шляхом проведення організаційних, технічних і інших заходів, направлених на попередження пожеж забезпечення безпеки людей, пониження майнових втрат, успішного гасіння пожеж. Частіше всього причина виникнення пожежі – халатне відношення до вогню, порушення технологічних процесів, експлуатація несправних опалювальних і вентиляційних систем, загоряння матеріалів внаслідок статичної електрики і грозових розрядів.

Відповідно до ОНТП 24-48 («Загальносоюзні норми технологічного проектування») залежно від характеристик речовин, одержуваних, або що використовуються у виробництві і їх кількості по вибухонебезпеці приміщення ділять на п'ять категорій: А, Б, В, Г і Д. Приміщення КВТВП «Киянка» відносяться до категорії В (пожежонебезпечні, де використовуються горючі і важко горючі речовини, які при взаємодії з водою, повітрям, або одного з іншим горять при температурі  $T_{сп} > 61$  (склади фарб, картону і змащувальних матеріалів)).

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |

Ступінь вогнестійкості будов характеризується межею вогнетривкості конструкцій. Відповідно до БН і П 2.01.02.-85 споруди підрозділять на 5 ступенів вогнетривкості: I, II, III, IIIа, IIIб, IV, IVа, V. Так приміщення виробництв категорії В необхідно будувати з конструкцій II і III ступенів вогнетривкості, кількість поверхів не обмежується.

Успішна боротьба з пожежею пов'язана з правильним вибором засобів пожежогасіння. Первинними засобами пожежогасіння є ручні вогнегасники, бочки з водою, скрині з піском, ручний пожежний інструмент, інвентар. Для гасіння пожеж застосовують воду, водяні емульсії, хімічну і повітряно-механічну піну, водяну пару, інертні гази, порошки.

Поширеним засобом пожежогасіння є вода. Маючи велику теплоємність, вона охолоджує речовини, що горять, до температури, яка нижче за температуру їх запалювання, перекриває доступ кисню до полум'я. Водою не можна гасити рідкі речовини і електроустановки під напругою.

Як засіб гасіння пожеж широко використовуються вогнегасники. Пожежу легше всього ліквідувати в початковій стадії. Для цього використовують вогнегасники вуглекислотні ОУ-5.

Розраховуємо необхідну кількість цих вогнегасників в цеху .

Виходячи з площі цеху:

$$S=10 \times 20 = 200 \text{ м}^2.$$

Враховуючи, що для підприємств легкої промисловості на  $100 \text{ м}^2$  повинен бути встановлено 1 вогнегасник:

$$N = S/50;$$

де N – кількість вогнегасників,

S – площа цеху,  $\text{м}^2$ .

Маємо:

$$N = 200/50 = 4 \text{ шт.};$$

Приймаємо потрібну кількість вогнегасників 4 штук.

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |

Таким чином, ми розрахували, що для внутрішнього гасіння пожежі загальна кількість вогнегасників ОУ-5 – 19 штук.

призводить до зниження труда, ергономічних показників швидкої фізичної втоми працівників.

Тому в цьому підрозділі планується розглянути такі питання як розрахунки зниження вібрації, первинні засоби пожежегасіння та розрахунок системи повітря від шкідливих викидів.

#### **8.4. Розрахунок системи очищення повітря від шкідливих викидів у навколишнє середовище**

Очищення повітря від пуху, пилу і т.і. на підприємствах текстильної та легкої промисловості виконується шляхом подачі його в приміщення і видалення його з приміщення запиленого повітрям.

У першому випадку забезпечується захист працівників у виробничих приміщеннях, у другому випадку – захист навколишнього середовища.

