

В. О. Пищиков, Б. В. Орловський

ПРОЕКТУВАННЯ ШВЕЙНИХ МАШИН

*Допущено
Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів,
які навчаються за спеціальністю
«Обладнання легкої промисловості та побутового обслуговування»*

Київ – 2007

УДК 677.057.21(075.8)
ББК 37.24-5
ПЗ6

В.О. Пищиков, Б.В. Орловський ПРОЕКТУВАННЯ ШВЕЙНИХ МАШИН: Навчальний посібник для вищих навчальних закладів за спеціальністю «Обладнання легкої промисловості та побутового обслуговування». – К.: Видавничо-поліграфічний дім «Формат». – 2007. – 320 с., іл. 154.

ISBN 966-96475-5-X

Рецензенти:

Кафедра машин і апаратів легкої промисловості Хмельницького національного університету – зав. кафедри, ректор ХНУ,
д-р техн. наук професор С к и б а М . Є .

Президент Української технологічної академії,
д-р техн. наук професор Н е с т е р о в В . П .

Навчально-науково-виробничий інститут інженерних та інформаційних технологій Луцького технічного університету –
д-р техн. наук професор Р у д ь В . Д .

УДК 677.057.21(075.8)
ББК 37.24-5

Навчальний посібник є першою книгою з синтезу механізмів швейних машин, до якої ввійшли оригінальні матеріали наукової школи «Проектування машин легкої промисловості», яка склалася на кафедрі машин легкої промисловості Київського національного університету технологій та дизайну.

У посібнику розглянуті питання синтезу типових механізмів швейних машин човникових і ланцюгових стібків та циклових швейних напівавтоматів, наведені завдання у вигляді практичних робіт для самостійної роботи студентів.

Посібник призначається для студентів вищих навчальних закладів III і IV рівнів акредитації, які навчаються за напрямом підготовки 0902 «Інженерна механіка» спеціальності «Обладнання легкої промисловості та побутового обслуговування» (освітньо-кваліфікаційні рівні – спеціаліст та магістр) та для аспірантів, які навчаються за науковою спеціальністю 05.05.10 «Машини легкої промисловості» – технічні науки.

ISBN 966-96475-5-X

© В.О. Пищиков,
Б.В. Орловський, 2007
© Видавничо-поліграфічний дім «Формат», 2007

Вступ

Дисципліна «Проектування швейних машин» є однією з основних навчальних дисциплін спеціальної інженерної підготовки студентів за такими спеціальностями:

7.0902.22 «Обладнання легкої промисловості та побутового обслуговування» (освітньо-кваліфікаційний рівень – спеціаліст);

8.0902.22 «Обладнання легкої промисловості та побутового обслуговування» (освітньо-кваліфікаційний рівень – магістр).

Швейні машини є основним технологічним обладнанням швейної, трикотажної, взуттєвої та інших галузей промисловості, де виготовляються одяг, взуття та інші вироби побутового і технічного призначення з тканин, трикотажних полотен, штучної та натуральної шкіри, хутра та інших матеріалів з використанням різноманітних оздоблювальних виробів та фурнітури.

Основними виконавчими механізмами швейних машин є механізми, що безпосередньо беруть участь у процесі переплетення ниток, утворенні стібкіу та строчок. До таких механізмів належать механізми голок, човників, петельників, ниткопритягувачіу та подачі ниток, механізми просування матеріалу.

Для сучасних швейних машин характерні високі швидкості та прискорення руху ланок і робочих органів. Сучасні швейні машини виконують до 100...120 переплетень нитки за одну секунду. Кінематичний цикл багатьох швейних машин становить 0,007...0,010 с (7...10 мс), а тривалість окремих фаз процесу утворення стібків – менше однієї мілісекунди (1 мс).

Швидкість руху робочих органів цільових механізмів вимірюється десятками метрів за секунду, а прискорення досягають $(5...10) \cdot 10^3 \text{ м/с}^2$. Від нуля до 1000 циклів за хвилину змінюється кутова швидкість і кутове прискорення ведучих ланок механізмів.

При зміні технологічних параметрів (довжини стібків, натягнення ниток, товщини матеріалів, фізико-механічних властивостей ниток та матеріалів) у швейних машинах використовуються відповідні пристрої регулювання (зміни положення робочих органів, величини їх ходів, параметрів взаємодії). Це ускладнює будову механізмів, спонукає брати до уваги додаткові конструктивні та динамічні умови при проектуванні.

