

10. ДСТУ ISO 9000:2007. Системи управління якістю. Вимоги / Національний стандарт України. — Чинний від 2009-09-01. — К. : Держспоживстандарт України, 2009. — 72 с.

УДК 621.01

КІНЕМАТИЧНА ГЕОМЕТРІЯ ФОРМОУТВОРЮЮЧИХ ЦЕНТРОЇДНИХ МЕХАНІЗМІВ ТА ПРИСТРОЇВ

Степанов С.М., старший викладач

Миколаївський національний аграрний університет

Напрямні механізми знаходять застосування при виконанні креслярських і розмічувальних робіт, в лічильно-обчислювальних приладах, а також в якості вузлів різних машин-автоматів, в маніпуляторах промислових роботів і ін.

Направляющие механизмы находят применение при выполнении чертежных и разметочных работ, в счетно-решающих устройствах, а также в качестве узлов различных машин-автоматов, в манипуляторах промышленных роботов и др.

В сучасному машинобудуванні все більше застосування і вдосконалювання отримують технологічні процеси, пов'язані з обробкою деталей, що мають складні криволінійні профілі і поверхні. До таких деталей відносяться лопаті і ротори турбін, коноїди і кулачки, прес-форми, моделі для відливання, пуансони і матриці штампів, гребні гвинти, шаблони, патрубки, кришки і т.п.

Обробка фасонних поверхонь цих деталей викликає необхідність проектування та впровадження верстатів і пристосувань, що забезпечують необхідне відносне переміщення заготовки та інструменту. В даний час застосовується копірний і кінематичний (безкопірний) методи обробки, а також верстати з числовим програмним управлінням.

Недоліками копірного методу є трудомісткість виготовлення копіїв (точність яких повинна бути значно вище точності виготовлених деталей) і низька частота обертання робочих органів верстата, тому що при великих швидкостях виникають інерційні навантаження, що призводять до деформації

щупа або до розмикання кінематичної схеми верстата. Низькі швидкості знижують продуктивність верстатів і збільшують шорсткість оброблених поверхонь.

При системі числового програмного керування збіг профілю виробу із заданою кривою відбувається тільки в окремих точках, що не завжди задовольняє вимогам точності. Крім того, при великосерійному і масовому виробництві застосування верстатів з ЧПУ економічно недоцільно.

Таким чином, за техніко-економічними показниками безперечною перевагою володіє кінематичний (безкопірний) метод, що дозволяє отримувати профіль, який повністю співпадає із заданою кривою, за допомогою простих і недорогих пристосувань до нинішніх верстатів. В якості цих пристосувань використовуються направляючі механізми або "механізми-побудувачі". Вони органічно включаються в кінематичну схему верстата, тобто входять в комплекс його вузлів і є формоутворюючим пристроєм цього верстата.

При виборі конструкції механізму-побудувача краще використовувати механізми з найбільш коротким кінематичним ланцюгом, що зв'язує переміщення деталі й інструмента, і, отже, з найменшим числом ланок. В цьому випадку похибки виготовлення та складання механізму мають найменший вплив на точність обробки. Крім того, технологічні можливості пристроїв значно розширюються, якщо механізми-побудувачі забезпечують відтворення сімейств кривих. Перехід з однієї кривої на іншу дозволяє отримувати широкий діапазон форм оброблюваних фасонних поверхонь.

Центроїдні механізми є маловідомими і в той же час універсальними: вони дозволяють відтворювати широкий діапазон форм утворюючих сімейств кривих. Таким чином, центроїдні механізми найбільшою мірою відповідають зазначеним вимогам і повинні знаходити все більше застосування в пристроях для обробки фасонних поверхонь деталей.

На практиці застосовують безліч різних схем обробки фасонних ділянок деталей - профілів, пазів, поверхонь і т.п. Ці схеми різняться за характером переміщення виробу (заготовки) та інструменту.

