Міністерство освіти України
Державна академія легкої промисловості України

УДК 685.31+658.65.015:65,011.56

На правах рукопису

Тонковид Леонід Андрійович

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ АВТОМАТИЗАЦІЇ СКЛАДАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ У ВЗУТТЄВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Спеціальність: 05.19.06 -
Технологія взуттєвих і шкіряно-галантерейних виробів

А в т о р е ф е р а т

дисертації на здобуття вченого ступеня
доктора технічних наук

Київ - 1996

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано у Державній академії легкої промисловост України, м.Київ

Офіційні опоненти:

Академік Російської і Міжнародної інженер них академій, заслужений діяч науки і тех ніки Російської Федерації, д.т.н., профе сор. Фукін В.О.

Д.т.н., професор Орловський Б.В.

Заслужений діяч науки і техніки Україн Лауреат державної премії, д.т.н., профес Гавриш А.П.

Провідна організація -

Хмельницький технологічний університет "Поділля

Захист відбудеться "30" 06 1997 р. о 12 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 01.17.02 при Дервній академії легкої промисловості України за адресою: 252011, Київ, Немировича-Данченка, 2, (зал засідань)

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці ДАЛПУ.

Автореферат розісланий "24" 05 1997 р.

Ваші відгуки та зауваження по роботі у двох екземплярах, завірених печаткою, просимо направляти у спеціалізовану раду на ім'я вченого секретаря.

Вчений секретар спеціалізованої ради доктор техн. наук,професор Коновал В.П

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність проблеми та ступінь дослідження тематики дисертації. Інтереси розвитку незалежної України потребують всебічної інтенсифікації виробництва, прискорення науково-технічного прогресу, зростання продуктивності праці, зниження собівартості продукції, підвищення її якості та конкурентоспроможності на світових ринках.

Актуальність робіт в галузі автоматизації складальних процесів у взуттєвому виробництві визначається складністю і багатоманітністю складальних операцій, великою питомою вагою ручної праці при їх виконанні, малим завантаженням технологічного устаткування за рахунок суттєвих втрат на виконання допоміжних прийомів та операцій. Так, наприклад, показник завантаження устаткування в сучасних заготовочних потоках становить 0.5...0.87, а в окремі періоди не діє до 36% усього встановленого устаткування. На частку операцій складання заготовок припадає 30...40% усіх витрат праці на виготовлення взуття, понад 30% вартості устаткування, приблизно 25% виробничої площі взуттєвих фабрик. При складанні взуття частка ручної праці теж значна навіть при виконанні механізованих операцій, коли предмет праці перебуває безпосередньо в руках робітника.

У конвейєрно-поточному виробництві взуття надто складні психофізіологічні умови праці, зумовлені дуже високим темпом роботи, який породжує ефект монотонії, що шкідливо впливає на стан здоров'я робітника. Монотонність праці зумовлена нижньою межею тривалості технологічної операції у 30 секунд, що визначає час оборбки однієї напівпари. Таким чином, продуктивність праці робітника-оператора має верхню межу у 480 пар на зміну, що практично на межі фізичних можливостей людини. Окрім того, дрібні технологічні акти мають дуже низьке інтелектуальне навантаження, яке робить працю взуттєвика малопривабливою для молодого покоління, а це містить в собі внутрішній дефект розвитку галузі, яка не поповнюється свіжими творчими силами. У структурі циклу операції власне виконання технологічного акту триває у більшості випадків від 1 до 5 секунд. Решта часу витрачається на виконання так званих допоміжних

операцій на маніпулювання об'єктами виробництва, які викон ються робітниками тільки вручну. Якщо зробити ці операції тривалістю рівними технологічній операції, то є можливіс підвищити продуктивнітсть праці у 6...10 разів. Але цього м жна досягти, безумовно, тільки вилученням робітника-операто з ланцюгу технологічного процесу, переклавши виконання ман пуляційних операцій на автоматизовані пристрої.

Досвід створення автоматизованих ліній складання взут на базі традиційних технологічних засобів засвідчує недоста ню ефективність зазначених технологічних систем, велику ко структивну складність та недостатню їх мобільність при змі асортименту.

Такий стан речей зумовлений відсутністю технології авт матизованого виробництва взуття як наукової дисципліни, я чітко визначає вимоги як до об'єктів виробництва, так і технічних засобів її реалізації на рівні практичної (функці нальної) технології.

Діалектична єдність технології і техніки зумовлена спі відношенням їх як змісту до форми, ступінь гармонізації як го на рівні функціональних залежностей відповідних характер стик визначає як правильність обраного наукового напрямк так і досконалість отриманих результатів дослідження.

Наукова технологія на рівні абстрактних понять, характ ристик і параметрів може існувати, лише спираючись на предм свого розвитку - об'єкти виробництва. Таким чином, об'єкт виробництва і технологічні операції перебувають у певних об єктивних співвідношеннях, що і визначає галузевість технол гії, тобто її пристосованість до певних виробничих умов.

У цьому контексті проблема запозичення і наслідування інших галузей виробництва може мати місце лише на рівні окр мих фрагментів технологічних аналогій.

У циклі виконаних за останні двадцять років робіт зро лено новий принциповий крок у створенні основ технології а томатизованого складання взуття та їх реалізації на практи шляхом розробки системи науково-технічних, технологічних організаційних принципів побудови процесу автоматизованс складання взуття.

Тематика досліджень органічно пов'язана з планом осно них науково-дослідних робіт Державної академії легкої проми

ловості України, які виконувалися протягом 1969 - 1996 рр.

Об'єктом і предметом дослідження є сукупність операцій, які змінюють розташування об'єктів виробництва у просторі і часі як складових компонентів конструкцій взуття, визначаючи таким чином послідовність операцій у технологічному ланцюзі автоматизованого складання, зумовленого структурою об'єкта виробництва та його технологічними властивостями.

Мета дослідження - розробка теоретичних основ технології автоматизованого складання взуття як системи методів і принципів проєктування складальних технологічних процесів, які лежать в основі створення складальних машин автоматів і автоматичних ліній взуттєвого виробництва.

Практичне завдання дослідження - розробка методів і засобів автоматизованого складання взуття на основі оптимальної точності сполучень, універсальних по усій множині однорідних за структурою об'єктів виробництва. Досягнення зазначеної мети передбачено вирішенням таких завдань:

- аналіз процесу маніпулювання об'єктами виробництва як геометричними, фізичними, технологічними і технічними тілами;
- визначення метричних характеристик процесу, тобто параметрів технологічної зони по довжині, ширині і висоті в залежності від структури об'єктів виробництва, розмірно-повнотного асортименту та оптимальних обсягів виробництва з позицій економічної доцільності;
- визначення кінематичних характеристик процесу: форми і розмірів робочих трас як об'єктів виробництва, так і робочих органів виконавчих механізмів;
- визначення метрологічних характеристик процесу: точності позиціювання об'єктів виробництва та часу виконання маніпуляційних операцій;
- визначення технологічних характеристик процесу: режимів та параметрів формування клеєвих швів основного та допоміжного кріплення;
- визначення організаційних характеристик процесу: методів складання (послідовний, паралельний, комбінований), просторова організація процесу, адаптивна саморегуляція технічних засобів, яка інваріантна до форми та розмірів об'єктів виробництва.
- визначення економічних характеристик процесу: багато-

разове підвищення продуктивності техніки, різке зниження вит рат виробничої площі на одиницю продукції та різке зниженн енерговитрат на процес.

Методи дослідження. Теоретичним і методологічним інстру ментом дослідження був діалектичний метод, який знайшов сво практичне втілення у системному підході до проблеми, що вирі шується. Технологічний процес автоматизованого складання роз глядається як система, з притаманими їй складом і структурою в якій діють фактори, що визначають її функціонування.

В роботі використовувалися аналітичні, графічні і чисель ні методи математики. На основі апарата теорії множин, мето дів дослідження операцій, математичної логіки розроблені ана літичні, теоретико-множинні і стахостичні моделі процесів ав томатизованого складання взуття, адекватність яких перевіре на і підтверджена експериментальними методами.

При виконанні досліджень використовували теорію планував ня експериментів, статистичне моделювання, методи експертни оцінок та ін. Для виконання активних і пасивних експерименті були розроблені методики і експериментальні установки, за до помогою яких моделювалися реальні операції автоматизованог складання (базування, захоплення, орієнтування, подача, цент рування і сполучення).

Наукова новизна дослідження полягає у тому, що вперше

а) розроблені методи автоматизованого складання взуття з визначенням оптимальної точності сполучень;

б) сформульовані технологічні і організаційні принцип проектування технологічних процесів як основи проектуванн автоматизованої техніки, що реалізує вказані процеси з найви щою ефективністю;

в) визначено склад технологічного процесу автоматизовано го складання як послідовної закономірної зміни об'єктів скла дання у просторі робочої зони технічної системи на основ аналізу структури конструкції взуття і специфічних особливос тей взуттєвого виробництва.

г) класифіковані об'єкти складання за найзагальнішими конструктивними, технологічними, фізико-механічними ознаками, які лежать в основі конструктивної і технологічної спадкоєм ності деталей і складальних одиниць;

д) досліджені основні операції автоматизованого складаль-

ного процесу: установка, базування, захоплення, орієнтування, подача, центрування і сполучення об'єктів складання з позицій кінематики і динаміки процесу, а також техніко-економічної доцільності робочих траєкторій і принципової можливості їх реалізації при оптимальних параметрах і режимах;

е) сформульовані принципи організації технологічних операцій у просторі і часі як функції матеріальних структур об'єктів виробництва, техніко-економічних цілей, завдяки чому визначена структура технічних систем, що реалізують автоматизовані технологічні процеси.

Наукові положення, органічно пов'язані між собою загальністю проблеми, що вирішується, дозволяють нам розглядати їх як основи технології автоматизованого складання взуття, які і виносяться автором на захист.

Теоретична цінність роботи полягає у дослідженні, виходячи з єдиних теоретичних позицій, взаємодії технологічного серидовища з об'єктами виробництва у гравітаційному силовому полі з урахуванням метричних, фізико-механічних та технологічних властивостей останніх.

Ймовірність отриманих наукових результатів забезпечується порівнянням та задовільним узгодженням результатів експериментальних досліджень з критеріальними оцінками прийнятих законів розсіяння статистичних ознак і на цій підставі визначення норм точності виготовлення об'єктів виробництва, можливих в сучасних виробничих умовах. Точність виконання окремих маніпуляційних операцій визначається шляхом розрахунку кінематичних та динамічних характеристик процесу з урахуванням встановлених норм точності.

Таким чином, розмірний ланцюг об'єкта виробництва носить ймовірний характер, визначений як розрахунком, так і експериментально.

