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
IV Всеукраїнської
науково-практичної конференції

ЕФЕКТИВНІ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ ТА ПАКУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Київ, 15-16 грудня 2016 року

2016

УДК 678.05
ББК 30

Збірник доповідей IV Всеукраїнської науково-практичної конференції «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки». – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. – 94 с.

Видання містить програму та доповіді (в редакції авторів) IV 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» 15-16 грудня 2016 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
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:

к.т.н., професор, в.о. зав. каф. ХПСМ КПІ ім. Ігоря Сікорського Сівецький В.І.,
д-р техн. наук, професор каф. ХПСМ КПІ ім. Ігоря Сікорського Карвацький А.Я.,
д-р техн. наук, професор, професор каф. ХПСМ КПІ ім. Ігоря Сікорського Гондлях О.В.,
заслужений винахідник України, д-р техн. наук, професор, професор каф. ХПСМ КПІ ім. Ігоря Сікорського Мікульонок І.О.,
академік Академії наук вищої освіти України, д-р техн. наук, с.н.с., професор каф. ХПСМ КПІ ім. Ігоря Сікорського Колосов О.Є.,
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.,
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 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, 2016*
© КПІ ім. Ігоря Сікорського

ЗМІСТ

Стор.

СЕКЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ І ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Лобко С.С., Щербина В.Ю., Васильченко Г.М., Лелека С.В. Підвищення енергетичної ефективності обертової печі 5

Мозговой Є.В., Витвицький В.М., Чемерис А.О. Модернізація опори обертової печі 8

Панов Є.М., Шилович Т.Б., Я.І.Шилович. Апарати та методи очищення газів, що містять монооксид вуглецю 10

Мошна О.В., Борщик С.О. Удосконалення конструкції головки преса для виготовлення керамічної цегли 12

Мошна О.В., Борщик С.О. Удосконалення конструкції мундштука шнекового преса для виробництва керамічної цегли 13

Шаповал А.А., Мандрійчук О.М., Шаповал І.О. Гранична теплопередавальна здатність теплових труб для хімічного обладнання 14

Шаповал А.А., Стрельцова Ю.В., Руденок М.В. До проблем моделювання процесів кипіння води та органічних рідин на металевих пористих поверхнях 16

Огороднік М.С. Удосконалення футерівки барабану трубного млина 18

Круглицька В.Я., Пахомова В.М., Федорович С. Р. Захист електрофільтрів термостійкими антикорозійними силіційорганічними покриттями 20

СЕКЦІЯ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБКИ ПЛАСТМАС

Сокольський О.Л., Герасименко Ю.Ю. Розрахунок швидкості плавлення полімерного прутка в циліндричному нагрівальному каналі 22

Витвицький В.М., Мікульонок І.О., Сокольський О.Л.Особливості проектування екструзійного обладнання для перероблення полімерів 24

Ліснічук І.Л., Ефіменко Л.С., Шнирук О.М. Поводження трубок з ПЕВТ при низьких температурах 25

Колосов О.Є. Передумови розроблення інноваційної технології формування конструкційних виробів з традиційних та наномодифікованих полімерних композиційних матеріалів 27

Колосов О.Є. Обгрунтування підходу та методів при розробленні технології формування конструкційних виробів з традиційних та наномодифікованих полімерних композиційних матеріалів 29

Колосов О.Є. Науково-практичні засади створення технології формування конструкційних виробів з традиційних та наномодифікованих полімерних композиційних матеріалів 31

Ванін В.В., Вірченко Г.А., Колосова О.П. Доцільність застосування методології структурно-параметричного геометричного моделювання для оптимізації технологічних процесів та обладнання 32

Колосова О.П. Аспекти моделювання процесів та обладнання для одержання високоміцних й бездефектних реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів 34

Колосова О.П. Результати моделювання процесів та обладнання для одержання високоміцних й бездефектних реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів 36

Сівецький В.І., Колосов О.Є., Сокольський О.Л., Івіцький І.І., Куриленко В.М. Удосконалений спосіб виготовлення виробів із полімерів з інтелектуальними датчиками 38

Сівецький В.І., Колосов О.Є., Сокольський О.Л., Івіцький І.І., Куриленко В.М. Удосконалений спосіб виготовлення полімерних виробів з інтелектуальними датчиками методом лиття під тиском 39