Проектування швейних машин базується здебільшого на матеріалах загально-інженерних дисциплін. Разом з тим основна частина завдань проектування (синтезу) виконавчих цільових механізмів, що безпосередньо забезпечують робочі процеси утворення ниткових стібків і строчок та пристроїв автоматичного керування їх рухом, мають специфічні, іноді унікальні структури, які не розглянуті в загальній теорії механізмів і машин. Це вимагає опонування спеціальних методіу та навичок проектування (синтезу) цих виконавчих механізмів з урахуванням специфічних вихідних даних, вимог та обмежень, що впливають із закономірностей процесів утворення різноманітних стібків і строчок, особливостей взаємозв'язку та взаємодії відповідних виконавчих механізмів та їх робочих органів.

Розробка або вибір структурних схем виконавчих механізмів є дуже відповідальним етапом проектування швейної машини. Ці механізми повинні не тільки забезпечувати рух ведених ланок та належний взаємозв'язок з іншими механізмами зумовлених технологічним процесом, а й передбачати процедури їх оптимізації, спрямованої на вирішення основного, функціонального завдання в найкращій відповідності з іншими критеріями якості виробу – працездатністю, надійністю, відповідністю вимогам ергономіки.

У цьому сенсі свідомий кваліфікований вибір уніфікованих механізмів та відповідних робочих органів є ключовою процедурою вирішення задач проектування сучасних швейних машин.

Отже, пропонований навчальний посібник дає студентам знання, досвід і навички, необхідні для свідомого вибору раціональних структурних схем виконавчих механізмів та їх робочих органів, опонування специфічних методів їх метричного синтезу.

Згідно з програмою дисципліни в навчальному посібнику розглядаються методи проектування типових виконавчих механізмів човникових швейних машин, специфічних механізмів човникових зигзаг-машин, машин одониткового та багатониткових ланцюгових строчок, у тому числі і краєобметувальних машин, спеціальних пристроїв автоматичного керування рухом механізмів та їх робочих органів.

У виданні уперше розглянуті питання розробки проектної (теоретичної) циклограми човникової швейної машини як оптимальної системи взаємопов'язаних типових механізмів, яку розробляють з метою визначення вихідних даних, необхідних для метричного синтезу механізмів. Уперше викладена раціональна методика побудови діаграми подачі нитки як засобу уточнення проектної циклограми та визначення оптимальних вихідних даних, необхідних для проектування інших робочих механізмів човникової швейної машини, зокрема механізму ниткопритягувача.

Видання містить характерні практичні роботи (задачі) розрахунку та метричного синтезу типових механізмів швейних машин, а кожна з практичних робіт містить алгоритм (порядок) виконання та методичні вказівки, необхідні для самостійного виконання розрахунку та побудови кінематичних схем за наведеними варіантами індивідуальних завдань, які можна вважати альтернативою тестам при кредитно-модульній структурі навчальної дисципліни.

Навчальний посібник підготовлено згідно з типовою програмою дисципліни «Проектування швейних машин», яка рекомендована базовою кафедрою машин легкої промисловості та затверджена науково-методичною радою Київського національного університету технологій та дизайну.

Матеріали навчального посібника виражають принципи та ідеї науково-педагогічної школи, що сформувалась на кафедрі машин легкої промисловості КНУТД, багаторічний досвід викладання дисциплін, пов'язаних з проектуванням, розробкою та раціональною будовою швейних машин і машин-напівавтоматів.

Навчальний посібник «Проектування швейних машин» за рівнем і змістом є першим таким виданням українською мовою.

Автори висловлюють щире подяку за цінні зауваження, зроблені при рецензуванні рукопису доктору техн. наук професору Скибі Миколі Єгоровичу – завідувачу кафедри машин і апаратів легкої промисловості, ректору Хмельницького національного університету, доктору техн. наук професору Нестерову Владиславу Петровичу – президентові Української технологічної академії, доктору техн. наук професору Рудь Віктору Дмитровичу – директорові Навчально-науково-виробничого інституту інженерних та інформаційних технологій Луцького технічного університету.