Практична цінність результатів роботи. Розроблені математичні моделі маніпуляційних операцій як фізичних процесів, алгоритми та програми побудови і розрахунків параметрів об'єктів виробництва, технологічних характеристик та виконавчих механізмів автоматизованих пристроїв дозволили реалізувати технологію автоматизованого складання (виробництва) взуття шляхом розробки, виготовлення та впровадження у виробництво автоматизованих ліній ЛТК-1 (ПВО фірма "Прогрес", Львів,

1975-1978 рр.). Під час виробничих випробувань було випущен 250 тис. пар взуття; річний економічний ефект у доларовом еквіваленті склав приблизно 40 000. Лінія захищена авторськи ми свідоцтвами. Застосована в лінії гнучка система адресуван ня колодок не має аналогів у світовій практиці.

У 1983 р. були впроваджені у виробництво нові автомати зовані лінії складання текстильного взуття ЛТК-2 (БФТВ, Ба ку), які відрізняються від попередньої лінії підвищеною на дійністю та компактністю.

У 1985-1990 рр. на замовлення Мінлегпрому України бул виконана наукова тема з розробки автоматизованої лінії скла дання взуттєвих заготовок з застосуванням автоматичних мані пуляторів.

У 1989-1994 рр. на замовлення підприємств було розробле но та виготовлено 6 автоматизованих ліній ЛТК-3М для складан ня взуття прогулянкового призначення.

Таким чином, викладені в роботі теоретичні положення от римали практичне втілення у взуттєвому виробництві.

На базі роботи створено і читається курс лекцій "Автома тизація технологічних процесів у взуттєвому виробництві" об сягом 45 годин для студентів четвертого курсу зі спеціальнос ті конструювання та технологія виробів з шкіри. Створена нав чальна лабораторія з курсу та практикум лабораторних робіт.

Результати роботи відображені у навчальному посібнику "Проектирование и расчет машин обувних и швейних производств (М:,ЛИ, 1978 р.).

Апробація результатів роботи. Матеріали дисертації допо відались та обговорювалися та отримали позитивний відгук н Республіканській науково-технічній конференції: "Шляхи підви щення рівня механізації та автоматизації технологічних проце сів у швейній, взуттєвій та текстильній промисловості" (м.Ки їв, 28.02.78 р.); на республіканському семінарі: "Нові метод складання заготовок верху взуття з штучних та синтетичних ма теріалів" (Київ, 27.06.78); на республіканському семінарі "Оптимізація автоматизованих систем і технолгічних процесів (Київ, 31.01.80 р.); на наукових конференціях професорсько викладацького складу ДАЛПУ (1970-1996 рр.); на засіданні ка федри конструювання та технології виробів з шкіри ДАЛП (1979р.); міжкафедральних наукових семінарах кафедр конструю

вання та технології виробів з шкіри та кафедри шкіряно-взуттєвих машин за участю представників наукової громадкості академії та виробництва (1981, 1983, 1996 рр.).

Робота доповідалась у Московському технологічному інституті легкої промисловості (1983, 1984 рр.) і отримала позитивну оцінку.

Публікації. Основні положення і теоретичні узагальнення дисертаційної роботи викладені в 42 наукових публікаціях, у тому числі у п'ятьох монографіях; за результататами роботи отримано десять авторських свідоцтв на винаходи.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота містіть вступ, 8-м глав, висновки; бібліографія вміщує 250 найменувань. Документи, які підтверджують практичне використання роботи, висновків і рекомендацій, наведені у розділі "Приложение". Основний зміст роботи викладений на 441 сторінці друкованого тексту, ілюстрований 125 малюнками і 15 таблицями.

ЗМІСТ РОБОТИ

У Вступі обгрунтовано актуальність проблеми, описані об'єкти і ступінь дослідження тематики дисертації, сформульовано мету і завдання роботи. визначені методи дослідження, викладені основні положення, наукова новизна, практична цінність і реалізація одержаних результатів.

У першій главі викладено аналіз розвитку потоково-масового виробництва взуття та передумови його автоматизації на основі сучасної концепції розвитку функціональної технології, яка базується на науковому підгрунті, створеному попередниками та сучасниками. Серед багатьох наукових праць у галузі розвитку наукової і функціональної технології виробництва взуття необхідно відзначити праці Ю.П.Зибіна, О.С.Шварца, І.І.Капустіна, О.І.Комісарова, В.О.Фукіна, А.М.Калити, Л.Я.Ільїнського, В.В.Сторожева та ін.(Росія); Г.А.Шокорського, Я.Ф.Чередниченко, В.П.Нестерова, В.О.Скатерного та ін. (Україна); В.Л.Раяцкаса (Литва); П.Петкова (Болгарія); Ф.Шмеля (Угорщина) та багато інших.

Розвиток взуттєвого виробництва розглядається як процес розв'язання технічних протиріч між існуючим і необхідним. Показано, що автоматизація окремих операцій традиційного технологічного процесу швидше погіршує техніко-економічні показни-

ки роботи, а не поліпшує їх, тому що при цьому, як правило, зростає собівартість продукції за рахунок подорожчення устаткування, а також втрат від некратності програми потоку продуктивності устаткування.

Просторово-часова структура технологічної операції інваріантна, а тому жодна з форм організації виробництва ні безпосередньо, ні побічно не впливає на зміну елементів технологічного циклу $\tau_ц$: $\tau_ц = \tau_з + \tau_о + \tau_м + \tau_к + \tau_р$, де $\tau_з$- час завантаження робочого місця; $\tau_о$- час взаємного орієнтування об'єктів перед складанням; $\tau_м$- час скріплення деталей; $\tau_к$ - час завершуючих переходів (контроль якості, комплектування виробів тощо); $\tau_р$ - час розвантаження робочого місця.

Якщо в одному технологічному циклі буде одночасно оброблятися m різнорідних об'єктів, тобто при концентрації технологічних операцій питома вага допоміжного часу, який припада на один об'єкт, буде меншою, аніж при обробці одного об'єкта Унаслідок цього кількість виконавців n, які виконують декілька технологічних операцій, пов'язана з кількістю виконавці k, які виконують окремі операції, наступною залежністю: $n = (\varepsilon + k)/(\varepsilon + 1)$, де ε - коефіцієнт використання робочог часу. Таким чином, при концентрації технологічних операці потреба у виконавцях зменшується і тим помітніше, чим більш операцій виконується в одному технологічному циклі і чим ниж чий коефіцієнт використання робочого часу.

На підставі вищезазначеного можна зробити висновок пр те, що концентрація технологічних операцій є головним принци пом організації праці, провідним напрямком у розвитку прогре сивної технології і техніки. При використанні допоміжного ча су на виконання робочої операції в сучасних умовах, тобто н наявних виробничих площах і виробничим персоналом, можна за безпечити випуск взуття в належному обсязі і належної якост Завдання полягає у створенні об'єктивних умов використання на вного резерву робочого часу у взуттєвій промисловості.

У другій главі викладено основи теорії автоматизованої складання взуття, науково-методологічним ядром якої є понят неподільного елементарного технологічного акту (переходу зумовленого певною цільовою функцією. Складальний процес $П_с$ у структурно-організаційному плані містить взаємопов'яза

складальні операції $(O_{c1}, O_{c2}, \ldots, O_{cn})$, а кожна з них - взаємопов'язані елементарні технологічні переходи $(O_1, O_1, \ldots, O_n)$. Складальна операція сама по собі є процесом у вузькому визначенні, а тому вона тотожна технологічному процесу Π_{c1}^T. Цю обставину можна визначити формулою

$$\exists \Pi_{c1}^T \in \Pi_c^T (\forall O_c = \Pi_1^T \equiv \Sigma\{O_1, O_2, \ldots, O_m\}).$$

За індукцією $O_c = \{O_1, O_2, \ldots, O_m\}$, що може бути представлено диз'юктивною функцією $O_c = (O_1 \vee O_2 \vee \ldots \vee O_m)$. Складальна операція в термінологічному аспекті виступає як узагальнююче поняття і потенційно охоплює комплекс взаємопов'язаних технологічних впливів на об'єкт складання.

Технологічні процеси і технічні пристрої у сукупності ми розглядаємо як систему автоматизованого складання, яка являє множину властивостей і відносин, встановлюючи таким чином рівень абстракції теорії та ідентифікації об'єктів дослідження.

В якості елементарних технологічних актів (елементів системи) нами прийняті елементарні маніпуляційні акти (табл.).

Усю сукупність маніпуляційних операцій можна розподілити на три групи за цільовим призначенням: перша - операції, які змінюють положення об'єкта у просторі (базування, орієнтування, подача і центрування); друга - живлення робочих позицій (транспортування, установка, захоплення, фіксування); третя - отримання нероз'ємних сполучень (кріплення). Технологічний процес автоматизованого складання Π_c^A розпадається на три непересічні множини (групи) операцій: $\Pi_c^A = \{Gr^I \cup Gr^{II} \cup Gr^{III}\}$ зі специфічною морфо-функціональною характеристикою.

У загальному визначенні автоматизований процес складання це процес позиціювання об'єктів виробництва, їх сполучення та скріплення за рахунок використання неприродньої енергії, який може бути реалізований, якщо розміри деталей (довжина, ширина, висота) $R_v (v = l, s, h)$ не виходять за встановлені межі ΔR_v: $(\exists d \in D)(\forall l_1 \in R_l)(\forall s_1 \in R_s)(\forall h_1 \in R_h)\ [<\Delta l, <\Delta s, <\Delta h]$.

Процес складання може відбуватися в стаціонарній або рухомій регулярній системі координат під дією сил різної природи. Стійкість об'єктів та руху є важливою характеристикою технологічного процесу автоматизованого складання, які зумовлюють його керованість та однозначність. При цьому визначальним є положення поверхонь сполучення, а не самих деталей, що суттєво для аналізу технологічного процесу з позицій його

Класифікація маніпуляційних операцій

Найменування операцій	Індекс	Графічне позначен.	Оператор	Математичне визначення параметрів кінцевого положення
Транспортування	т		**T**	$U_K^T=\{\pm\delta_{ci}^T(i=x,y,z);\varphi_R^T=\sphericalangle 2\pi(\varphi=\alpha,\beta,\gamma)\}$
Подача	п		**P**	$U_K^P=\{\pm\delta_{ci}^P(i=x,y,z)\}$
Установка	у		**U**	$U_K^U=\{\pm\delta_{ci}^u(i=x,y,z);\varphi_R^U=\sphericalangle\Delta\varphi_y(\varphi=\alpha,\beta,\gamma)\}$
Базування	б		**B**	$U_K^B=\{\pm\delta_{ci}^b(i=x,y,z);\varphi_R^B=\sphericalangle\Delta\varphi_б(\varphi=\alpha,\beta,\gamma)\}$
Орієнтування	о		**O**	$U_K^O=\{\varphi_R^T=\sphericalangle\Delta\varphi_o(\varphi=\alpha,\beta,\gamma)\}$
Центрування	ц		**C**	$U_K^C=\{\pm\delta_{ci}^c(i=x,y,z);\varphi_R^C=\sphericalangle\Delta\varphi_ц(\varphi=\alpha,\beta,\gamma)\}$
Суміщення	с		**S**	$U_K^S=\{\pm\delta_{ci}^s(i=x,y,z);\varphi_R^S=\sphericalangle\Delta\varphi_c(\varphi=\alpha,\beta,\gamma)\}$
Захвачування	з		**Z**	$U_K^Z = U_K^B$
Фіксування	ф		**F**	$U_K^F = U_K^B$
Закріплення	з		**K**	$U_K^R = U_K^F$

кінематики.

