

В статті наводяться основні методичні рекомендації до тривимірного геометричного моделювання напрямного апарата проміжного ступеня відцентрового насоса з використанням сучасних інженерних САПР. Для дослідження обране конструктивне виконання напрямного апарату з безперервною перевідною ділянкою

Ключові слова: напрямний апарат, тривимірна модель, системний аналіз

В статье рассматриваются основные методические рекомендации к трехмерному геометрическому моделированию направляющего аппарата промежуточной ступени центробежного насоса с использованием современных инженерных САПР. Для исследования выбрано конструктивное исполнение направляющего аппарата с непрерывным участком

Ключевые слова: направляющий аппарат, трехмерная модель, системный анализ

КОМП'ЮТЕРНЕ ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАПРЯМНИХ АПАРАТІВ З БЕЗПЕРЕРВНОЮ ПЕРЕВІДНОЮ ДІЛЯНКОЮ

А. В. Марченко

Кандидат технічних наук, старший викладач
Кафедра комп'ютерних наук, секція інформаційних
технологій проектування
Сумський державний університет
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, Україна, 40007
E-mail: nenja_av@opm.sumdu.edu.ua

1. Вступ

Блочно – модульний принцип (БМП) побудови моделей відзначається тим, що є найбільш економічним та швидким, та дозволяє працювати з окремими блоками моделі виробу, комбінуючи з них різні конструктивні виконання. Впровадження даного принципу в галузь насособудування дозволяє формувати конструктивну схему насосу та його вузлів як сукупність окремих елементів, які в свою чергу складаються з компонентів нижчого порядку.

Одночасно, все більше уваги приділяється чисельному дослідженню при проектуванні проточних частин насосів.

Дослідження робочого процесу гідравлічних машин на стадії конструкторського проектування дозволяє виявити «слабкі» характеристики робочих органів проточної частини та значно звузити обсяги затратного фізичного експерименту.

Об'єктами чисельного дослідження є твердотільні моделі каналів робочих органів проточної частини, одним з яких є напрямний апарат. Наразі відсутні чіткі рекомендації щодо побудови тривимірних моделей як каналів, так і самого напрямного апарату.

2. Постановка задачі

Метою даного дослідження є розроблення методики комп'ютерного геометричного моделювання напрямних апаратів проміжного ступеня багатоступеневих відцентрових насосів в рамках БМП.

Об'єктом дослідження обраний напрямний апарат (НА) проміжного ступеня багатоступеневого відцентрового насоса (ВЦН). Конструктивне виконання – напрямний апарат з безперервними перевідними ка-

налами (має найбільш складну конструктивну геометричну форму).

Предметом дослідження є тривимірна геометрична модель НА.

Методами дослідження обрані системний аналіз та геометричне комп'ютерне моделювання сучасними інженерними САД- додатками.

3. Системний аналіз напрямних апаратів

Системний аналіз НА полягає в аналізі окремих конструктивних виконань апаратів та відповідних пристроїв та виділення блоків, які розглядаються як окремі самостійні складові, виявлення ролі кожного у функціонуванні системи в цілому [1].

Результати системного аналізу більш детально наведені у роботі [2]. Доцільним вважаємо звернути увагу лише на основний результат.

В результаті аналізу існуючих конструкцій НА виділяємо блоки (рис. 1), які є складовими всіх НА – спіральний блок та блок дифузору. Виділені блоки обмежені суцільною лінією на схемі та можуть різнитися за конструктивними виконаннями, але є присутніми у всіх типах НА [3, 4, 5].

Блоки перевідного та зворотних каналів НА проміжного ступеня відокремлені штрих-пунктирною лінією в блок і є характерними лише для досліджуваного типу НА. При дослідженні інших конструктивних виконань відповідних пристроїв ВЦН блоки перевідного та зворотного каналів можуть бути замінені на, так звані, підвідні канали (другий блок, позначений штрих-пунктирною лінією на схемі). Функціональне призначення підвідних каналів полягає у підведенні робочого середовища або до напірного патрубку насоса або до наступного ступеня багатоступеневого ВЦН.