Сівецький В.І., Колосов О.Є., Сокольський О.Л., Івіцький І.І., Куриленко В.М. Удосконалений спосіб виготовлення полімерних виробів з інтелектуальними датчиками екструзією 40

Куриленко В. М., Сівецький В. І., Івіцький І. І., Половинка В. О. Екструзійне формування полімерних трубних виробів з введенням інтелектуальних датчиків 42

Куриленко В. М., Сівецький В. І., Бегін Є. В. Прес-форма для виготовлення пластмасових виробів з інтелектуальними датчиками методом лиття під тиском 44

Куриленко В. М., Сівецький В. І., Сухий О. А. Прес-форма для виготовлення пластмасових виробів з інтелектуальними датчиками методом пресування 46
Сівецький В. І., Куриленко В. М., Сокольський О. Л., Івіцький І. І., Поліщук О. В. Пристрої для введення датчиків у погонажні полімерні вироби 48
Марусич М. І., Сокольський О. Л., Куриленко В. М. Модернізація пуансона гідравлічної таблетмашини з горизонтальним пресуванням 50
Бегін Є.В., Сівецький В.І., Сокольський О.Л. Модернізована машини для лиття під тиском двошарових преформ 52
Сухий О.А., Сівецький В.І. Удосконалення конструкції механізма управління діафрагмою форматора вулканізатора 53
Павлиго І.Ю. Модернізація вальців для виробництва ПВХ лінолеуму 55
Турченко І.А. Модернізація пресформи термопласт-автомату 57
Зарудний М.В., Івіцький І.І. Модернізація змішувача для обладнання грануляції полістиролу 58
Соловей В.В., Івіцький І.І. Типи змішування полімерних композицій з вуглецевими нанотрубками 61

СЕКЦІЯ МАШИНИ І ТЕХНОЛОГІЇ ПАКУВАННЯ

Запорожченко К.І. Покращення точності та плавного дозування сипучого матеріалу при роботі пакувального апарату 63
Колосов О.Є., Сокольський О.Л., Малецький С.В. Удосконалена методика прогнозування вологопроникності полімерних плівкових пакувальних матеріалів 65
Громова В.В., Сокольський О.Л. Конструктивна та програмна реалізація методу роздувного формування тари 69
Громова В.В. Проектування та числовий аналіз вузла запірної арматури автомату розливу в'язких продуктів 71
Винарський А.С. Застосування інструментів комп'ютерного інжинірингу в проектуванні вузла поршня з циліндром фасувального автомату в'язкої продукції 72
Руденок М.В., Мандрійчук О.М., Шилович Т.Б. Утилізація металевої упаковки 73
Шилович Т. Б., Герасименко Ю.Ю., Малецький С. В. Альтернативні матеріали для виробництва синтетичних упаковок 74
Дагдій В.М. Проектування та числовий аналіз вузла насадка для автомату розливу в'язких продуктів 76
Дагдій В.М., Сокольський О.Л. Процес та обладнання роздувного формування ПЕТ-тари 77
Перунський Д. В., Чемерис А. О. Пластинчастий ланцюг конвеєра для переміщення пляшок 78
Рагімов М., Куземко В., Швачко Д.Г. Модернізація ящикового живильника для подачі глини 80
Куземко В., Рагімов М., Швачко Д.Г. Модернізація пластинчастих живильників важкого типу для подачі крупнокускових гірських порід 82
Мохначук Я.В. Удосконалення печі для термічної усадки поковочної плівки для пакування листів азбокартону 84
Моренець О.М., Чемерис А.О. Покращення конструкції пластинчастого транспортеру 86
Моренець О.М., Чемерис А.О. Підвищення якості наклеювання етикетки етикетувального автомату 87
Солом'яний О. О. Пристрій для зварювання термопластичного рукава 88
Сімончук Д.О. Числовий аналіз напружено-деформованого стану вузла подовжнього зварювання плівки дозувально-фасувального автомату на предмет визначення експлуатаційної придатності 89
Хавро Є.В. Числовий аналіз напружено-деформованого стану вузла збирання крапель на плиті фасувального автомату на предмет визначення експлуатаційної придатності 90
Шкіль В. І. Застосування CAD-CAE-систем для проектування вузла поперечного зварювання дозувально-фасувального автомату сипкої продукції 91
Бардашевський С.В., Горпинюк В.Ю., Мікульонок І.О. Завантажувальна секція одночерв'ячного преса для перероблення полімерів 93
Бардашевський С.В., Горпинюк В.Ю., Мікульонок І.О. Одночерв'ячний прес для перероблення полімерів 94

СЕКЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ І ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

УДК 66.011

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБЕРТОВОЇ ПЕЧІ

студ. С.С. Лобко, к.т.н., доц. В.Ю. Щербина, к.т.н., доц. Г.М. Васильченко,
к.т.н., асистент С.В. Лелека
Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорского», кафедра ХПСМ

В результаті аналізу енергетичної ефективності обертових печей запропонована конструкція зовнішнього теплообмінника, що забезпечує економію палива до 10%, за рахунок нагрівання повітря до 180 °С. Конструкція дозволяє економити паливо без істотних змін в відпрацьованих регламентах технологічних процесів у діючих обертових печах.

Ключові слова: обертова піч, температура, втрати, енергетична ефективність, теплообмінник, обичайка.

Обертові печі знайшли широке поширення в електродної, металургійної та інших галузях промисловості. Основне призначення печей - проведення випалу, сушки, прожарювання, технологічних процесів зі зміною структури та хімічного складу матеріалів. Обертові печі представляють собою металевий циліндричний корпус (обичайка), зсередини футерований вогнетривом і захищений високотемпературною теплоізоляцією.

Незважаючи на простий і очевидний принцип дії обертових печей, проводиться постійна робота по підвищенню їх енергетичної ефективності, зниження питомих витрат палива та поліпшення технологічних характеристик [1, 2]. Широке призначення печей вимагає конструктивних і геометричних рішень і ускладнює їх уніфікацію.

Аналіз енергетичної ефективності діючої печі проводився з використанням балансових співвідношень, отриманих при вимірюванні технологічних параметрів і температури повітря зовнішнього середовища, що входять в піч газів і матеріалу, цих же параметрів на виході, теплових характеристик обичайки і т.д. Результати розрахунків в відсотковому співвідношенні найбільш значних складових частини теплового балансу представлені нижче(рис.1).

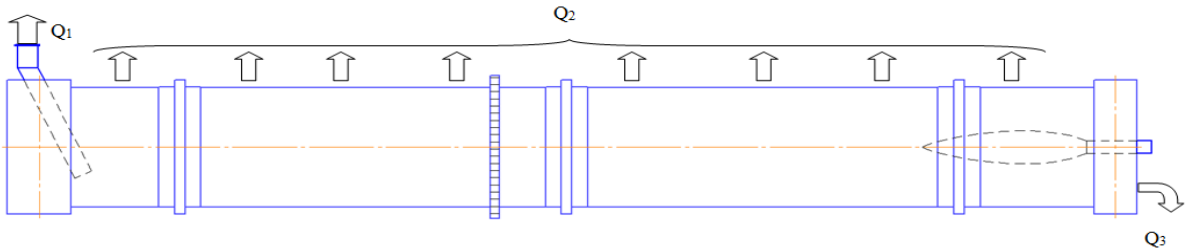


Рис.1. Витрати теплоти: Q_1 – втрати теплоти з газами (45,8%);
Q_2 – втрати з поверхні корпуса печі(23,2%); Q_3 – втрати теплоти через холодильник(25,1%)

Метою роботи є зниження питомої витрати енергії для діючих і проектованих обертових печей.

Аналіз теплових втрат показав, що найбільшу ефективність представляє утилізація теплоти через поверхні корпусів печі і холодильника.

Розглянуто варіант нанесення на корпус печі спірального теплообмінника квадратного поперечного перерізу (рис. 2) По каналу теплообмінника рухається повітря. Масова витрата повітря відповідає необхідній кількості вторинного повітря, що подається в пальник. Швидкість в перерізі каналу визначалася з рівняння нерозривності потоку з урахуванням зміни температури по довжині теплообмінника.

