**УДК 621.01**

**Стрілець В. М., к.т.н., доцент, Гнатюк Д. Ю., студент 4 курсу МЕФ, Федорук В. А., інженер** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

# ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМИ «SOLIDWORKS» ПРИ МОДЕЛЮВАННІ МУФТ ПРИВОДІВ

**Описана методика застосування програми «SolidWorks» при моделюванні муфт приводів.**
**Ключові слова: муфта, моделювання, програма «SolidWorks».**

**Описана методика применения программы «SolidWorks» при моделировании муфт приводов.**
**Ключевые слова: муфта, моделирование, программа «SolidWorks».**

**Methods of «SolidWorks» system application for drives' clutches modeling are described.**
**Key words: clutch, modeling, «SolidWorks».**

**Постановка проблеми.** Основне призначення муфт є з'єднання валів і передавання обертального моменту. Сучасне машинобудування неможливе без використання муфт. Муфти є відповідальними складальними одиницями, що часто визначають надійність всієї машини. Створення нових муфт вимагає детальної розробки її складових частин. Тому необхідно володіти відомими методами моделювання деталей муфт, щоб розробляти та виготовляти їх і після детального та глибокого аналізу, вибирати раціональні варіанти. Це дозволить досягати великої економії часу і витрат на проектування та виготовлення муфт.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій**. Найбільш широко конструкції відомих муфт, принципи їх роботи та приклади розрахунків описані в [1]. На основі існуючих, розроблені нові зчіпні інерційно-фрикційні муфти [2, 3]. У роботі [4] описане комп'ютерне моделювання з застосуванням програми «SolidWorks».

**Метою роботи** є процес створення моделей нових зчіпних інерційно-фрикційних муфт з застосуванням програми «SolidWorks».

**Реалізація роботи.** В даній роботі розглядається комп'ютерна побудова в системі SolidWorks, [4], трьохмірних моделей на прикладі муфти зчеплення інерційно-фрикційної дискової. Формувати твердотілі моделі в системі SolidWorks можна в двох типах документів: Деталь (*.SLDPRT) і Зборка (*.SLDASM). У відмінності від графічних документів – креслень, обоє типи трьохмірних документів рівноцінні між собою, серед них немає головних або

допоміжних. Документ „Деталь” призначений для створення за допомогою формоутворюючих операцій і зберігання моделі цілісного об’єкта – простого виробу, окремої деталі, або, на прикладі підшипника кочення, який складається з декількох деталей, подати трьохмірну модель, як єдину деталь, яку зручно використати в складальній одиниці. У документі „Зборка” збираються в єдину складальну одиницю змодельовані та збережені раніше деталі, які з початку розміщають у просторі, сполучають разом і фіксують. Частина формоутворюючих операцій, які є у деталі, присутні і в зборці. Це операції вирізів, формування перетинів, масивів і створення отворів, а також всі операції по створенню допоміжної геометрії. Також в системі SolidWorks реалізовано підхід багатотілого моделювання, яке дозволяє створювати моделі „з різних сторін”.

Муфта зчеплення інерційно-фрикційна дискова [2] (рис. 1) складається з лівого 1 і правого 2 ведучих натискних дисків, з’єднаних з циліндричними поверхнями 3 та 4 відповідно лівого 5 та правого 6 корпусів співвісно закріплених на маховику 7, за допомогою несамогальмівних різьб правої 8 та лівої 9, витки яких направлені в протилежну сторону обертання ведучого вала 10 з закріпленим на ньому маховиком 7 та веденого диска 11, встановленого на веденому валу 12 за допомогою шліцьового з’єднання 13 і підпружиненого рівносильними тарілчастими пружинами 14 і 15 з обох сторін. Ведений диск 11 підпружинений на веденому валу 12 рівносильними пружинами 16 і 17 з обох сторін, що дозволяє при вмиканні муфти компенсувати нерівномірність спрацювання фрикційних накладок 18 і 19 на веденому диску 11. Муфта зчеплення інерційно-фрикційна дискова закрита кожухом 20, закріпленим на корпусі 21.

