

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування
Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України
Національна академія наук вищої освіти України
Академія будівництва України

**ЗБІРНИК ДОПОВІДЕЙ
X Всеукраїнської
науково-практичної конференції**

**ЕФЕКТИВНІ ПРОЦЕСИ ТА
ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ
ВИРОБНИЦТВ ТА ПАКУВАЛЬНОЇ
ТЕХНІКИ**

Київ, 12-13 грудня 2019 року

УДК 678.05

ББК 30

Збірник доповідей Х Всеукраїнської науково-практичної конференції «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки». – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 76 с.

Видання містить програму та доповіді (в редакції авторів) Х Всеукраїнської науково-практичної конференції, що відбулася на кафедрі хімічного, полімерного і силікатного машинобудування інженерно-хімічного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» 12-13 грудня 2019 року.

Для науковців, аспірантів і студентів вищих навчальних закладів.

Рекомендовано до друку Вченою радою ІХФ КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Співорганізатори конференції:

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України

Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України

Національна академія наук вищої освіти України

Академія будівництва України

Голова оргкомітету:

Заслужений працівник народної освіти України, д-р техн. наук, професор,
декан ІХФ КПІ ім. Ігоря Сікорського Панов Є.М.

Заступники голови - члени організаційного комітету:

д-р техн. наук, професор, в. о. зав. каф. ХПСМ КПІ ім. Ігоря Сікорського Гондлях О.В.,

д-р техн. наук, професор, професор каф. ХПСМ КПІ ім. Ігоря Сікорського Карвацький А.Я.,

заслужений винахідник України, д-р техн. наук, професор, професор каф. ХПСМ КПІ ім. Ігоря Сікорського Мікульонок І.О.,

к.т.н., професор, професор каф. ХПСМ КПІ ім. Ігоря Сікорського Сівецький В.І.,

заслужений винахідник України, академік Національної академії наук вищої освіти України, д-р техн. наук, професор, с.н.с. каф. ХПСМ КПІ ім. Ігоря Сікорського Колосов О.Є.,

заслужений винахідник УРСР, д-р техн. наук, професор, професор каф. ТКМ КПІ ім. Ігоря Сікорського Петухов А.Д.,

д-р техн. наук, професор, зав. відділом ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України Пашенко Є.О.,

заслужений діяч науки і техніки України, академік Академії будівництва України, д-р техн. наук, професор, зав. каф. МОТП КНУБА Назаренко І.І.,

академік Академії будівництва України, д-р техн. наук, професор, професор Сахаров О.С.

Секретар конференції:

канд. техн. наук, доцент, доцент каф. ХПСМ КПІ ім. Ігоря Сікорського Сокольський О.Л.

Відповідальний за випуск

О.В.Гондлях, доктор. техн. наук, проф.,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