Пил є причиною професійних захворювань, оскільки забруднене пилом повітря сприяє передачі різного роду інфекцій. Пил викликає патологічні зміни в органах дихання людини. При виконанні технологічних операцій, на яких відбувається виділення пилу, робочі повинні бути забезпечені не тільки засобами для захисту органів дихання, але і очей, а також поверхні тіла. Так під впливом пилу можуть з'явитися різного роду запалення шкірного покриву - дерматити. По цьому на підприємстві концентрація пилу не повинна перевищувати гранично допустиму концентрацію. Підвищення концентрації пилу в приміщенні може привести до її запалювання.

Пил також викликає передчасний знос устаткування, утрудняє нагляд і контроль за здійсненням технологічного процесу, забруднює віконні отвори і світильники.

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |

Пристрої для вентиляції і кондиціонування повітря які призначені для забезпечення нормальних параметрів мікроклімату, які підтримують постійну температуру, вологість, частоту і швидкість повітря (СНиП 2.04.05-86 "Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря").

Заходи щодо обмеження несприятливої дії пилу повинні проводитися комплексно і включати заходи технологічного, медико-профілактичного, організаційного характеру. До таких заходів відносяться: герметизація устаткування, зволоження оброблюваного матеріалу і повітря, автоматизація виробничих процесів, установка місцевої і загально - повідомленої вентиляції.

Велике значення для зменшення концентрації пилу в робочому приміщенні має використання знепилюючі пристроїв, які умовно підрозділяють на пиловловлювачі і повітряні фільтри.

Існують наступні конструкції пиловіддільників: пилеосадові камери, відцентрові пиловіддільники, циклони з гідропоршнем, електричні фільтри, масляні матерчаті фільтри.

Незалежно від наявності вентиляційних пристроїв і відсутності шкідливих виділень виробничі приміщення повинні мати вікна, що відкриваються, для провітрювання робочого місця. Необхідно передбачити пристосування для механізованого і ручного відкриття вікон для провітрювання, а так само для систематичного очищення вікон.

Очищення повітря від пилу може проводитися як при подачі зовнішнього повітря в приміщення, так і при видаленні заповненого, в першому випадку забезпечується захист робітників у виробничих приміщеннях, а в другому випадку, захист навколишньої атмосфери.

У батарею циклонів надходить на очищення 12000 м<sup>3</sup>/год повітря, яке містить 3 кг виробничого пилу. Концентрація пилу в повітрі після циклонів 50 мг/м<sup>3</sup>. Визначити коефіцієнт корисної дії циклону і зробити висновок про доцільність другого ступеня очищення повітря.

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |

Ефективність апаратів для очищення в % визначають за формулою:

$$\eta = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \cdot 100 = \left[ 100 - \left( \frac{C_2}{C_1} \cdot 100 \right) \right], \quad (8.1.)$$

де  $C_1$  – концентрація пилу в повітрі, що надходить у батарею циклонів, мг/м<sup>3</sup>;

$C_2$  – концентрація пилу в повітрі, що виходить з батареї циклонів, мг/м<sup>3</sup>.

Концентрацію пилу в повітрі, що надходить у батарею циклонів, мг/м<sup>3</sup>, визначаємо за формулою (8.2):

$$C_1 = \frac{G_{\text{п}} \cdot 10^6}{L} = \frac{3 \cdot 10^6}{12000} = 250 \quad \text{мг/м}^3,$$

Коефіцієнт корисної дії циклону за формулою (7.2) складає 80%, але концентрація пилу в повітрі, що виходить з батареї циклонів, значно перевищує ГПК = 6 мг/м<sup>3</sup>. Тому є потрібність в організації другої ступені очищення. Розрахуємо концентрацію пилу в повітрі після другої ступені очищення у циклонах виходячи з формули (7.):

$$C_3 = \frac{C_2 (100 - \eta)}{100} = \frac{250 \cdot (100 - 80)}{100} = 200 \quad \text{мг/м}^3,$$

Розрахунок показав, що використовувати другу ступень очищення у циклонах не ефективно, тому що концентрація пилу в повітрі, що виходить з циклонів, значно перевищує ГПК. На другій ступені очищення більш доцільно використовувати інші методи і апарати, наприклад, вологе очищення або очищення на фільтрах.

