

УДК 687.053(075.8)

ОРЛОВСЬКИЙ Б.В., ЕФІМЕНКО В.Б.

Київський національний університет технологій та дизайну

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ДИСКРЕТНИХ ДАТЧИКІВ ДЛЯ ОРІЄНТУВАННЯ ОБ'ЄКТА В ЗОНІ ОБРОБКИ НЕЗРЯЧИМ ОПЕРАТОРОМ НА ШВЕЙНІЙ МАШИНІ

Мета. Аналіз дискретних датчиків для орієнтування об'єкта в зоні обробки незрячим оператором на швейній машині.

Методика. Використаний метод порівняльного аналізу функціонально-адекватних побудованих структурних схем з дискретними датчиками положення кромки текстильного матеріалу перед голкою швейних машин для прямих і зворотних зв'язків в системі «швейна машина - зовнішнє середовище - незрячий оператор».

Результати. Встановлено принцип узагальнення використання розроблених структурних схем з безконтактними дискретними датчиками для орієнтування об'єкта в зоні обробки незрячим оператором на швейній машині і швейних машин автоматичної дії. Показана можливість визначення і врахування параметрів багатокомпонентних датчиків для використання в системах орієнтування деталей в зоні обробки як незрячим оператором, так і в системах автоматичної дії. Отримані результати можуть бути використані як для вдосконалення існуючого технологічного обладнання цільового призначення, так і для створення нових інноваційних механіко-технологічних розробок для незрячих людей.

Наукова новизна. Встановлено нові зв'язки в структурних схемах механіко-технологічних систем з безконтактними дискретними датчиками положення кромки текстильного матеріалу, який переміщається в подовжньому напрямі зубчастої рейкою швейної машини і в поперечному напрямку незрячим оператором. Виконано узагальнення закономірностей побудови структур з прямими і зворотними зв'язками в системі «швейна машина - зовнішнє середовище - незрячий оператор» для проектування швейних машин для незрячих і швейних машин-автоматів.

Практична значимість. Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення існуючого технологічного обладнання цільового призначення, так і для створення нового інноваційного без бар'єрного технологічного обладнання.

Ключові слова: дискретні датчики, орієнтування деталей, незрячий оператор, швейна машина.

Вступ. Проблема розробки (проектування і виготовлення) безбар'єрного технологічного обладнання для людей з обмеженими фізичними можливостями по зору і пов'язана з необхідності трудової і соціальної реабілітацію незрячих людей. Вирішенні цієї проблеми затримує відсутність методів проектування спеціального (тифлотехнічного) технологічного обладнання легкої промисловості, на якому можуть працювати на дому або на виробництві інваліди по зору.

Постановка завдання. Для навчання і роботи на швейній машині незрячого оператора виникає наступні три проблеми: по-перше, незрячий не може сформулювати довжину кінця обірваної голкової нитки вручну для надання йому потрібної жорсткості та вістря. По-друге, незрячий оператор не бачить малого за розмірами вушка голки, а значить не може запровадити сформований кінець обірваної нитки у вушко голки. І по-третє, незрячий оператор не бачить кромки рухомого матеріалу, яким потрібно керувати перед притисною лапкою і голкою швейної машини.

Результати та їх обговорення. Для подолання перших двох проблем розроблені механізми голки швейної машини з картриджем голок [1, 2, 8] і механізми ниткопритягувача з картриджем ниткопритягувачів [3, 4, 8]. Після обриву голкової нитки автоматично подається звуковий сигнал незрячому оператору про те, що нитка обірвана, потрібно зняти ногу з педалі фрикційного приводу та повернути картридж на фіксований кут 90° за або проти годинникової стрілки. Після обриву голкової нитки 3 рази, в трьох голках поновлення ниток картриджу виконує зрячий оператор. Для подолання проблеми керування матеріалом перед притисною лапкою і голкою швейної машини незрячим оператором запропоновані спосіб і технічний засіб з дискретним датчиком для орієнтування об'єкта в зоні обробки незрячим оператором на швейної машині [5, 6]. В роботі [7] сформульовані вимоги до проектування структури механіко-технологічної системи «швейна машина – зовнішнє середовище – незряча людина», яка передбачає використання дискретних сенсорів для орієнтування матеріалу в зоні обробки незрячим оператором.

Об'єктом дослідження є процес побудови системи контролю положення об'єкту в просторі на основі використання дискретних датчиків, які разом з контрольованим об'єктом з текстильного та будь-якого іншого матеріалу утворюють механіко-технологічну систему, що дозволяє як незрячому людині-оператору так і автоматично керувати положенням контрольованого об'єкту в зоні обробки. Така механіко-технологічна система може бути використана на швейних машинах та будь-якому іншому обладнанні, де для орієнтації оброблюваного об'єкту в зоні обробки потрібно використовувати роботу незрячої людини-оператора.

Особливості побудови механіко-технологічних систем з дискретними датчиками положення на технологічних машинах впливають з їх структури і координат конструктивного розташування відносно рухомого об'єкту орієнтування. Це стосується *дискретних датчиків на просвіт та дискретних датчиків на відбиття*.

