

**О. І. Котенко, к.т.н., доцент,
В. Ю. Кондусь, аспірант,
Ю. О. Матвієнко, студент**

Сумський державний університет

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВІЛЬНОВИХРОВОГО НАСОСА ШЛЯХОМ ЗМІНИ КОНСТРУКЦІЇ ЙОГО ПРОТОЧНОЇ ЧАСТИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ ЧИСЕЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Основним чинником, який найбільше впливає на активізацію економічної діяльності підприємства-виробника є собівартість його продукції.

Україна впевнено взяло курс на зниження споживаної промисловістю енергії. Так, зокрема, відповідно з Директивою Євросоюзу з енергоефективності зниження загального енергоспоживання до 2020 року повинно скласти 20%. При цьому зниження енергоспоживання насосним обладнанням передбачається на рівні 40%.

У вільновихрових насосах СВН (рис. 1) робочим органом є робоче колесо з радіальними або нахиленими лопатями, яке обертається в циліндричній розточці задньої стінки корпусу. На відміну від традиційних відцентрових насосів у вільновихровому насосі тільки 15 – 20% рідини проходить у міжлопатеких каналах, тоді як основний потік проходить через вільну камеру без взаємодії з лопатями.

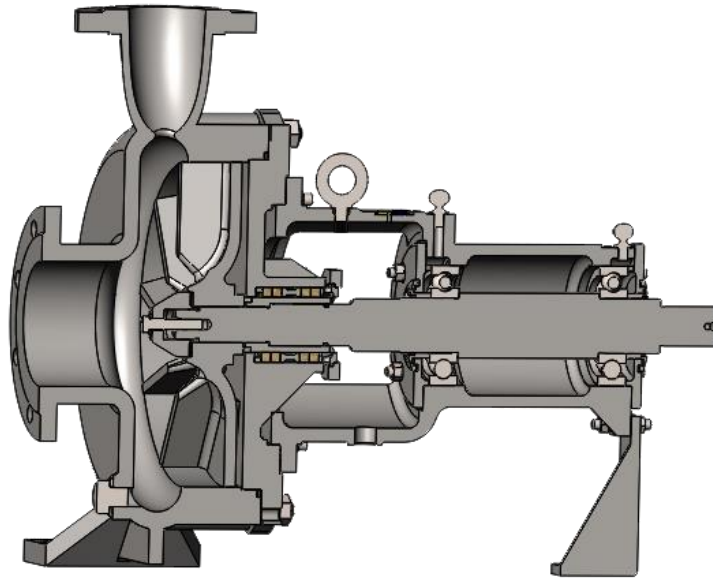


Рисунок 1 – Конструкція вільновихрового насоса СВН

Для підвищення енергоефективності насоса в цілому, нами запропоновано замінити діюче робоче колесо з прямими лопатями (рис. 2, а) на робоче колесо, що має профільовані циліндричні лопаті (рис. 2, б). Окрім того їх кількість запропоновано знизити з 10 до 6, і виконувати лопаті без підрізки на вході в робоче колесо. Необхідні кавітаційні характеристики будуть забезпечуватися за допомогою доволі широких міжлопатеких каналів поблизу входу в робоче колесо, що було отримано за допомогою вищенаведених прийомів.

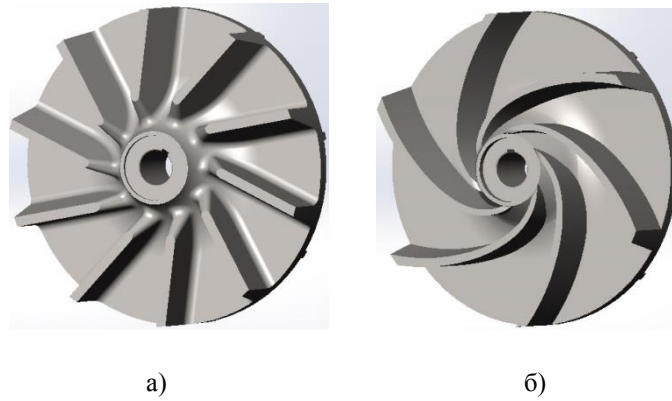


Рисунок 2 – Конструкція робочих коліс насосів вільновихрових насосів СВН:
а – діюча; б – запропонована

Для зниження інвестиційних витрат на проектування, а також тривалості періоду часу, необхідного для цього, запропоновано використати метод чисельного дослідження. При цьому тривимірні моделі елементів насоса, а також моделі його проточної частини виконано за допомогою програмного забезпечення Solidworks.

Розрахункові сітки побудовані з використанням програмного пакету Icem CFD. Чисельне дослідження виконано шляхом використання програмного забезпечення Ansys CFX.

Розподіл швидкості на вході в робоче колесо для насоса з діючим робочим колесом показаний на рисунку 3, а, а для насоса з запропонованим робочим колесом – на рисунку 3, б.