Муфта зчеплення інерційно-фрикційна клинчаста [3] (рис. 2) складається з лівого 1 і правого 2 ведучих натискних дисків з клинчастими виступами і западинами, з’єднаних з циліндричними поверхнями 3 та 4 відповідно лівого 5 та правого 6 корпусів співвісно закріплених на маховику 7.

Диски 1 і 2 з’єднані з циліндричними поверхнями 3 і 4 за допомогою несамогальмівних різьб правої 8 та лівої 9, витки яких направлені в протилежну сторону обертання ведучого вала 10 з закріпленим на ньому маховиком 7. Ведений диск 11 з западинами і виступами, встановлений на веденому валу 12 за допомогою шліцьового з’єднання 13 і підпружинений рівносильними тарілчастими пружинами 14 і 15 з обох сторін. Ведений диск 11 підпружинений на веденому валу 12 рівносильними пружинами 16 і 17 з обох сторін, що дозволяє при вмиканні муфти компенсувати нерівномірність спрацювання фрикційних накладок 18 і 19 на клинчастих поверхнях веденого диска 11.

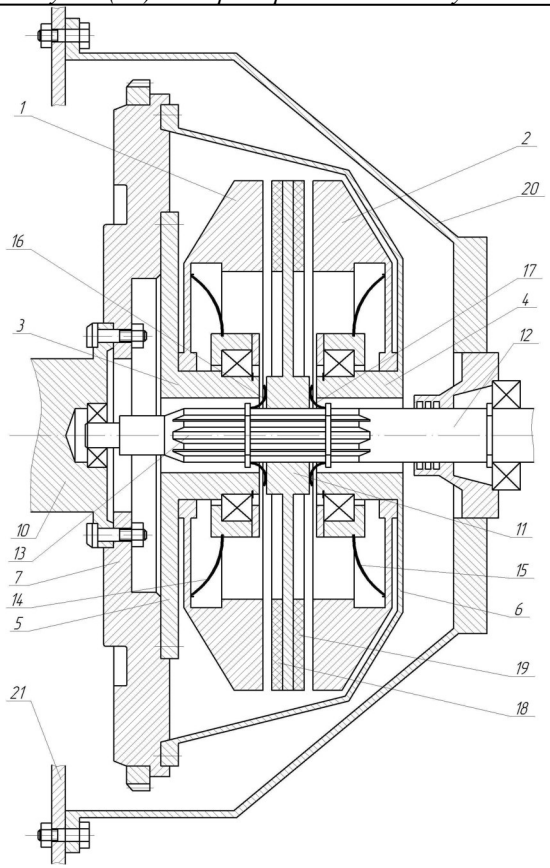


Рис. 1. Муфта зчеплення інерційно-фрикційна дискова

Муфта зчеплення інерційно-фрикційна дискова закрита кожухом 20, закріпленим на корпусі 21.

Виконання побудови трьохмірної моделі муфти зчеплення покажемо на прикладі схеми на рис. 1. Вибраний спосіб побудови – знизу вверх, тобто з початку створюються по черзі всі моделі деталей, які входять до складу муфти (рис. 3), після чого збирають їх у зборку (рис. 4). Перед початком роботи створюється окрема папка, в якій зберігаються моделі деталей і сам файл зборки.

Розробка трьохмірних моделей – це творчий процес, в якому одну і ту ж модель можна побудувати різними способами та в іншому порядку, використовуючи різні можливості програми SolidWorks. Починаємо зі створення моделі веденого вала, але це необов’язково.

Побудувати ведений вал можна кількома способами. Спочатку, наприклад, створити заготовку, використовуючи операцію обертання поздовжнього перетину навколо осі вала чи витисканням поперечного перетину. Далі необхідні ступені можуть бути утворені операцією вирізання. Даний спосіб подібний до реального технологічного процесу виготовлення вала. Проте більш легким в побудові є використання операції обертання до поперечного перерізу східчастого вала, який ми можемо взяти з готового креслення деталі.