Дискретні датчики на просвіт складаються з джерела тестового сигналу та приймача тестового сигналу, що розташовані на одній вісі розповсюдження тестового сигналу, яким може бути оптичне, ультразвукове та інше випромінювання, що, зазвичай, розповсюджуються по прямолінійній траєкторії від джерела випромінювання до приймача випромінювання. Траєкторія, за якою розповсюджуються тестове випромінювання містить на своєму шляху засоби формування випромінювання з необхідними параметрами (потужність, діапазон, просторова конфігурація, інші параметри - для оптичного випромінювання це послаблювачі, світлофільтри, призми, лінзи, діафрагми, інші пристрої) робочий просвіт, та за потреби знову містить засоби формування випромінювання з необхідними параметрами. Схематично конфігурація датчика на просвіт наведена на *рис. 1, а*.

Основними критеріями придатності до використання в даній технологічній конструкції оптичних датчиків на просвіт є ступінь прозорості контрольованого матеріалу для визначеного типу випромінювання, ступінь розсіяння контрольованого випромінювання, для магнітних дискретних датчиків критичними є ті ж самі параметри. Для контактних дискретних датчиків критичним є величина механічної сили впливу контрольованого об'єкта на чутливий елемент та ступінь розсіювання впливу (механічної сили) на чутливий елемент – наприклад м'яка шорстка поверхня контрольованого об'єкту, що породжує недостатню механічну силу впливу на чутливий елемент датчику. Для оптичних та акустичних датчиків м'яка шорстка поверхня теж є суттєвим фактором, оскільки буде активно *розсіювати* тестове

випромінювання, знижуючи таким чином чутливість системи «датчик – контрольований об’єкт». Такий же суттєвий вплив буде мати ступінь *відбиття* тестового випромінювання контрольованим об’єктом, для датчиків що використовують тестове випромінювання оптичного діапазону цей суттєвий вплив буде здійснювати колір контрольованого об’єкта в місці попадання на нього тестового випромінювання.

Дискретні датчики на відбиття відрізняється від датчиків на просвіт тим, що приймач тестового випромінювання приймає випромінювання що не пройшло повз контрольований об’єкт – а приймає відбите від контрольованого об’єкта випромінювання. Структура датчику на відбиття наведена на *рис. 1, б, в*.

Так само, як і для дискретних датчиків на просвіт основними критеріями придатності до використання в даній технологічній конструкції оптичних датчиків на відбиття є ступінь прозорості контрольованого матеріалу, ступінь розсіювання контрольованого випромінювання, для магнітних дискретних датчиків критичними є ті ж самі параметри, оскільки для формування необхідної просторової конфігурації магнітного поля та його необхідної потужності використовуються різні магнітні властивості матеріалів. Для контактних дискретних датчиків критичним є величина механічної сили впливу контрольованого об’єкта на чутливий елемент та ступінь розсіювання впливу (механічної сили) на чутливий елемент – наприклад м’яка шорстка поверхня контрольованого об’єкту, що породжує недостатню механічну силу впливу на чутливий елемент механічного датчику, а для оптичного датчику така поверхня може мати достатню розсіюючу здатність, що в купі з недостатньою відбиваючою здатністю поверхні контрольованого об’єкту може відбити сигнал з рівнем нижчим за рівень чутливості приймача.

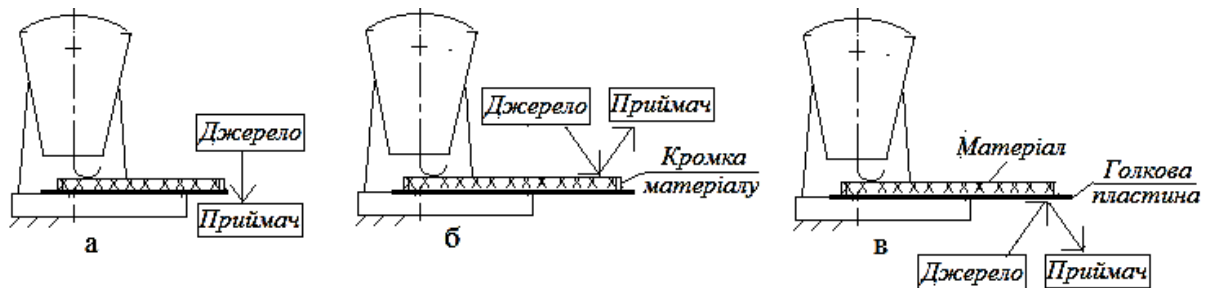


Рис.1. Структура дискретного датчика: а – на просвіт; б – на відбиття з розташуванням над непрозорою голковою пластиною; в - на відбиття з розташуванням під прозорою голковою пластиною

Особливостями однозначності визначення позиціонування об’єкта за допомогою дискретного датчику є наступні. Проблема полягає в тому, що за допомогою одноелементного дискретного датчику визначити можливим є лише два варіанти положення об’єкту: об’єкт є та об’єкту нема. Звідси виявляється проблема контролю положення кромки об’єкта – одноелементний дискретний датчик положення кромки контролювати не може, оскільки контрольований об’єкт може бути де завгодно не діючи на чутливий елемент датчику.

Саме тому для контролю положення кромки контрольованого об’єкту можна використовувати не менш ніж двокомпонентний датчик на просвіт та на відбиття. За допомогою двоелементного датчику можна визначити три однозначних положення контрольованого об’єкту: контрольований об’єкт поза зоною чутливості датчику *рис.2,а*;

контрольований об'єкт не повністю в зоні чутливості датчику *рис.2,б*; контрольований об'єкт повністю в зоні чутливості датчику *рис.2,в*.