Одна зі схем наведена на рис. 1, а, б. Тут виріб встановлюється на нерухомому столі (стійці), а оброблюючий інструмент разом з його приводом зв'язаний з рухомою ланкою (важілем) центроїдного механізму і здійснює складний плоскопаралельний рух. При цьому, якщо заготовка нерухома (жорстко закріплена) отримують циліндричні криволінійні поверхні або пази (рис.-1, а), якщо ж деталь закріплена в обертаючому патроні, встановленому на стійці, то отримують криволінійні поверхні обертання (рис. 1, б).

За другою схемою (рис. 1, в) виріб (заготовка) зв'язується з рухомою ланкою центроїдного механізму і здійснює складний рух, а інструмент з приводом встановлюється на стійці, тобто вісь інструмента нерухома. Інструмент здійснює обертальний (фрезерування) або зворотно-поступальний (стругання, довбання) рух відносно нерухомої осі. При цьому здійснюється обробка криволінійних профілів і пазів на рухомій заготівці.

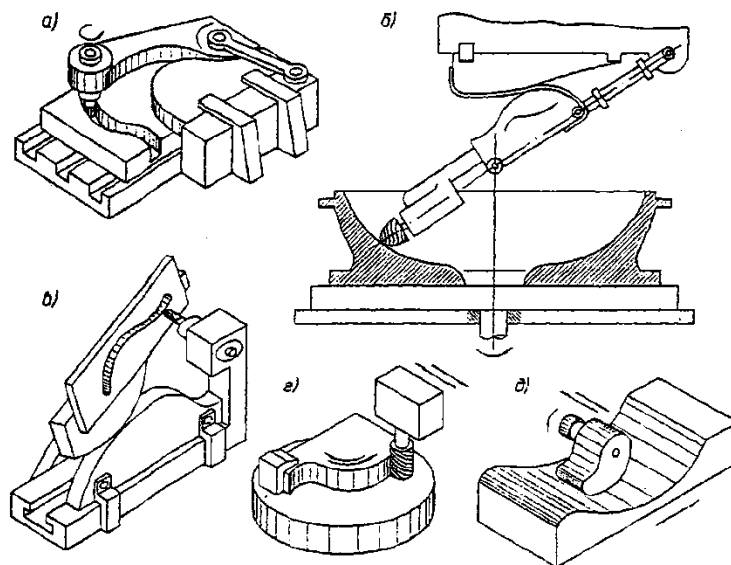


Рис. 1. Схеми обробки при роботі деталі і інструменту

При цьому їх відносне переміщення забезпечується центроїдним передавальним механізмом

В даний час широко впроваджується найбільш прогресивна по продуктивності обробка криволінійних поверхонь методом обкатки. При цьому інструмент і виріб є взаємообвідними профілями. Найбільш сприятливі умови

обробки створюються у випадках, коли поверхні виробу і інструменту є центроїди заданого відносного їх переміщення - (рис. 1, д).

Наведені описи та приклади показують, що діапазон областей застосування центроїдних механізмів достатньо широкий; в перспективі розвиток технологій обробки складно-профільних деталей буде викликати подальше його розширення.

У зв'язку з цим останнім часом велика увага приділяється дослідженню цих механізмів і питань їх синтезу, конструювання і практичного застосування.

У верстатах і пристосуваннях для обробки фасонних поверхонь деталей робочим органом є оброблюючий інструмент (газовий різак, різець, фреза, шліфувальна головка і т.п.), а центроїдний механізм – побудувач, що входить у пристрій служить для забезпечення необхідного відносного переміщення інструмента і заготовки. На рис. 1. були показані деякі варіанти використання в цих цілях центроїдних напрямних механізмів. Покажемо, що в якості формоутворюючого пристрою може застосовуватися також і центроїдне прямуло.