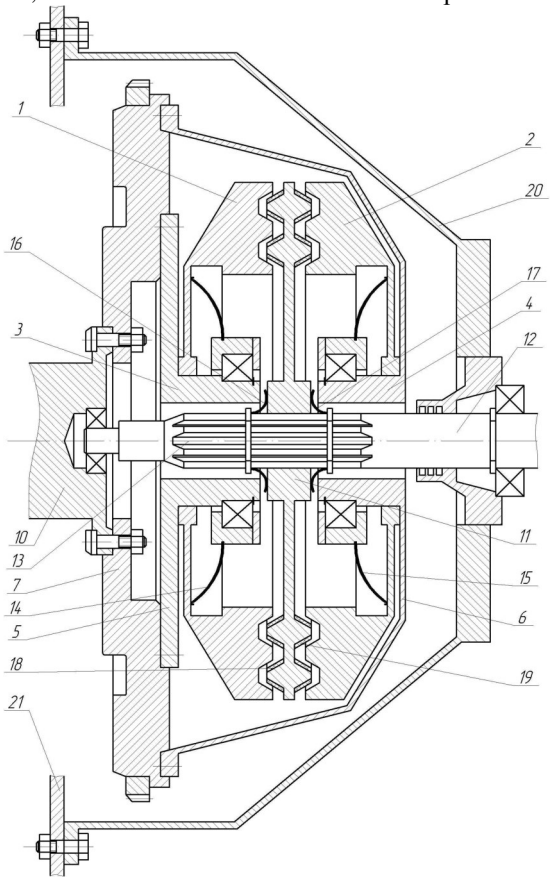


Рис. 2. Муфта зчеплення інерційно-фрикційна клинчаста

В такому випадку додаткових операцій більше не потрібно. Недоліком цього способу є ускладнення можливості редагування розмірів окремих частин вала. Так, якщо виникне необхідність подовжити одну зі сходинок, чи змінити

її діаметр, потрібно перебудувати весь ескіз поперечного перетину. А коли деталь уже знаходиться у зборці, така маніпуляція може пошкодити існуючі прив'язки, через втрату площини сполучення. Крім того, вал, який потрібно побудувати у нашому прикладі має ділянку поперечного перетину з шліцами, яку операцією обертання створити неможливо. Тому доцільним є застосування ще одного способу побудови – витискання кожної сходинки вала окремо. Таким чином, для зміни діаметра вала достатньо буде просто змінити діаметр кола в ескізі, а для зміни довжини сходинки – внести необхідну величину в графу «На відстань», виконавши команду контекстного меню – «Редагувати операцію витискання». На інші ділянки вала описані дії не вплинуть. Отже, використовуючи наведені способи побудови, або комбінуючи їх, можна легко отримати попередній вигляд моделі вала. Більшість валів, що використовуються в машинобудуванні можуть містити на собі такі конструктивні елементи, як різьби, шпонкові пази, отвори і т.д. Так само, щоб утворити їх на моделі, використовуються вже відомі нам операції вирізання та команди допоміжної геометрії.

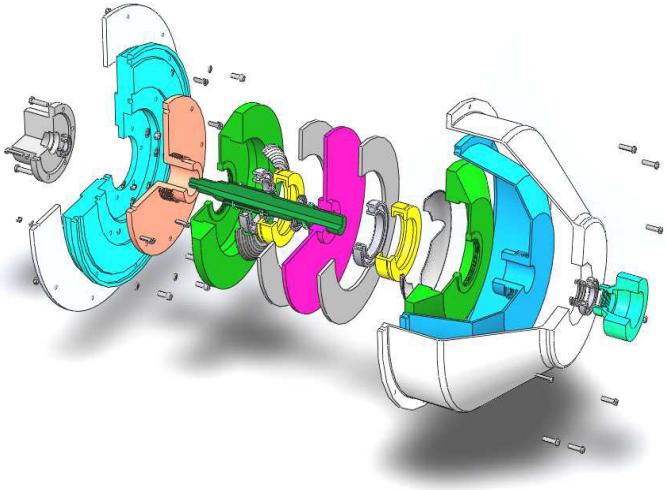

Рис. 3. Модель муфти зчеплення інерційно-фрикційної дискової у розібраному вигляді

За допомогою аналогічних операцій моделюємо ведучі натискні диски, маховик, ведений диск та інші деталі. Підшипники кочення, шпонки, шпильки, болти, гайки, шайби також можна змоделювати, проте для зручності новіші версії програми SolidWorks мають спеціалізовані бібліотеки стандартних виробів звідки можна вибрати більшість необхідних у проектуванні деталей, що занесені до стандартів. Слід зазначити, що у програмі також передбачено

створення бібліотек самим користувачем, тобто якщо якась із створених деталей планується використовуватись і в подальшому, то для зручності отримання доступу її можна помістити у спеціально створену бібліотеку і навіть присвоїти їй деякі можливості параметризації, використовуючи вбудовані в SolidWorks підпрограми.

