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
Академія наук вищої освіти України
Академія будівництва України

ЗБІРНИК ДОПОВІДЕЙ
VIII Всеукраїнської
науково-практичної конференції

ЕФЕКТИВНІ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ ТА ПАКУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Київ, 13-14 грудня 2018 року

2018

УДК 678.05
ББК 30

Збірник доповідей VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки». – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 75 с.

Видання містить програму та доповіді (в редакції авторів) VIII 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» 13-14 грудня 2017 року.

Для науковців, аспірантів і студентів вищих навчальних закладів.

Рекомендовано до друку Вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Співорганізатори конференції:

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України
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 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 Пєтухов А.Д.,
д-р техн. наук, професор, зав. відділом ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України Пащенко 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
В.І.Сівецький, канд. техн. наук, проф.,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

© *Автори доповідей, 2018*
© КПІ ім. Ігоря Сікорського

ЗМІСТ

Стор.

СЕКЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ І ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Лосєв Є О., Щербина В.Ю. Моделювання роботи бігунів сухого помелу з модернізацією котка ……..... 5
Калитенко С.Ю., Щербина В.Ю. Розрахунок рухомої щоки дробарки зі складним качанням……. 8
Калитенко С.Ю., Щербина В.Ю. Можливості модернізації рухомої щоки дробарки зі складним качанням……... 10
Костюченко Е.В., Романько С.М., Лукашев В.К. Взаємодія фаз при стіканні плівки рідини в умовах випаровування в потік нейтрального газу……. 12
Цейтлін М.А., Райко В.Ф., Катенін В.Д. Кінетика осадження кристалів хлориду натрію в рідинах, що містять аміак та карбонати амонію……. 15
Витвицький В.М., Бардашевський С.В., Мікульонок І.О., Сокольський О.Л. Конструктивні особливості пристроїв для проведення експериментальних досліджень триботехнічних властивостей сипких матеріалів…….. 18
Безкоровайний С.С. Ультразвуковий прилад вимірювання відстані…….. 21

СЕКЦІЯ РЕСУРСОЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ОБЛАДНАННЯ І ТЕХНОЛОГІЇ

Остапенко О. П., Попроцький Я. С., Кохан В. О. Аналіз енерго-еколого-економічної ефективності ресурсоенергоефективних систем енергозабезпечення з когенераційно-теплонасосними установками з використанням теплоти систем оборотного водопостачання……. 22
Остапенко О. П., Портнов В. М. Аналіз енергоекономічної ефективності системи енергозабезпечення з когенераційно-теплонасосною установкою на теплоті поверхневих вод…… 25
Руденко І.П., Нечухрін О.В., Сердюк О.О., Ткачук В.М., Трус І.М. Маловідходні технології знесолення мінералізованих вод……... 28
Радовенчик Я.В., Трус І.М., Галиш В.В., Мігранова В.О. Перспективи застосування сорбентів з природної сировини для очищення води від іонів важких металів…… 30
Маслянка К.С., Трус І.М. Класифікація функцій державного управління у сфері природокористування і охорони довкілля…….. 31
Гуцало О.О. Вимірювальна система пожежної сигналізації……. 32

СЕКЦІЯ МАШИНИ І ТЕХНОЛОГІЇ ПАКУВАННЯ

Воляник М.О. Проектування вузла пневмоцилідра з напрямними та базовою плитою автомату розливу в'язких продуктів……... 33
Демиденко Д.В. Проектування шестерінчастого насосу в корпусі автомату розливу в'язких продуктів…….. 34
Гур'єва А.О. Розробка конструкції вузла дозування дозувального напівавтомату типу «big-bag» з використанням інструментів комп'ютерного інжинірингу…….. 36
Короленко К. О. Розробка конструкції вузла несучого каркасу дозувального напів-автомату типу «BIG-BAG» з використанням інструментів комп'ютерного інжинірингу 37
Шилович Т.Б., Білоброва Є.В. Пакувальні матеріали, що біорозкладаються……. 38
Бєлов І.В., Шилович Т.Б. Удосконалення конструкції стрічки стрічкового конвеєра…... 40
Шилович Т.Б., Шапіро А.О. Сучасні тенденції дизайну упаковки та їх сприйняття споживачем……. 41
Смірнов Д.Є., Коваленко І.В. Підвищення точності дозування рідин розливного автомату шляхом удосконалення конструкції…… 42