Таким чином, можна чітко визначити відповідну комбінацію сигналів датчику, що відповідають положенню контрольованого об'єкту та положенню його кромки з урахуванням ступеню точності контролю даним типом датчику та даного типу контрольованого об'єкту з даним станом (типом) кромки. Комбінації сигналів датчику, що відповідають трьом можливим варіантам положення контрольованого об'єкту та його кромки наведені в *табл. 1*.

Зона чутливості дискретного датчику з визначеними параметрами датчику та контрольованого об'єкту. Для дискретних датчиків особливим є наявність як зони гарантованої відсутності сигналу, зони гарантованої наявності сигналу та зони невизначеності без урахування особливостей контрольованого об'єкту – контрольований об'єкт вважається ідеальним. Найпростіша конфігурація зони чутливості та зони нечутливості *одноеlementного датчику* в проекції на площину по нормалі (поперечну площину до його вісі) при коловій діаграмі спрямованості тестового випромінювання та коловій діаграмі чутливості чутливого елементу датчику наведено на *рис.3,а*. Найпростіша конфігурація зони чутливості та зони нечутливості *двоелементного датчику* при тих же самих умовах, що і для попереднього *одноеlementного датчику*, наведено на *рис.3,б,в*.

Таблиця 1.

Комбінації сигналів двоелементного дискретного датчику, відповідно до можливих положень контрольованого об'єкту та його кромки (умовно: об'єкт зліва, кромка справа)

Сигнал чутливого елементу 1	Сигнал чутливого елементу 2	Положення кромки контрольованого об'єкту.	Положення контрольованого об'єкту.	Дії незрячого оператора або виконавчого механізму по утриманню кромки об'єкту
Права кромка об'єкта знаходиться зліва відносно зони чутливого елементу 1				
0	0	По-за зоною чутливості датчику.	По-за зоною чутливості датчику.	Рух вправо.
1	0	В зоні чутливості датчику.	В зоні чутливості датчику.	Без дій – кромка в необхідній зоні.
1	1	В зоні чутливості датчику.	В зоні чутливості датчику.	Рух вліво.
Ліва кромка об'єкта знаходиться справа відносно зони чутливого елементу 1				
0	1	В зоні чутливості датчику.	В зоні чутливості датчику.	Рух вліво.

* Сигнали чутливих елементів датчику наведені у вигляді 1 – спрацював, 0 - не спрацював, що можуть відповідати рівням сигналів цифрових логічних мікросхем (логічний нуль та логічна одиниця), або іншим рівням сигналів.

Зона невизначеності датчику, як і зони чутливості та нечутливості залежить від конструктивних особливостей (геометрії корпусу та кристалу оптичного) датчику та діаграми спрямованості чутливого елементу датчику. Також зона невизначеності залежить від ступеню чутливості датчику та рівню тестового випромінювання (дії), що потрапляє на чутливий елемент датчику.

Межі зони гарантованої чутливості датчику. Якщо для *одноеlementного датчику* межі гарантованої чутливості обмежуються зоною невизначеності, то для *двоелементного датчику* зона гарантованої чутливості буде мати просторову конфігурацію як результуючу з просторових конфігурацій обох чутливих елементів датчику. На *рис.3,в* наведено

просторову конфігурацію зони невизначеності двоелементного датчику без урахування кривих, згинаючих можливий контур кромки контрольованого об'єкту в проекції на площину по нормалі при коловій діаграмі спрямованості тестового випромінювання та коловій діаграмі чутливості чутливого елементу датчику.

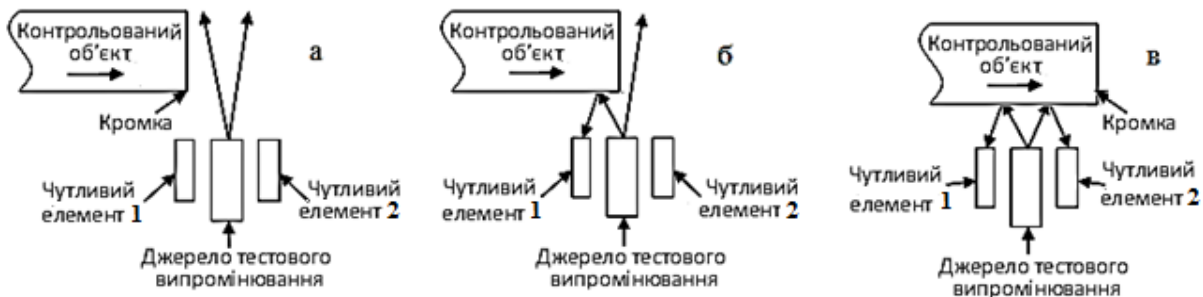


Рис.2. Варіанти положення кромки контрольованого об'єкту в зоні розташування датчика: а – кромка за межею зону чутливості датчика; б – кромка в межах зони чутливості датчика; в – кромка в зоні чутливості датчика