Загальні питання проектування і виготовлення швейних машин

Згідно з міжнародним стандартом *ISO 9000* проектування машини є початковим етапом її життєвого циклу, а основні стадії проектування, такі як розробка технічної пропозиції (згідно з ЕСКД ГОСТ 2.118-73 «Техническое предложение»), ескізного проекту (згідно з ГОСТ 2.119-73 «Эскизный проект») та технічного проекту (згідно з ГОСТ 2.120-73 «Технический проект») є основними етапами життєвого циклу проектування машини. На жаль в Україні ще досі є екзотичним використання сучасних комп'ютерних технологій наскрізного автоматизованого проектування і виготовлення машин, відомих під назвою **CELS-технології** (безперервне комп'ютерне супроводження життєвого циклу виробу), які широко застосовуються на передових наукоємних підприємствах Заходу та Сходу. **CELS-технології** – це сукупність **CAD/CAM/CAE/PDM-технологій** – автоматизованих комп'ютерних систем для підвищення продуктивності інтелектуальної праці інженерів-конструкторів, інженерів-технологів машинобудування, інструментальників, операторів-програмістів верстатів з ЧПУ і технологічних машин з ЧПУ, проектувальників оснастки. Значення і зміст цих автоматизованих комп'ютерних систем, які супроводжуються відповідними програмними продуктами (*Soft* - продуктами), такі:

CAD (Computer Aided Design) – автоматизована система проектування;

CAM (Computer Aided Manufacturing) – автоматизована система підготовки виробництва;

CAE (Computer Aided Engineering) – автоматизована система інженерного аналізу/розрахунків;

PDM (Product Data Manager) – автоматизована система зберігання в електронному архіві підприємства в електронному вигляді конструкторської документації на виробу, супроводження (розробка маршрутних і операційних техпроцесів, матеріального і трудового нормування), змін даних (розмірів, посадок, відхилень на складальних креслениках і робочих креслениках деталей), а також змін на електронних креслениках загального вигляду при вдосконаленні конструкції виробу, постановці його на дослідне або серійне виробництво.

На рис. 1 зображена можлива структура використання наскрізної інформаційної системи *TechnologiCS (Росія)* для конструкторських, технологічних, планових і виробничих служб сучасного підприємства швейного машинобудування при проектуванні і виробництві сучасних швейних машин. Сучасні швейні машини з мікропроцесорним керуванням належать до наукоємної продукції машинобудування, оскільки в їх структурі співіснують традиційні механізми та механізми, вдосконалені на засадах комп'ютерної механіки.

Але при цьому так звані *безпаперові технології проектування*, по-перше, не повністю виключають виготовлення конструкторської документації на папері, по-друге, передбачають повну комп'ютерну забезпеченість по всіх етапах життя проекту, а по-третє, стосуються тільки найбільш складних деталей і форм проекту. Якість підготовки сучасних інженерів-механіку та якість нових розробок, ступінь освоєння й оснащеності підприємств і вищих навчальних закладів прикладними програмами *CAD/CAM/CAE/PDM-технологій* пов'язані між собою. Першим кроком у цьому напрямі є оснащення конструкторських підрозділів і випускаючих кафедр *CAD-системами*, в яких визначається ідея і вигляд нового виробу і де міститься початок ланцюга, наступні ланки якого служать для завершення конструкторсько-технологічного циклу в “залізі” з використанням сучасних верстатів з ЧПУ і *CAM-системами* підготовки керуючих програм для цих верстатів. В Україні на першому етапі використання *CAD-систем*, як правило, охоплюється лише невелика, але відповідальна частина конструкторсько-дизайнерських робіт, а наступна основна частина проекту у виробництві машини виконується з використанням традиційних *паперових* технологій проектування. У той же час більшість сучасних систем твердотільного 3D-проектування виробу налаштована на реалізацію тандему *CAD/CAE-технології* з елементами *CAM-технології* і подальшим їх інтегруванням в *CALS-технологію* під конкретне машинобудівельне виробництво, а саме під підприємство-замовника технічного проекту на вироб.

Прикладом сучасних *CAD-систем* є система автоматизованого 3D-проектування *SolidWorks* та її російський аналог САПР *КОМПАС-3D*, які розроблені для використання апаратної платформи *PC* під операційну систему *Windows* і які є конструкторською системою твердотільного параметричного *3D-моделювання* виробу машинобудування. Результатом проектування на цих *CAD-системах* є *3D-моделі електронних креслеників виробу, складальних одиниць та деталей*. Ці електронні кресленики повинні далі передаватися в партнерські системи інженерних розрахунків (*CAE-система*), системи проектування технологічної оснастки та системи розробки (генерації) керуючих програм для верстатів з ЧПУ (*CAM-система*). Результатом роботи цих систем проектування є також робоча конструкторська документація у вигляді *2D-моделей* – електронні кресленики деталей та складальної одиниці з повним описом (специфікацією), які не належать власне до проектування, а є етапом конструювання виробу.