Куземко В.Г., Васильченко Г.М. Удосконалення конструкції пристрою для групового пакування…… 44
Куземко В.Г., Васильченко Г.М. Удосконалення конструкції пристрою формування штабелю штучних вантажів…….. 45
Кириленко М.С., Васильченко Г.М. Підвищення якості руйнування склепінь і каналів в дозувально-фасувальній машині……. 46
Кириленко М.С., Васильченко Г.М. Удосконалення механізму розвантаження залишків сипучого матеріалу з шнекового живильника 47
Марчук К.В., Борщик О.С. Підвищення надійності та довговічності роботи транспортера шляхом удосконалення конструкції…… 48
Марчук К.В., Борщик О.С. Вдосконалення машини пакування в поліетиленову плівку 50
Сокольський О.Л., Герасименко Ю.Ю. Установка для дослідження з'єднання гнучких упакувань присадковим полімерним матеріалом…….. 51

СЕКЦІЯ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБКИ ПЛАСТМАС

Короленко К.М., Карвацький А.Я., Мікульонок І.О. Побудова просторово-каркасних моделей одношарових вуглецевих нанотрубок…….. 53
Олексишен В.О., Колосов О.ЄСокольський О.Л., Соловей В.В. Екструдер 3D-принтера для друку армованих полімерних виробів…….. 56
Сімончук Є.П., Сокольський О.Л. Числове моделювання деформації виробу у процесі лиття під тиском…… 57
Сімончук Є.П., Казак І.О. Підвищення ефективності отримання товстостінних відливок з полімерів за рахунок запобігання в них утворення усадочних раковин…….. 59
Сівецький В.І., Зарудна Т.С., Демов Д.В. Удосконалення інжекційного вузла литтєвої машини…… 61
Зарудний М.В., Сівецький В.І. Удосконалення механізму змикання литтєвої машини… 63
Турбал М. П., Борщик С. О. Удосконалення механізму запирання литтєвої машини…... 64
Турбал М. П., Борщик С. О. Удосконалення механізму запирання термопластавтомата. 65
Чайка А.Р., Борщик С.О. Удосконалення головки в екструзійній машині для виготовлення полімерного рукава……. 66
Чайка А.Р., Борщик С.О. Удосконалення червяка в екструзийній машині……. 68
Омеляненко О.В., Івіцький І.І. Модернізація механізма управління діафрагмою форматора-вулканізатора…….. 69
Омеляненко О.В., Івіцький І.І. Модернізація вузла діафрагми форматора-вулканізатора 70
Половинка В.О., Нестеров В.Г. Удосконалення різального пристрою гранулятора…….. 73
Половинка В.О., Нестеров В.Г. Удосконалення екструзійної головки для грануляції….. 74

УДК 531.46-036.5-026.772

Конструктивні особливості пристроїв для проведення експериментальних досліджень триботехнічних властивостей сипких матеріалів

Витвицький В.М., аспірант; Бардашевський С.В., магістрант; 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

Наведено огляд існуючих і розроблених авторами конструкцій установок для проведення експериментальних досліджень триботехнічних властивостей сипких матеріалів.

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. Точність проектування обладнання для переробки полімерної сировини значною мірою залежить від точності врахування коефіцієнта зовнішнього тертя та коефіцієнта бокового тиску сипкого матеріалу [1].

Аналіз існуючих публікацій виявив неможливість проведення на більшості існуючих пристроїв досліджень саме для сипких матеріалів, оскільки в існуючих конструкціях установок коефіцієнт зовнішнього тертя зазвичай визначається для монолітних зразків, нехтуючи взаємодією між окремими частинками матеріалу, а також відсутність єдиної методики для експериментального визначення зазначених коефіцієнтів зовнішнього тертя і бокового тиску. 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.

Автори [2] пропонують визначати коефіцієнт тертя на установці, схема роботи якої зображена на рис. 1. Установка дозволяє контролювати момент тертя, сумарний лінійний знос зразка та конртзразка і температуру в зоні тертя. В корпусі установки 1 полімерний вкладиш 2 встановлюється між зразком 3 та металевою стрічкою 4, якою контролюють зусилля притискання. Недоліком даної конструкції є неможливість використовувати для досліджень гранульований полімерний матеріал.

У роботі [3] пропонується визначати коефіцієнт тертя за допомогою установки (рис. 2), встановлюючи зразок 1, з одного матеріалу, виготовлений у вигляді паралелепіпеда, між зразками 2, виготовлених з іншого матеріалу, через пружний елемент 3, що оснащений тензометричним мостом. Зразки 2 здійснюють одновісне стискування силою N до значення N_0, за допомогою гвинта 4, що жорстко закріплений в опорі 5 відносно зразка 2. Через пружний елемент 6 із тензометричним мостом діють на зразок 1 навантаженням F, яке перпендикулярне силі N і пропорційне деформації δ елемента 6. Реєструючий пристрій 7 приймає сигнали від тензометричних мостів елементів 3 і 6. При цьому результат реєстрації величин $F(t)$, $N(t)$ та $\delta(t)$, що змінюються в часі, відображається на моніторі комп'ютера у реальному часі у вигляді графіків.