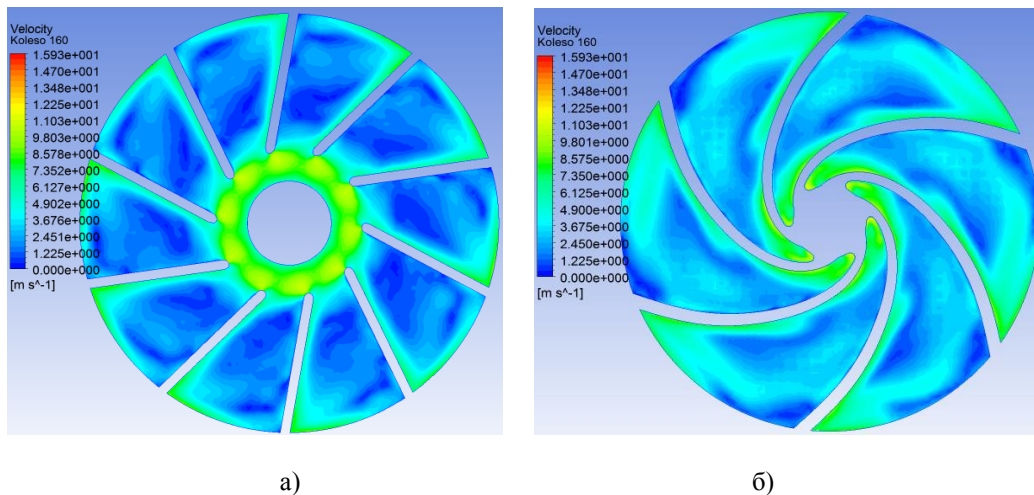


Рисунок 3 – Розподіл швидкості на вході в робоче колесо:
а – для діючого робочого колеса; б – для запропонованого робочого колеса

Як видно з рисунків, графік розподілу швидкостей для другого випадку більш плавний, без наявності значних зон відриву потоку. Це забезпечується узгодженням кута установки лопаті в плані на вході в робоче колесо (β_1), що забезпечує зниження кута атаки рідини на вхідну кромку лопатей.

На рисунку 4 показаний розподіл швидкостей посередині меридіонального перерізу робочого колеса для конструкції насоса з діючим робочим колесом (рис. 4, а), а також із запропонованим робочим колесом (рис. 4, б).

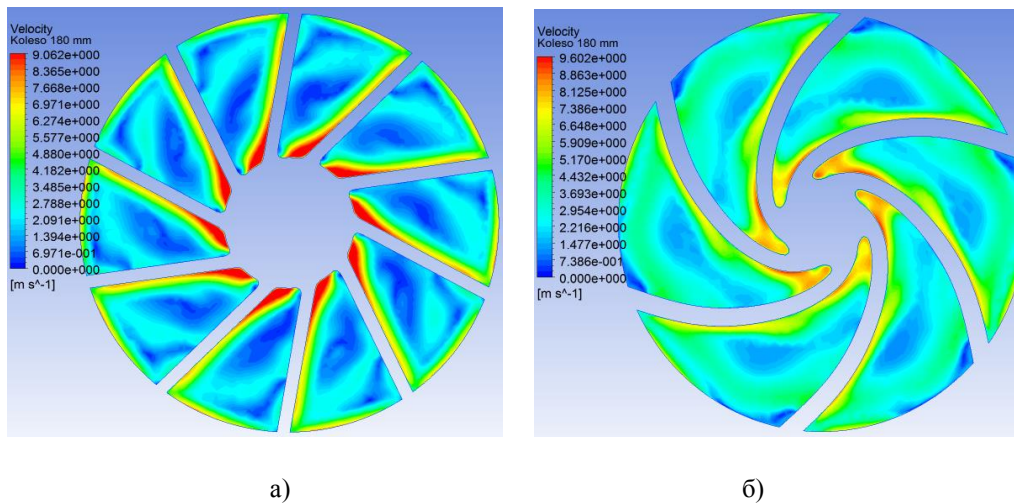


Рисунок 4 – Розподіл швидкості посередині меридіонального перерізу робочого колеса:
 а – для діючого робочого колеса; б – для запропонованого робочого колеса

Як видно на рисунку, графік розподілу швидкостей для варіанту насоса з використанням запропонованого робочого колеса більш плавний, що досягається за допомогою узгодження кутів лопатей з кутом натікання рідини. Окрім того з тильної сторони лопаті відсутній відрив потоку на відміну від варіанта використання в насосі діючого робочого колеса, що характеризується більш темним кольором. При цьому, на графіку розподілу швидкостей для варіанту насоса з використанням запропонованого варіанта робочого колеса спостерігається більш темна зона, причини існування якої розглянуті за допомогою рисунку 5.