Орієнтація контрольованого об'єкта в зоні обробки та перед зоною обробки. В абсолютній більшості випадків, зараз для визначення положення контрольованого об'єкту в просторі використовуються системи машинного зору, що складаються з відеокамер, систем перетворення та передачі відеоінформації, обчислювальних систем високої потужності та вартості для виконання математичних алгоритмів обробки великих об'ємів відеоінформації та генерації відповідних сигналів управління технологічним обладнанням. При використанні систем машинного зору, зазвичай, використовуються відеокамери з промислових стандартів та комп'ютерного обладнання з матрицями чутливих елементів 320x200, 640x350, 640x480, 1024x768, та іншою кількістю дискретних монохроматичних чи кольорових чутливих елементів. Також можуть використовуватися відеокамери з матрицями побутових телевізійних стандартів з матрицями 720x576, 720x625, та іншою кількістю дискретних монохроматичних чи кольорових чутливих елементів. Зчитане зображення з котрих підлягає подальшій обробці за складними математичними алгоритмами що вимагають великих обчислювальних ресурсів системи для виявлення контрольованого об'єкта та визначення його положення і генерації подальших дій для зміни положення контрольованого об'єкту в положення, необхідне для обробки.

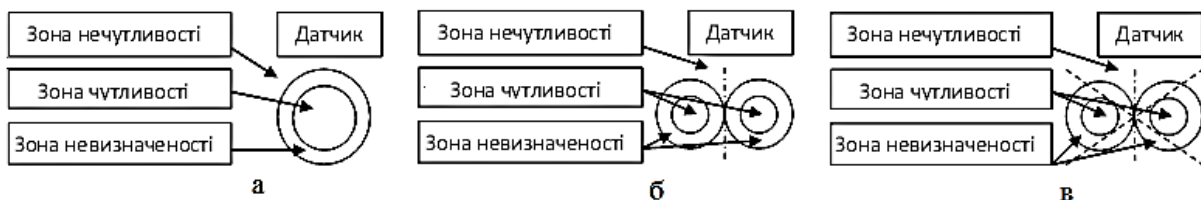


Рис.3. Розташування зон чутливості, нечутливості та зони невизначеності дискретного датчика: а – одноелементного; б – двоелементного без врахування кривизни кромки; в – двоелементного з врахуванням кривизни кромки

Однак контрольовані об'єкти характеризуються окремими точками, які можна назвати точками екстремумів, контролюючи положення яких можна однозначно визначити положення об'єкта. Для коректного визначення положення контрольованого об'єкта

необхідно визначити мінімально необхідну кількість контрольних точок екстремумів, контролюючи положення яких в просторі можна однозначно визначити положення контрольованого об'єкта в просторі.

Контрольований об'єкт може орієнтуватися як перед зоною обробки так і в зоні обробки, наприклад при виконанні деякої визначеної послідовності технологічних операцій, що вимагають зміни положення контрольованого об'єкту в зоні обробки. Орієнтація об'єкта в зоні обробки відрізняється від орієнтації об'єкта по-за (перед) зоною обробки лише фіксацією об'єкта в зоні обробки з необхідними характеристиками фіксації – зазвичай, основною характеристикою фіксації є сила фіксації, що забезпечує потрібне положення об'єкта на протязі всієї операції обробки (найчастіше – механічна сила фіксації є більшою за силу дії інструмента на оброблюваний об'єкт).

Для автоматизованої 2D-орієнтації об'єкту обробки в зоні шийючих механізмів швейної машини потрібно використання програмуемого виконавчого механізму з індивідуальним приводом і який за допомогою вбудованого в технологічну машину контролера реалізує математичну модель (1) плоско-паралельного переносу плоскої деталі з координатами опорних точок a, b, c, d з наступним її поворотом відносно початку системи координат (рис.4):

$$\begin{bmatrix} x_a & x_b & 1 \\ y_a & y_b & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -m & -n & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} = [X^*Y^*H], \quad (1)$$

де $\begin{bmatrix} x_a & x_b & 1 \\ y_a & y_b & 1 \end{bmatrix}$ – матриця вхідних даних (координат початку і кінця шва);

$\begin{bmatrix} x_a & x_b & 1 \\ y_a & y_b & 1 \end{bmatrix}$ – матриця зсуву;

$\begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ – матриця повороту;

$[X^*Y^*H]$ – матриця результату зсуву і повороту деталі крою швейного виробу.

За відсутності особливих умов та особливих технічних вимог до технологічного процесу операції лінійного зміщення та обертання контрольованого об'єкту можуть виконуватися послідовно в будь-якій послідовності чи одночасно за наявності такої технічної та технологічної можливості.

Керування початком обробки, швидкістю обробки контрольованого об'єкта та зупинкою обробки об'єкта. Початок обробки об'єкту здійснюється після отримання системою керування обробкою контрольованого об'єкту сигналу готовності від системи керування положенням (орієнтацію) контрольованого об'єкту. Обробка контрольованого об'єкту може здійснюватися за заздалегідь підготовленим алгоритмом обробки при відсутності зворотного зв'язку між системою контролю обробки об'єкту та системою керування обробкою об'єкту, чи за гнучким алгоритмом обробки при наявності зворотного зв'язку від системи контролю обробки об'єкту та системою керування обробкою об'єкту.