Розрахувати фільтр для вентиляційної установки продуктивністю 8000 м<sup>3</sup>/год. Концентрація пилу вугілля в повітрі 20 мг/м<sup>3</sup>.

Згідно санітарним нормам припустима концентрація вугілля (пил, що не містить вільного оксиду кремнію) складає 10 мг/м<sup>3</sup> (ГОСТ 12.1.005-88). Вміст пилу у приточному повітрі не повинен перевищувати 0,3 ГПК, тобто 3 мг/м<sup>3</sup>. Тоді коефіцієнт корисної дії за формулою (5.20) складає:

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |

$$\eta = \frac{20 - 3}{20} 100 = 85\%.$$

За даними табл. 8.1 вибираємо масляний фільтр з кільцевої загрузкою, коефіцієнт корисної дії якого складає 95%.

Таблиця 8.1

Характеристики фільтрів різних типів

| Тип       | Конструкція            | ,%      | Питома загрузка, м3/год. |
|-----------|------------------------|---------|--------------------------|
| Тканинний | Плоский з марлі        | 50      | 500                      |
|           | З бавовни              | 60 – 80 | 150                      |
| Масляний  | З перфорованих коробок | 90      | 6000                     |
|           | З кільцевої загрузкою  | 90 – 95 | 4000 – 6000              |
| Паперовий |                        | 90 – 95 | 4000 – 6000              |

Обираємо тип фільтру – паперовий, схема підключення швейної машини 208(Р) кл. зображена на рис. 8.2.



## Висновки по ВМР

В результаті проведеної роботи було:

1. Проведено структурний аналіз відомих механізмів голки та в результаті якого було виявлено найбільш доцільну конструкцію механізму голки з точки зору кінематичних характеристик та технологічного виконання.

2. Проведений аналіз впливу зміни параметрів семиланкового плоского механізму голки крає обметувальної швейної машини на форму траєкторії веденої ланки на основі якого визначені технологічні вимоги до окремих ланок також встановлено, що точність ланок механізму, що досліджувався, можна суттєво знизити зміною положення напрямної голководи та за рахунок регульованого параметра ( $\beta$ ).

3. Розроблено структуру нового механізму голки, який вищу технологічність виконання виготовлення та покращені динамічні характеристики.

4. Виконано кінематичний синтез механізмів голки нової модифікації та визначені його параметри на базі швейної машини 208 кл. ПМЗ.

5. Розроблено конструкцію механізмів модифікацій М2, М4 та нового механізму.

6. Визначено масо інерційні параметри нового механізму, та проведено кінематично-динамічний аналіз механізму, який показав, що максимальне пікове значення навантажень відповідає крайньому нижньому положенні голки, друге пікове значенням за меншою величиною знаходиться в крайньому верхньому положенні голки

7. Проведені розрахунки на міцність показали, що внесені зміни в конструкцію машини, у вигляді механізму голки не вплинули на міцність деталей механізму голки, оскільки умови міцності, згин та зріз виконуються. При цьому мінімальний коефіцієнт запасу міцності для куліса складає 9,7.

8. Також було розглянуто питання охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях: розрахунок вібрації, пожежогасіння, вентиляції.