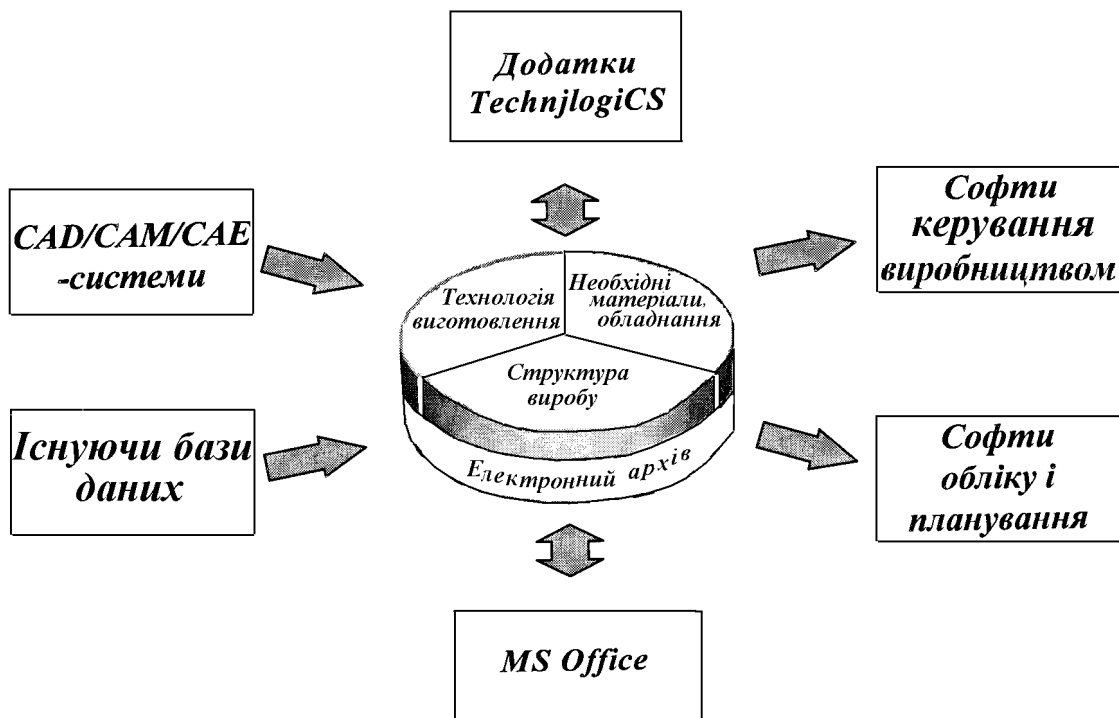


Рис. 1.1. Потенціальна можлива структура використання інформаційної системи TechnologiCS у проектуванні і виробництві швейних машин

Проте незважаючи на сучасний стан розвитку цифрових *CAD/CAE-технологій*, у традиційному проектуванні залишаються невирішеними завдання автоматизованого структурного аналізу та синтезу механізмів швейних машин. Тому спеціальні розрахунки, структурний аналіз і аналогові (графічні та графоаналітичні) шляхи проектування при синтезі механізмів, що розглянуті у цьому посібнику, є основним початковим етапом здобуття знань, навичок і досвіду проектування і конструювання для майбутніх інженерів-механіків обладнання легкої, текстильної промисловості та машин побутового обслуговування.

1. Проектування механізмів човникових швейних машин

Основою кожної човникової швейної машини є так звані виконавчі (робочі) механізми, тобто механізми, за допомогою яких одержуємо рух робочі органи (голка, човник, ниткопритягувач, зубчата рейка), які безпосередньо беруть участь у процесі утворення ниткових стібкіу та строчок.

Проектування кожної нової машини насамперед пов'язане з розробкою або вибором необхідних робочих механізмів, погодженістю їх спільного функціонування. Це складне багатоступеневе завдання, пов'язане з пошуком та дослідженням альтернативних структур механізмів, з визначенням раціональної послідовності їх роботи, погодженістю переміщень та забезпеченням взаємодії робочих органів [1, 2].