4. Методика побудови тривимірної моделі напрямних апаратів

Результати системного аналізу дозволили визначити послідовність блочного тривимірного моделювання НА. В рамках даної роботи наведемо лише загальні рекомендації до етапів геометричного моделювання блоків НА з безперервною перевідною ділянкою.

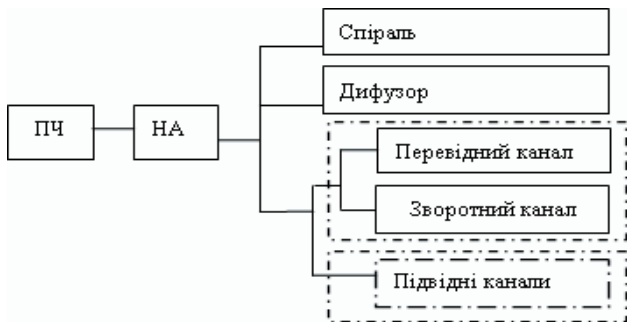


Рис. 1. Узагальнена схема системного аналізу напрямного апарата

В рамках геометричного моделювання робиться акцент на використанні в рамках ескізу взаємозв'язків між геометричними об'єктами, з яких формується 3D-модель блоків НА [6, 7, 8]. Останнє визначає можливість більш гнучкої модернізації та перебудови моделей блоків.

При формуванні 3D-моделей блоків використовуються [9, 10] двовимірні елементи, що формують плоскі ескізи, та тривимірні елементи, що створюють направляючі для формування твердотільних моделей.

Етап 1 – Побудова ескізу НА в плані.

Ескіз апарату в плані (рис. 2) визначає основні геометричні розміри каналів НА і є результатом виконання гідравлічних розрахунків при проектуванні відповідних пристроїв насосів. Ескіз в плані є основою для подальших етапів побудови блоків, оскільки є базою для формування геометричних взаємозв'язків і накладання прив'язок між геометричними об'єктам. Саме зі змін розмірів у ескізі буде починатися перебудова моделі НА за необхідності останньої.

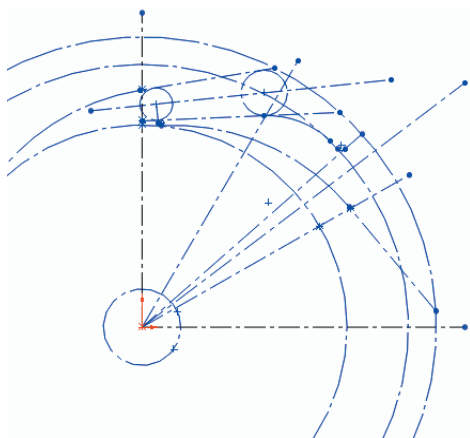


Рис. 2. Ескіз НА в плані

Етап 2 – Побудова спіральної ділянки.

Етап побудови спіральної ділянки включає побудову профілю спіралі та встановлення взаємозв'язків між елементами профілю та відповідними елементами на базовому ескізі (рис. 3а).

Для отримання твердотільної моделі (рис. 3б) необхідно виконати витягування ескізу на ширину НА на вході b3, величина якої встановлюється шляхом проведення геометричних розрахунків при проектуванні НА та зазначається на робочому кресленні деталі.

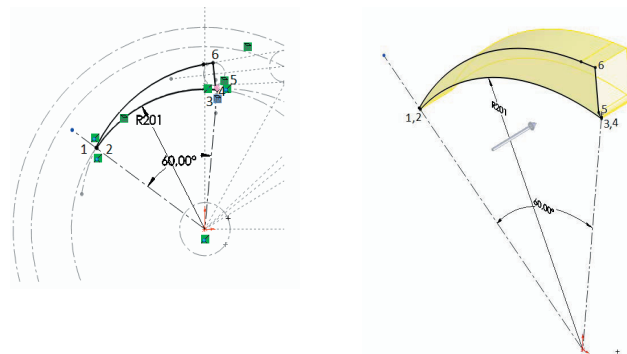


Рис. 3. Спіральна ділянка НА: а) ескіз; б) тривимірна модель спірального блоку

Етап 3 – Побудова ділянки дифузору.