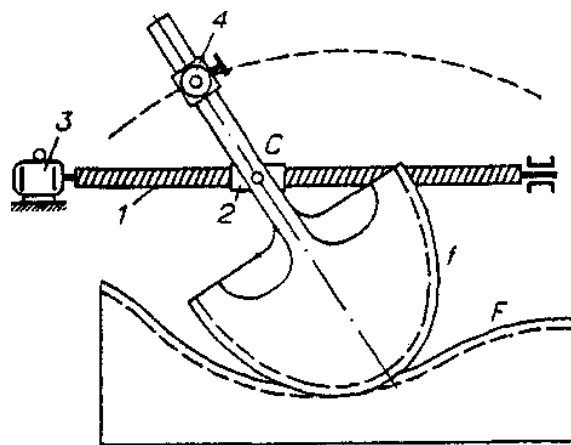


Рис. 2. Пристрій для обробки криволінійних профілів і пазів

Наприклад, на рис. 2 показано пристрій для обробки криволінійних профілів і пазів. В основі конструкції використано центроїдне прямуло, по рис. 2 прямолінійне переміщення точки С дозволяє здійснити кінематичне замикання пари $f - F$ і забезпечити рух центроїди f за допомогою ходового

гвинта 1 з гайкою 2 і приводом 3. Обробляючий інструмент - пальцева фреза з власним приводом 4 встановлена на рухомій ланці f.

Установка обробляючого інструменту разом з його приводом на ланці, що здійснює складне плоске переміщення, пов'язана з конструктивними ускладненнями, знижує жорсткість конструкції і, отже, зменшує точність обробки.

Ці недоліки в ряді випадків можна усунути, якщо ріжучий інструмент і його привід закріплювати на нерухомій площині стійки.

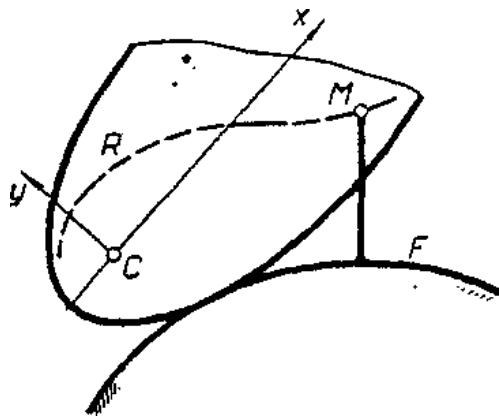


Рис. 3. Метод кінематичного обернення руху (інверсії)

При цьому потрібно застосовувати метод кінематичного обернення руху (інверсії) і досліджувати криві, що відтворюються на рухомій площині xSy нерухомими точками M , пов'язаними з нерухомою центроїдою F (рис. 3) - ці криві R_0 можна назвати оберненими рулетами. При оберненні руху рулети і обернені рулети міняються ролями. Тобто обернена рулета даного механізму тотожна рулеті оберненого механізму.

Суть цього прийому пояснимо на наступному прикладі. Відомо, що при обкочуванні круглого колеса точки, які зв'язані з рейкою, описують на нерухомій площині евольвенти кола і спіраль Архімеда (див. рис. 4). Обернемо цей рух, закріпивши рейку і розкріпивши колесо. При цьому нерухомі точки, зв'язані з рейкою, будуть описувати на рухомій площині колеса ті ж криві. Отриманий при цьому механізм показаний на рис. 4. Рейка 1 з важілем 2, який несе пишучий штифт (інструмент) M , нерухомий, а колесо 3 обкатується по

рейці 1. Кінематичне замикання забезпечується важелем і повзуном 4. (Бергер З.Г., Табацков В.П. Прибор для креслення евольвент, авт. Св. № 461005, 1975 р.).

Вельми ефективною є також схема обробки, при якій деталь – заготовка закріплюється на поворотній площині xSy (рис. 5), а ріжучий інструмент зі своїм приводом встановлюється на площині XOY , що рухається прямолінійно.

