

Технічні науки

УДК 66.081.63

Шахунов Михайло Олександрович

студент

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Шахунов Михаил Александрович

студент

Национального технического университета Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Shahunov Mihail

Student of the

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Гулієнко Сергій Валерійович

кандидат технічних наук, доцент

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Гулиенко Сергей Валериевич

кандидат технических наук, доцент

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Gulienko Sergei

PhD, Assistant Professor

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕЧІЇ В КАНАЛІ МЕМБРАНИ ЗІ ЗВИТИМ
СПЕЙСЕРОМ МЕТОДОМ CFD**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ В КАНАЛЕ МЕМБРАНЫ СО СВИТЫМ
СПЕЙСЕРОМ МЕТОДОМ CFD
STUDY OF FLOW IN THE MEMBRANE CHANNEL WITH CFD
METHOD**

***Анотація.** Наведено опис дослідження течії в каналі мембрани при застосуванні спейсерів не традиційної конструкції, з використанням методів CFD.*

***Ключові слова:** течія, спейсер, мембранні модулі.*

***Анотация.** Приведено описание исследования течения в канале мембраны при использовании спейсеров не традиционной конструкции, с использованием методов CFD.*

***Ключевые слова:** течение, спейсер, мембранные модули.*

***Summary.** The description of the study of the flow in the membrane channel with the use of spacers of non-traditional design, using CFD methods.*

***Key words:** flow, spacer, membrane modules.*

Вступ. В процесах мембранного розділення важливе значення мають гідродинамічні умови в мембранному модулі, які визначають інтенсивність масовіддачі, формування шару концентраційної поляризації та гідравлічний опір апарату [1]. Особливістю каналів мембранного модуля є наявність спейсеру, який не лише забезпечує необхідну відстань між мембранами, а й забезпечує турбулізацію потоку [2].

Течія в каналах мембранних модулів описується системою рівнянь Нав'є-Стокса та рівнянням збереження маси [1]. Однак, враховуючи як складність рівнянь, так і геометрії каналів зі спейсером, розв'язок цих рівнянь традиційними методами практично неможливий, тому для аналізу

таких течії доцільно використовувати методи обчислювальної гідродинаміки (CFD).

Ці методи дозволяють визначити вплив форми нитки спейсера [2-4], розташування ниток спейсера по висоті каналу [5], а також кутів між нитками спейсера [6-7]. Однак більшість таких досліджень були проведені з традиційними конструкціями спейсерів. Метою даної роботи є аналіз ефективності нової конструкції спейсера у порівнянні з традиційною.

Матеріали та методи. В даній роботі було розроблено нову конструкцію звитого спейсера. Течія в каналі спейсера досліджувалася з використанням методів CFD в середовищі SolidWorks. При цьому, спіральний модуль був умовно розгорнутий в площину, оскільки, як показано в [8] різниця результатів в таких випадках нехтовно мала.

Результати та обговорення. Запропонована нова конструкція спейсера (рисунок 1) включає хвилеподібно вигнуті нитки, які звиті з прямими. Гіпотетично, це дозволить потоку більш плавно оминати перешкоди, які створюються нитками спейсера, що дозволить зменшити застійні зони та гідравлічний опір потоку в цілому.

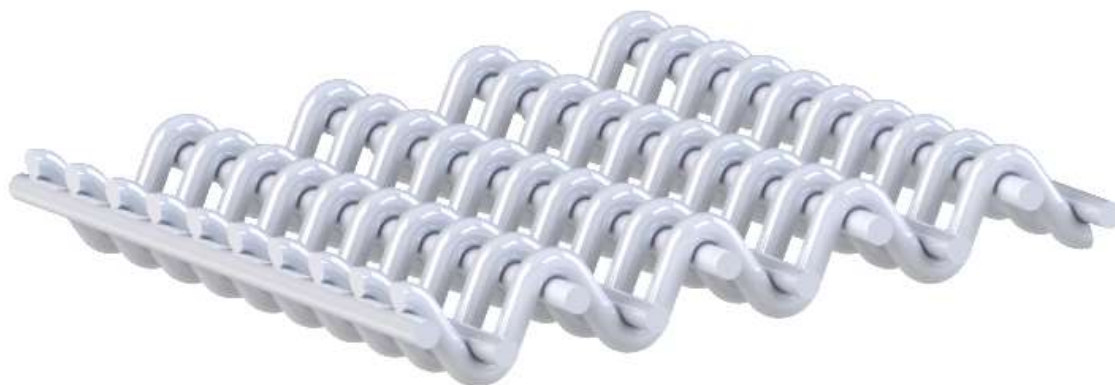


Рис. 1. Тривимірний модель запропонованого спейсера

Для оцінки ефективності дії такого спейсера в програмному середовищі SolidWorks було створено комірку, заповнену запропонованим спейсером. При цьому орієнтація прямих ниток була перпендикулярна до

основного напрямку потоку. Було змодельовано течії в цьому каналі за умов: масові витрати на вході 0,001 кг/с, тиск навколишнього середовища 101325 Па, розміри зони досліджень 4,4×16 мм. Результати моделювання показані на рисунку 2.