© Автори доповідей, 2019

© КПІ ім. Ігоря Сікорського

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ ОБЛАДНАННЯ, ПРОЦЕСИ І ТЕХНОЛОГІЇ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ І ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ	Стор.
Глухов О. М., Карвацький А. Я, Мікульонок І. О., Лелека С. В. Модернізація пристрою для подавання атмосферного повітря в барабан обертової печі.....	5
Кувшинов О. В., Сідоров Д.Е. Радіаційна складова втрат теплоти паропроводом при пошкодженні термоізоляції.....	7
Горобчук Я.М., Сідоров Д.Е. Потужність, споживана в зазорі між гребнем шнека і корпусом екструдера	8
Горобчук В.М., Сідоров Д.Е. Потужність, споживана в гвинтовому каналі екструдера в зоні дозування	9
Маковський В.Р., Сідоров Д.Е. Втрати теплоти випромінюванням крізь оглядовий отвір термокамери.....	10
Гулаєвич С.О., Сідоров Д.Е. Визначення критерію Нусельта для процесу тепловіддачі трансформаторного масла у квадратному каналі.....	11
Скулкін Н.О., Сідоров Д.Е. Оперативна оцінка інтенсивності тепловіддачі за критерієм кипіння.....	12
Дудка В.А., Колосов О.Є. Вдосконалення прес форми для лиття полімерів під тиском	13
Дудка В.А., Колосов О.Є. Прес форма для лиття полімерів під тиском	15
Гур'єва А.О., Гур'єва Л.Н., Казак І.О. Удосконалення прес-форми для лиття полімерів під тиском	17
Коротун К.М., Казак І.О., Гур'єва Л.Н. Один з варіантів удосконалення конструкції сушарки для сипких матеріалів.....	19
Рагімов М.В., Борщик С.О. Спрощення конструкції вузла опірної частини обертової печі.....	21
Рагімов М.В., Борщик С.О. Збільшення терміну експлуатації обертової печі.....	23
Ярмоленко О. І., Сокольський О. Л. Визначення оптимальної товщини деталі типу “важіль”.....	24
Хвостюк Я.Ю., Сокольський О.Л. Модернізація змішувальної камери роторного гумозмішувача.....	25
Роберт Ібіам. Удосконалення конструкції черв'яка екструдера ЧП-63.....	26
Вовчок Е.С., Шилович І.Л. Модернізація опорного ролика.....	27
Вовчок Е.С., Шилович І.Л. Модернізація з'єднання вінцевої шестірні.....	28
 СЕКЦІЯ РЕСУРСОЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ОБЛАДНАННЯ І ТЕХНОЛОГІЇ	
Шаповал А.А., Панов Є.М., Шаповал І.В. Металеві проникні матеріали для капілярних структур ефективних теплових труб хіміко-технологічного призначення.....	30
Гур'єва А.О., Гур'єва Л. Н., Шилович Т.Б. Утилізація та перспективні напрямки переробки пластику.....	31
Ніколаєв Б.Л., Мовчанюк О. М. Новітня технологія пресування у виробництві паперу для гофрування.....	32
Остапенко О. П., Попроцький Я. С. Енергоефективна система енергозабезпечення з когенераційно-теплонасосною установкою в тепловій схемі котельні заводу з виробництва концентрованих соків.....	35
Остапенко О. П., Кохан В. О. Енергоефективна система енергозабезпечення з когенераційно-теплонасосною установкою в тепловій схемі котельні молокозаводу....	38
Письменний М. С., Чемерис А.О. Модернізація ущільнювачів змішувача полімерних сумішей.....	41

СЕКЦІЯ МАШИНИ, ТЕХНОЛОГІЇ ПАКУВАННЯ ТА ДИЗАЙН УПАКОВКИ

Башловка Є.А., Панов Є.М. Пристрій для подачі ковпачків.....	42
Башловка Є.А., Панов Є.М. Закупорювальний пристрій.....	43
Воляник М.О., Сівецький В.І. Модернізація ланцюгового конвеєра.....	44
Воляник М.О., Сівецький В.І. Модернізація обв'язувальної машини.....	46
Власенко С.Л., Колосов О.Є. Підвищення продуктивності пакетоформуючої машини для пакування будівельної суміші.....	48
Власенко С.Л., Колосов О.Є. Підвищення довговічності роботи пластинчастого конвеєра	49
Рябошапка Д.С., Коваленко І.В. Підвищення продуктивності розливної машини для фасування лакових розчинників у ПЕТ-тару.....	50
Лосєв Є. О., Шилович Т. Б. Удосконалення термозварювального пристрою пакувального автомату.....	51
Іващенко Т.В., Казак І.О. Удосконалення віброшнекового дозатора в лінії для пакування мінеральних в'язучих порошкоподібних матеріалів з метою підвищення ефективності її роботи.....	52
Вовк І.І., Казак І.О. Модернізація розливного пристрою машини розливу розчинників з метою зменшення похибки дозування.....	54
Вовк І.І., Казак І.О. Модернізація засобу укупорювання розчинників з метою підвищення його надійності та ефективності.....	55
Карташов А.В. Конструкції закупорювальних пристроїв та їх модернізація.....	57
Демиденко Д.В. Модернізація стрічкового дозатора з використанням програми SolidWorks.....	60
Вишневський Р.О., Коваленко І.В. Удосконалення термоформувальної машини	62
Лук'яненко І.А., Нестеров В.Г. Модернізація вузла розливу автомата розливу миючих засобів з метою підвищення продуктивності та спрощення конструкції.....	63

СЕКЦІЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРАХУНКІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОЦЕСІВ

