

УДК 621.757

В.А. Пасічник, к.т.н., доц.

Р.Р. Сімута, аспір.

Національний технічний університет України „КПІ”

ВИДІЛЕННЯ ЗНАЧУЩИХ КООРДИНАТНИХ НАПРЯМКІВ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ГРУП ДЕТАЛЕЙ У СКЛАДАННІ

Розглядаються проблеми, що виникають при формуванні початкової інформації для САПР технологічних процесів складання. Проведений аналіз особливостей формування зв'язків між деталями у складальній одиниці при конструюванні і при проектуванні технологічного процесу складання. Запропонована поетапна послідовність формування матриць обмеження рухливості деталей у складальній одиниці, яка дозволяє суттєво (на порядки) скоротити об'єм інформації для наступного аналізу. Сформульовані умови, які дозволяють виділяти значущі координатні напрямки і технологічні групи деталей у складальній одиниці.

Для вирішення завдань автоматизованого синтезу вихідної множини альтернатив домінуючих порядків послідовно-паралельного складання [1] необхідно забезпечити формування матриць бінарних відношень, у яких фіксуються контактні і віддалені обмеження рухливості деталей, а також з'єднання, що забезпечують нероз'ємність. Такі матриці можна сформувати за допомогою однієї із сучасних САД 3D, використовуючи прийоми, викладені у [2].

Але при виявленні такої інформації потрібні певні дії, які дозволять виявити всю необхідну інформацію і представити її належним чином. Спробуємо на тестовому прикладі до системи Solid Edge 10 (рис. 1) проаналізувати деякі особливості такого процесу.

Перш за все слід з'ясувати, як представляється і структурується інформація у моделі складання, як вона представляється у специфікації і як слід представити інформацію для формування технологічного процесу складання.

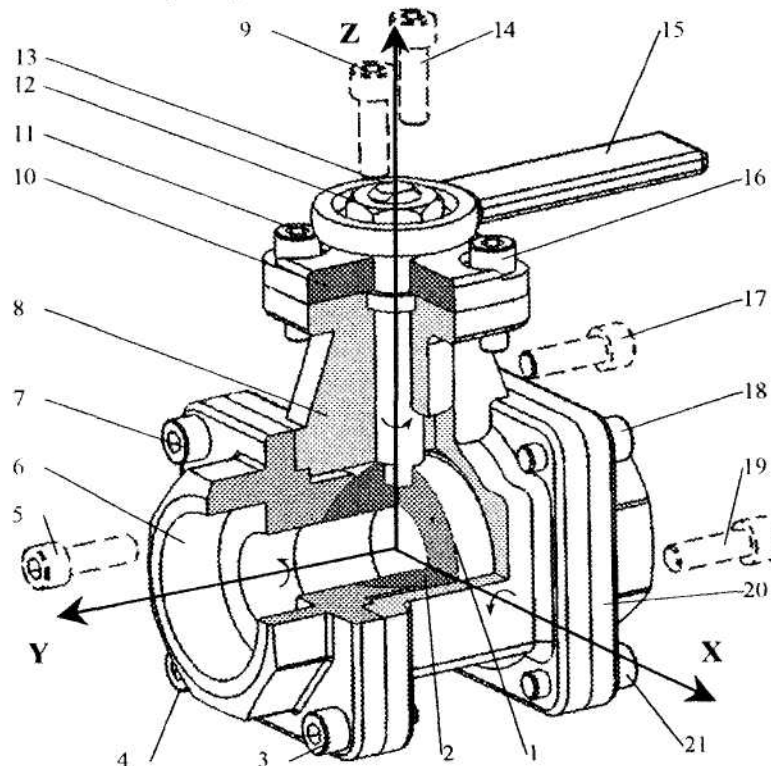


Рис. 1. Кран

Спочатку може скластися враження, що формуючи модель складання у САД 3D конструктор формує саме послідовність її складання. Але така думка є хибною. На рис. 2 – 4 наведені структури представлення інформації у САД, у специфікації і один із варіантів технологічного процесу складання (за умови вибору деталі 8 (Корпус) базовою). Навіть із

загального вигляду видно, що ці структури є принципово різними і це пов'язане не з помилками конструктора або технолога, а з особливостями процесів конструювання виробу і проектування технології його складання.