Модель блоку дифузору формується двома основами та направляючими. Останні виконуються прямолінійними для випадку прямовісного дифузорного каналу та криволінійними для випадку криволінійного дифузорного каналу. Модель блоку дифузорного каналу приведена на рис. 4. Розглянемо основні моменти побудови.

Основа 11-10-5-6, яка відповідає входу до дифузору, будувється на поверхні виходу зі спіральної ділянки накладанням взаємозв'язків між сторонами прямокутної основи.

Вхідний перетин має прямокутну форму для переважної більшості конструктивних виконань відповідних пристроїв та напрямних апаратів гідравлічних машин.

Основа 12-7-8-9, яка відповідає виходу з дифузору, необхідно розташовувати на відстані, яка дорівнює довжині дифузору $l_{диф}$. Довжина дифузорного каналу є розрахунковою величиною та зазначається на робочому кресленні НА.

Площина, на якій формується вихідний переріз дифузору, повинна бути ортогональною до середньої лінії дифузорного каналу.

Етап 4 – Побудова зворотних каналів НА.

Для формування зворотного каналу необхідно відокремити модель вміщеної в ньому рідини від лопаток, з якими канал межує. Першим кроком необхідно побудувати перерізи, які формують лопатку зворотного каналу НА – тильну та робочу поверхні. Другим етапом є побудова тривимірних ескізів, що формують профіль лопатки. Перший тривимірний ескіз з'єднує праві нижні точки перерізів, а другий тривимірний ескіз – ліві нижні точки (рис. 5а). Для іншого перерізу також будемо тривимірні ескізи, перший з яких з'єднує верхні праві точки, а другий – верхні ліві точки (рис. 5б).

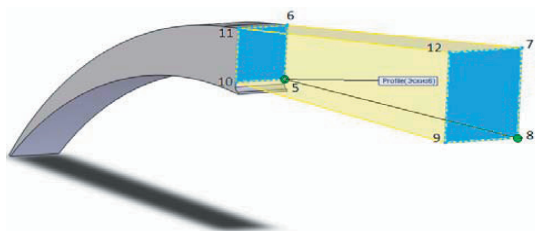


Рис. 4. Модель прямовісного дифузюрного каналу НА

Етап 5 – Побудова перевідного каналу.

Модель безперервного перевідного каналу (рис. 6) визначається групою перерізів та криволінійними направляючими. Розміри та форми перерізів визначаються на робочому кресленні НА та переносяться на площини, що відстоять одна від одної, як правило, на 5 (вісь обертання співпадає з віссю моделі НА та проточної частини). Формування моделі перевідного каналу завершується округленням граней з витримкою головної умови плавності зміни форми перерізів перевідного каналу.

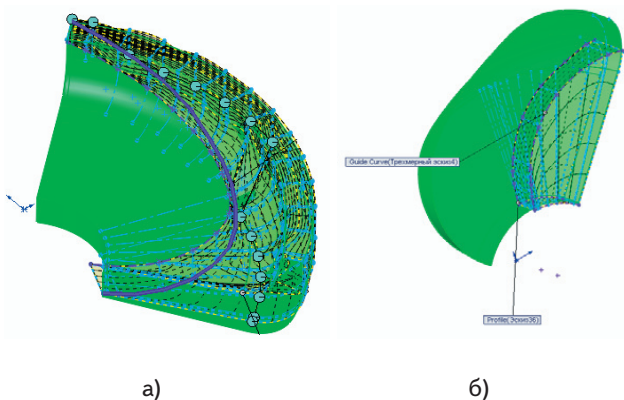


Рис. 5. Формування моделі зворотного каналу: а) відокремлення моделі від першої лопатки; б) відокремлення моделі від другої лопатки

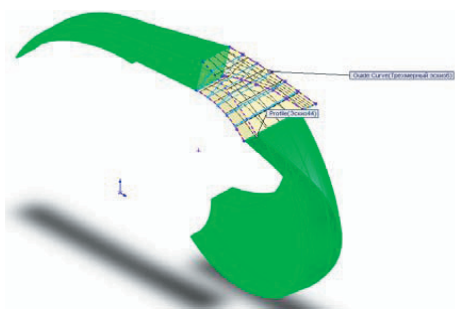


Рис. 6. Модель перевідного каналу

На даному етапі завершується процес побудови моделі каналу НА, яка використовується для чисельних досліджень робочого процесу ВЦН.