Для синтезу таких пристроїв розглянемо попередньо схему утворення кривих ліній на обертальній площині xOy як траєкторій деяких точок M , пов'язаних з площиною XOY (рис. 5) Нехай центроїдне прямило (пара $f - F$) перетворено в передавальний механізм шляхом шарнірного закріплення точки C . Тоді при повороті площини xOy на деякий кут φ площина XOY , зв'язана з F , переміщається прямолінійно на величину $S = S(\varphi)$.

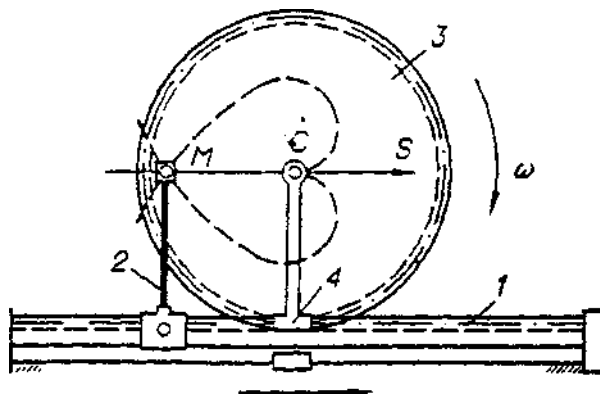


Рис. 4. Обкочування круглого колеса точки на нерухомій площині евольвенти кола і спіраль Архімеда

При цьому деяка точка M площини XOY , що має координати X_m, Y_m , описує на обертальній площині xOy певну криву R . Як видно з рис. 5 параметричні рівняння цієї кривої мають вигляд:

$$\begin{aligned} x_m &= Y_m \sin \varphi + [X_m + S(\varphi)] \cos \varphi; \\ y_m &= Y_m \cos \varphi - [X_m + S(\varphi)] \sin \varphi. \end{aligned} \quad (1)$$

(Бергер Э.Г. Метод инверсии в синтезе механизмов для образования кривых Сб. ТММ, вып. 17, Харьков, ХГУ, 1974 г).

(Бергер Э.Г., Табацков В.П К синтезу направляющих центроидных механизмов методом инверсии. Сб. Прикладная геометрия. Вып. 43, Киев, "Будівельник", 1987 г).

Переміщення S у функції кута повороту φ може бути задано довільно у вигляді $S = S(\varphi)$. Тоді відповідні профілі f і F , що забезпечують цей закон переміщення, визначаються рівняннями:

$$S = S(\varphi); \quad \rho = ds(\varphi) / d\varphi; \quad x = S(\varphi); \quad y = -ds(\varphi) / d\varphi.$$

Якщо ж в якості вихідних даних для проектування прийнятий певний профіль F у вигляді $\rho = \rho(\varphi)$, то відповідний йому профіль f і закон переміщення S визначаються з системи:

$$x(\varphi) = \int \rho(\varphi) d\varphi; \quad y = -\rho(\varphi).$$

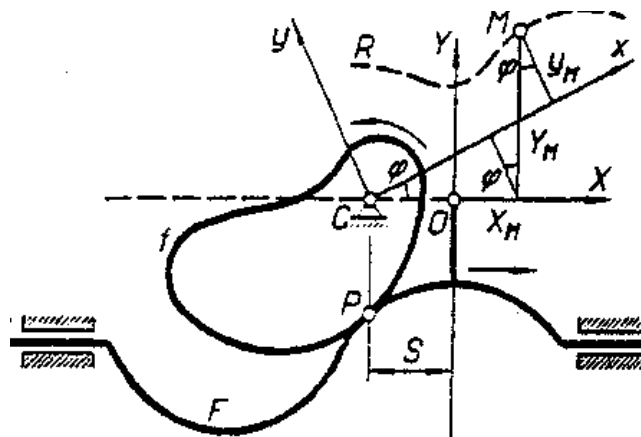


Рис. 5. Синтез пристроїв при схемі утворення кривих ліній на обертальній площині

Таким чином, зв'язуючи оброблювану деталь з поворотною площиною xOy , а інструмент з рухомою прямолінійно площиною XOY , будемо отримувати пристрої для обробки профілів або пазів, окреслених по кривих (1). Вид і форма цих кривих залежить від функції $S(\varphi)$, яка визначає відповідні профілі f і F , а також від положення осі інструменту на площині XOY , тобто від установки параметрів X_M, Y_M - координат точки M .