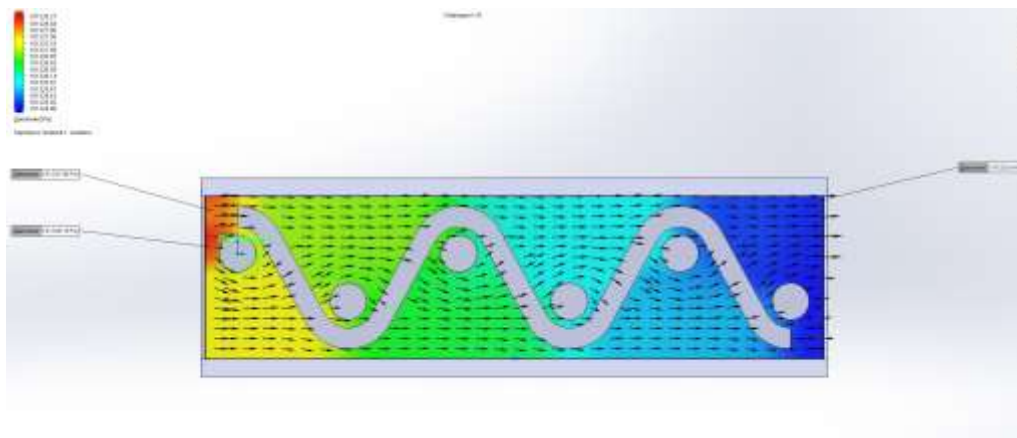


Рис. 2. Результати моделювання течії в каналі з запропонованим сейнером

З рисунку 2 видно, що в каналі практично відсутні застійні зони, а перепад тиску на одиницю довжини комірки становив 187,5 Па/м. Для порівняння було проведено моделювання для стандартної конструкції спейсера (рисунок 3) для таких самих умов. Результати моделювання показані на рисунку 4.



Рис. 3. Тривимірний модель стандартного спейсера

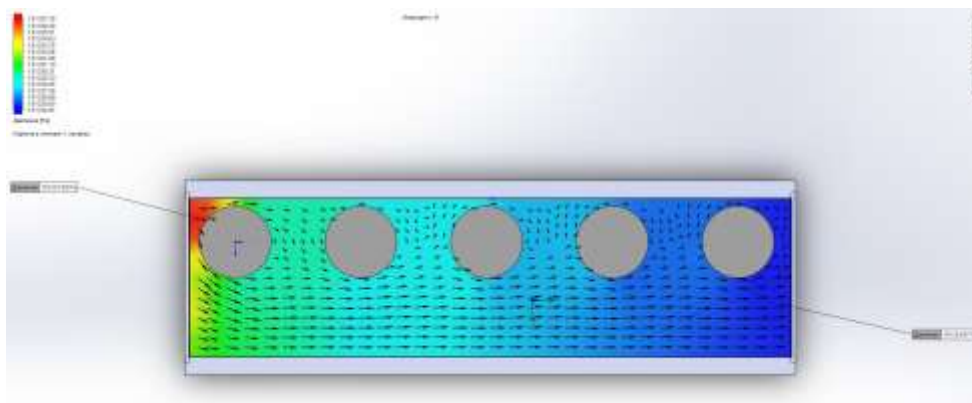


Рис. 4. Результати моделювання течії в каналі зі стандартним сейнером

В цьому випадку перепад тиску на одиницю довжини комірки становив 812,5 Па/м. Тобто результати моделювання показують, що застосування запропонованої конструкції спейсера дозволяє зменшити гідравлічний опір більш, ніж в 4 рази.

Висновки. Підбиваючи підсумки, можна зробити висновок, що розроблена конструкція спейсера є доцільною до впровадження, посиляючись на те, що кількість та розмір застійних зон значно зменшився у порівнянні з традиційними конструкціями спейсерів. Крім того, результати моделювання показують, що використання нової конструкції спейсера дозволяє в декілька раз зменшити гідравлічний опір мембранного модуля.

Література

1. Ghidossi R., Veryret D., Moulin P. Computational fluid dynamics applied to membranes: State of art and opportunities // *Chemical Engineering and Processing*, 45. 2006. PP. 437-454.
2. Ahmad A.L., Lau K.K. Impact of different spacer filaments geometries on 2D unsteady hydrodynamics and concentration polarization in spiral wound membrane channel // *Journal of Membrane Science*, 286. 2006. PP. 77-92.

3. Shakalib M., Hasani S.M.F., Mahmood M. Study on the effects of spacer geometry in membrane feed channels using three-dimensional computation flow modeling // *Journal of Membrane Science*, 297. 2007. PP. 74-89.
4. Schwinge J., Wiley D.E., Fletcher D.F. A CFD study of unsteady flow in narrow spacer-filled channels for spiral-wound membrane modules // *Desalination*, 146. 2002. PP. 195-201.
5. Ma S., Song L. Numerical study on permeate flux enhancement by spacers in crossflow reverse osmosis channel // *Journal of Membrane Science*, 284. 2006. PP. 102-109.
6. Fimbres-Weihs G.A., Wiley D.E. Numerical study of mass transfer in three-dimensional spacer-filled narrow channels with steady flow // *Journal of membrane Science*, 306. 2007. PP. 228-243.
7. Li F., Meindersma W., de Haan A.B., Reith T. Optimization of commercial net spacers in spiral wound membrane modules // *Journal of membrane Science*, 208. 2002. PP. 289-302.
8. Ranade V., Kumar A. Fluid dynamics of spacer filled rectangular and curvilinear channels // *Journal of membrane Science*, 271. 2006. PP. 1-15.