Вихідне положення об'єкта складання ($U_{дi}$) в технологічному просторі може бути охарактеризоване декартовими координатами особливої точки деталі $C_{дi}$, яка приймається за її умовний центр, та трьома одиничними ортогональними векторами $\boldsymbol{n}_{дi}$, $\boldsymbol{t}_{дi}$, $\boldsymbol{b}_{дi}$, "жорстко" прив'язаними до цього центру (мал.1):

$U_{дi} = \{ X_{сдi}, Y_{сдi}, Z_{сдi}, \boldsymbol{n}_{дi}, \boldsymbol{t}_{дi}, \boldsymbol{b}_{дi} \}$. Під кутом зору геометрії завдання складання формулюється математичними умовами суміщення одноіменних ортогональних векторів об'єктів і автоматизованої технічної системами. Технічне завдання формулюється вимогами приведення деталі або складальної одиниці з одного суворо визначеного стійкого орієнтованого положення у друге. Під кутом зору технології завдання складання полягає у встановленні поля допуску на розташування точок суміщення, які приймаються за вихідні параметри та режими, що контролюються. Під кутом зору фізики процесу завдання складання формулюється умовами ліквідування невідповідності між параметрами об'єкта як фізичного тіла, які характеризують його початкове і кінцеве становище під дією прикладених сил і моментів.

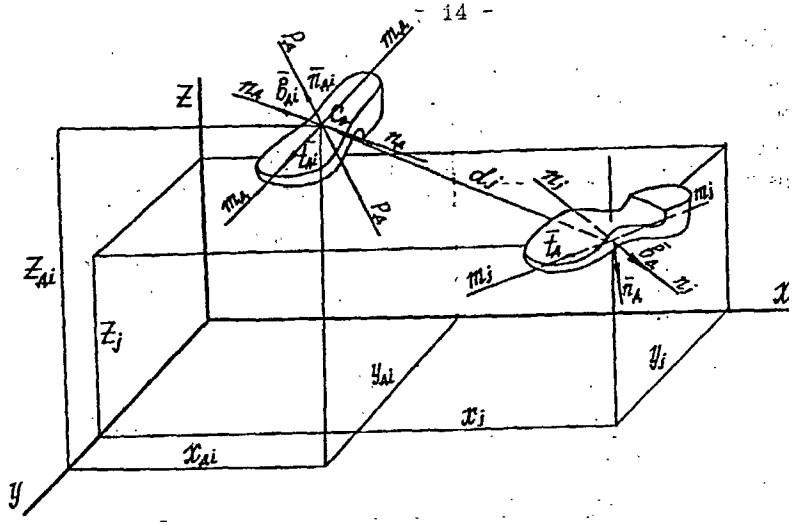
Багатоваріантність складального процесу визначається не стільки структурою, що складається, скільки варіантністю робочих рухів, за допомогою яких об'єкти складання переміщуються в просторі, і варіантністю просторової організації процесу, який характеризується розташуванням робочих позицій.

Наприклад, якщо об'єкт складання з одного положення, яке характеризується умовою $U_1=\{0,0,0,\boldsymbol{i},\boldsymbol{j},\boldsymbol{k}\}$, переводиться в положення за умовою $U_2=\{l,s,h,\boldsymbol{i},-\boldsymbol{j},-\boldsymbol{k}\}$, то за допомогою операторних формул можна отримати набір можливих розв'язок поставленого технологічного завдання:

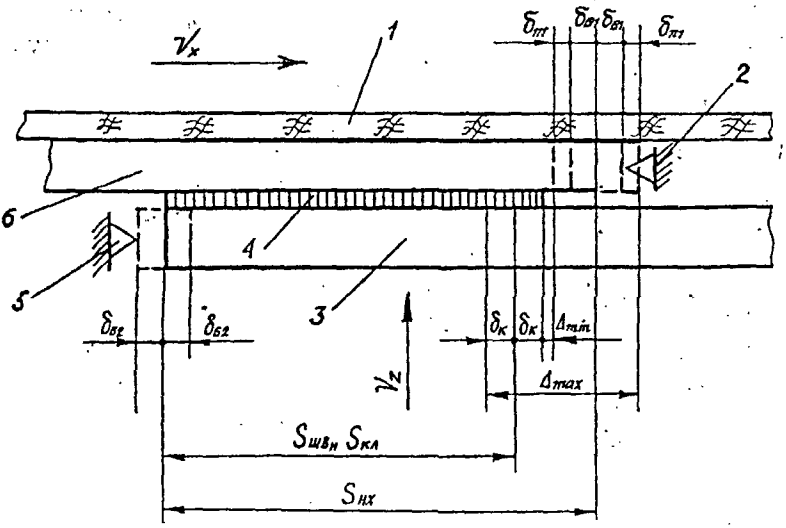
$$V_X(l) \cup V_Y(s) \cup V_Z(h) \cup W_X(0) \cup W_Y(2\pi) \cup W_Z(2\pi),$$

де V_X, V_Y, V_Z - лінійні оператори з відповідного напрямку координат; W_X, W_Y, W_Z - роторні оператори відносно координатних осей; l, s, h - лінійні параметри; π - кутовий параметр.

В процесі автоматизованого складання важливим є кінцеве положення об'єкта, завдяки чому послідовність дій операторів не має принципового значення. Ця важлива кінематична особливість процесу дозволяє вирішувати технологічне завдання складання при будь-якій послідовності дій виконавчих механізмів,



Мал.1. Параметризація положення деталі у просторі через умовний центр деталі $C_Д$ та трійку ортогональних векторів $\mathbf{n}_Д$, $\mathbf{t}_Д$ і $\mathbf{b}_Д$, "прив'язаних" до центру $C_Д$



Мал.2. Схема похибок клеєвого шва, зумовлених операціями базування ($\delta_Б$), транспортування ($\delta_Т$) і подачі (δ

а також при одночасній їх дії.

При складанні взуття критерієм точності виступає зорове сприйняття однойменних композиційних елементів, тобто ті розбіжності, які спостерігач не помічає як у парі взуття, так і в кожній напівпарі. Виняткомм є нормативи, які встановлюються стандартом, що визначаються звичайнимм порядком. При цьому кількісні показники точності складання взуття повинні визначатися в результаті статистичних досліджень, які дозволяють встановити регламентовані нормативи взаємного розташування деталей у готовій конструкції.

При автоматизованому складанні взуттєвих заготовок виникають похибки, обумовлені кінематикою, динамікою складального процесу, тобто робочими траєкторіями центрів окремих деталей, швидкостями, прискоренями, а також силами, що впливають на деталі, які можуть змінювати робочі траєкторії центрів складання.

Відповідно до схеми клейового з'єднання (мал.2):

$\Delta_{max} = 2\delta_{Б1} + 2\delta_{П1} + \Delta_{min} + 2\delta_{К} + 2\delta_{Б2}$, де Δ - максимальний (*max*), мінімальний (*min*) допуски на з'єднання; δ - похибки відповідно базування (*Б*), подачі (*П*), кріплення (*К*).

Практично допуск визначається трисигмовою межею при нормальному законі розподілу похибок. При великій кількості складових похибок ймовірність одночасної появи похибок максимальної величини незначна, а тому можна залишитися в межах двох б. Нормальне функціонування автоматизованої системи з послідовною схемою складання визначається досягненням необхідної точності на *n*-й позиції: $\Delta_{max} = 2(\Sigma\delta_{Бx1} + \Sigma\delta_{Пx(n-1)} + \Sigma\delta_{Кn}) + \Delta_{min}$. З урахуванням значень Δ_{max} і Δ_{min}, які отримані в результаті дослідження точності складання заготовок у виробничих умовах, умова нормального функціонування технічної системи буде мати вигляд: $\Sigma\delta_{Бxn} + \Sigma\delta_{Пx(n-1)} + \Sigma\delta_{К} \leqslant 0,4$ *[mm]*.

Автоматизоване накладання підошв включає такі елементи технологічного процесу: установка колодки з сформованою заготовкою і підготовленим слідом; базування підошви, її захоплення, подачу, центрування та суміщення. Оскільки нормативно встановлюються допуски на відхилення розмірів підошв в одній напівпарі відносно іншої, то цей норматив при вирішенні завдання автоматизації процесу накладання підошви не може бути використаний.

Розміри поверхні сполучення (сліду і підошви) варіюють в деякому інтервалі $\delta_{сл}$ і $\delta_{пд}$ відносно середнього значення. Умова якісного складання в загальному вигляді може бути записана так (див.мал.5): $(A_{пдj} - A_{слj})/2 = r_{пдj} \pm \delta_{rj}$, де $A_{пдj}$, $A_{слj}$ - розмір підошви і сліду в j - му перерізі; $r_{пд}$ - нормуєма ширина відкритого краю підошви в готовому взутті; δ_r - допуск на можливе відхилення розміру відкритого краю підошви. З умовою розсіяння зон сполучення $\delta_{сл}$, $\delta_{пд}$, установки колодки $\delta_{у.к}$, точності центрування підошви $\delta_{ц.пд}$, умова якісного складання набере вигляду: $\delta_{пдj} \pm \delta_{ц.пд} \pm \delta_c \pm \delta_{у.к} \leqslant 2\delta_r$.

У цій умові геометрична сума похибок пов'язана рівнянням-нерівнянням з подвійною нормою допуску тому, що ми в якості принципу сполучення прийняли симетричність розсіяння ознак відносно осі складання.

Допустиме відхилення відкритого краю підошви, непомітне для споживача, ми назвали інтервалом байдужості, а максимальне значення можливої зміни інтервалу - межею байдужісті.

В результаті проведених досліджень за методом експертних оцінок нами встановлена межа байдужості як функція ширини відкритого краю підошви, яка для практичних цілей може бути визначена з виразу: $\Delta r_{пд} = 0{,}1 r_{пд} + 0{,}15$ [мм]. Цю величину ми прийняли за поле допуску на відкритий край підошви (δ_r).

Унаслідок статистичного аналізу точності виготовлення деталей встановлено, що в сучасних умовах взуттєвого виробництва точність виготовлення деталей верху взуття з шкіри хромового методу дублення становить ±0,55 мм, підошв з шкірволону та гуми порової структури - ±0,5 мм; сліду сформованої заготовки - ±0,6 мм, що цілком придатно для автоматизації складання взуття.

Особливістю складальних операцій є наявність характерних бінарних відношень параметрів складання, які самі по собі можуть бути складною функцією попередніх умов процесу. У зв'язку з цим вибір принципу складання (програмного чи рефлекторного) у технологічному аспекті розгляду проблеми рівнозначний. Рефлекторний принцип складання, тобто складання зі зворотним зв'язком або адаптованою настройкою, здебільшою мірою технічне завданя, аніж технологічна проблема. Точність подачі об'єкта на складальну позицію визначається конструкцією пристрою подачі. Однак при відсутності кінематичного замикан-

і між об'єктом і пристроєм подачі точність визначається в основному режимами роботи пристроїв у перехідних періодах.