Як приклади таких пристроїв на рис. 6 і 7 наведені розроблені авторами конструкції верстатів для фрезерування криволінійних профілів і пазів.

Вони містять основу 1 з ходовим гвинтом 2, що забезпечує прямолінійний рух каретки – супорта 3, що несе колону 4 з важілем 5, на якому встановлений привід фрези 6. Деталь-заготовка 7 закріплена в патроні поворотного столу 8. Необхідний відносний рух супорта з інструментом (прямолінійне переміщення) і столу із заготовкою (поворот) забезпечується центроїдною парою, яка виконана у вигляді зубчастих секторів 9 і 10, окреслених за профілями F і F' : Рис. 6. б. Профілі F і f -конгруентні параболи (Бергер Э.Г., Табацков В.П. Авт. св. № 677829, 1979 г.); рис. 7, а. F - ціпова лінія, f - пряма Бергер Э.Г., Табацков В.П. Авт. св. № 904921, 1982 г.).

Налаштування верстатів на обробку профілів різних форм здійснюється зміною положення інструмента (пищучої точки M) на площині, зв'язаної з F (каретка 3). Це виконується регулюванням положення важіля 9 (установка кута α) і його довжини l (ОМ - I).

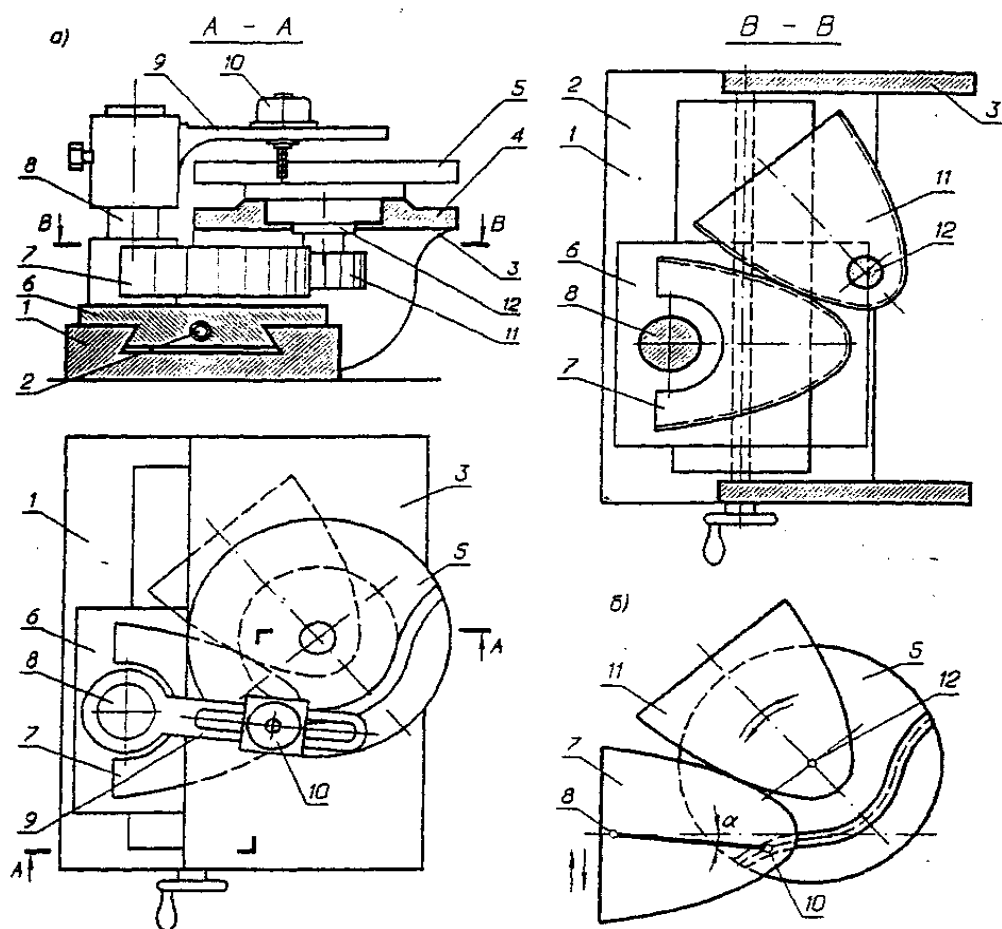


Рис. 6. Конструкція верстатів для фрезерування криволінійних пазів

Рис. 7, б. F - парабола, f – сирена (Бергер Э.Г., Табацков В.П. Авт. св. № 1021525, 1983 г.).

Центроїдні прямилі, перетворені за схемою рис. 5, можуть застосовуватися також для обробки складних криволінійних профілів методом обкатки. В цьому випадку один зі спряжених профілів (f або F) виконується у вигляді інструменту, який здійснює обертальний (рис. 8, а) або поступальний (рис. 8, б) рух.

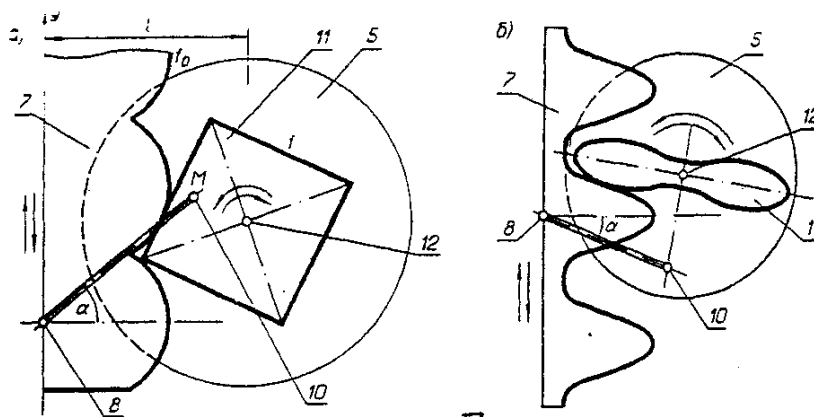


Рис. 7. Конструкція верстатів для фрезерування криволінійних профілів

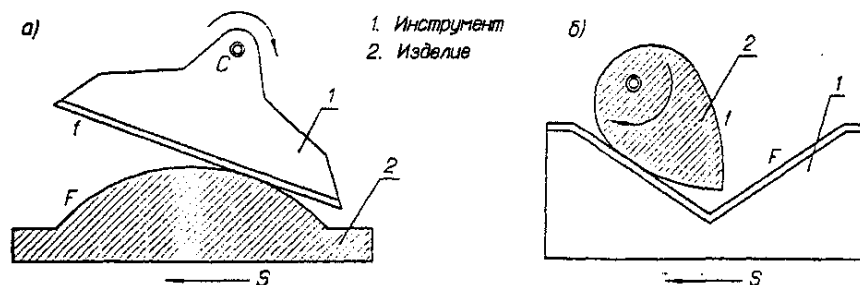


Рис. 8. Центроїдні прямилі

При цьому на поверхні заготовки цей інструмент буде обробляти спряжений йому профіль методом обкатки.