При конструюванні виробу конструктор намагається згрупувати деталі таким чином, щоб



Рис. 2. Структура складання у CAD 3D

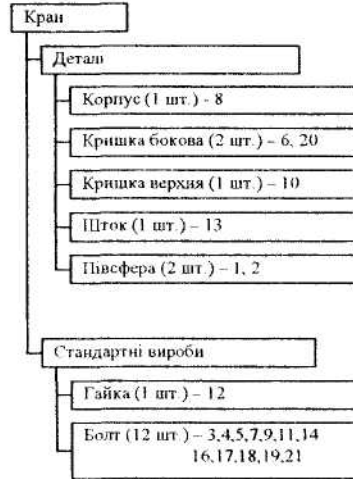


Рис. 3. Структура складання у специфікації

зменшити кількість зв'язків між деталями, групами і підгрупами, підвищити зручність їхнього встановлення. Це слушний підхід, оскільки він дозволяє прискорити процес проектування і зменшити кількість помилок при встановленні зв'язків між деталями.

У специфікації відображається лише кількість і типи деталей, які комплектують складання. У ній зв'язки між деталями не вказуються.

Структура технологічного процесу складання відображає можливий варіант(и) складання виробу, а автоматизоване його проектування [1] вимагає визначення контактних і віддалених обмежень рухливості між усіма деталями складання.

Як видно, структура, яку формує конструктор, має мало спільного із структурою специфікації і ще менше із структурою технологічного процесу складання. Отже, необхідно докласти зусиль для того, щоб виявити усі зв'язки, які існують між деталями у складанні.

Враховуючи великі об'єми інформації, які слід сформувані і обробити, процес виявлення контактних і віддалених обмежень рухливості між деталями, а також вияв-

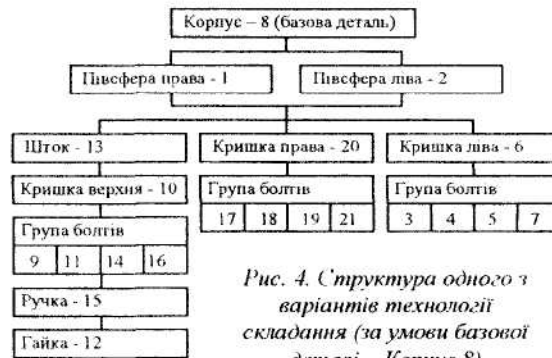


Рис. 4. Структура одного з варіантів технології складання (за умови базової деталі – Корпус 8)

лення з'єднань, які забезпечують нероз'ємність слід проводити у такому порядку:

Етап 1 – руйнування усіх, специфічних для CAD 3D, зв'язків між деталями і вузлами, які сформував конструктор. Зазначимо, що руйнування зв'язків не означає зміну положення деталей.

Етап 2 – формування матриць контактних обмежень рухливості між усіма деталями по всіх координатних напрямках.

Етап 3 – виявлення значущих координатних напрямків і видалення із подальшого розгляду координатних напрямків, які не беруть участі у розкладанні (складанні) виробу.

Етап 4 – виявлення технологічних груп деталей.

Етап 5 – поповнення скоректованих матриць значущих координатних напрямків інформацією про віддалені обмеження рухливості деталей і про з'єднання, які забезпечують нероз'ємність.

Перший етап – руйнування зв'язків, які створив конструктор між деталями, – можна виконати програмним способом, як це вказано у [3]. Другий етап – формування матриць взаємних обмежень рухливості – можна виконати способом, вказаним у [2].