У третій главі викладено визначення проблеми технологічності конструкцій взуття як об'єктів автоматизованого виробництва. Технологічність у сучасному визначені являє собою лише можливість виготовляти вироби прогресивними методами, яка не завжди реалізується на практиці, оскільки одну і ту ж конструкцію можна виготовити також і непрогресивними методами. Нетехнологічність деталей і конструкцій у сучасному розумінні не чим іншим, як недосконалістю конструкції, зумовленою недостатнім врахуванням на стадії проектування можливостей конкретного виробничого середовища. Методик оцінки технологічності об'єктів машино- і приладобудування існує достатньо. Завдання спрощується тим, що деталі машин та приладів мають широкий діапазон варіантності ознак (форма, розміри, стан поверхонь, точність і т.п), тобто існує можливість підпорядковувати конструкцію виробу вимогам технології. Але перенесення їх ознак у взуттєве виробництво як принцип технологічної модифікації об'єктів практично неможливий тому, що деталі взуття при величезній різноманітності їх форми і розмірів є інваріантними за цими ознаками. Розчленованість конструкції взуття зумовлена вимогами морфофункційних особливостей ступні, естетики, економіки і менше за все - вимогами технології. Таким чином, технологічність виробу потрібно розглядати як сутність його властивостей, зумовлених вимогами тієї технології, на основі якої цей виріб проектується. У такому випадку ступінь технологічності виробу буде визначатися ступенем відповідності належних властивостей об'єктів виробництва встановленим вимогам технології, засоби якої повинні бути настільки ідіфікованими, щоб можливі варіанти конструктивних вирішень виробу вписувалися у конкретну технологічну схему виробничої системи. Іншими словами, будь-яка конструкція заготовки або взуття масового виробництва повинна бути придатною для виготовлення її в автоматизованій технічній системі технологічних машин, пов'язаних між собою транспортними засобами або робото-технічними пристроями.

Умовою існування технології автоматизованого складання є еквіваленція множини технологічних вимог (T_{Tj}) множині технологічних властивостей об'єктів (S_{Tj}): $T_{Tj} \leftrightarrow S_{Tj}$.

Оскільки функціональні властивості усієї конструкції зумовлені цільовою функцією виробу R_{kj}: $S_{kj} = \Phi(R_{kj})$, то $S_{kj}=S_{Tj}$. Тоді реалізація автоматизованої технології може бути записана так: $T_A \cup S_{kj} \neq O$.

Розчленування об'єкта на складові частини протилежне за порядком складанню. Ця обставина зумовлює послідовність суворого порядку, тобто кортежі технологічних операцій $< O_1, O_2, \ldots, O_n >$. Кожній технологічній операції відповідає оператор її переробки (реалізації) $< r_1, r_2, \ldots, r_n >$. При цьому кортеж операторів переробки містіть комбінацію кінцевих операторів захоплення (r_z), транспортування (r_t), подачі (r_p), установки об'єктів (r_u), базування (r_b), орієнтування (r_o), центрування (r_c), сполучення (r_s), фіксування (r_f) та кріплення (r_k). Отже, можемо записати:

$$<r_1, r_2, \ldots, r_n> \overset{D_f}{=\!=\!=} <r_z, r_t, r_p, r_u, r_b, r_o, r_c, r_s, r_f, r_k>.$$

Об'єкти складання володіють технологічністю автоматизованого складання, якщо множина їх технологічних властивостей еквівалентна операторам переробки:

$S_v = R_v$, $(V = z, t, p, u, o, c, s, f, b, o, s, k)$. Оператори переробки R_v реалізуються цільовими функціональними пристроями по одиничній реалізації кожного технологічного акту або груповій - за сумою одиничних операторів.

Автоматизована система складальних машин-автоматів, автоматичних ліній та автоматичних маніпуляторів оперує з абстрактною множиною різноманітних деталей $\{ D \}$ і складальних одиниць $\{ E_k \}$, які мають відповідні інформаційні ознаки, що зрозумілі системі. Структура сенсорного поля технічної системи багато в чому визначає структуру технології, що реалізується. Спрощення конструкції технічних систем можна досягти підвищенням інтелектуального рівня (розумності) технології, універсальної по всій множині однорідних груп об'єктів складання. Важливою у цьому напрямку є конструктивно-технологічна класифікація деталей взуття на основі характеристик і властивостей, які є визначальними для автоматизованої технології. У такому випадку множина технологічних властивостей об'єктів складання визначає однорідність за вихідним рівнем, тоді принцип взаємозаміняємості є критерієм придатності останніх до автоматизованого складання. Умова повної взаємозамінюваності

може бути записана через одномістний предикат:

$(\exists L)\ [L_{Hji} - L = DL_{ji}]$, $(\exists B)\ [B_{Hji} - B = \Delta B_{ji}]$,

$(\exists H)\ [H_{Hji} - H = \Delta H_{ji}]$, $(\exists P)\ [P_{\Phi Hji} - P_{\Phi} = \Delta P_{\Phi ji}]$,

де L_{ji}, B_{ji}, H_{ji} - метричні ознаки об'єктів складання j - го виду, i - го розміру; P_{Φ} - фізичні ознаки; ΔL_{ji}, ΔB_{ji}, ΔH_{ji}, $\Delta P_{\Phi ji}$ - зв'язані змінні, які визначаються з умови отримання якісного сполучення.

Під технологічністю об'єктів автоматизованого складання належить розуміти їх придатність до автоматизованого виконання маніпуляційних та суто технологічних операцій.

У четвертій главі викладено основи технології автоматизованого складання заготовок верху взуття. Кожен технологічний акт автоматизованого складання характеризується похибкою його виконання, а тому ці акти не можуть розглядатися окремо від технічних систем їх реалізації.

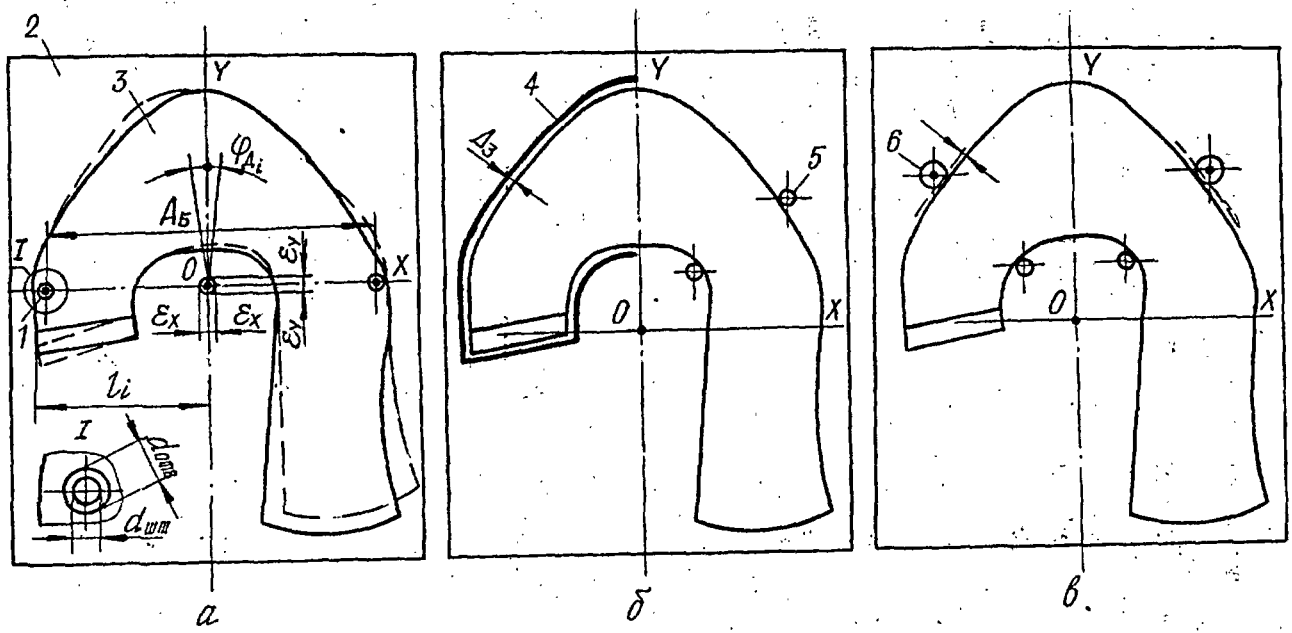
Фіксування деталей може бути кінематичним, силовим і комбінованим. При кінематичному фіксуванні потрібне положення деталі забезпечується кінематичним замиканням між деталлю та фіксуючим органом, наприклад за допомогою контурних рамок, упорів і т.п. При силовому фіксуванні потрібне положення забезпечується примусовим їх притисканням до базових поверхонь. Комбіноване фіксування складає разом вищезазначені засоби.

При базуванні деталей виникає координування центрів складання і кутів орієнтації. Забезпечення стабілізації координат при базуванні деталей досягається фіксуванням їх, тобто створенням умов, які виключають зміну координат центрів деталі у недопустимих межах.

Деталі верху взуття можуть базуватися на площинах декількома засобами (мал.3). У загальному випадку при базуванні даталей за допомогою штирів похибка перекосу осей визначається виразом: $\delta(\alpha) = tg(atg(\Delta_д/A)l)$, де $\Delta_д$ - величина компенсуючого зазору; A - міжцентрова відстань; l - найбільша відстань між центром можливого перекосу і зоною сполучення.

Прм базуванні поверхнями, які обмежують контури деталей, ці поверхні повинні бути виконані по верхній межі похибки виготолення деталі тому, що при базуванні виникнуть значні труднощі при розташуванні самої деталі.

Базування з використанням силових упорів приводить в загальному випадку до перекосу окремих деталей, габаритні роз-



Мал.3. Технологічні схеми базування деталей верху взуття за допомогою штирів (а), контурних рамок або жорстких упорів (б), пружними та жорсткими упорами (в): 1 - штир; 2 - опорна поверхня; 3 - деталь; 4 - рамка; 5 - упор; 6 - пружний упор

діри котрих менші за вкладені у пачку. При поштучному базуванні досягається найвища ступінь точності, оскільки вони сполучення усього розмірного ряду деталей мають ідентичну установку.

Контурне базування доцільно замінювати обмежуючими упорами (фіксуючими точками). Вибір оптимальної кількості і розташування вказаних точок зводиться до мінімізації відхилення осей деталі, що базується, від номінального положення. Для вирішення вказаного завдання були розроблені алгоритми і програма, яка була реалізована на ЕОМ, завдяки чому можна забезпечити високу точність розташування деталі, що базується, на позиції шляхом правильного визначення розташування базуючих елементів.

Захоплення деталей у багатьох випадках є визначальним в реалізації автоматизованого технологічного процесу. Захвачувальні пристрої при високій продуктивності повинні зберігати потрібну точність базування деталей і при цьому не пошкоджувати їх. Сили, які виникають в момент захвачування деталей, повинні бути меншими від допустимої межі силового впливу на об'єкт складання.