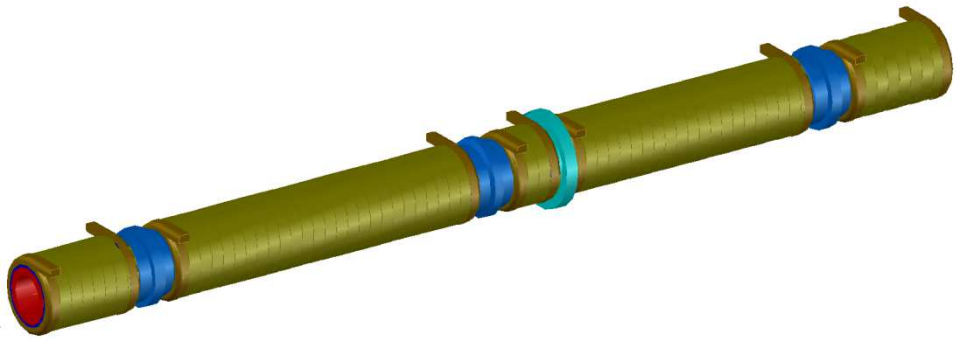


Рис.2. Піч з спіральними теплообмінниками

Ефективний коефіцієнт тепловіддачі визначався з використанням принципу адитивності конвективної і променевої складових загального теплового потоку. Конвективна складова визначалася за відомим критеріальним рівнянням [3].

$$\mathrm{Nu} = 0.018 \cdot \mathrm{Re}^{0.8} \cdot \varepsilon_t \cdot \varepsilon_l \cdot \varepsilon_d$$

де $\mathrm{Nu} = \alpha \cdot l_0 / \lambda$ - число Нуссельта; $\mathrm{Re} = w \cdot l_0 / \nu$ - число Рейнольдса; α- коефіцієнт тепловіддачі; λ- теплопровідність; ν- кінематична в'язкість; $\varepsilon_d = 1 + 1.8 \cdot (d/R)$ - поправка, що враховує згин каналу; $\varepsilon_t = (\mathrm{Pr}/\mathrm{Pr}_c)^{0.25} \approx 1$ – поправка, що враховує напрямок теплового потоку; d, R - відповідно, еквівалентний діаметр каналу теплообмінника і радіус його згину.

Радіаційну складову теплового потоку визначали по моделі теплообміну між двома циліндричними поверхнями, розділеними діатермічної середовищем. Тоді для розрахунку можна вважати, що радіаційний коефіцієнт тепловіддачі α_{rad1} в просторі між корпусом печі та внутрішньою частиною корпусу теплообмінника дорівнює:

$$\alpha_{rad1} = Q_{rad} / (F_1 \cdot \Delta t)$$

Зазначена задача вирішується методом послідовних наближень з використанням ітераційних методів розрахунку.

На кафедрі ХПСМ НТУУ «КПІ» розроблений пакет прикладних програм, що включає в себе модулі на C++ та AutoLISP з представленням результатів в графічному середовищі AutoCAD.

З метою з'ясування можливості підвищення ефективності теплообмінника були проведені додаткові розрахунки, при яких теплообмінник розташовувався не по всій довжині корпусу, а тільки в області високих температур. В цьому випадку теплообмінник розташовувався між вінцевою шестернею і бандажем. Як видно з графіка(рис.3) в цьому випадку відбувається більш інтенсивний нагрів. В кінці нагрівання температура повітря (крива 3) досягає 180 °С що практично відповідає використанню «довгого» теплообмінника. Аналогічна ситуація спостерігається і зі зміною температури зовнішній поверхні теплообмінника (крива 4).

Ще більш значний ефект досягається при використанні теплоізоляції зовнішньої поверхні теплообмінника. На рис. 4 криві 1,2,3 відповідають температурі повітря в теплообміннику, криві 4,5,6 - температурі зовнішній поверхні теплообмінника: 1,4 - при використанні теплоізоляції товщиною 70мм, 2,5 - товщиною 7 мм, 3,6 - без ізоляції. З графіка видно що використання теплоізоляції товщиною 7 мм підвищує температуру повітря на виході з теплообмінника до 205 °С, тобто на 25 °С, а при використанні теплоізоляції товщиною 70мм до 240 °С, тобто на 60 °С (при цьому температура зовнішньої поверхні теплообмінника зменшується до 28 °С).

