

ПРОГНОЗУВАННЯ В'ЯЗКОСТІ – ЕСПЕРИМЕНТАЛЬНО-РОЗРАХУНКОВИЙ МЕТОД

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано алгоритм для прогнозування в'язкості в межах експериментально-розрахункового методу.

При експериментальному дослідженні кінематичної в'язкості цукрового розчину з масовою концентрацією $c = 50$ і 60% , встановлено збіжність значень із довідниковими даними.

Ключові слова: комплекс фізичних властивостей, в'язкість, експериментально-розрахунковий метод.

Abstract

An algorithm for predicting viscosity within the experimental calculation method is proposed. In an experimental study of the kinematic viscosity of a sugar solution with a mass concentration of $c = 50$ and 60% , the convergence of values with reference data was established.

Key words: complex of physical properties, viscosity, experimental calculation method.

Вступ

Аналізуючи відомі методи ротаційної віскозиметрії можна зазначити, що вимірювання в'язко-пружних властивостей проводиться в режимах усталеної ламінарної течії. У реальних теплотехнологічних процесах одночасно відбувається і рух середовища, і теплообмін. В об'ємі рідини виникають змінний в часі нерівномірний розподіл температур, швидкостей, концентрацій речовин, дотичних напружень. Зазначені умови складно відтворити у віскозиметрії. У реальному об'єкті має місце взаємозв'язок, яким не можна нехтувати: теплообмін впливає на реологічний стан середовища і навпаки. Сьогодні реологічні властивості визначаються в процесі тільки механічних впливів на досліджуване середовище [1-3].

Необхідно відзначити, що, незважаючи на велику кількість робіт та різноманітність підходів, у галузі реології рідин поки що немає задовільної кількісної теорії, що пов'язує реологічні властивості середовищ з параметрами їх структури [4, 5].

Основні результати

Дослідження проводяться на експериментальному стенді [6] в системі «навколишнє середовище I – тіло II», де «навколишнє середовище I» – вода, а «тіло II» – трифазна система розміщена в тонкостінному металевому циліндрі з фіксованою формою.

В роботі досліджується теплообмін «модельних рідин» з відомою інформацією про теплофізичні властивості - цукрового розчину масової концентрації сухих речовин $c=50$ і 60% .

Пропонується алгоритм для прогнозування в'язкості в межах експериментально-розрахункового методу в діапазоні температур біотехнологічного процесу:

1. За результатами обробки експериментів маємо критеріальне рівняння, яке описує теплообмін у тонкостінному металевому циліндрі з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,96$

$$\overline{Nu} = 0,0038 \cdot Re^{0,742} \cdot Pr_p^{0,456} \cdot Ra^{0,141} \cdot \left(\frac{Pr_p}{Pr_{ст}}\right)^{0,25},$$

яке реалізується в межах $100 < Re < 14000$, $4 \cdot 10^5 < Ra < 3 \cdot 10^{15}$.

де Nu – критерій Нуссельта; Re – критерій Рейнольдса; Ra – критерій Ралея; Pr_p – критерій Прандтля досліджуваного рідинного середовища; $Pr_{ст}$ – критерій Прандтля для досліджуваної рідини по температурі стінки в процесі ітерацій.

2. З критеріального рівняння в розмірному вигляді отримуємо залежність для визначення інтенсивності теплообміну до досліджуваного рідинного середовища.

3. Визначається комплекс фізичних властивостей КФВ без врахування в'язкості КФВ(-v).

4. Визначається базовий експериментальний комплекс фізичних властивостей ЕКФВ₆.

5. Використовуючи реструктуризоване критеріальне рівняння проводиться прогнозування кінематичної в'язкості досліджуваного рідинного середовища в межах експериментально-розрахункового методу.

При дослідженні кінематичної в'язкості цукрового розчину $c = 50$ і 60% , встановлено збіжність експериментальних значень із довідниковими даними.

Висновки

1. Запропоновано алгоритм для прогнозування кінематичної в'язкості в межах експериментально-розрахункового методу в діапазоні температур біотехнологічного процесу.

2. При дослідженні кінематичної в'язкості цукрового розчину з масовою концентрацією $c = 50$ і 60% , встановлено збіжність експериментальних значень із довідниковими даними.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. С. Й. Ткаченко, Н. В. Паламарчук, і Д. І. Денесяк, «Теплофізичне тестування реологічного поведіння складних рідинних середовищ», Вісник ВПІ, вип. 4, с. 46–53, Серп. 2018.
2. Г. Б. Фройштетер, С. Ю. Данилевич, и Н. В. Радионова, Течение и теплообмен неньютоновских жидкостей в трубах. Киев: Наукова думка, 1990.
3. З. Ю. Шульман, Конвективный теплоперенос реологически сложных жидкостей. Москва: Энергия, 1975.
4. Cheng, D.C.-H. The art of coarse rheology / D.C.-H. Cheng // Brit. Soc. Rheol. Bull. – 1989. – Vol. 32, №16. – P. 1-15
5. Craban, S. Non-Newtonian behavior of kaolin suspensions, in Progress and Trends in Rheology II / S. Craban, W. Parzonka, V. Havlik – N.Y.:Springer-Verlag, 1988. – 325 p.
6. Ткаченко С. Й. Нові методи визначення інтенсивності теплообміну в системах переробки органічних відходів : монографія / С. Й. Ткаченко, Н. В. Пішеніна. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 148 с.

Ткаченко Станіслав Йосипович – д-р. техн. наук, професор кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: stahit6937@gmail.com.

Власенко Ольга Володимирівна – аспірант кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: olgakhytsak7@gmail.com.

Tkachenko Stanislav Y. - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: stahit6937@gmail.com.

Vlasenko Olga V. – postgraduate student, Head of the Chair of Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: olgakhytsak7@gmail.com.