Створивши усі необхідні для збирання деталі, можемо виконати модель зборки загальної частини муфти, показану на рис. 4. Для цього створюємо окремий файл зборки, куди вставляємо вже готові деталі. Збираючи муфту, необхідно керуватись тими ж міркуваннями, якими б керувався на виробництві інженер, що мав би справу зі збиранням уже реально

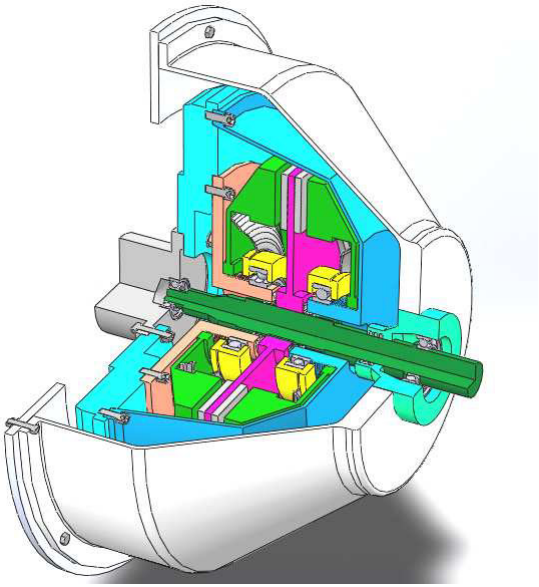

Рис. 4. Модель муфти зчеплення інерційно-фрикційної дискової у зібраному вигляді

виготовлених виробів. Отже, у нашому випадку спочатку потрібно на ведучий вал напресувати підшипник, далі до нього болтами приєднати маховик та циліндричну поверхню з нарізаною несамогальмівною різзю, нагвинтити ведучий натискний диск і т.д.

Розробка моделі муфти зчеплення інерційно-фрикційної клинчастої абсолютно подібна до описаної муфти зчеплення інерційно-фрикційної дискової і відрізняється лише моделями дисків (рис. 5).

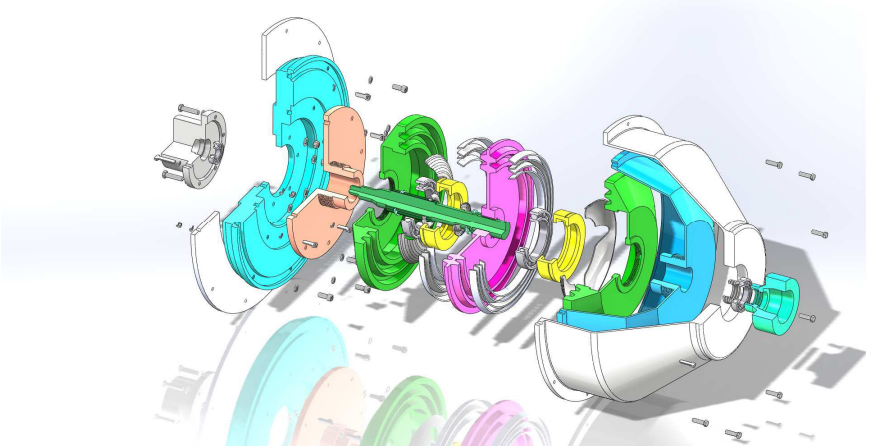

Рис. 5. Модель муфти зчеплення інерційно-фрикційної клинчастої у розібраному вигляді

Збирання моделі муфти зчеплення інерційно-фрикційної клинчастої виконується у такій же послідовності, як і описаної моделі муфти зчеплення інерційно-фрикційної дискової (рис. 6).