Писаренко О.О., Устенко О.О., Гондляр О.В., Чемерис А.О. Розробка 3D моделей елементів конструкції аміакопроводу для подальшого її розрахунку методом скінченних елементів.....	65
Коротун К.М., Лелека С. В., Карвацький А. Я., Мікульонок І.О. Застосування дискретно-континуальних уявлень для розробки способу визначення теплофізичних властивостей сипких матеріалів.....	67
Витвицький В.М., Мікульонок І.О., Сокольський О.Л. Експериментальні дослідження фрикційних властивостей гранульованого співполімеру етилену з вінілацетатом	69
Булах О. С., Щербина В. Ю., Васильченко Г. М. Оптимізація приводу печі для випалювання керамзита.....	72
Недашковська Б.А., Борщик С.О. Моделювання роботи обертової печі 4х60м	74

Експериментальні дослідження фрикційних властивостей гранульованого співполімеру етилену з вінілацетатом

Витвицький В.М., аспірант; Мікульонок І.О., проф., д.т.н.; Сокольський О.Л., доц., к.т.н.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Показано вплив на коефіцієнт тертя гранульованого співполімер етилену з вінілацетатом (севілену) таких параметрів, як тиск, температура, швидкість обертання ротору та висота шару гранул.

Галузь виробництва виробів із пластмас є однією з найважливіших галузей світової промисловості. При виробництві виробів з пластмас часто використовуються шнекові машини, у тому числі шнекові живильники та черв'ячні екструдери [1–2]. Дослідження процесу екструзії полімерних матеріалів є актуальним завданням, оскільки на вироби із полімерних матеріалів і композицій на їх основі є стабільний попит: значна частина полімерів піддається процесу екструзії принаймні один раз під час його одержання в реакторі полімеризації до кінцевого виробу або напівфабрикату.

При проектуванні шнекового обладнання важливим є врахування коефіцієнта зовнішнього тертя сипкого матеріалу, що в поєднанні з іншими параметрами визначає конструкцію вузлів обладнання та параметри процесу перероблення: тиск, температуру, продуктивність і потужність приводу. Також коефіцієнт тертя відіграє принципову роль як засіб, що створює умови для переміщення та нагрівання матеріалу.

Важливими параметрами експлуатаційних режимів тертя є вплив тиску, температури та швидкості обертання ротора. В існуючих дослідженнях коефіцієнт зовнішнього тертя зазвичай визначають для монолітних зразків, нехтуючи взаємодією між окремими частинками полімеру [3]. Тому цих даних недостатньо для отримання загальної картини поведінки гранульованих полімерів під час їх переробки.

Також потрібно зазначити відсутність єдиної методики для експериментального визначення зазначеного коефіцієнту, а також обмеженість можливостей більшості існуючих установок, що дозволяють проводити дослідження тільки певних властивостей у певних діапазонах. Короткий огляд зазначених установок наведено в праці [3].

З вищезазначеного випливає необхідність створення нових установок, завдяки яким буде можливим проведення досліджень триботехнічних властивостей для різних типів сипких матеріалів, зокрема для гранульованих полімерних матеріалів, а також проведення таких досліджень.

Авторами раніше були проведені дослідження для декількох типів полімерних матеріалів [4], проте використовувана установка дозволяла вимірювати залежності тільки для обмеженого діапазону тиску, а також не дозволяла врахувати вплив швидкості обертання ротора. Для проведення більш повних досліджень була створена нова установка [5], що дозволяє проводити дослідження у ширших межах тиску, а також враховувати вплив швидкості обертання ротора.

Методика проведення досліджень наведена в праці [3]. Для врахування одночасного впливу таких факторів, як вплив тиску, температури, колової швидкості обертового ротора та висоти шару гранул на коефіцієнт тертя досліджуваного матеріалу і зменшення кількості дослідів, вони були сплановані і реалізовані методом повного факторного експерименту [6].

У даній статті описано результати досліджень для гранульованого співполімер етилену з вінілацетатом (севілену) марки 11104-030 [7], що є сучасним матеріалом, який визначається унікальною сумісністю з іншими речовинами (адгезією). Наявність у складі вінілацетату збільшує міцність, еластичність матеріалів, робить його більш довговічним і стійким до

атмосферних впливів. Використовується для виробництва різних плівок, шлангів, покриття пластикових труб та інших виробів [8].

Використовуючи рівняння регресії, отримані методом повного факторного експерименту, було побудовано графічні залежності коефіцієнтів тертя (Рис. 1–4) для гранульованого севілену, побудовані з використанням лінійної апроксимації. Середнє значення достовірності апроксимації кривих не нижче 0,95.