Етап 6 – Формування твердотільної моделі НА.

Твердотільна модель НА формується в декілька кроків: обертання меридіанного перерізу НА навколо вісі (рис. 7а); скруглення вихідної кромки зворотної лопатки; виконання кругового масиву навколо вісі НА для визначеної кількості лопатей (рис. 7б); видалення каналів НА з тіла обертання меридіанного перерізу.

Остаточний вигляд моделі НА з безперервною перевідною ділянкою наведений на рис. 8.

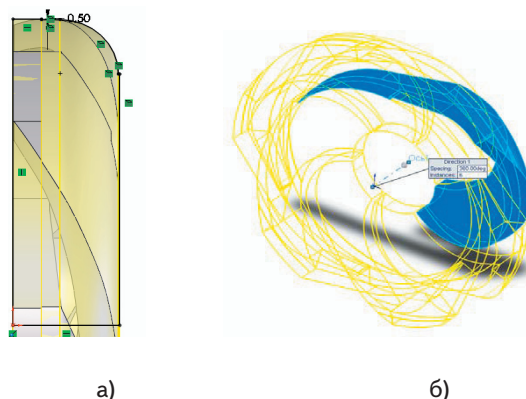


Рис. 7. Формування моделі НА: а) тіло обертання по формі меридіанного перерізу НА; б) формування твердотільної моделі НА

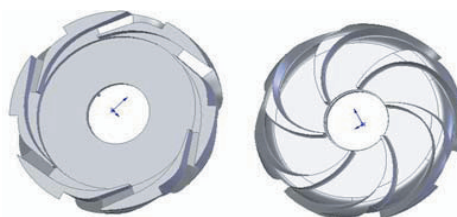


Рис. 8. Тривимірна модель НА (з безперервною перевідною ділянкою) проміжного ступеня багатоступеневого ВЦН

Приведені методичні рекомендації до геометричного моделювання НА з безперервною перевідною ділянкою є основою для розроблення методичних рекомендацій до побудови 3D-моделей НА інших конструктивних виконань та відповідних пристроїв гідравлічних машин. У випадку тривимірного моделювання НА кінцевого ступеня у багатоступеному виконанні ВЦН слід замінити 4 та 5 етапи наведеної послідовності на етап побудови ділянки відведення рідини назовні з насоса до напірного патрубку.

5. Висновки

Запропонована методика побудови тривимірної моделі НА з безперервною перевідною ділянкою:

- враховує особливості робочого процесу у напрямному апараті проміжного ступеня багатоступеневого ВЦН;
- використовує формування взаємозв'язків між геометричними об'єктами в межах ескізів, що у сукупності формують моделі блоків НА;
- дозволяє значно підвищити якість модернізації НА, оскільки спрощує процес редагування форм та розмірів моделей;
- дозволяє підвищити якість та швидкість конструкторського етапу проектування робочих органів лопатевих насосів.

На розроблені методичні рекомендації рекомендуємо використовувати при проектуванні робочих органів ВЦН східної конструкції, зокрема відвідних пристроїв.

