



УДК 621.22

OPTIMIZATION OF THE GEOMETRY OF THE FLOW PART OF THE CENTRIFUGAL MULTISTAGE PUMP**ОПТИМІЗАЦІЯ ГЕОМЕТРІЇ ПРОТОЧНОЇ ЧАСТИНИ ВІДЦЕНТРОВОГО БАГАТУСТУПЕНЕВОГО НАСОСА****Petrenko S.S. / Петренко С.С.***PhD student / аспірант*

ORCID: 0000-0003-1921-3519

Panchenko V.O. / Панченко В.О.*s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-9228-4888

*Sumy State University, Sumy, Rymskogo-Korsakova, 2, 40007**Сумський державний університет, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2, 40007*

Анотація. У статті описана оптимізація геометрії задніх лопатей напрямного апарата багатоступіненового відцентрового насоса для підтримки пластового тиску. Проведено чисельне моделювання проміжної проточної частини для різних варіантів. Знайдено оптимальний варіант геометрії для отримання задовільних характеристик.

Ключові слова: напрямний апарат, насос, лопаті, рідкотільна модель

Вступ.

Історично так склалося, що в Україні зосередилися найбільші академічні, наукові та виробничі ресурси, які спеціалізуються на розробці та виробництві насосного та компресорного обладнання для цих галузей [1]. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» включає в себе забезпечення сталого розвитку нафтового та газового сектору, що опосередковано носить в собі модернізацію обладнання для видобутку нафти та газу [2], зокрема відцентрових секційних насосів для підтримки пластового тиску (ППД) [3].

Конструктивне виконання такого насоса приведено на рисунку 1.

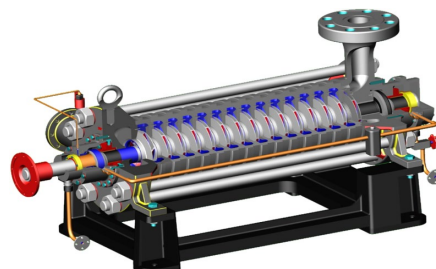
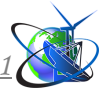


Рисунок 1 – Загальний вид багатоступеневого секційного насоса

Джерело: [1]

Насос складається з кришки всмоктування і нагнітання, в нижній частині якої знаходиться опорні лапи. Величина напору регулюється зміною кількості ступенів (секцій). Кришки з секціями сумісно формують корпус насоса, який стягується шпильками. Підвід рідини до першого ступеня – кільцевий, до наступних рідина потрапляє і відводиться за допомогою напрямних апаратів (НА). Відвід рідини останнього ступеня – комбінований (НА з кільцевим відводом) [4, 5]. Проточна частина відцентрового секційного насоса



складається з робочого колеса (РК), яке надає рідині обертального руху, і корпусу (в нашому випадку НА), що переводить рідину до РК наступного ступеня.

Напрямні апарати використовують для того, щоб: відвести рідину з першого ступеня та підвести до наступних ступенів; перетворити кінетичну енергію потоку рідини, яка виходить з РК, в енергію тиску з мінімальними гідравлічними втратами; забезпечити вісесиметричний потік на виході з НА (та на вході у РК). Конструктивні вимоги до напрямних апаратів наступні: мінімально можливі радіальні та осьові розміри [6]; можливість виготовлення найбільш дешевим та технологічним способом; зручність складання насоса з цим НА. Крім того під час розроблення конструкції напрямних апаратів потрібно враховувати: вид перекачуваної рідини, необхідність компенсації радіальних сил, віброакустичні вимоги до насосу [6].

Найбільшого використання набули напрямні апарати з безперервними каналами [1, 4] і напрямні апарати з переривчастою зоною, які розділяють дифузорні і зворотні канали між собою [7] (рисунок 2).

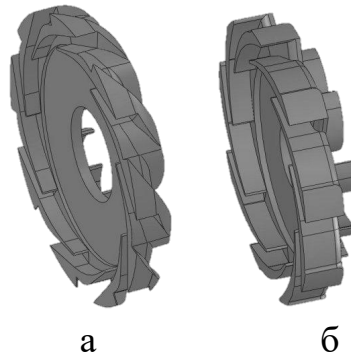


Рисунок 2 – Конструктивне виконання НА безперервного і переривчастого відповідно

Джерело: [7]

Головний недолік безперервного НА полягає у тому, що при зменшенні зовнішнього габаритного розміру (зовнішнього діаметра) площа перевідного каналу зменшується, що призводить до збільшення швидкості і відповідно до збільшення гідравлічних втрат. Відсутність перевідного каналу в переривчастому НА дає змогу зменшити той самий габаритний розмір без значного збільшення гідравлічних втрат.

Основний текст

Мета роботи полягає у дослідженні впливу кільцевого перевідного каналу напрямного апарату з різними типами зворотних лопатей на інтегральні характеристики насоса.

У попередньому дослідженні [8] було проведено модернізацію насоса з параметрами: подача 180 м³/с та напір 1900 м, частота обертів ротора 3000 об/хв.