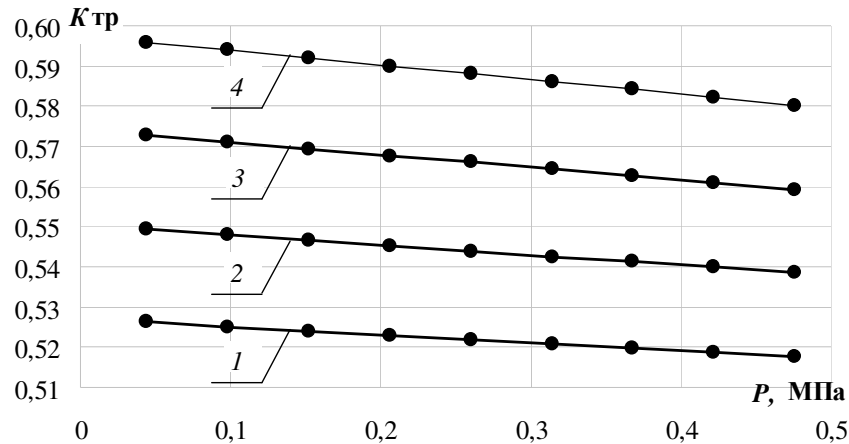


Рисунок 1 – Залежність коефіцієнта тертя $K_{тр}$ від тиску P при різних температурах t : 1 – 20 °C; 2 – 40 °C; 3 – 60 °C 4 – 80 °C

На рис. 1 зображено залежність коефіцієнта тертя від тиску при різних температурах. Бачимо, що збільшення тиску сприяє зменшенню коефіцієнта тертя, а збільшення температури сприяє його зростанню.

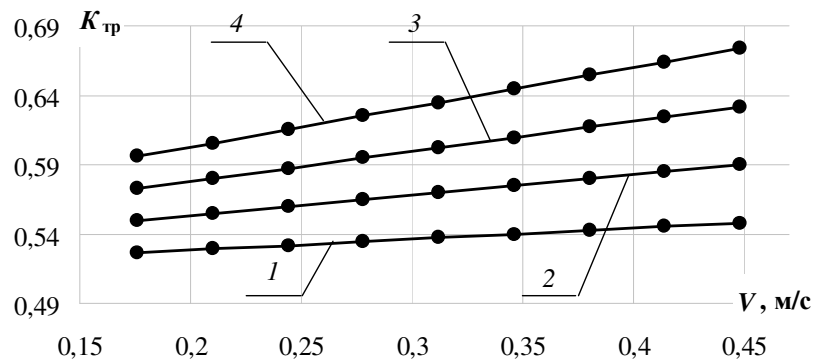


Рисунок 2 – Залежність коефіцієнта тертя $K_{тр}$ від швидкості V при різних температурах t : 1 – 20 °C; 2 – 40 °C; 3 – 60 °C 4 – 80 °C

На рис. 2 зображено залежність коефіцієнта тертя від швидкості обертання ротора при різних температурах. Бачимо, що коефіцієнт тертя для севілену збільшується при збільшенні швидкості тертя, а також збільшується при підвищенні температури.

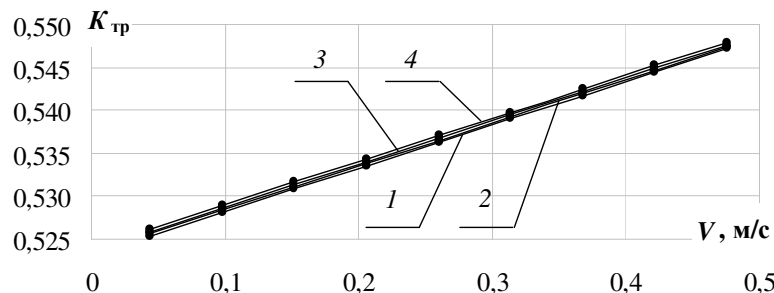


Рисунок 3 – Залежність коефіцієнта тертя $K_{тр}$ від швидкості V при різній висоті шару гранул h : 1 – 0,015 м; 2 – 0,019 м; 3 – 0,022 м; 4 – 0,025 м

На рис. 3 зображено залежність коефіцієнта тертя від швидкості при різній висоті шару гранул. Бачимо, що коефіцієнт тертя збільшується при збільшенні швидкості, що можна пояснити виділенням тепла від енергії дисипації і розм'якшення гранул севілену. Також бачимо, що при даних параметрах коефіцієнт тертя не залежить від висоти шару гранул.