Після виконання цих двох етапів ми зможемо отримати матриці, вказані на рис. 5.

Змістом третього етапу є виявлення значущих координатних напрямків, що є вельми важливим, адже при аналізі складальної одиниці може виникнути значна кількість незалежних систем координат, які слід брати до уваги. Такі системи координат найчастіше пов'язані із локальними системами координат деталей, які входять до складання. Уся множина координатних напрямків D складається з множин значущих координатних напрямків D_{prim} і незначущих координатних напрямків D_{sec} . Ми будемо вважати **значущими координатними напрямками** такі напрямки, вздовж яких здійснюється переміщення деталей при складанні і, відповідно, **незначущими координатними напрямками** ті, які не беруть участь при складанні.

$$D = D_{prim} \cup D_{sec} \tag{1}$$

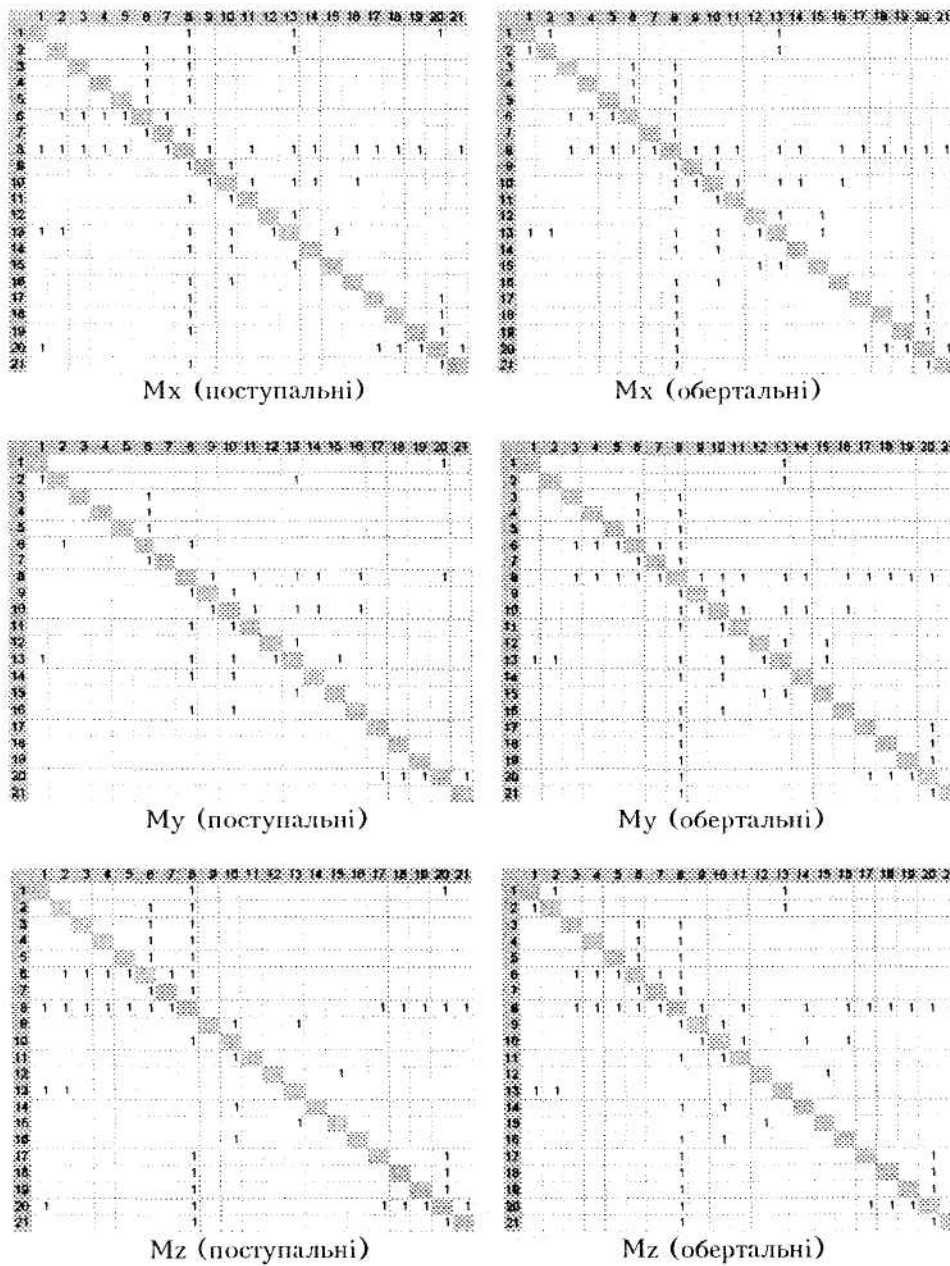