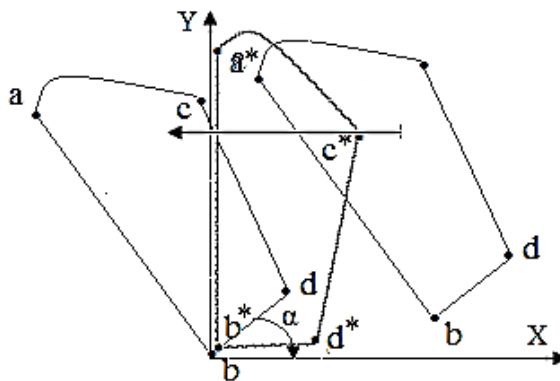


Рис.4. Орієнтація об'єкту в зоні обробки

Абсолютна більшість систем контролю обробки об'єкту будується на основі чутливих елементів (датчиків) сигнали яких обробляються за закладеним в систему обробки інформації алгоритмом та генерують сигнали керування виконавчими механізмами та системами за допомогою яких здійснюється процес обробки об'єкту.

Положення датчику зупинки обробки визначається швидкістю руху «вибігу» системи обробки та відстані, що проходить об'єкт (інструмент) до критичної точки зупинки обробки контрольованого об'єкту. Зазвичай, ця відстань визначається «вибігом» системи обробки за рахунок остаточного руху системи обробки за рахунок руху інерції мас системи обробки і контрольованого об'єкту та інерції інших критичних для обробки процесів після вимкнення наприклад живлення чи сигналів управління виконавчими механізмами. Для швейної машини це буде відстань, що проходить матеріал від зникнення керуючого процесом шиття сигналу до повної зупинки робочого органу машини – голки.

Положення датчиків повороту оброблюваного об'єкту визначається відстанню, що проходить оброблюваний матеріал за час від отримання сигналу з датчику повороту оброблюваного об'єкту до спрацювання системи виконавчого механізму здійснення повороту/зміщення оброблюваного об'єкту. Ці співвідношення є справедливими для більшості варіантів точкової обробки контрольованого об'єкта – різки, зварювання, зшивання, проклеювання та інших подібних технологічних операцій. Для зшивного матеріалу на швейній машини це відстань від зони гарантованої чутливості датчику до місця проколу матеріалу голкою. Також положення датчиків повороту визначається радіусом кривизни необхідної траєкторії повороту, але радіусом кривизни траєкторії повороту не меншим за технологічно можливий в даному варіанті технологічної системи.

В разі технологічної необхідності, коли для підвищення продуктивності технологічного процесу необхідно обробляти матеріал з різними швидкостями, наприклад при наявності великих (довгих) прямих траєкторій руху інструменту (оброблюваного об'єкту) та сталих траєкторій зі стабільними параметрами руху (кола, дуги, інші подібні процеси) що переважають з зонами складної обробки, що потребують понижених швидкостей руху – можна та доцільно дублювати описані вище датчики зупинки та повороту на відстанях від наявних датчиків зупинки та повороту оброблюваного об'єкту, що так само визначаються відстанями, що проходить оброблюваний об'єкт відносно обробляючого інструменту в точці обробки за час від генерації сигналу від відповідного датчику до здійснення відповідної дії над системою що проводить обробку об'єкту та оброблюваним

об'єктом (зупинка, поворот, інші дії). Положення датчиків зниження швидкості обробки визначається як відстанями, що проходить оброблюваний об'єкт за час перемикання режиму обробки – від генерації сигналу відповідного датчику до здійснення системою обробки відповідної дії (поворот, зупинка, інші дії), так і необхідними траєкторіями руху оброблюваного об'єкту (зміщення, поворот, інші дії). Розташування двоелементних датчиків повороту оброблюваного об'єкту та їх вісей чутливості на підвищеній та зниженій швидкості обробки оброблюваного об'єкту та датчиків зниження швидкості і зупинки обробки наведено на *рис.5*.