Нами запропонована класифікація методів та пристроїв захоплення. На нашу думку, найбільш доцільним для складання верху взуття є аеродинамічне та адгезивне захоплення деталей. Аеродинамічний захоплюючий пристрій з незамкнутою порожниною розрідження практично має необмежені можливості.

Аналітичне дослідження аеродинамічного захоплення показало, що в порожнині конфузору тиск може бути визначений за формулою:

$$p_K = p_a\left[1 - \frac{(k-1)\gamma_a v_K^2}{2gkp_a\cdot 10^4}\right]^{k/(k-1)}$$

де p_a - атмосферний тиск; k - показник адіабати; γ_a - маса повітря; v_K - швидкість повітряного потоку на зрізі конфузору; g - прискорення сили тяжіння.

Результуюче значення зусилля, що припадає на одиницю поверхні деталі, визначимо за залежністю:

$$q = p_a - p_K + (\gamma_a/2g)v_K^2.$$

Експериментальні дослідження підтвердили правильність теоретичних положень та висновків. Рівняння регресії отримані

за методом найменших квадратів ($r = 0,89...0,92$). Для швидкостей потоку повітря $v_k = 8 m/c$ (при запасі надійності >2) за допомогою аеродинамічного захоплення можна переміщувати взуттєві заготовки з будь яких матеріалів як по структурі, так і по масі.

Потреба в адгезивному захвачуванні продиктована технологічними умовами складання як для попереднього, так і для основного скріплення деталей верху між собою, тобто є логічним наслідком попередніх умов автоматизованого процесу. Для підвищення надійності адгезивного захоплення необхідно забезпечити слідучу умову: $G \geqslant g\, \Sigma m_{дi}\, k/n_п$, де G - міцність склеювання (зусилля захоплення) адгезивної плями; g - прискорення сили тяжіння; $m_д$ - маса деталі; i - кількість деталей, які одночасно преднуються; $n_п$ - кількість адгезивних плям.

Особливості головного робочого руху при складанні становлять основу як технологічного процесу, так і технічної системи, яка цей процес реалізує. При одночасному складанні виробів у широкому розмірно-повнотному асортименті головним показчиком виступає її мобільність. Конструкція пристрою, який відтворює головний робочий рух, повинна характеризуватися універсальністю, тобто байдужістю до фізико-механічних та геометричних параметрів об'єктів. В якості такої універсальної системи ми пропонуємо транспортуючу поверхню з магнітним, аеродинамичним, адгезивним, механічним та іншими захоплеллями. Якщо розглядати рух об'єкта в горизонтальній площині під дією вказаних сил, то диференційне рівняння такого руху: $m_д x = F_{тр}$, де $m_д$ - маса деталі; x - поточне значення шляху. Сила тертя, завдяки якій рухається деталь, у загальному вигляді може бути визначена так: $F_{тр} = f_д \star S_д (p - mg)$, де $f_д$ - коефіцієнт тертя між транспортуючою поверхнею і деталлю; p - зусилля захвату одиниці площі деталі; $S_д$ - площа захвачуваної деталі; g - прискорення сили тяжіння.

Якщо вирішити отримане рівняння разом з попереднім, то цим визначимо величину зусилля захоплення, яке необхідне для переміщення деталі без її зміщення відносно транспортуючої площини: $p = (2x/f_д \cdot t_п + g)\, m_д/S_д$, де $t_п$ - час переміщення (подачі) деталі. Аналіз результатів аналітичного і експериментального досліджень процесу переміщення деталей показав, що зусилля захоплення деталі транспортуючою поверхнею, яке прий-

йняте для надійності, достатнє і для оптимального переміщення. Зміна швидкості і кроку подачі в межах, які забезпечують виконання технологічних параметрів складання, не впливають на точність переміщення, яка при швидкості $v_п = 0{,}3 м/с$ становить ± 0.25 мм.

У п'ятій главі викладено методику розробки технологічного процесу автоматизованого складання заготовок верху взуття. Структура технологічного процесу автоматизованого складання заготовок верху взуття та його складових складальних одиниць цілком визначається структурою виробу, що складається, оскільки його функціональні і технологічні властивості, а також техніко-економічні характеристики не можуть бути відображені у технічній системі, яка реалізує процес. Оптимізація складальних процесів вимагає вирішення низки загальних та часткових завдань технологічного та організаційного плану. До загальних завдань треба віднести вибір оптимального технологічного маршруту (технологічної схеми) складання, яке пов'язане з визначенням оптимальних схем базування, захоплення, орієнтування, подачі, центрування, суміщення, фіксування та закріплення. До часткових завдань потрібно віднести проблему організації технологічного процесу у просторі і часі так, щоб забезпечити маневровість технічної системи при її конструктивній і технологічній інваріантності.

У загальному вигляді потік вимог, який забезпечує високу якість виробу при автоматизованому складанні, може бути визначений таким чином:

$$\sum_{i=1}^{p} x_{mi} \rightarrow \sum_{i=1}^{q} x_{zi} \rightarrow \sum_{i=1}^{q} x_{di} \rightarrow \sum_{i=1}^{r} x_{si} \rightarrow \sum_{i=1}^{s} x_{ui},$$

де Σx_m - параметри вихідних матеріальних елементів; Σx_z, Σx_d, Σx_s - проміжні конструктивні і технологічні параметри виробу, отримані після реалізації поточної операції; Σx_u вихідні параметри виробу.

Технологічний маршрут *ТМ* складання визначається послідовністю технологічних операцій O_{T1}, O_{T2},..., O_{Tn}. Кожен елемент вказаної послідовності у маршруті характеризується позицією у технологічному ланцюжку, що визначається структурою виробу.

Особливістю реального технологічного процесу є те,що він,

з одного боку, вміщує операції, які формують адгезивні властивості об'єктів складання, а з іншого боку, в процес включені операції активації клейових плівок, скріплення об'єктів з отриманням якісного шва та різноманітних імітацій (при необхідності).

Основними узагальнюючими параметрами технологічного процесу складання є: довжина технологічного ланцюга (поточних ліній), тривалість технологічного циклу, такт складання, розміри технологічної зони (виробнича площа), а при необхідності і інші.

Загальна довжина складання $L_{ск} = l_о + l_п(n_п - 1) + l_к$, де $l_о$ - початковий відрізок ланцюга; $l_п$ - крок позицій; $n_п$ - число позицій; $l_к$ - кінцевий відрізок ланцюга (мал.4).

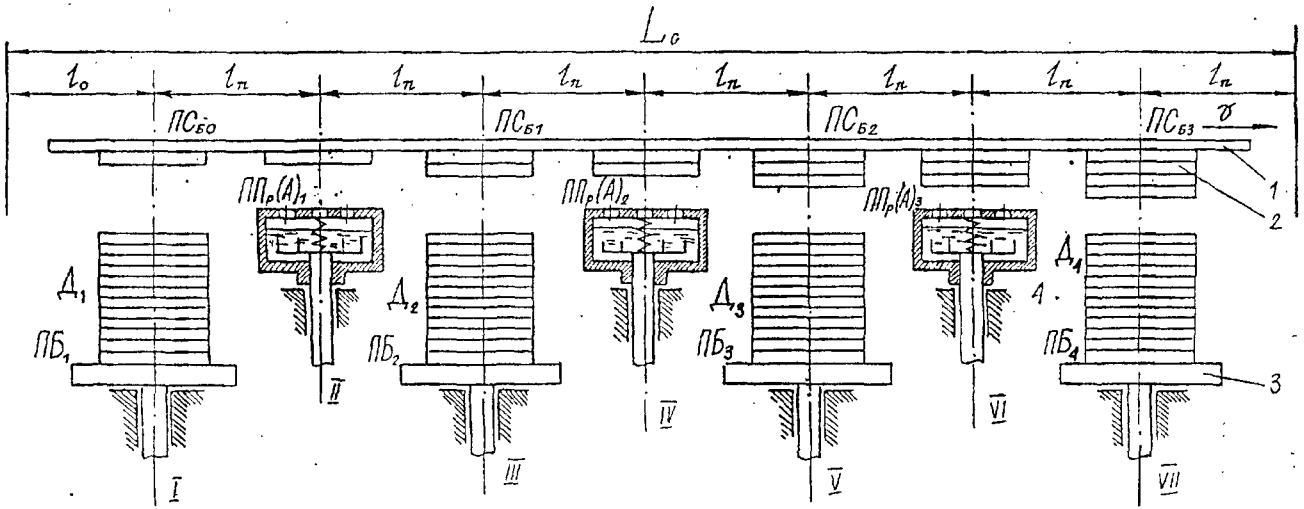
Основними факторами, які визначають крок позицій, потрібно вважати максимальні габарити деталей та складальних одиниць L_{max} в напрямку складання, а також мінімально можливі габарити пристроїв та механізмів для активації клейових плівок або їх нанесення, пресування деталей і зварювання, тиснення та ін. З урахуванням сказаного, довжина ланцюга складання

$L_{ск} = l_о + (l_{max} + a_к)(m_ш + n_т - 1) + l_к$, де $a_к$ - конструктивний розмір, який приймається для забезпечення нормальної роботи пристроїв і механізмів та їх обслуговування; $m_ш$ - кількість шарів деталі, які є в складальній одиниці; $n_т$ - кількість нескладальних позицій.

Основними змінними у вищенаведеній залежності є l_{max}, $n_ш$ і $n_т$. Ця обставина стає дуже проблематичною при проектуванні ліній складання взуттєвих заготовок, оскільки означені параметри є варіантними в широкому діапазоні значень і залежними як від конструкції заготовок, так і від розмірно-повнотного асортименту.

Продуктивність технічної автоматизованої системи при послідовній подачі або переміщені об'єктів між позиціями сладання визначиться так: $Q_{AC} = 1/(\tau_{max} + \tau_{пmax} + \tau_{тр})$.

В результаті аналітичних і експериментальних досліджень нами доведено, що тривалість технологічного циклу автоматизованого складання заготовок не перевищує 10 с, тобто продуктивність лінії за 8 годин може становити понад 2500 пар.



Мал.4. Технологічна схема автоматичної лінії складання плоских деталей заготовок верху взуття: 1 - поверхня подачі деталей на складальні позиції; 2 - базуючий магазин-подавач деталей на поверхню подачі

У шостій главі викладено основи сиетезу систем автоматизованого складання заготовок верху взуття. Дискретний технологічний процес складання заготовок верху взуття включає як послідовне нарощування шарів деталей, так і згинання окремих складальних одиниць перед кріпленням, що вимагає просторового складання. У технологічному відношенні поява операції згинання об'єктів перед їх скріпленням є відмінною ознакою, яка специфікує процес просторового складання, не пошкоджуючи його єдності. Технологічна структура технічної системи *ТС* складання заготовок визначається логікою процесу, тобто необхідним, а не можливим порядком з'єднання об'єктів. У такому разі єдність *ТС* може бути як конструктивною, так і організаційною. В останньому випадку окремі функціональні модулі повинні бути зв'язані між собою у просторі і часі відповідними передавальними системами.