Рис. 5. Матриці контактних обмежень рухливості

Сформулюємо умову визначення значущого координатного напрямку.

Умова 1. Якщо матриця контактних обмежень рухливості деталей складальної одиниці не є симетричною відносно своєї головної діагоналі, то напрямок, який вона представляє є значущим.

$$\forall d \in D_{prim} \exists a_i \in A \exists a_j \in A (m_{i,j}^d \neq m_{j,i}^d) \quad (2)$$

Примітка. Обертальні рухи, які виконуються при отриманні різьбових з'єднань вважаються поступальними вздовж осі різьби.

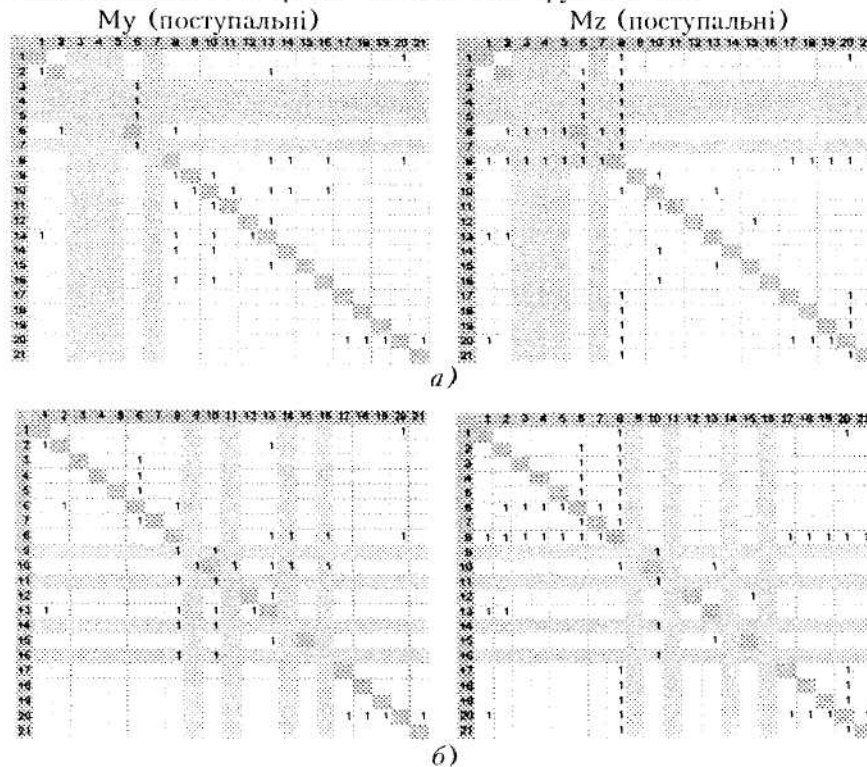
Умові 1 відповідають тільки дві матриці лінійних обмежень вздовж осей Y і Z. Зазначимо, що ми аналізували обертання лише навколо головної системи координат, яка зв'язана із центром півсфер 1 і 2. Реально слід аналізувати і локальні системи координат і, у випадку, якщо відповідні матриці виявляться несиметричними – брати їх також до уваги.