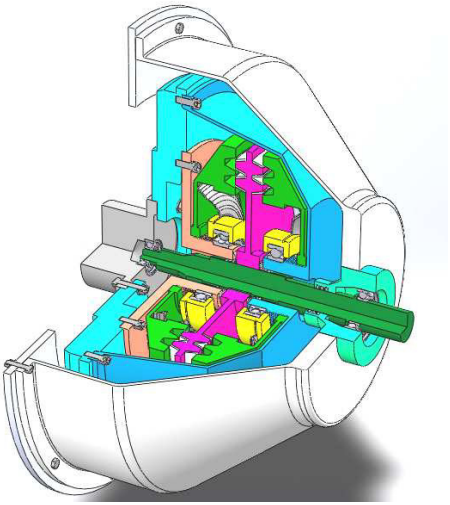

Рис. 6. Модель муфти зчеплення інерційно-фрикційної клинчастої у зібраному вигляді

При комп'ютерному моделюванні процесу збирання, технологічні операції заміняються  командами сполучення. Правильно сполучивши між собою

деталі, ми отримаємо модель муфти зчеплення, візуально аналогічну реальній. При цьому вона матиме змогу відображати функції, рухи ланок та обмеження цих рухів. Важливо пам'ятати, що у процесі збирання потрібно використовувати тільки найнеобхідніші сполучення, які не заміняють одне одного, і контролювати їх сумісність.

Так, при утворенні, наприклад, з'єднання вал-підшипник, достатньо зв'язати ці дві деталі сполученням їх співвісності та приляганням торцевих поверхонь внутрішнього кільця та бортика вала. Додаткові сполучення як, наприклад, прилягання контактуючих поверхонь вала та отвору під вал підшипника, є зайвими, і можуть бути використані хіба що для перевірки точності побудови моделі. Зловживання сполученнями може призвести до обмеження рухомості ланок, а якщо на якомусь етапі моделювання виникне необхідність розібрати з'єднання, нагромадження дерева побудови непотрібними сполученнями ускладнить це завдання.

Отже, правильно накладаючи на з'єднання деталей відповідні сполучення (прилягання, паралельність, співвісність тощо), отримуємо якісну модель нашої муфти.

**Висновки**. Використання комп'ютерного моделювання при проектуванні зчіпних інерційно-фрикційних муфт з застосуванням програми «SolidWorks», дозволяє зробити наступні висновки:

- на початковій стадії проектування отримати візуальне уявлення про муфти, оглянути їх з любої точки;
- підвищити точність, досягати великої економії часу і витрат на проектування муфт;
- легко редагувати трьохмірні моделі муфт, тобто вносити необхідні зміни;
- отримати велике число можливих варіантів проектних рішень для муфт і на основі глибокого аналізу вибрати найкращий.

**1.** Малащенко В. О. Муфти приводів. Конструкції та приклади розрахунків: Навчальний посібник / В. О. Малащенко. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2006. – 196 с. **2.** Пат. 69505 Україна, МПК F 16 D 13/00. Муфта зчеплення інерційно-фрикційна дискова / Малащенко В. О., Федорук В. А., Стрілець В. М., Гнатюк Д. Ю.; заявник і власник патенту Національний університет водного господарства та природокористування. – u №201113912; заявл. 26.11.11; опубл. 25.04.12, Бюл. № 8, 2012 р. **3.** Пат. 70787 Україна, МПК F 16 D 13/00. Муфта зчеплення інерційно-фрикційна клинчаста / Малащенко В. О., Федорук В. А., Стрілець В. М., Стрілець О. Р., Гнатюк Д. Ю.; заявник і власник патенту Національний університет водного господарства та природокористування. – u № 201114476; заявл. 07.12.11; опубл. 25.06.12, Бюл. № 12, 2012 р. **4.** Дудаева Н., Загайко С. Самоучитель SolidWorks 2010 / Н. Дудаев, С. Загайко. – Санкт-Петербург : BHV-СПб, 2011. – 416 с.

Рецензент: д.т.н., доцент Науменко Ю. В. (НУВГП)