Критерієм розчленованості інтегральної *Т*-системи (*ІТС*), на вході якої вихідні компоненти, а на виході - готові вироби, може слугувати технологічна однорідність автономних технологічних модулів, які мають самостійну часову дискретність спрацьовування виконавчих пристроів східного функціонального призначення. Інтегральна дискретність кожного функціонального модуля характеризується його тактом, тобто інтервалом часу виходу готового для нього продукту. Завдяки такій розчленованості *ІТС* з'являється можливість сполучення окремих функціональних модулів у часі. При такій організації *ІТС* підвищується її мобільність при випуску продукції та надійність за рахунок створення міжмодульних запасів об'єктів виробництва у оптимальній кількості. Функціональна однорідність технологічних модулів віддзеркалює і її конструктивно-технічну однорідність виконавчих пристроїв, іншими словами, внутрісистемну мікромодульну компоновку.

Технологічний складальний процес може бути реалізованим в автоматичних лініях з різними компоновочними схемами: лінійній, коловій і комбінованій. Вибір компоновочної схеми тісно пов'язаний не тільки з продуктивністю лінії, яка досягається, але і з витратами на її виготовлення та експлуатацію. Для нових розробок, при відсутності аналогів, попередня оцінка сумарних витрат дуже умовна.

По індукції критерієм вибору компоновочної схеми лінії

може слугувати її продуктивність та величина знімання продукції з одного квадратного метра виробничої площі. Економія соціальних благ при ефективній автоматизації виробництва може виявитися домінуючою.

Сукупність позицій складання ($П_С^А$), позицій завантаження ($П_З^А$), подачі ($П_П^А$) і розвантаження робочих позицій ($П_Р^А$) утворюють технічну систему автоматизованого складання певних об'єктів.

У сьомій главі викладено основи технології автоматизованого складання взуття. Принцип стійкості положення об'єктів в умовах конкретного технологічного середовища для деталей низу взуття набував специфічного значення. При установці, базуванні і захвачуванні форма опорних поверхонь повинна бути погодженою з формою і розмірами об'єктів виробництва. При їх жорсткості і багатоманітності завдання може бути вирішене шляхом вибору загального технологічного підходу для усієї множини однотипних об'єктів складання.

Ми вже зазначали, що інформаційний бік технологічного процесу автоматизованого складання під кутом зору кінематики процесу обумовлюється в основному геометричними параметрами об'єкта, тобто його формою та розмірами. Це дає нам право розглядати технологічні властивості об'єкта як вияв метрики положення об'єкта в якості геометричної фігури безвідносно до його інших фуниціональних властивостей. Перевага такого підходу до визначення орієнтації різноманітних реальних деталей і складальних одиниць у робочій зоні атоматизованої технічної системи полягає в тому, що розглядаються тільки геометричні ознаки об'єктів, загальні для всієї множини структур. Важливо, щоб параметри орієнтації розглядалися однозначно обмеженим набором методів. Таким чином, осі деталей як геометричних тіл необов'язково повинні співпадати з конструкційними та фуниціональними елементами взуття.

Базування матеріалізується реальними площинами, які обмежують рухомість деталей, які співпадають з вихідними дотичними до деталі. Точність установки і базування деталі буде визначатися розташуванням умовного центру деталі та відповідних осей. Величину зміщення $z_д$ умовного центру деталі $C_д$ за довільним радіальним напрямком визначимо за виразом:

$z = 2\Delta_1/\sin\varphi_i$, $(0 \leq \varphi \leq \pi/3)$, де Δ_1 - половина

поля допуску на змінність радіуса - вектора, опущеного з умовного центру деталі як нормаль на дотичну до її контуру.

Функція $\varepsilon_i = f(\Delta_i, sin\varphi_i)$ мінімізується при $\varphi = \pi/4$, тоді з урахуванням значення синуса цього кута отримуєм $\varepsilon_{max} \approx 2\Delta_i$.

Зменшити вісеве зміщення до величини Δ_i можна тільки обмеженням його дотичними площинами по замкненому контуру, тобто форма базової поверхні повинна бути адекватною максимально можливому контуру деталі. Однак це обмеження щодо осей можна отримати нормальними до осей дотичними.

Аналіз результатів дослідження показав, що контурну схему базування при програмному настроюванні площин на габаритні розміри об'єктів можна замінити використанням ортогональних рамок. Таким чином можна базувати всю множину об'єктів, які мають одне стійке положення в системі діючих сил, без зміни конструкції пристрою базування (мал.5).

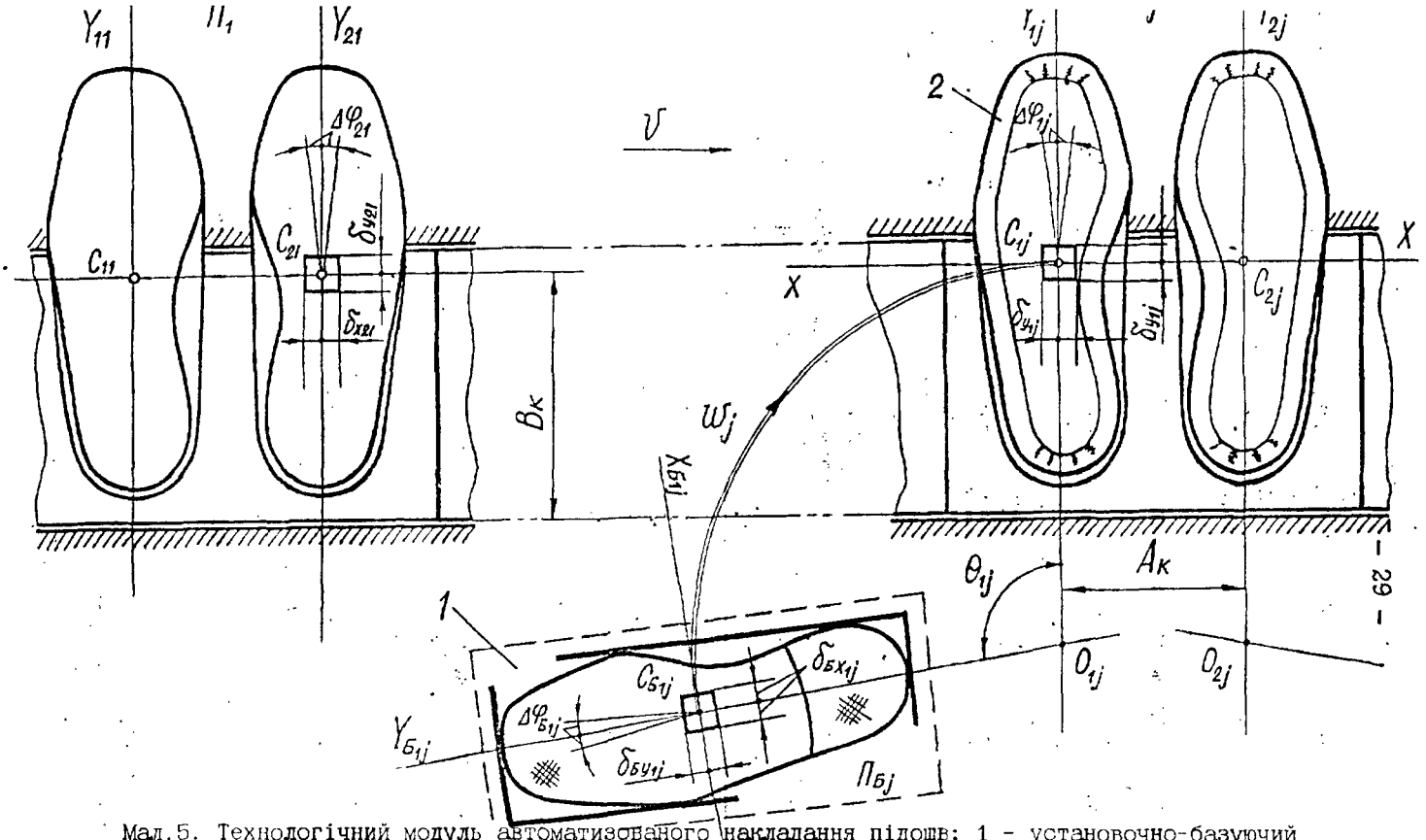
Умовою гарантованого захвату жорстких деталей голками може бути наступне рівняння: $q_z n_z = k_н m_д g$, де q_z- зусилля захвату, яке забезпечується одним захватним елементом (голкою); n_z- кількість захватних елементів; $k_н$- коефіцієнт надійності захвату (1,5...2,0).

На деталь під час підйому діє сила інерції, яка дорівнює $m_д w_в$ ($w_в$ - прискорення вертикального підйому), яка намагається зняти деталь з захватів. З урахуванням динаміки процесу захвачування кількість захватних елементів визначимо так:

$n_e = k_н(g + w_в m_д)/\pi\rho(1,5f\varepsilon t_{min} - 0,25 d_г) d_г$, де ρ - пружний тиск матеріалу на одиничний елемент поверхні голки; ε - відношення максимально допустимої глибини проникнення голки до мінімальної товщини деталі; $d_г$- діаметр голки.

В кінцевій фазі технологічного процесу автоматизованого складання знаходяться операції центрування, головна мета яких забезпечення безпосереднього елементів взуття, які сполучаються по вибраних центрах складання і осях. Центрування може бути штучним, тобто відокремленим і взаємним. При цьому взаємне центрування може виконуватися за допомогою автономних пристроїв з використанням жорстких і пружно-жорстких упорів, а також за допомогою центруючих елементів об'єктів складання.

<u>У восьмій главі</u> викладено основи синтезу технічних систем автоматизованого складання взуття. Технологічні процеси автоматизованого складання взуття можна реалізувати в різних за



Мал.5. Технологічний модуль автоматизованого накладання підошв: 1 - установочно-базуючий пристрій; 2 - каретка (супутник) для переміщення колодок між робочими позиціями

структурою і конструкцією машинах - автоматах та автоматичних лініях. Оскільки кінцева мета використання технологічних машин, випуск заданої кількості продукції з мінімальними витратами як живої, так і уречевленої праці, то встановлення теоретичних залежностей, які зв'язують технічні параметри машини з рівнем їх продуктивності і питомою витратою обох видів праці, становить зміст теорії продуктивності технологічних машин, яка у взуттєвій галузі була розроблена Капустіним І.І.

Метричні парметри автоматичних ліній складання взуття залежать від розмірів взуття, способів переміщення основної технологічної оснастки (колодки) між робочими позиціями, кількістю технологічних операцій (позицій), програми випуску продукції, конструкції транспортного засобу, який переміщує об'єкти складання.

Енергетичні параметри ліній залежать від методів використання різноманітних енергоджерел як для технологічних цілей, так і для приведення механізмів до руху і управління. Мінімум втрат - основний принцип формування структури *ТС*, котрий в адекватній формі відповідає мінімуму руху мінімальних мас, що рівнозначно щільній "упаковці" технологічного процесу в мінімально можливому технологічному просторі.