Проте параметри (напір і ККД) модернізованого ступеня не задовольняють вимогам базового ступеня, тому було вирішено провести оптимізацію геометрії напрямного апарату за методикою описаною в роботі [4, 7].



Базова проточна частина (РК і каналний НА) була розрахована за відомою методикою [4]. Тривимірні рідкотільні моделі спроектовані в графічному редакторі Solidworks (учбова версія).

В якості експериментальної проточної частини в роботі було використано лопатевий кільцевий НА з зворотними лопатевими каналами різних конфігурацій (рисунок 4, 5, 6) для подальшого порівняння результатів з базовою ПЧ насоса. ПЧ розрахована та спроектована за методикою наведеною в працях [1, 4, 7]. РК залишилось базовим.

Лопаті у зворотних каналах експериментальних НА використовувалися циліндричні подовжені однакового перерізу (рисунок 4), циліндричні тілесного профілю (рисунок 6), та профільовані (рисунок 5). Конструкції обиралися з огляду на те щоб забезпечити найменший відрив потоку.

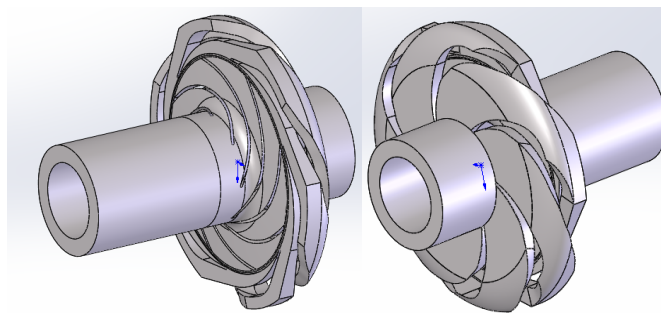


Рисунок 3 – Рідкотільна модель проміжного ступеня ЦНС 180-1900

Джерело: [1]

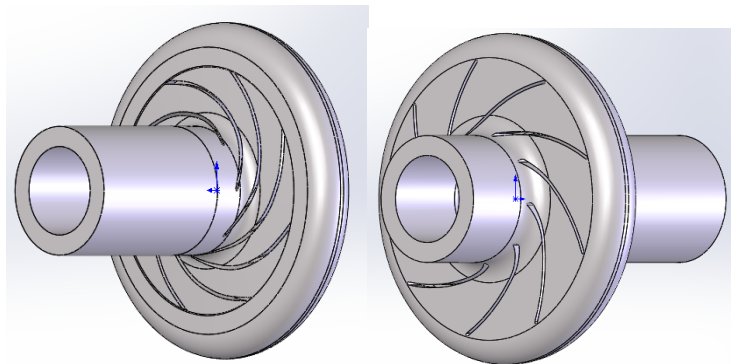


Рисунок 4 – НА з перевідним і зворотним каналами (лопаті тип 1)

Авторська розробка

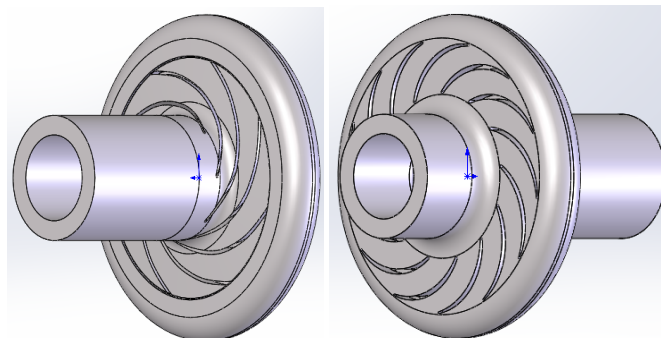


Рисунок 5 – НА з перевідним і зворотним каналами (лопаті тип 2)

Авторська розробка

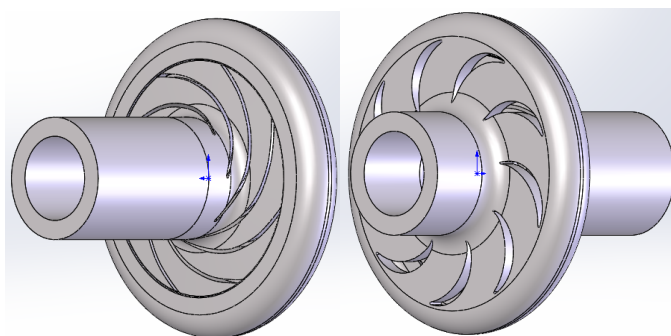


Рисунок 6 – НА з перевідним і зворотним каналами (лопаті тип 3)