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |



## ЛІТЕРАТУРА

1. *Полухин В.П.* Проектирование механизмов швейно-обметочных машин / В.П. Полухин. — М. : Машиностроение, 1972. - 280 с.
2. *Горобець В.А.* Розробка та дослідження механізмів голки красобметувальних швейних машин. Повідомлення 2 / В.А. Горобець, О.П. Манойленко // Вісник КНУТД. — Київ : КНУТД, 2012. — №4.
3. *Горобець В.А.* Розробка та дослідження механізмів голки красобметувальних швейних машин. Повідомлення 1 / В.А. Горобець, О.П. Манойленко // Вісник КНУТД. — Київ : КНУТД, 2012. — №3. — С. 81-85.
4. *Полухин В.П., Быстроходные швейно-обметочные машины / В.П. Полухин, А.И. Децко, И.Д. Приходько.* – М.: «Легкая индустрия», 1971. – 120 с.
5. *Червяков Ф.И.* Швейные машины / Ф. И. Червяков, А.А. Николаенко – М.: «Легкая индустрия», 1976.
6. *Полухин В.П.* Швейные машины цепного стежка зарубежных фирм / В.П. Полухин Л.Б. Рейбарх – М.: «Легкая индустрия», 1966. – 384 с.
7. *Флерова Л.И.* Швейные машины трикотажного производства / Л.И.Флерова В. А. Шефер. – Л.: «Легпромбытиздат», 1954. – 384 с.
8. *Исаев В.В.* Новое швейные машины / В.В. Исаев Н.А. Дремалин Г.С. Навасардян. – М.:, 1973
9. *Вальщиков Н.М., Шарапин А.И., Идиатулин И. А., Вальщиков Ю.Н.* Оборудование швейного производства Москва, 1977
10. *Шефер В.А., Флерова Л.Н.* Оборудование трикотажно-швейного производства. – Л.: «Легкая индустрия», 1966. – 384 с.
11. *Русаков С.И.* Оборудование швейных предприятий. – М.: «Легкая индустрия», 1969. – 230 с.
12. *Рейбрах Л.Б., Лейбман С.Я., Рейбах Л.П.* Оборудование швейного производства. – М.: «Легпромиздат», 1988. – 288 с.:ил.
13. *Галынкер И.И., Сафронова И.В.* Механическая технология производства одежды. – М.: «Легкая индустрия», 1977. – 304 с.

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |



26. Пищиков В.А. Определение функциональных характеристик механизмов иглы двохниточного цепного стежка / В.А. Пищиков, В.А. Горобець // ИВ ТЛП. – 1978. – № 3. — С. 107-113.

27. Орловський Б. В. Дипломне проектування: методичні вказівки [для студ. спеціальностей 7.090222 «Обладнання легкої промисловості та побутового обслуговування» ОКР спеціаліст та 8.090222 «Обладнання легкої промисловості та побутового обслуговування» ОКР магістр]/ Б. В. Орловський, В. А. Пищиков. – К.: КНУТД, 2000. – 22 с.

28. Орловський Б. В. Правила виконання кінематичних схем. Позначення умовні графічні в схемах. Елементи кінематики / Б. В. Орловський, В. А. Пищиков, Н. С. Абрінова. – К.: КНУТД, 2007. – 32 с. – (Стандарт кафедри машин легкої промисловості Київського національного університету технологій та дизайну).

29. <http://mlp.at.ua>

30. ГОСТ 12807 – 79 Изделия швейные.Стежки, строчки ,швы.

31. Патент на корисну модель України № 73764 Механізм голки швейно-обметувальної машини від . Горобець В.А., Манойленко О.П. 10.10.2012. Бюл. №19.

32. Патент на корисну модель України № 73765 Механізм голки швейно-обметувальної машини від . Горобець В.А., Манойленко О.П. 10.10.2012. Бюл. №19.

33. Патент на корисну модель України № 73766 Механізм голки швейно-обметувальної машини від . Горобець В.А., Манойленко О.П. 10.10.2012. Бюл. №19.

34. Патент на корисну модель України № 73767 Механізм голки швейно-обметувальної машини від . Горобець В.А., Манойленко О.П. 10.10.2012. Бюл. №19.

35. Патент на корисну модель України № 73768 Механізм голки швейно-обметувальної машини від . Горобець В.А., Манойленко О.П. 10.10.2012. Бюл. №19.

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |

**Додаток**

Графічні матеріали, які виносяться на захист

|      |      |          |       |      |                       |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |       |      | БДП 208(Б). 00.00. ПЗ | Арк. |
| Вим. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |                       |      |