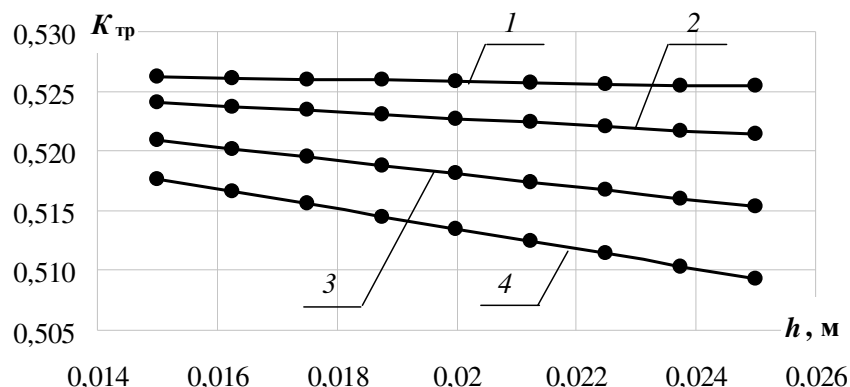


Рисунок 4 – Залежність коефіцієнта тертя $K_{тр}$ від висоти шару гранул h при різних тисках P : 1 – 0,044 МПа; 2 – 0,152 МПа; 3 – 0,314 МПа; 4 – 0,476 МПа

На рис. 4 зображено залежність коефіцієнта тертя від висоти шару гранул при різному тиску. Бачимо, що при збільшенні тиску зменшується коефіцієнт тертя і збільшується вплив висоти шару гранул, що можна пояснити втратою частини тиску у верхніх шарах гранул через їх стисливість.

Висновки. Розглянуто результати експериментальних досліджень фрикційних властивостей гранульованого співполімер етилену з вінілацетатом (севілену). Показано вплив на коефіцієнт тертя та коефіцієнт бокового тиску досліджуваного матеріалу тиску, температури, колової швидкості обертального ротора та висоти шару гранул.

Література

1. Дослідження триботехнічних властивостей гранульованих полімерних матеріалів / В. М. Витвицький, С. В. Бардашевський, О. Л. Сокольський, І. О. Мікульонюк // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського, Серія: Технічні науки. – Київ: Таврійський національний університет ім. В.І. Вернадського. – 2018. – № 5 (29). – С.9-13.
2. Мікульонюк І. О. Механічні, гідромеханічні і масообмінні процеси та обладнання хімічної технології. К.: НТУУ «КПІ», 2014. 340 с.
3. Витвицький В. М., Бардашевський С. В., Сокольський О. Л., Мікульонюк І. О. Дослідження триботехнічних властивостей гранульованих полімерних матеріалів. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського, Серія: Технічні науки. 9–13, 5 (2018).
4. Vytvytskyi V., Mikulionok I., Sokolskyi O., Gavva O. Pressure and temperature influence on the friction coefficient of granular polymeric materials on the metal surfaces. Ukrainian Food Journal. 543–552, 6 (2017). DOI: 10.24263/2304-974X-2017-6-3-14.
5. Пат. № 124170 U Україна, МПК G01N 19/02 (2006.01). Пристрій для визначення величини коефіцієнта зовнішнього тертя сипкого матеріалу / І.О. Мікульонюк, О.Л. Сокольський, В.М. Витвицький, Д.Г. Швачко; заявник і патентовласник Нац. техніч. ун-т України «КПІ ім. Ігоря Сікорського». – № u201710073; заявл. 18.10.2017; опубл. 26.03.2018, Бюл. № 6, 2018.
6. Арзамасцев С. В. Полный факторный эксперимент: «Моделирование и оптимизация технологии полимерных материалов». Саратов, 2009. 20 с.
7. Kazan EVA 11104-030 Kazanorgsintez, URL: <https://plastics.ulprospector.com/datasheet/e375382/kazan-eva-11104-030> (дата звернення 15.09.2018)
8. Сэвилен URL: <https://himkompleks.ru/sevilen> (дата звернення 15.11.2019)