Для подальшого аналізу замість шести матриць у нас залишаються лише дві – My і Mz. Ці матриці також містять надмірну інформацію, оскільки певні деталі утворюють **технологічні групи**, які мають однакові зв'язки з усіма іншими деталями, і у технологічному процесі складання можуть встановлюватись послідовно, паралельно або послідовно-паралельно. Задача виявлення таких технологічних груп складає зміст четвертого етапу. Зазначимо, що до технологічних груп відносяться, в першу чергу, групи стандартних кріпильних деталей. Для автоматизованого виявлення таких груп сформулюємо умову.

Умова 2. Якщо у матрицях контактних обмежень рухливості деталей значущих координатних напрямків для двох або більше деталей попарно співпадають між собою відповідні стовпці і відповідні рядки, то такі деталі утворюють технологічну групу і у всіх матрицях можуть бути замінені однією деталлю із додатковою вказівкою кількості таких деталей.

$$\forall d \in D_{prim} \forall a_i \in A \forall j \in N \exists k ((m_{i,j}^d = m_{k,j}^d) \wedge (m_{j,i}^d = m_{j,k}^d)) : (a_i \wedge a_k) \in G_i \quad (3)$$

На рис. 6 наведено виявлення трьох технологічних груп деталей.



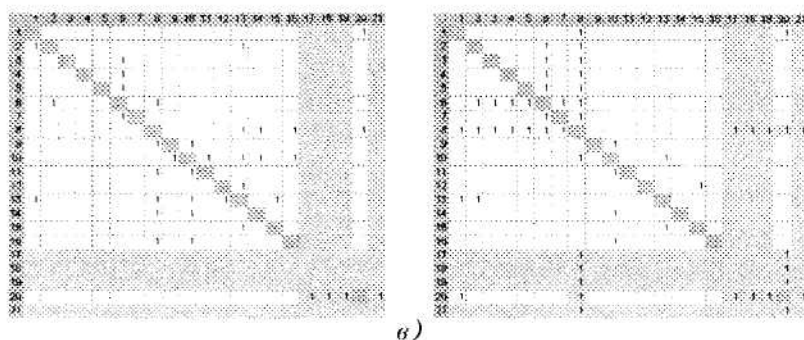


Рис. 6. Виявлення технологічних груп деталей:
 а – болтів 3,4,5,7; б – болтів 9,11,14,16; в – болтів 17,18,19,21

З наведених рисунків видно, що виділені три технологічні групи мають повністю ідентичні стовпці і повністю ідентичні рядки. Тому, звісно, у матрицях відбувається дублювання інформації, якого можна позбавитися.

Пропонується це зробити таким чином – перед виявленням технологічних груп деталей на головній діагоналі матриць значущих координатних напрямків проставити „1”, що відновитиме кількості деталей (4) а після виявлення чергової деталі, яка потрапляє у певну технологічну групу збільшувати значення на „1” з видученням стовпчика і рядка тієї деталі, яка потрапила до технологічної групи (5).

$$m_{i,i} = 1 \tag{4}$$

$$m_{i,j} = m_{i,j} + 1 \tag{5}$$

Таким чином, будуть сформовані матриці, у яких технологічна група буде позначатися найменшим номером деталі, яка входить до такої групи, а число на головній діагоналі буде вказувати на кількість деталей у технологічній групі. Перетворені матриці будуть мати такий вид (рис. 7).