Зсувне навантаження $F(t)$ змінюють обертанням гвинта 4, до значення $F_c(t_c)$, при якому зразок 1 зсувається відносно зразків 2. Після чого коефіцієнт тертя встановлюють по залежності:

$$k = \frac{F_i(t_i)}{2N_i(t_i)} \qquad (1)$$

Недоліком методу є неможливість визначення залежності коефіцієнту тертя від температури, а також відсутність можливості використовувати зразки у вигляді гранул.

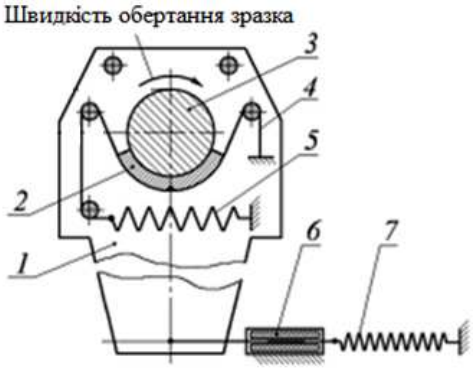


Рис. 1. Схема установки [5]. 1 – каретка трибометра; 2 – вкладиш; 3 – зразок; 4 – сталева стрічка; 5 – пружини натягу стрічки; 6 – датчик кута повороту каретки; 7 – поворотні пружини каретки трибометра

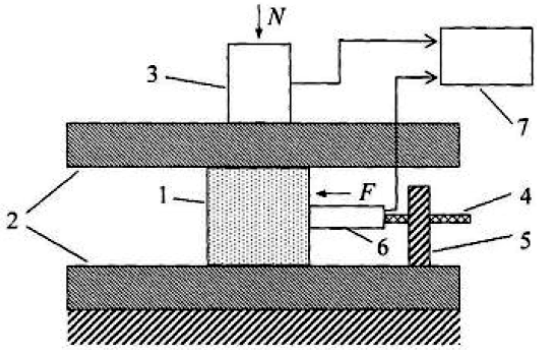


Рис. 2. Схема визначення динамічного коефіцієнта тертя [7]. 1 – зразок з одного матеріалу; 2 – зразки із іншого матеріалу; 3 – пружний елемент з тензорним мостом; 4 – гвинт; 5 – опора; 6 – пружний елемент; 7 – реєструючий пристрій

Нами було розроблену і захищено патентами України декілька конструкцій установок, що дозволяюсь проводити дослідження триботехнічних властивостей для гранульованих полімерних матеріалів.

Установка [4] створена для дослідження коефіцієнту тертя гранульованих матеріалу (рис. 3) і визначення його залежності від необхідних умов проведення досліджень (тиску, температури і куту нахилу поверхні) і складається із опорної рами 1, пластини 3, що закріплена у рамі з можливістю провертання у вертикальній площині завдяки шарніру 2, стояка 4 з повзуном 5, що слугують опорою для пластини 3, на якій розміщується досліджуваний зразок. Додатково встановлено шкалу 6 для визначення кута нахилу α та плоский нагрівник 7. Для отримання можливості виконувати досліди для гранульованих матеріалів в конструкції передбачено бункер подачі матеріалу 8 та приймальний бункер 9 із координатною сіткою 10.

За допомогою описаної установки нами було отримано залежність коефіцієнта тертя для чотирьох різних типів гранульованих полімерів від тиску та температури [5], проте така конструкція не дозволила змінювати навантаження на досліджуваний матеріал у широкому діапазоні, отримувати залежності коефіцієнта тертя від швидкості обертання поверхні, а також знімати показники бокового тиску.

Для усунення цих недоліків було запропонована конструкція [6], що дозволяє досліджувати величини коефіцієнта зовнішнього тертя гранульованих матеріалів по різних поверхнях, та коефіцієнта бічного тиску, у тому числі й залежно від температури, навантаження і швидкості обертання на широкому діапазоні значень. На рис. 4 зображено схему установки, що містить ротор 3 із нагрівниками 2, вертикальний корпус 4, що виконаний порожнистим і встановлено над ротором. У корпусі розміщено штовхач 5, що через регулятор вертикальної сили 6 отримує навантаження, а також датчики горизонтальних сил 11 і 13.

Пристрій працює наступним чином: гранули засипаються у вертикальний короб і притискаються штоком до ротора, якому надаються обертання від електродвигуна. Датчик, що стоїть по ходу обертання ротора – дозволяє отримати значення коефіцієнта тертя, датчик, шо стоїть перпендикулярно першому – значення коефіцієнта бічного тиску. Збільшуючи швидкість обертання ротора, температуру нагрівників або навантаження на шток – можна отримати вищеописані залежності для шуканих коефіцієнтів.