Мінімізація проекції *ТС* на поверхню виробничої площі може бути досягнена, як варіант, вертикальним розвитком конструкції при збереженні зручності обслуговування і ремонту. Очевидно існує деяка межа вказаного мінімуму, до якого треба наближатися.

При традиційній схемі складання взуття склад і послідовність технологічних операцій інваріантні, тобто їх сукупність створює кортеж $\langle O_1, O_2, \ldots, O_n \rangle$. Для більшості конструкцій взуття і методів кріплення низу ця умова справедлива. Тому лінії складання взуття утворюють широкий клас засобів виробництва з порівняно стабільною структурою конструкції.

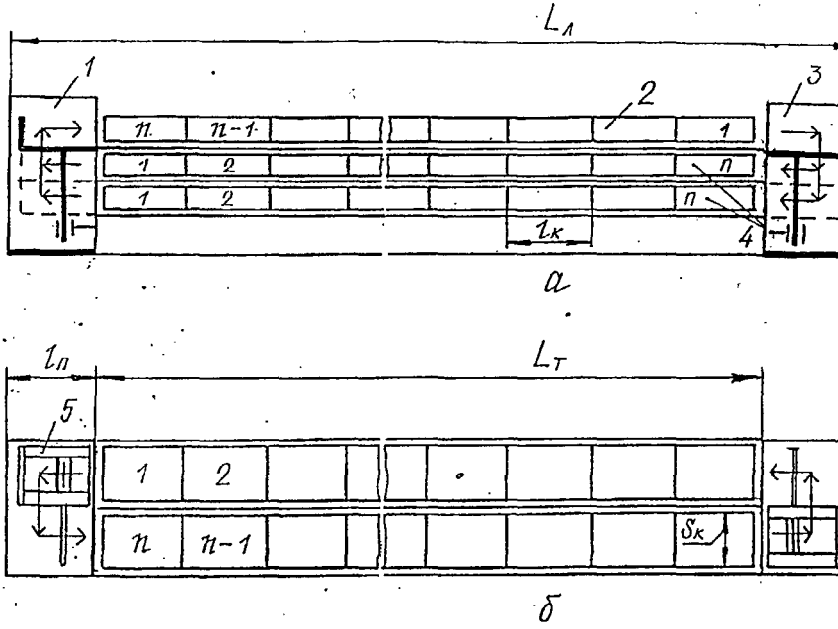
Враховуючи можливу диференціацію технологічних операцій, кількість технологічних машин (робочих позицій) в лінії може бути 7 ÷ 10. Розміри машин визначаються напрямком руху і розмірами транспортно-технологічного модуля, який переміщує колодки та іншими конструктивними обставинами. На мал.6 показана транспортно-розподільча система автоматичного адресування колодок на робочу гілку.

Довжина робочої частини лінії $L_т = 12\ L_{кр}$; ширина лінії $S_л$ буде дорівнювати максимальній ширині довільної технологічної машини, вмонтованої в лінію. Такт лінії $t_л$ визначається максимальним технологічним часом і часом переміщення колодок між робочими позиціями. Наприклад, такт лінії ЛТК-3Т складає 25...27 с, що відповідає теоретичній потужності у 1100 пар взуття за 8 годин роботи.

Якщо конструктивні схеми автоматизованих ліній складання заготовок верху взуття лімітуються габаритами деталей і складальних одиниць, то лінії складання взуття при стандартності технологічного ланцюга мінливі по розмірно-повнотному асортименту, що задається формою і розмірами колодок. Іншими словами, при цілих числах ростовки кількість колодок на лінії повинна бути 100, а при дробнім - 200. Навіть при мінімальному кроці робочих позицій 0,5 м довжина лінії, яка випускає взуття у заданій ростовці, повинна бути 25 м.

Вирішення цієї проблеми було знайдено в розробці гнучкої системи адресування колодок на робочу гілку з зони збереження (депо) по заданій програмі, яка може при необхідності змінюватися (мал.6). Завдання комплектування техничних серій колодок було нами вирішене за допомогою методу цілечислового лінійного програмування. Таким чином, габаритні розміри автоматизованих ліній визначаються в основному кількістю та розмірами робочих позицій, а не ростовкою статево-розмірної групи взуття. Завдяки цьому за допомогою усього 36 пар колодок можна виготовляти взуття у будь-якому розмірному асортименті. При цьому довжина лінії не перевищує 8 м, а ширина - 0,6 м.

Дослідження маніпуляційних операцій показали, що термін їх виконання може бути дуже незначним, враховуючи простоту робочих рухів, а також невеликі шляхи переміщення в межах максимально можливих габаритів деталей до 400 мм. Враховуючи ту обставину, що продуктивність праці є найважливішим показником ефективності автоматизації, можна стверджувати, що це завдання у роботі досягнуто. Але економічна ефективність - не якісний показник, а кількісний, і відбивається у грошовому виразі, що потребує суворої кількісної інформації за усіх розрахункових параметрів. Точне визначення вартості експериментальної (не серійної) техніки дуже складно, а тому використання цього показника в оцінці результатів роботи можна



Мал.6. Універсальна транспортно-розподільча система робочих кареток: а - вид збоку; б - вид зверху; 1 - ліви розподільник; 2 - робоча гілка; 3 - правий розподільник 4 - нагромаджувач кареток (депо)

зробити по ефективності впровадження їх у виробництво, справедливо вважаючи, що при впровадженні серійної техніки ефективність автоматизації тільки підвищиться.

Ефективність автоматизації у загальному розумінні визначається відношенням суспільної вартості виробленої продукці до сумарних витрат на її виробництво. Але при цьому необхідн врахувати економію соціальних благ, пов'язану з економією живої праці: транспорт, побутові приміщення, їдальні, виробничі площі, заходи з охорони праці та інше; підвищення коефіцієнта змінності і збільшенн обсягів виробництва за менший календарний термін та висока амортизація техніки.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ І ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі технологічні процеси, об'єкти виробництва та технічні засоби виконання операцій розглядаються з єдиних діалектичних позицій системного підходу як об'єктивна єдність змісту (технологія) і форми (техніка), ланкою, що зв'язує їх є предмети виробництва.

1. В результаті проведеної роботи розроблені технологічні принципи та технічні підходи процесу маніпулювання об'єктами виробництва під час складання взуття. Процеси завантаження та розвантаження робочих позицій розкладено на елементарні акти точно визначеної корисної дії над об'єктами виробництва: захоплювання, транспортування, подача, установка, базування, центрування, суміщення, фіксування та закріплення.

Кожна операція грунтовно досліджена з позицій метрики процесу, кінематики, динаміки, технології, оргнізації та визначені параметри та характеристики операцій, як вихідні ознаки процесу автоматизованого складання взуття.

2. Розроблені методологічні принци організації технологічних операцій у просторі і часі на рівні елементарних актів, які відповідають структурі об'єктів, що складаємються (заготовки верху, вузли низу та саме взуття). Сформульовані принципи проектування функціональної технології.

3. Розроблені абстрактні моделі об'єктів виробництва як компонентів автоматизованого виробництва на рівні параметрів і характеристик, які відповідають вимогам нової технології.

Уся сукупність типорозмірів деталей, складальних одиниць і взуття розглядається на множенні відношень головних ознак предметів, загальних для усіх однотипних груп.

4. На основі статистичних досліджень та аналізу точності виготовлення деталей взуття та точності його складання, обгрунтовані параметри точності як метрологічної основи технології автоматизованого складання взуття.

5. Розроблені принципові та виробничі схеми автоматизованих технічних систем: автоматичного складання заготовок верху взуття на площині і в просторі; автоматизованого складання взуття, яке реалізовано на рівні експериментальних ус-

тановок та виробничого устаткування.

6. В роботі розроблений та реалізований на практиц принцип гнучкого адресування об'єктів складання на робоч гілку автоматизованих ліній, який дозволяє за допомогою 3 пар колодок випускати взуття в потрібному розмірному асорти менті, змінюючи тільки програму адресації.

7. Ймовірність наукових положень, принципів і технічни підходів підтверджені виробничою практикою використання маши -автоматів (МК-5, МК-6, МК-6МА) та автоматизованих ліній п виробництву взуття (ЛТК-1, ЛТК-1М, ЛТК-2Т, ЛТК-3Т).

Розроблені технологічні основи автоматизованого складан ня взуття можуть слугувати базою широкого впровадження у га лузь технології автоматизованого виробництва взуття. Завдяк цьому продуктивність виробничих систем може бути підвищена 5 разів, суттєво зменшені витрати виробничої площі, підвищен інтелектуальний рівень праці у промисловості, зменшена собі вартість продукції, підвищена її якість та економічна ефек тивність виробництва.

Основні роботи, які опубліковані з теми дисертації:

1. Тонковид Л.А., Стоянов И.С. Исследование процесса ав томатической сборки заготовок верха обуви. Сообщение 1. Из вестия вузов. Технология легкой пром-сти, 1971, N5, с.89- 91

2. Тонковид Л.А., Стоянов И.С. Исследование процесса ав томатической сборки заготовок верха обуви. Сообщение 2. Из вестия вузов. Технология легкой пром-сти, 1972, N1, с.70- 76

3. Тонковид Л.А., Стоянов І.С. Дослідження умов пневмоза хоплення при автоматичному складанні взуттєвих заготовок. Легка промисловість, 1972, N6, с.38-40.

4. Тонковид Л.А., Стоянов І.С. Некоторые принципы проек тирования технологического процесса автоматической сборк обувных заготовок.-Известия вузов.Технология легкой пром-сти 1973, N3, с.77-82.

5. Тонковид Л.А., Стоянов И.С. Анализ точности автомати ческой сборки заготовок верха обуви.-Известия вузов. Техноло гия легкой пром-сти, 1973, N5, 97-102.

6. Стоянов И.С., Тонковид Л.А. Выбор механизма перемеще ния деталей между позициями при их автоматической сборке.-Ре фер.инф. о законченних научно-исследовательских работахв ву зах УССР, 1973, вып.6, с.9,10.

7. Стоянов И.С.,Тонковид Л.А. Исследование процесса перемещения деталей между позициями при их автоматической сборке. -Реф.инф. о законченных научно-исследовательских работахв вузах УССР, 1974, вып.7, с.7,8.

8. Стоянов И.С.,Тонковид Л.А. Исследование процесса перемещения деталей между позициями при автоматической сборке заготовок верха обуви.-Известия вузов.Технология легкой пром-сти, 1976, N1, с. 90-94.

9. Стоянов И.С.,Тонковид Л.А. Исследование процесса перемещения деталей между позициями при автоматической сборке заготовок верха обуви.-Известия вузов.Технология легкой пром-сти, 1976, N3, с. 82-86.

10. Абдувахабов М.Х., Тонковид Л.А. Исследование усадки подошв из пористих резин. - Известия вузо. Технология легкой промишленности, 1976, N5, с. 60-64.

11. Стоянов И.С., Тонковид Л.А. Исследование процесса аэродинамического захвата деталей верха обуви.- Реф. инф. о законченних научно - исследовательских работах в вузах УССР, 1976, вип.9, с.13,14.