Усе це вимагає проведення трудомістких теоретичних та експериментальних робіт, виготовлення та дослідження відповідних моделей. На жаль, навіть після всього цього не завжди досягається необхідний позитивний результат.

Що ж стосується проектування човникових швейних машин, то за багато десятиліть їх існування, розвитку та вдосконалення не тільки винайдені раціональні виконавчі механізми та їх робочі органи, а й розроблена типова структура всієї човникової швейної машини.

Можна сказати, що човникова швейна машина досягла так званої «сталогої», тобто завершеної (досить досконалої) форми і структури. Це суттєво спрощує завдання і процес проектування човникових швейних машин, зокрема простіших «універсальних», які складаються, в основному, з *механізмів голки, човника, ниткопритягувача, зубчатої рейки*.

У сучасних човникових швейних машинах використовують найбільш раціональні, теоретично обґрунтовані, перевірені багаторічною практикою так звані типові (уніфіковані) механізми та їх робочі органи. Ці механізми найкраще забезпечують виконання взаємопов'язаних операцій, необхідних для виконання човникової строчки.

Типова циклограма сучасної човникової машини є прикладом досягнення оптимального взаємозв'язку уніфікованих виконавчих механізмів, погодження руху їх робочих органів, зразком успішного подолання суперечностей, що виникають при об'єднанні кількох окремих механізмів у систему з жорстким циклом взаємопов'язаних, взаємозумовлених рухів їх вихідних ланок (робочих органів).

Типові механізми голки, човника, ниткопритягувача складають основу не тільки зшивальних (універсальних) швейних машин, а й використовуються у спеціальних човникових машинах, у тому числі машинах-напівавтоматах. При цьому ці механізми та їх відповідні робочі органи мають лише окремі конструктивні особливості та відрізняються деякими параметрами взаємодії робочих органів, що не впливає на методи їх проектування та прийоми метричного синтезу.

1.1. Циклограма човникової швейної машини

У човникових швейних машинах – машинах з жорстким циклом взаємопов'язаних операцій – усі цільові (виконавчі) механізми повинні забезпечувати сувору послідовність і погодженість переміщень, положень, взаємодії їх робочих органів. Це виключає можливість проектування кожного з механізмів окремо, у відриві від усіх інших робочих механізмів. Крім того, при розробці човникової швейної машини необхідно не тільки забезпечити закономірну послідовність, характер та величину необхідних переміщень робочих органів, їх положень, стану, а й досягти оптимальних кінематичних та динамічних характеристик машини у цілому.

Зміст

Вступ	3
Загальні питання проектування і виготовлення швейних машин.	5
1. Проектування механізмів човникових швейних машин	7
1.1. Циклограма човникової швейної машини	8
1.2. Розробка проектної циклограми.	10
1.3. Розрахунок довжини голки. Вибір голки	15
1.4. Розрахунок міцності голки. Визначення номера голки	19
1.5. Автоматизований розрахунок номера голки човникових швейних машин	23
1.6. Вибір структурної схеми механізму голки	30
1.7. Аналітична кінематика механізму голки	32
1.7.1. Функція положення механізму.	32
1.7.2. Визначення швидкості та прискорення голководи	35
1.7.3. Кінематична діаграма механізму голки	37
1.7.4. Залежність кута повороту φ кривошипа від величин переміщення голки	38
1.7.5. Кінематичний аналіз механізму голки швейних машин методом числового диференціювання аналітичної функції положення ..	39
1.8. Синтез механізму голки	46
1.8.1. Визначення мінімально допустимого ходу S'_x голки	47
1.8.2. Графоаналітичний метод синтезу механізму голки	48
1.8.3. Аналітичний метод метричного синтезу механізму голки. Визначення параметрів S_m , φ_m , λ	49
1.8.4. Функціонально-адекватні механізми голки	51
1.8.5. Розмірно-подібні ряди механізму голки	54
1.8.6. Уточнення циклограми механізму голки	55
1.9. Проектування механізмів човник	57
1.9.1. Типові структурні схеми механізмів обертового човника	57
1.9.2. Метричний синтез механізму коливного човника	59
1.9.3. Важільно-зубчасті механізми коливного човника	65
1.10. Проектування механізмів подачі нитки	66
1.10.1. Типові механізми.	66
1.10.2. Типова система подачі нитки	68
1.10.3. Діаграма подачі нитки. Загальні питання	70
1.10.4. Побудова діаграми необхідної подачі нитки.	76
1.10.5. Особливості побудови діаграми подачі нитки машин з коливним човниковим пристроєм	87
1.10.6. Проектування кулачкового механізму ниткопритягувача	90
1.10.7. Проектування кулісного механізму ниткопритягувача.	100
1.10.8. Метричний синтез кулісного механізму ниткопритягувача.	104
1.10.9. Проектування кривошипно-коромислового механізму ниткопритягувача	107

