

## ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ТЕПЛООБМІНУ ТИКСОТРОПНИХ РЕЧОВИН

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Показані проблеми під час визначення інтенсивності теплообміну тиксотропних рідин.*

**Ключові слова:** інтенсивність теплообміну, тиксотропність, швидкість зсуву, теплообмін в багатокомпонентних середовищах.

### *Abstract*

*Problems in determining the intensity of heat transfer of thixotropic liquids are shown.*

**Key words:** heat exchange intensity, thixotropy, shear rate, heat exchange in multicomponent media.

### Вступ

Тиксотропія – невід’ємна властивість структурованої дисперсної системи, тобто системи, в якій частинки дисперсної системи утворюють агрегати [1]. Рівняння течії характеризують рівноважний стан течії за умов наявності деякої рівноважної структури. З точки зору експерименту рівноважний стан досягається, коли значення вимірюваної величини в подальшому не змінюється. Зрозуміло, що сама величина під час досягнення рівноваги залежить від похибки вимірювань конкретним приладом.

З точки зору механізму рівноважний стан течії досягається, коли структура в середньому не змінюється далі за часом. Це означає, що процеси руйнування і відновлення агрегатів взаємно скомпенсовані, є деяке рівноважне розподілення агрегатів за розмірами. В перше термін «тиксотропія» був запропонований в 1935 році [2] для опису ізотермічних змін колоїдного гелю. Автори [3] ввели різницю між руйнуванням структури за часом і руйнуванням структури завдяки зміні швидкості зсуву. В [4] запропоновано розглядати структурні зміни одночасно за умов варіації швидкості зсуву ( $\gamma$ ) і часу  $t$ . В [5] тиксотропія визначена як процес, в якому структура руйнується в результаті течії, але в стані спокою знову відновлюється. Щоб ввести тиксотропні властивості в реологічні властивості потрібно встановити залежності реологічних параметрів від часу.

Мета роботи - в експериментально-розрахунковому методі проаналізувати проблеми ідентифікації експерименту і перенесення його результатів на натурні об’єкти.

### Основна частина

На експериментальному стенді авторів [6 – 9] є можливість зафіксувати зміну реологічного стану за умов дії течії, теплового впливу і часу. Експеримент ускладняється тим, що для дослідження таких тиксотропних рідин для проведення експерименту потрібно виявити передісторію. На інтенсивність теплообміну крім швидкості впливає і другий фактор – руйнування структури. Під час проведення експериментів виникає складна проблема встановлення однозначних початкових умов. Ці умови пов’язані з характеристикою середовища, що досліджується. Початкові умови визначаються передісторією збереження, транспортування і т.ін. цієї рідини (наприклад, субстратів).

Проблема проведення експерименту полягає в наступному: встановили передісторію, провели експеримент. Далі потрібно встановити час повернення і можливість повернення тиксотропної рідини в початковий стан. Рідина може повернутися і не повернутися в початковий стан. Припустимо, що повернення відбулося в початковий стан, тоді зрозуміло з цією рідиною відносно прикладних питань, тобто можливість застосування отриманої інформації для розрахунку теплообмінників. Складніша ситуація, коли провели перший експеримент і після першого експерименту почали витримувати час,

а вона не повертається до початкового стану. Отже, в разі проведення серії однотипних дослідів після теплової, механічної і часової дії на тиксотропну рідину проблема виникає повернути її в той самий початковий стан. Для проведення повторних експериментів потрібно готувати нові зразки тиксотропної рідини такі ж самі, як в першому досліді для другого досліду. Для одного і того ж випадку для різних тиксотропних рідин час релаксації довший або коротший в одному досліді. Потрібно або нову рідину готувати або витратити час, щоб дочекатися її поновлення.

Питання поновлення не менш складне як руйнування структури. Виникають проблеми в поверненні початкового стану цієї рідини. Вона може повернутися, а може не повернутися до початкового стану. Релаксація може гальмуватися в одній і тій самій тиксотропній рідині. Після проведення досліду потрібно більше витратити зусиль і часу для повернення тиксотропної рідини в початковий стан, оскільки для повторення і відтворення експериментів потрібно мати таку ж саму рідину на вході в установку. Отже, виникають проблеми ідентифікації експерименту і перенесення його результатів на натурні об'єкти.

## Висновки

Відхилення течії від рівноважного стану призводить до гістерезису кривих течії.

На портативному стенді для дослідження інтенсивності теплообміну за умов вільної і вимушеної конвекції в рідинах схильних до зміни структури виникають проблеми з відтворенням експерименту, визначенням ступені релаксації, перенесення цих результатів досліджень на натурний об'єкт. Проблема при проведенні серії однотипних дослідів виникає після теплової, механічної і часової дії на тиксотропну рідину.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Матвеев В. Н., Кирсанов Е.А. Вязкость и структура дисперсных систем. Вестн. Моск. ун-та. Сер.2. Химия, 2011. Том 52, №4.
2. Фрейд Г. Тиксотропия М. : 1939.
3. Gren H. Weltmann R. // Ind. Eng. Chem. (Anal. Ed). 1949. 15. N3. p.11 – 22.
4. Goodeve C.F. // Trans. Faraday Soc. 1939. 35. N2. P. 342.
5. Cheng D.C., Evans F. // Brit. J. Appl. Phys. 1965. N16. P. 1599.
6. Ткаченко С. Й. Теплообмін в системах біоконверсії / С. Й. Ткаченко, Н. В. Резидент. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 124 с.
7. Ткаченко С.Й. Нові методи визначення інтенсивності теплообміну в системах переробки органічних відходів: монографія / С. Й. Ткаченко, Н. В. Пішеніна. — Вінниця : ВНТУ, 2017. — 124 с.
8. Патент України № 105399 U, МПК (2006.01) G01N 25/18. Спосіб визначення коефіцієнта тепловіддачі за умов конвективного теплообміну органічної суміші / С. Й. Ткаченко, Н. В. Пішеніна, С.В. Дишлюк; заявник та патентовласник ВНТУ – №а201204878 ; заявл. 18.04.2012. опубл. 12.05.2014, Бюл. № 9.
9. Ткаченко С. Й. Теплофізичне тестування реологічного поведіння складних рідинних середовищ / С. Й. Ткаченко, Н. В. Паламарчук, Д.І. Денесяк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2018. – № 4. – С. 46 – 53.

**Ткаченко Станіслав Йосипович** – д. т. н., професор кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [stahit6937@gmail.com](mailto:stahit6937@gmail.com)

**Резидент Наталія Володимирівна** – к. т. н., доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [rezidentnvl@ukr.net](mailto:rezidentnvl@ukr.net)

**Ткачук Владислав Сергійович** – аспірант кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [tmmlbpr@gmail.com](mailto:tmmlbpr@gmail.com)

**Stanislav Tkachenko** – Dc. Sc., Professor, Heat of the power system, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [stahit6937@gmail.com](mailto:stahit6937@gmail.com)

**Nataliia Rezydent** – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [rezidentnvl@ukr.net](mailto:rezidentnvl@ukr.net)

**Vladislav Tkachuk** – graduate student of heating, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [tmmlbpr@gmail.com](mailto:tmmlbpr@gmail.com)