Авторська розробка

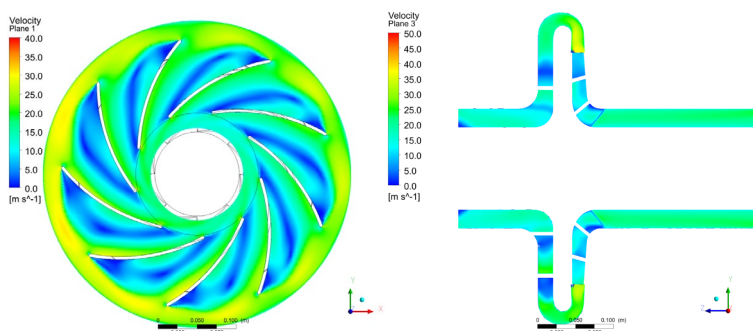


Рисунок 7 – Геометрія НА з лопатями №1

Авторська розробка

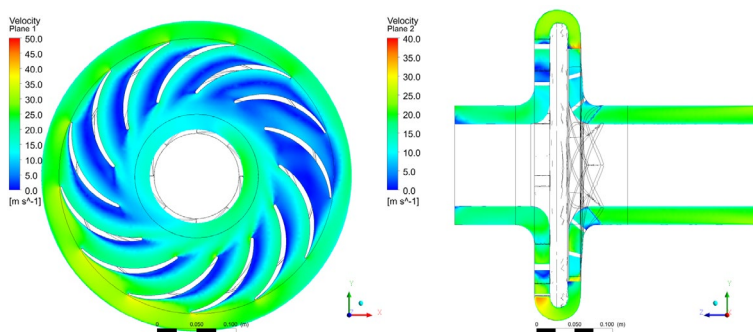


Рисунок 8 – Геометрія НА з лопатями №2

Авторська розробка

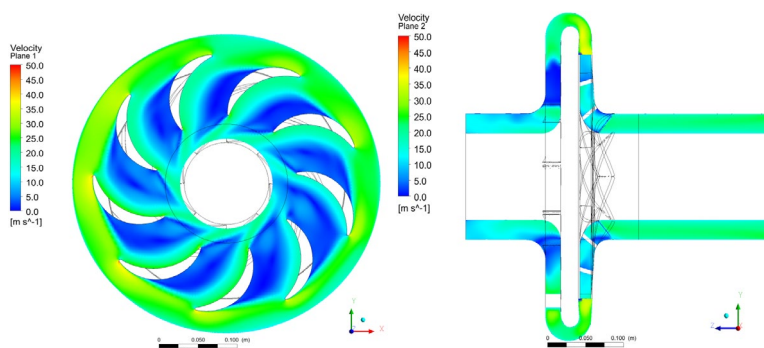


Рисунок 9 – Геометрія НА з лопатями №3

Авторська розробка



Висновки.

Були розглянуті різні види НА із зворотними лопатями. Відрив потоку забезпечити вдалося лише частково (рисунок 8). Серед усіх варіантів найбільший ККД і найменша витрачена потужність отримана у варіанті з лопатями №1 (рисунок 7).

Література:

1. Луговая С.О. Гидродинамические особенности проектирования сменных проточных частей при создании унифицированного ряда центробежных насосов [Текст] : Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук / С.О. Луговая. - Сумы : СумДУ, 2009. - 147 с. – СумДУ
2. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року “Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність” [Електронний ресурс] // Офіційний веб портал парламенту України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-p#Text>
3. Про затвердження Правил розробки нафтових і газових родовищ : Наказ М-ва екології та природ. ресурсів України від 15.03.2017 р. № 118. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0692-17#Text> (дата звернення: 26.07.2022).
4. Ржебаева, Н.К. Расчет и конструирование центробежных насосов [Текст] : учеб. пос. / Н.К. Ржебаева, Э.Е. Ржебаев. - Сумы : СумГУ, 2009. - 220 с.
5. Gülich, J. F. (2010). Centrifugal pumps (second edition). Centrifugal Pumps (Second Edition), 1–964. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-12824-0>
6. Расчёт и проектирование отводящих устройств центробежных насосов: Учеб. пособие / Козлов С.Н., Петров А.И. – Ч. 2. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. – 44 с.: ил.;
7. Олыштынский П. Л. Учет особенностей рабочего процесса направляющего аппарата для повышения технического уровня центробежного насоса [Текст] : диссертация на соискание научной степени канд. техн. наук / Олыштынский П. Л. ; науч. рук. И.Б. Твердохлеб. - Сумы : СумГУ, 2016. - 166 с.
8. Куліков О. А., Петренко С. С., Джафаров Т. В., Безсмертний О. С., Ратушний О. В. (2021). Модернізація проміжного ступеня насосу ЦНС 180/1900.

Abstract. The article describes the optimization of the geometry of the rear blades of the guide apparatus of a multi-stage centrifugal pump for maintaining formation pressure. As an experimental flow part in the work, a vane-ring guide apparatus with return vane channels of various configurations was used for further comparison of the results with the basic flow part of the pump. Numerical modeling of the intermediate flow part for various options was carried out. Integral characteristics of flow parts with return channels of different configurations were obtained. The optimal variant of the geometry for obtaining satisfactory characteristics was found.

Key words: guide apparatus, pump, blades, liquid model.

Стаття відправлена: 30.08.2022 р.
© Петренко С.С., Панченко В.О.