Література

1. Антонов, А.В. Системный анализ [Текст] / А. В. Антонов. – М.: Высшая школа. – 2004. – 454 с.
2. Марченко, А.В. Аспекты компьютерного геометричного моделирования направляющих аппаратов багатоступневих відцентрових насосів. Геометричне та комп'ютерне моделювання [Текст] / збірник наукових праць: редкол.: Ю.М. Тормосов (відпов.ред.) та ін.; Харк. держ.університет харчування та торгівлі. – Харків, 2010. – Вип.27. – 165 с.: іл., табл.
3. Малюшенко, В.В. Энергетические насосы: Справочное пособие [Текст] / В. В. Малюшенко, А.К. Михайлов. – М. Энергоиздат, 1981. – 200 с.
4. Михайлов, А. К. Лопастные насосы. Теория, расчет и конструирование [Текст] / А. К. Михайлов, В. В. Малюшенко. – М.: Машиностроение, 1977. – 228 с.
5. Лопастные насосы: Справочник [Текст] / В. А. Зимницкий, А. В. Каплун, А. Н. Папир, В. А. Умов // Под общ. ред. В. А. Зимницкий и В.А. Умова. – Л.: Машиностроение, Ленинградское отд., 1986. – 334 с.
6. Голованов, Н.Н. Геометрической моделирование [Текст] / Н. Н. Голованов. – М.: Издательство Физико-математической литературы. – 2002. – 472 с.
7. Chun Du. Constructive Geometric Modelling with Object-Oriented Methodology [Текст] / Chun Du, Manfred Rosendahl // In 4th Eurographics Workshop on Object Oriented Graphics, Sintra, Portugal, 9. – 11.5.94. – <http://userpages.uni-koblenz.de/~ros/portugal.htm>.
8. John Beltran. Parametric Drawings: Object Relationships with Geometric and Dimensional Constraints [Текст] / John Beltran. – http://aucache.autodesk.com/au2009/sessions/5041/AU09_SpeakerHandout_AU218-1.pdf.
9. Duncan Marsh. Applied Geometry for Computer Graphics and CAD [Текст] / Duncan Marsh // Springer-Verlag London Limited. – 2005. – с. 50.
10. Agoston, Max K. Computer Graphics and Geometric Modeling: Implementation and Algorithms [Текст] / Max K. Agoston // Springer-Verlag London Limited. – 2005. – с.920.

Проведено вибір найбільш вигідної схеми різання та методу орієнтації чашкового інструмента щодо оброблюваного вала. Розроблено конструкцію підшипникового вузла. Підшипниковий вузол дозволяє правильно встановити чашковий різець, надійно його закріпити і забезпечити стабільне обертання. Розроблена конструкція державки для установки і орієнтації підшипникового вузла. Підібрані деталі, що представляють собою нежорсткі вали. Запропоновано методику проведення експериментальних досліджень

Ключові слова: нежорсткий вал, схема різання, орієнтація чашкового різця, конструкція підшипникового вузла

Проведен выбор наиболее выгодной схемы резания и метода ориентации чашечного инструмента относительно обрабатываемого вала. Разработана конструкция подшипникового узла. Подшипниковый узел позволяет правильно установить чашечный резец, надежно его закрепить и обеспечить стабильное вращение. Разработанная конструкция державки для установки и ориентации подшипникового узла. Подобранные детали, представляющие собой нежесткие валы. Предложена методика проведения экспериментальных исследований

Ключевые слова: нежесткий вал, схема резания, ориентация чашечного резца, конструкция подшипникового узла

УДК 621.7.015

ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ЧАШЕЧНЫМИ РЕЗЦАМИ НЕЖЁСТКИХ ВАЛОВ

Л. Д. Мелконов

Кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Процессы обработки
материалов, станки и инструменты»
Восточноукраинский национальный
университет им. В.Даля
кв. Молодежный 20а, г. Луганск,
Украина, 91034
E-mail: melkonov52@mail.ru

1. Введение

В конструкциях машин значительное места занимают валы, соотношение диаметра и длины которых соотносятся как $L/D > 10$. Эти валы именуются нежесткими. Это наименование в полной мере отражает их механические свойства, а именно: в процессе токарной

обработки валы не могут противостоять вибрациям, различного вида колебаний и прогибу от собственного веса.

Вследствие этого необходимо уделять внимание изучению точности обработки, качеству обработанной поверхности, сил и температуры возникающих в зоне резания.