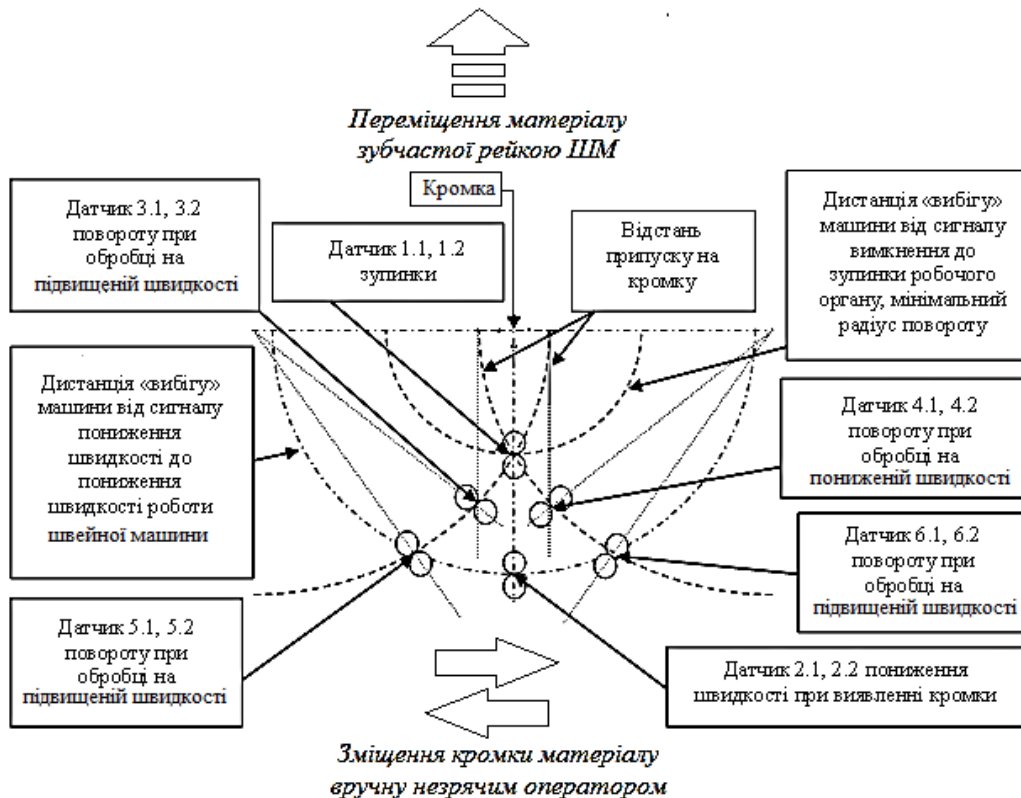


Рис.5. Схема розташування на площині XZ двоелементних датчиків повороту та зупинки роботи на підвищеній і та пониженой швидкості роботи швейної машини

Слід зазначити, що така конфігурація системи чутливих елементів потребує завдання одного параметру, що вона не визначає сама – яку кромку їй треба утримувати: ліву чи праву, і, відповідно в яку сторону потрібно здійснювати розворот – це повинен задавати користувач. Внаслідок цього отримуємо два варіанти роботи системи управління виконавчими механізмами та, відповідно, дві таблиці істинності для варіанту коли оброблюваний об'єкт зліва і кромка справа (*табл.2*) та коли оброблюваний об'єкт справа і кромка зліва значення та контрольні комбінації сигналів датчиків 3 і 5 та 4 і 6 відображаються (змінюються дзеркально). Комбінація сигналів (таблиця істинності) для варіанту лінійної обробки об'єкту на підвищеній швидкості, на пониженой швидкості та зупинки обробки вимагає контролю стану датчиків 1 та 2 і допоміжного контролю стану датчиків 3 і 5 при розташуванні оброблюваного об'єкту зліва та контролю стану датчиків 4 і 6 при розташуванні оброблюваного об'єкту справа (*табл.2*).

Таблиця 2.

Комбінація сигналів (таблиця істинності) для варіанту обробки з розворотом вліво об'єкту (об'єкт зліва, кромка справа), на пониженій швидкості та зупинки обробки. Значення «активний» є умовним – означає що сигнали цього датчику є критичним для виконання операції

Сигнал чутливого елемента 1	Сигнал чутливого елемента 2	Положення кромки контрольованого об'єкту	Положення контрольованого об'єкту	Дії незрячого оператора або виконавчого механізму
<i>Датчик 1 (може бути активний, може бути неактивний, може давати доповнюючу інформацію)</i>				
0	0	По-за зоною чутливості датчику.	По-за зоною чутливості датчику.	Рух вправо.
1	0	В зоні чутливості датчику.	В зоні чутливості датчику.	Без дій – кромка в необхідній зоні.
1	1	В зоні чутливості датчику.	В зоні чутливості датчику.	Рух вліво.
0	1	В зоні чутливості датчику.	В зоні чутливості датчику.	Рух вліво.
<i>Датчик 2 (неактивний)</i>				
0	0	По-за зоною чутливості датчику.	По-за зоною чутливості датчику.	Без дій.
<i>Датчик 3 (активний)</i>				
0	0	По-за зоною чутливості датчику.	По-за зоною чутливості датчику.	Рух вправо.
1	0	В зоні чутливості датчику.	В зоні чутливості датчику.	Без дій – кромка в необхідній зоні.
1	1	В зоні чутливості датчику.	В зоні чутливості датчику.	Рух вліво.
0	1	В зоні чутливості датчику.	В зоні чутливості датчику.	Рух вліво.
<i>Датчик 4 (неактивний)</i>				
0	0	По-за зоною чутливості датчику.	По-за зоною чутливості датчику.	Без дій.
<i>Датчик 5 (активний)</i>				
0	0	По-за зоною чутливості датчику.	По-за зоною чутливості датчику.	Рух вправо.
1	0	В зоні чутливості датчику.	В зоні чутливості датчику.	Без дій – кромка в необхідній зоні.
1	1	В зоні чутливості датчику.	В зоні чутливості датчику.	Рух вліво.
0	1	В зоні чутливості датчику.	В зоні чутливості датчику.	Рух вліво.
<i>Датчик 6 (неактивний)</i>				
0	0	По-за зоною чутливості датчику.	По-за зоною чутливості датчику.	Без дій.

* При положенні об'єкту справа, кромки зліва, розвороті об'єкту вправо контроль положення об'єкту здійснюється по активних датчиках 4 та 6 з таблицею істинності для датчиків 3 та 5 відповідно, датчики 3 та 5 стають неактивними.