Зауважимо, що метод обкатки в даний час є одним з найбільш ефективних і продуктивних. Він дозволяє усунути ручну доводку, що виконується висококваліфікованими робітниками, підвищити продуктивність і точність обробки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Н.И.. "О прямолинейно-направляющем механизме Гарта". Науч. записки Моск. гидромет. ин-та. Вып. 6, 1939.
2. Артоболевский И.И. "Теория механизмов для воспроизведения плоских кривых". М. Наука. 1959. б) Артоболевский ИЛ. "Механизмы в современной технике". М. Наука. т. 1-5. 1970-1975.
3. Артоболевский, ИЛ., Левитский И.И., Черкудинов С А. "Синтез плоских механизмов". М. Физматгиз. 1959.
4. Баранов Г.Г. "Курс теории механизмов и машин" Изд. 4-е. М. Машиностроение. 1967.
5. Бейер Р. "Кинематический синтез механизмов". М. Машгиз. 1959.
6. Бергер ЭХ. "Новые методы синтеза механизмов для воспроизведения и огибания кривых". АН СССР. Наука. М. 1970. б) Бергер ЭХ. "Теория механизмов для воспроизведения и огибания плоских кривых". Канд. дисс. Дн-ск. 1969. в) Бергер ЭХ." К вопросу профилирования инструментальных поверхностей". Материалы межзон. конфер. по прикладной геометрии. Омск.1975. г) Бергер ЭХ., Табацков В.П.. "Образование прямолинейных рулетт". Респ. сб. "Прикладная геометрия". Киев. Будхвельник. Вып. 26. 1978.
7. Блох З.Ш. "К синтезу кривошипно-шатунных прямолинейно-направляющих механизмов". Изв. ОТН АН СССР. № 5. 1941.
8. Бооль В.Г.. фон. "Инструменты и приборы для геометрического черчения с изложением их теории". М. 1893.
9. Боренштейн ЮЛ. "Механизмы для воспроизведения сложного профиля". Л. Машиностроение. 1978.
10. Вальц Г. В., Ушаков ТА. "Механизмы для черчения и преобразования проекций". Харьков. Изд-во ХГУ. 1960.
11. Басманов В.В. "Приборы для математической обработки и построения кривых". М. Машиностроение. 1973.

12. Вяткин Г.М. "Механизмы для вычерчивания плоских кривых аксонометрических изображений". Канд. дисс. М. 1949.
13. Геронимус Я.Л. "Геометрический аппарат теории синтеза плоских механизмов". М. Физматгиз. 1962.

УДК 621.01

МЕТОДИ ГРАФОАНАЛІТИЧНОГО СИНТЕЗУ НАПРАВЛЯЮЧОЇ ЛАНКИ МАНІПУЛЯТОРА

Балицький І.В., старший викладач

Миколаївський національний аграрний університет

В статті досліджені методи графоаналітичного синтезу направляючої ланки маніпулятора.

В статье исследованы методы графоаналитического синтеза направляющей планки манипулятора.

Механізація і автоматизація виробничих процесів потребують створення і впровадження роботів та маніпуляторів, які здійснюють заданий наперед рух виконавчих ланок. Основу таких пристроїв складають направляючі механізми. Направляючі механізми знаходять широке застосування в якості приладів для креслення, розмітки та розкрою металу, безкопійного переміщення інструмента (різця, фрези, газового різачка, шліфувального круга і ін.) Вони здійснюють передумови для переходу до автоматичних виробничих систем, які працюють з мінімальною участю людини. Цими питаннями займались, в свій час, І.Ньютон, В.Г.фон Бооль, Н.В.Делоне, П.Л.Чебишев, П.О.Сомов і які знайшли продовження в роботах Н.І.Мерцалова, І.І.Артоболевського, В.В.Добровольського і багатьох інших вчених-механіків та геометрів. Направляючі механізми дають можливість автоматизувати не тільки основні, але і допоміжні операції в сільському господарстві(очистка кукурудзи. сортування насіння, подрібнення кормів і ін.) чим і пояснюється постійна цікавість до них.