За допомогою описаної установки нами було отримано результати експериментальних досліджень для трьох типів полімерних гранул [7], які відрізняються за характером один від одного, така картина співпадає із попередніми дослідженнями у цьому напрямку.

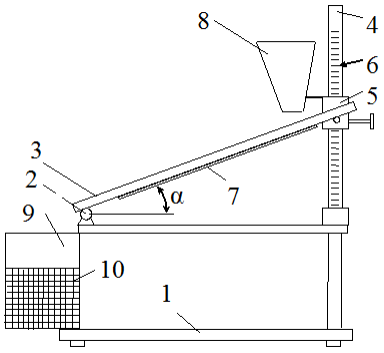


Рис. 3. Схема установки для визначення величини коефіцієнта зовнішнього тертя гранульованого матеріалу: 1 – опорна рама; 2 – шарнір; 3 – пластина; 4 – стояк; 5 – повзун; 6 – шкала; 7 – засіб термостабілізації; 8 – витратний бункер; 9 – приймальний бункер; 10 – координатна сітка

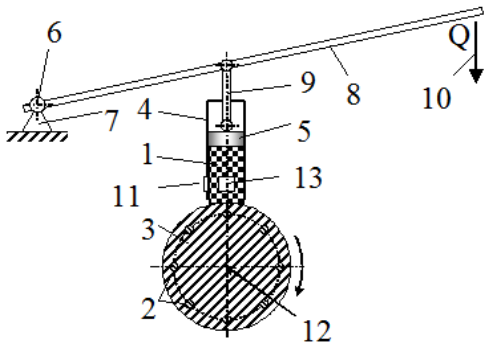


Рис. 4. Схема пристрою для визначення величини коефіцієнта зовнішнього тертя сипкого матеріалу: 1 – установка; 2 – нагрівники; 3 – ротор; 4 – корпус; 5 – штовхач; 6 – регулятор вертикальної сили; 7 – стояк; 8 – важіль; 9 – шток; 10 – противага; 11 – датчик горизонтальної сили; 12 – вісь ротора; 13 – датчик горизонтальної сили

Висновки. Проведено огляд деяких існуючих установок для проведення досліджень триботехнічних властивостей сипких матеріалів із зазначенням їх конструктивних особливостей, а також запропоновано дві нові конструкції, зокрема для дослідження різних типів гранульованих полімерних матеріалів. На розроблені установки були отримані патенти. Наведено посилання на результати досліджень із використанням отриманих установок, надалі планується продовження досліджень із розширенням діапазону досліджуваних властивостей.

Література

1. Мікульонок І. О. Обладнання і процеси переробки термопластичних матеріалів з використанням вторинної сировини. Київ : ІВЦ „Видавництво «Політехніка»”, 2009. 265 с.

2. Струтинский Б. В., Радионенко А. В., Ищенко Е. А. Триботехнические исследования полимерных композитов, применяемых при восстановлении направляющих станков // Проблеми тертя та зношування. 2015. № 2. С. 4-8.

3. Пат. № 59650 U Україна, МПК G01L 1/00 (2011.01). Спосіб визначення динамічного коефіцієнта тертя / Ю.А. Костандов; заявник і патентовласник Таврійський національний університет ім. В.І. Вернадського. – № u201013094; заявл. 04.11.2010; опубл. 25.05.2011, Бюл. № 10, 2011.

4. Пат. № 107473 U Україна, МПК G01N 19/02. Установка для визначення величини коефіцієнта зовнішнього тертя кускового або сипучого матеріалу / О. Л. Сокольський, І. О. Мікульонок, Д. Г. Швачко, В. М. Витвицький; заявник і патентовласник Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут". – № u201511736; заявл. 27.11.2015; опубл. 10.06.2016, Бюл. № 11, 2016.

5. Pressure and temperature influence on the friction coefficient of granular polymeric materials on the metal surfaces / V. Vytvytskyi, I. Mikulionok, O. Sokolskyi, O. Gavva // Ukrainian Food Journal. 2017. Vol. 6 (3). P. 543–552. DOI: 10.24263/2304-974X-2017-6-3-14.

6. Пат. № 124170 U Україна, МПК G01N 19/02. Пристрій для визначення величини коефіцієнта зовнішнього тертя сипкого матеріалу / І. О. Мікульонок, О. Л. Сокольський, В. М. Витвицький, Д. Г. Швачко; заявник і патентовласник Нац. техніч. ун-т України «Київ. політехн. ін-т ім. Ігоря Сікорського». – № u201710073; заявл. 18.10.2017; опубл. 26.03.2018, Бюл. № 6, 2018.

7. Дослідження триботехнічних властивостей гранульованих полімерних матеріалів / В. М. Витвицький, С. В. Бардашевський, О. Л. Сокольський, І. О. Мікульонок // 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.