** Для роботи при прямолінійній траєкторії (матеріал зліва, кромка справа) датчик 2 використовується для пониження швидкості обробки, датчик 1 використовуються для зупинки обробки, контроль положення кромки об'єкту здійснюється по сигналах активного датчику 4, датчик 3 є неактивним. При варіанті обробки об'єкту, коли об'єкт справа, кромка зліва – активним є датчик 3, датчик 4 є неактивним.

*** При роботі на пониженій швидкості датчики 2, 5, 6 видають значення 00 – датчик 2 є активним при обробці по прямолінійній траєкторії, датчик 5 є активним при обробці з розворотом вліво (матеріал зліва, кромка справа), датчик 6 є активним при обробці з розворотом вправо (матеріал справа, кромка зліва).

Для вирішення аналітичної задачі генерації відповідних сигналів керування робочими органами машини на програмному рівні доцільно використовувати найпростіший прийнятний метод логічних рівнянь, при використанні якого для кожного результуючого сигналу управління виконавчим механізмом складається власне логічне рівняння на кшталт рівняння утримання кромки (згідно табл. 1.):

$$Y = X_{1,1} \cdot \text{NOT}(X_{1,2}) \quad (2)$$

В даному рівнянні, $Y=1$ якщо кромка матеріалу на місці. Таке рівняння складається для кожної значущої дії коли система керування робочими органами повинна змінювати сигнали керування виконавчими механізмами. Така конфігурація дозволяє виконати систему як централізованою, коли вона збирає інформацію від всіх датчиків та після обробки за закладеним математичним алгоритмом генерує сигнали керування

виконавчими механізмами – так і виконати систему розподіленою, коли кожен виконавчий механізм керується в залежності від сигналів власної системи генерації сигналів датчиків, що дозволить виконувати дії паралельно та в разі потреби і незалежно одно від одної.

Розрахунок відстаней від зони обробки до зон чутливості датчиків ведеться від зони обробки до датчику зупинки, потім від датчику зупинки до датчику пониження швидкості.

Відстань від зони чутливості встановленого датчику зупинки обробки об'єкту (в даному випадку це двоелементний датчик 1.1, 1.2) до зони обробки визначається відстанню «вибігу» робочих органів машини, від генерації сигналу датчику зупинки обробки об'єкту до зупинки робочого органу машини та зупинки обробки об'єкту. Для підвищення надійності роботи системи та зменшення кількості браку і аварійних зупинок коефіцієнт запасу доцільно приймати $k = 1,5 \dots 2,0$.

$$l_1 = \left(v_{01}t_1 + \frac{a_1t_1^2}{2} \right) k = \left(v_{01}t_1 + \frac{(v_1 - v_{01})t_1^2}{2} \right) k \quad (3)$$

де l_1 - довжина ниткового шва за визначений час процесу; v_{01} - швидкість на початку процесу; v_1 - швидкість в кінці процесу; t_1 - час протікання процесу.

Відстань від зони чутливості встановленого датчику пониження швидкості обробки об'єкту (в даному випадку це двоелементний датчик 2.1, 2.2) до датчику зупинки визначається відстанню «вибігу» робочих органів машини, від генерації сигналу датчику пониження швидкості до пониження швидкості робочого органу машини та швидкості обробки об'єкту.

$$l_2 = \left(v_{02}t_2 + \frac{a_2t_2^2}{2} \right) k = \left(v_{02}t_2 + \frac{(v_2 - v_{02})t_2^2}{2} \right) k \quad (4)$$

де l_2 - довжина шва за визначений час процесу; v_{02} - швидкість на початку процесу; v_2 - швидкість в кінці процесу; t_2 - час протікання процесу.

Радіуси відстаней від зони обробки до зон чутливості датчиків повороту об'єкту (або робочого органу машини) на підвищеній та на пониженої швидкостях обробки розраховуються за таким самим принципом по дистанції «вибігу» робочих органів машини за час від генерації відповідного сигналу відповідного датчику до встановлення потрібного режиму роботи робочого органу машини.

Висновки.

1. Отримані закономірності (співвідношення, способи, засоби, залежності) є узагальненими для двоелементних датчиків побудованих на різних фізичних принципах дії, таких як контактні датчики механічної дії, контактні та безконтактні датчики магнітного поля та для безконтактних датчиків, що основані на використанні електромагнітного

випромінювання оптичного та інших діапазонів та механічного випромінювання звукового та ультразвукового діапазону частот.

2. Встановлено, що зони чутності, зони нечуйності та зони невизначеності, залежать від параметрів конкретного типу датчику, конкретних властивостей контролюваного об'єкту та конкретних властивостей його кромки (ступінь відбиття та ступінь розсіювання тестової дії), а також від властивостей середовища в якому знаходяться датчик та контрольований об'єкт.

3. Виконане узагальнення отриманих результатів структурного аналізу для проектування швейних машин для незрячих і швейних машин автоматичної дії.