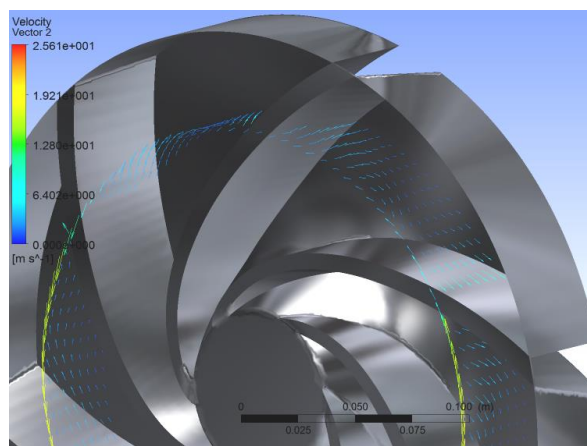
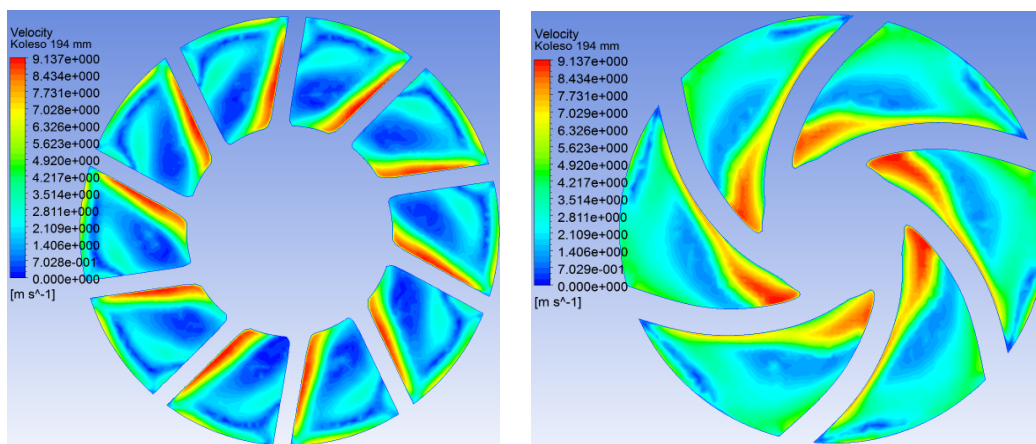


Рисунок 5 – Розподіл швидкостей на поверхні відображуючого циліндру для варіанту насоса з використанням запропонованого робочого колеса

На рисунку 5 показаний розподіл швидкостей на поверхні відображуючого циліндру, що має діаметр $D = 0,75D_2$. Причина утворення зони з меншими за значенням швидкістю потоку є зміна напрямку руху рідини в міжлопатевих каналах робочого колеса, що викликана наявністю вихрового руху в проточній частині СВН.

На рисунку 7 показаний розподіл швидкостей поблизу диску робочих коліс. З графіків видно, що розподіл швидкостей має більш плавний характер без значних зон відриву потоку в міжлопатевих каналах робочого колеса для варіанту насоса із використанням запропонованого робочого колеса.



а)

б)

Рисунок 6 – Розподіл швидкості поблизу диску робочого колеса:
а – для діючого робочого колеса; б – для запропонованого робочого колеса

За результатами проведених чисельних досліджень побудовані напірні характеристики, а також характеристики к.к.д. насоса з використанням двох типів робочих коліс (рис. 7). Характеристики насоса з використанням діючого робочого колеса показані зеленим кольором, а з використанням запропонованого робочого колеса – червоним кольором.

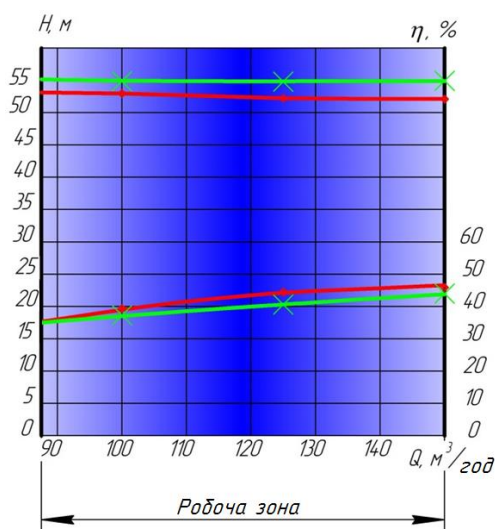


Рисунок 7 – Характеристики насоса СВН 125/50 з використанням діючого (червона лінія) та запропонованого (червона лінія) робочого колеса

Таким чином в результаті проведених розрахунків отримано підвищення к.к.д. вільновихрового насоса СВН для конструкції з використанням запропонованого робочого колеса по відношенню до конструкції насоса з діючим робочим колесом до 4% для робочої точки, що відповідає значенню подачі $Q = 125 \text{ м}^3/\text{год}$. Отримані результати дозволяють знизити споживану потужність до 10% за рахунок підвищення енергоефективності насоса СВН.

Література

1. Пат. 106416 Україна МПК F 04 D 29/34. Робоче колесо вільновихрового насоса / Кондусь В. Ю., Котенко О. І.; заявл. 28.10.2015; опубл. 25.04.2016, Бюл. № 8. – 6 с.