12. Тонковид Л.А., Бажанов Э.Г., Хохлов В.В. Машина МК-5 для горячего формования следа.- Реф. инф. о законченных научно-исследовательских работах в вузах УССР. 1977, вып.10,с.21.

13. Тонковид Л.А., Бажанов Э.Г., Хохлов В.В.Машина МК-6М для шнуровой затяжки заготовок. - Реф. инф. о законченных научно-исследовательских работах в вузах УССР, 1977, вып.10, с.21,22.

14. Тонковид Л.А. Расчет и проектирование обуви массового производства. - Киев: Техника, 1977, - 134 с.

15. Тонковид Л.А. Автоматизация проектно -конструкторских работ и сборки обуви - решающий фактор формирования качества продукции и повишения производительности труда. В кн.:Творческое содружество науки с производством по внедрению научно-технических достижений в девятой пятилетке в отраслях легкой промышленности. Знание. УССР, 1977, с. 16-18.

16. Тонковид Л.А., Арутюнян С.С.О точности обработки следа затянутой заготовки. - Кожевенно - обувная промышленность. 1978, N9, с. 53-54.

17. Тонковид Л.А., Арутюнян С.С. О точности изготовления подошв на полуавтоматических линиях. - Кожевенно-обувная промышленность. 1978, N10. с. 48-50.

18. Тонковид Л.А., Арутюнян С.С. Анализ точности сопряжения подошв со следом обуви. - Известия вузов. Технология легкой промышленности, 1978, N3, с. 153-157.

19. Тонковид Л.А., Арутюнян С.С. Исследование процесса базирования подошв при автоматизированной накладке. -Известия

вузов. Технология легкой промышленности, 1978, N3,с.153-157.

20. Арутюнян С.С.,Тонковид Л.А.Автоматизация процесса накладки обработанних подошв на след обуви. В кн.: Пути повышения уровня механизации и автоматизации технологических процессов в швейной, обувной и текстильной пром-ти. Тезисы докладов. - Киев: Знание. УССР, 1978, с. 18, 19.

21. Тонковид Л.А. Технологические основи автоматизации сборки обуви. - М., Легкая индустрия, 1979, - 128 с.

22. Рожок В.Д., Испирян Г.П., Тонковид Л.А., Чмелев В.С., ЭМ модель формирования производственной серии при выпуске обуви на полуавтоматической линии ЛТК-1. -Известия вузов. Технология легкой пром-сти, 1979, N6, с. 7-10.

23. Арутюнян С.С., Тонковид Л.А. Экспериментальное исследование автоматизированной накладки подошв на след обуви.- Известия вузов. Технология легкой пром-сти, 1980, N4, с. 48-53.

24. Арутюнян С.С., Тонковид Л.А. Устройство для центрирования деталей низа при автоматизированной сборке обуви. - Кожевенно-обувная промышленность, 1980, N10, с. 27, 28.

25. Калина В.М., Тонковид Л.А., Фесенко А.Г. Алгоритм определения оптимального расположения фиксирующих точек на контуре детали.- Известия вузов.Технология легкой пром-сти,1981, N3, с. 72-75.

26. Калина В.М., Тонковид Л.А. Оптимизация процесса адгезионного захвата объектов при автоматизированной сборке обувных заготовок. - Известия вузов. Технология легкой промишленности, 1981, N1, с. 48-52.

27. Калина В.М., Тонковид Л.А., Фесенко А.Г. Алгоритм оптимального расположения фиксирующих точек при базировании деталей в условиях автоматизированной сборки обувных заготовок - Известия вузов. Технология легкой пром-сти, 1981, N3, с.72-75.

28. Тонковид Л.А., Авакян Ж.Г. Автоматизация сборки пространственных сборочних единиц верха обуви. - Известия вузов. Технология легкой пром-сти, 1982, N5, с.93-97.

29. Тонковид Л.А., Авакян Ж.Г. Автоматизация сборки пространственных сборочних единиц верха обуви. Синтез однопозиционной системы автоматических манипуляторов. - Известия вузов. Технология легкой пром-сти, 1982, N6, с.120-123.

30. Тонковид Л.А. Применение автоматических манипуляторов в обувном производстве. Киев. Об-во "Знание", 1982,-25 с

31. Авакян Ж.Г., Тонковид Л.А. Экспериментальное исследование точности базирования узлов при автоматизированной сборке заготовок. - Известия вузов. Технология легкой пром-сти 1983, N1, с. 60-63.

32. Тонковид Л.А.Автоматизация сборочных процессов в

обувном производстве. Киев: Техника, 1984, - 248 с.

33. Тонковид Л.А. Автоматические манипулятори в обувном производстве. М., Легпромбитиздат, 1987, - 174 с.

34. Тонковид Л.А. Основние принцип создания интегрированного обувного производства. Киев, КТІЛП, 1993, с.21

35. Тонковид Л.А.Автоматизированная технологическая линия (ЛТК-2) для сборки легкой текстильной обуви клеевого метода крепления низа. Київ. УАННІ, ДАЛПУ, КЕІМ, 1996, с.25-26.

36. Тонковид Л.А. Способ производства обуви. А.с. СССР 112060 с приоритетом от 12.09.57.

37. Тонковид Л.А., Хохлов В.В., Симонов А.Л. Машина для формования обувних заготовок на колодках. А.с. СССР 455732. Опбл. 05.01.75. Бюл. N1.

38. Тонковид Л.А., Симонов А.Л., Богомаз В.В. Полуавтоматическая линия для сборки обуви. А.с. СССР 526347. Опбл. 30.08.76. Бюл. N32.

39. Тонковид Л.А., Арутюнян С.С. Устройство для центрирования деталей низа обуви при автоматической сборке. А.с. СССР 640733. Опубл. 05.01.79. Бюл. N1.

40. Тонковид Л.А., Хохлов В.В., Магомедов Х.Г. Способ определения коэффициента трения волокнистого материала. А.с. СССР 718766. Опубл. 28.02.80. Бюл. N8.

41. Тонковид Л.А., Арутюнян С.С. Устройство для накладки деталей низа обуви на след. А.с.СССР 735236. Опубл. 25.05.80. Бюл. N19.

42. Тонковид Л.А., Магомедов Х.Г. Приспособление к испытательной машине для испитания материалов на растяжение. А.с. СССР 741086. Опубл. 15.06.80. Бюл. N22.

43. Тонковид Л.А., Хохлов В.В., Богомаз В.В. Машина для формования обувных заготовок на колодке посредством шнура. А.с. СССР 766572. Опубл. 30.09.80. Бюл. N36.

44. Тонковид Л.А., Калина В.М., Серга Г.В. Устройство для центрирования и поштучной подачи деталей верха обуви на сборку. А.с. СССР 780832. Опубл. 23.11.80. Бюл. N43.

45. Тонковид Л.А., Авакян Ж.Г. Поточная линия для сборки заготовок верха обуви. А.с. СССР 3244405.Опубл. 30.05.86.Бюл. N20.

У роботах, виконаних у співавторстві, дисертантові належать ідеї вирішення загальних завдань проблеми автоматизації складальних процесів у взуттєвому виробництві; розроблені принципи нової технології та технічні засоби їх реалізації; розроблені методи дослідження та конструкції дослідних установок.

АННОТАЦИЯ. Тонковид Л.А. Технологические основы автоматизации сборочних процессов в обувном производстве. Диссерта-

ция на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.19.06 - технология обувных и кожевенно-галантерейних изделий. Государственная академия легкой промышленности Украины. Киев, 1996.

Диссертация есть рукопись, которая содержит теоретические разработки технологии автоматизированной сборки обуви и методические рекомендации по их реализации. Составляющими компонентами новой технологии являются автоматизированные манипуляционние операции: транспортирование, подача, базирование, фиксирование, схватывание, ориентирование, центрование, совмещение, закрепление.

Разработаны математические модели процесса с определением основных его параметров: метрики, кинематики и динамики, технологии и метрологии, организации и экономики.

Объекты производства рассматриваются как абстрактные множества с присущими им характеристиками технологических компонент, которые обладают технологичностью автоматизированного производства. Внедрение результатов диссертации в производство осуществлено путем использования на практике ряда автоматизированных линий типа ЛТК-1, ЛТК -1М, ЛТК-2, ЛТК-3 по производству текстильной обуви (домашней и обычной) и ряда машин автоматического действия для фрикционной обтяжки и шнуровой затяжки обувных заготовок (МК-6, МК-6МА), полуавтомата для горячего формования следа обуви (МК-5).

От внедрения результатов диссертации получен значительный экономический и социальний эффект: существенно сокращены затраты ручного труда на единицу продукции и повышен его интеллектуальный уровень.

THE SUMMARY. Tonkovid L.A. The technological foundatio of automation of assembly processes in shoe manufacture. Th dissertation on competition of a scientific degree of the do ctor of technical sciences on a speciality 05.19.06 - techno logy shoe and leather haberdashery of products. State Academ of a Light Industry of Ukraine. Kiev, 1996.

The dissertation is the manuscript, which contains theo retical working up of technology of automated assembly o footwear and methodical of the recommendation for their rea lization. Making components of new technology are automate manipulation of operation: transportation, feed, basing, fix ation, grip, orienting, centering, alignment, attaching.

Mathematical models of process with definition of mai its parameters Are developed: the metrics, kinematics and dy namics, technology and metrology, organization and economy.

The objects of manufacture are considered as abstrac sets with the characteristics inherent to them a technologi

cal component, which have adaptability to manufacture automated of manufacture. The introduction of results of the dissertation in manufacture is carried out by use in practice of a number automated of lines of a type ЛТК-1, ЛТК-2, ЛТК-3 on manufacture of textile footwear (inroom and outroom) and number of machines of automatic action for friction hosting and string lasting of shoe preparations (МК-6, МК-6 МА), half-automatic devices for hot mouiding of footwear soles (МК-5).

From introduction of results of the dissertation significant economic and social effect is received: the costs of hand-operated labour per unit of production are much reduced and his intelligent level is increased.

Ключові слова: взуття, заготовка верху взуття, деталі низу взуття; плоскі деталі, просторові, об'ємні, комбіновані, жорсткі, напівжорсткі, м'які, тверді, еластичні, пружні, пластичні; автоматизація, маніпуляційні операції (транспортування, подача, базування, фіксування, захплення, орієнтування, центрування, суміщення, закріплення); автоматизовані технологічні системи (одноповиційні, багатоповиційні), машини-автомати, автоматичні лінії, автоматизовані виробничі комплекси, автоматизовані інтегровані виробництва.

Підп.до друку 20.05.97р. Формат 60х84 I/I6.Папір
Друк.№I. Друк офсетний. Умовн.др.арк.2,32.Умовн-фарбо-відб.2,43.
Облік.-вид.арк. I,82. Тираж I20. Зам. 259. Безплатно.
Дільниця оперативної поліграфії при Державній академії легкої промисловості України.
252011,Київ-11,вул.Немировича-Данченко,2.