Список використаних джерел

1. Патент України на корисну модель UA 89569 U, МПК(2014.01) D 05B 19/00. Механізм голки швейної машини для незрячих / Б.В.Орловський, М.Г. Залюбовський, В.Б. Ефіменко. - № u 2013 13726; заявл. 26.11.2013; опубл. 25.04.2013, Бюл. №8.
2. Патент України на корисну модель UA № 100185 U «Швейна машина для незрячих», МПК (2015.01): D05B 23/00 / Б.В Орловський, В.Г. Гура, асп. В.Б. Ефіменко. – № u2015 01434 , заявл. 19.02.2015, опубл. 10.07.2015, Бюл. №13.
3. Патент України на корисну модель UA90099 U, МПК(2014.01) D 05B 23/00. Швейна машина для незрячих / Б.В.Орловський, І.В.Савченко, В.Б. Ефіменко. - № u 2013 14911; заявл. 19.12.2013; опубл. 12.05.2014, Бюл. №9.
4. Патент України на корисну модель UA № 100478 U «Швейна машина для незрячих», МПК (2015.01): D05B 23/00 / Б.В Орловський, С.О. Оноприенко. – № u2015 01433, заявл. 19.02.2015, опубл. 27.07.2015, Бюл. №14.
5. А.с. 821581 СССР, МПК.3 D 05B 21/00. Способ контроля отклонения края стачиваемого изделия / Б.В.Орловский. - №2633377/28-12; заявл. 26.06.78; опубл. 15.04.81, Бюл. №14.
6. А.с. 756463 СССР, МПК.3 G 09B 19/20. Швейный тренажёр / Б.В.Орловский.- №2633376/28-12; заявл. 26.06.78; опубл. 15.08.80, Бюл. №30.
7. Орловський Б.В. Аналіз структури механіко-технологічної системи «швейна машина – зовнішнє середовище – незряча людина» / Б.В. Орловський, В.Б. Ефіменко. - К.: Вісник КНУТД, №5, 2014, с.85-91.
8. Орловський Б.В. Іноваційний проекти технологічних машин легкої промисловості для трудової реабілітації незрячих / Б.В. Орловський.-Збірник наукових праць. Технічна творчість.-Хмельницький: ХНУ, №1.-2015.-с.143-145.

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСКРЕТНЫХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ ОРИЕНТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТА В ЗОНЕ ОБРАБОТКИ НЕЗРЯЧИМ ОПЕРАТОРОМ НА ШВЕЙНОЙ МАШИНЕ

ОРЛОВСКИЙ Б.В., ЕФИМЕНКО В.Б.

Киевский национальный университет технологии и дизайна

Цель. Анализ дискретных датчиков для ориентирования объекта в зоне обработки незрячим оператором на швейной машине.

Методика. Использован метод сравнительного анализа функционально-адекватных построенных структурных схем с дискретными датчиками положения кромки текстильного материала перед иглой швейных машин для прямых и обратных связей в системе «швейная машина - внешняя среда - незрячий оператор».

Результаты. Установлен принцип обобщения использования разработанных структурных схем с бесконтактными дискретными датчиками для ориентирования объекта в зоне обработки незрячим оператором на швейной машине и швейных машин автоматического действия. показана возможность определения и учета параметров

многокомпонентных датчиков для использования в системах ориентирования деталей в зоне обработки как незрячим оператором, так и в системах автоматического действия. Полученные результаты могут быть использованы как для совершенствования существующего технологического оборудования селективного назначения, так и для создания новых инновационных механико-технологических разработок для незрячих людей.

Научная новизна. Установлены новые связи в структурных схемах механико-технологических систем с бесконтактными дискретными датчиками положения кромки текстильного материала, который перемещается в продольном направлении зубчатой рейкой швейной машины и в поперечном направлении незрячим оператором. Выполнено обобщение закономерностей построения структур с прямыми и обратными связями в системе «швейная машина – внешняя среда - незрячий оператор» для проектирования швейных машин для незрячих и швейных машин-автоматов.

Практическая значимость. Полученные результаты могут быть использованы для совершенствования существующего технологического оборудования селективного назначения, так и для создания нового инновационного безбарьерного технологического оборудования.

Ключевые слова: дискретные датчики, ориентирование деталей, незрячий оператор, швейная машина.

ANALYSIS OF DISCRETE SENSORS USING FOR ORIENTATION OBJECT BLIND OPERATORS ON THE SEWING MACHINE

ORLOVSKY B.V., EFIMENKO V.B.

Kyiv National University of Technology and Design, Ukraine

Purpose. Discrete sensors analysis of the orientation object in the treatment area by blind operator on the sewing machine is made.

Methodology. The method of functional and adequate built block diagrams of comparative analysis with discrete sensors of textile edge position in front of the sewing machines needle for forward and backward linkages in the system "sewing machine - environment - blind operator" is elaborated.

Findings. The principle of generalization of the use of developed block diagrams of contactless discrete sensors to orientation object in the blind operator treatment area on the sewing machine and sewing machine automatic action is established. The possibility of determining and recording multi-parameter sensors for use in systems of parts orientation in the processing area by the blind operator, as well as by the automatic operation systems is shown. The results can be used to improve existing technological purpose equipment, and to create new and innovative mechanical and technological developments for blind people.

Originality. New communication schemes of the structural mechanical-technological systems with contactless sensors discrete of the textile material edge position which moves in the longitudinal direction of the rack of the sewing machine and transverse direction by blind operator is set. The generalization of building structures laws with backward and forward linkages in the system "sewing machine - environment - blind operator" for the sewing machines design for the blind operators and sewing automated machines is improved.

Practical value. The results can be used to improve existing technological purpose equipment, as well as to create new innovative barrier-free technological equipment.

Keywords: discrete sensors, orientation details, blind operator, sewing machine.