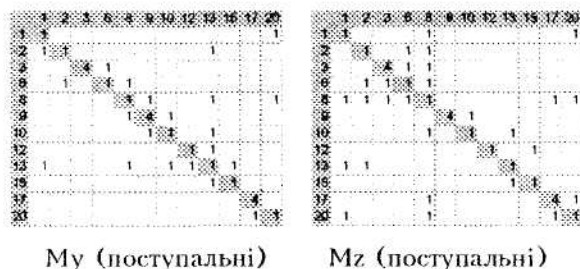


Рис. 7. Матриці контактних обмежень рухливості з виділеними технологічними групами

Порівнюючи шість початкових матриць розміром 21x21 (рис. 5) із двома кінцевими матрицями розміром 12x12 (рис. 7) можна зробити висновок про суттєве (у наведеному прикладі у 9,2 рази) скорочення інформації для подальшого аналізу, яке не впливає на формування технологічної послідовності складання.

На п'ятому етапі доповнимо матриці інформацією про віддалені обмеження рухливості та про з'єднання, які забезпечують нероз'ємність. Результат такого доповнення представлений на рис. 8.

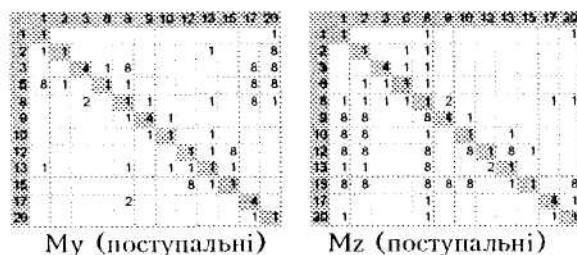


Рис. 8. Повні матриці обмежень рухливості деталей по значущих координатних напрямках

Застосовуючи алгоритм [1], отримуємо таку послідовність розкладання виробу:

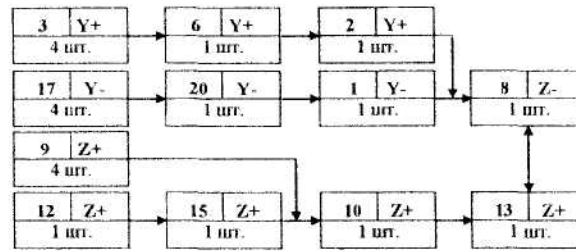


Рис. 9. Послідовність розкладання виробу

Висновки

Проведений аналіз особливостей формування зв'язків між деталями у складальній одиниці при конструюванні і при проектуванні технологічного процесу складання.

Запропонована поетапна послідовність формування матриць обмежень рухливості деталей у складальній одиниці, яка дозволяє суттєво (на порядки) скоротити об'єм інформації для подальшого аналізу.

Сформульована умови, які дозволяють визначити значущі координатні напрямки і технологічні групи деталей у складальній одиниці.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Давыгора В. Н., Пасечник В. А. Теория формализованного синтеза исходного множества альтернатив доминирующих порядков последовательно параллельной сборки // Вестник НТУУ „КПИ”.- Машиностроение.- № 39.- К.: 2000.- С.55-77.
2. Давыгора В. М., Пасечник В. А., Сімута Р. Р. Спосіб визначення взаємних обмежень рухливості деталей у складальній одиниці // Вісник ТУ Поділля.- Технічні науки (Ч. 2).- Хмельницький.- 2000, №3.- С.157-161.
3. Сімута Р. Р., Пасечник В. А. Використання технології взаємодії між програмами у САПР технологічних процесів складання // Вісник ТУ Поділля.- Технічні науки.- Хмельницький.- 2001, №5.- С.147-152.

ПАСІЧНИК Віталій Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології машинобудування Національного технічного університету України „Київський політехнічний інститут”.

Наукові інтереси:

– автоматизоване проектування технологічних процесів складання, автоматизації і роботизації складальних робіт.

Тел. (8-044)-441-17-55.

E-mail: pasichnyk@ukr.net

СІМУТА Роман Русланович – аспірант кафедри технології машинобудування Національного технічного університету України „Київський політехнічний інститут”.

Наукові інтереси:

– системи автоматизованого проектування ТПС та їх інтеграція з 3D CAD.

Тел. (8-044)-441-17-55.

E-mail: simuta_rom@ukr.net