1.10.10. Компоновка ведучих ланок механізмів голки та ниткопритягувач	118
1.11. Проектування механізмів просування матеріала	124
1.11.1. Особливості структури типового однорейкового механізму	124
1.11.2. Умови метричного синтезу однорейкового механізму просування матеріалу.	127
1.11.3. Визначення вхідних параметрів синтезу механізму	128
1.11.4. Визначення уточненої форми траєкторії рейки	131
1.11.5. Метричний синтез механізму	134
1.11.6. Визначення мінімального ходу рейки	139
2. Проектування човникових зигзаг машин	141
2.1. Особливості структури механізму голки.	141
2.2. Розрахунок максимальної величини зигзагу.	146
2.3. Особливості метричного синтезу кривошипно-повзунної частини механізму голки	151
2.4. Синтез механізму горизонтального руху голки	151
2.4.1. Графічний метод синтезу.	152
2.4.2. Аналітичний метод синтезу	153
2.5. Розрахунок параметрів та побудова профілей трехцентрових кулачків-програмоносіїв.	154
2.5.1. Три модифікації трицентрових кулачків	156
2.5.2. Особливості будови профілів трицентрових кулачків при виконанні робочого креслення	158
2.5.3. Геометричні характеристики трицентрових кулачків в залежності від кута вистою.	160
2.6. Визначення кінематичних характеристик механізмів, що одержуємо рух від трицентрових кулачків.	162
2.7. Можливість та доцільність використання ексцентрика замість трицентрового кулачка-програмоносія	165
2.8. Проектування профілів кулачків-програмоносіїв для машин, що виконують зигзаг-строчки з рапортом $R_n = 4$.	167
2.8.1. Кінематичні характеристики п'ятицентрового кулачка-програмоносія	170
2.8.2. Проектування чотирицентрових кулачків-програмоносіїв	174
3. Проектування машин ланцюгових стібків класу 400	181
3.1. Структура типового механізму голки Визначення функції положення	182
3.2. Структура типового механізму петельника. Визначення функції положення	185
3.3. Синхрограма механізмів голки та петельника. Визначення ходів голки та петельника	189
3.3.1. Розрахунок ходу голки.	191
3.3.2. Визначення параметрів взаємодії голки з петельником.	193

3.3.3. Розрахунок ходу петельника поперек строчки.	194
3.3.4. Розрахунок ходу петельника вздовж строчки.	195
3.4. Метричний синтез типових механізмів голки та петельника.	196
3.4.1. Метричний синтез типового механізму голки.	197
3.4.2. Метричний синтез типового механізму петельника.	199
4. Проектування красобметувальних машин.	202
4.1. Типове компонування та структура механізмів голки і петельників (модифікація M1)	202
4.1.1. Визначення кута нахилу голки. Розрахунок довжини голки, та її ходу. Вибір моделі голки.	207
4.1.2. Проектування механізму голки і проектування механізму петельників	223
4.2. Типове компонування та структура механізмів голки і петельників (модифікація M2)	229
4.2.1. Проектування механізму правого петельника	230
4.2.2. Особливості побудови знакової моделі (синхрограми)	229
5. Проектування механічних систем програмного керування рухом робочих органів циклових швейних напівавтоматів	234
5.1. Структура типових механізмів двокоординатних програмних переміщень фурнігуротримача (притискних лапок)	234
5.2. Структура типових механізмів програмних переміщень фурнігуротримача (притискних лапок) і голки.	237
5.3. Проектування кулачків-програмоносіїв циклових швейних напівавтоматів	240
6. Практичні роботи та індивідуальні завдання.	246
7. Правила виконання кінематичних схем. Позначення умовні графічні в схемах. Елементи кінематики.	280
Список літератури	310
Зміст	314

.....