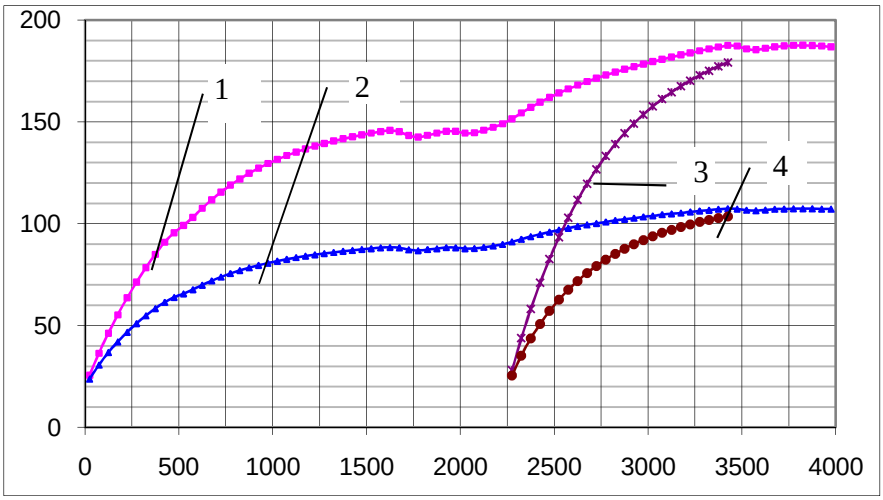


Рис. 3.Зміна температури повітря і зовнішньої поверхні теплообмінника по довжині печі: 1,2 – температура повітря та зовнішньої поверхні теплообмінника при використанні «довгого» теплообмінника; 3,4 - температура повітря та зовнішньої поверхні теплообмінника при використанні «короткого» теплообмінника

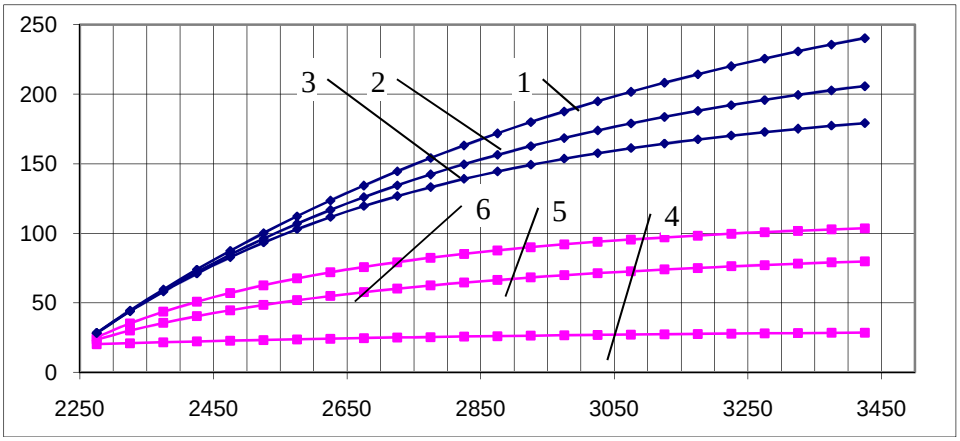


Рис.4.Зміна температури повітря і поверхні теплообмінника і залежності від товщини теплоізоляції: 1,4 – теплоізоляція товщиною 70мм; 2,5 – товщиною 7мм; 3,6 – без ізоляції.

Висновки

Аналіз теплових втрат діючої печі показав, що однією з основних складових є втрати з корпусу печі. Для утилізації теплоти з поверхні печі запропоновано використання спірального теплообмінника. Розроблено модель спірального теплообмінника, що дозволяє оцінювати теплові і температурні характеристики теплообмінника. Показано, що для розглянутої печі можна отримувати повітря з температурою 180 °С, а з використанням теплоізоляції і вище, в кількості необхідній для забезпечення роботи пальника. Проведений аналіз дозволив в 3,2 рази зменшити габарити теплообмінника без зміни сумарного теплового ефекту. Показано ефективність використання теплової ізоляції при використанні її для зменшення теплових втрат і регулювання температури технологічного процесу.

Література

1 Ходоров Е.И. Печи цементной промышленности / Е.И. Ходоров. – Ленинград: Стройиздат,1968.

2 Математическое моделирование вращающейся барабанной печи для активирования углеродного материала/ М.А. Тагиров, Б.С. Жирнов, Ф.Р. Муртазин [и др.]/ Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело», 2013, №1.

3 Исаченко В.П. Теплопередача/ В.П. Исаченко, В.А. Осипов, А.С. Сукомел. - М.: Энергоиздат, 1981. – 416 с.

УДК 66.041.491

МОДЕРНІЗАЦІЯ ОПОРИ ОБЕРТОВОЇ ПЕЧІ

Мозговой Є.В., студент; Витвицький В.М., аспірант; Чемерис А.О., ст. викл.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

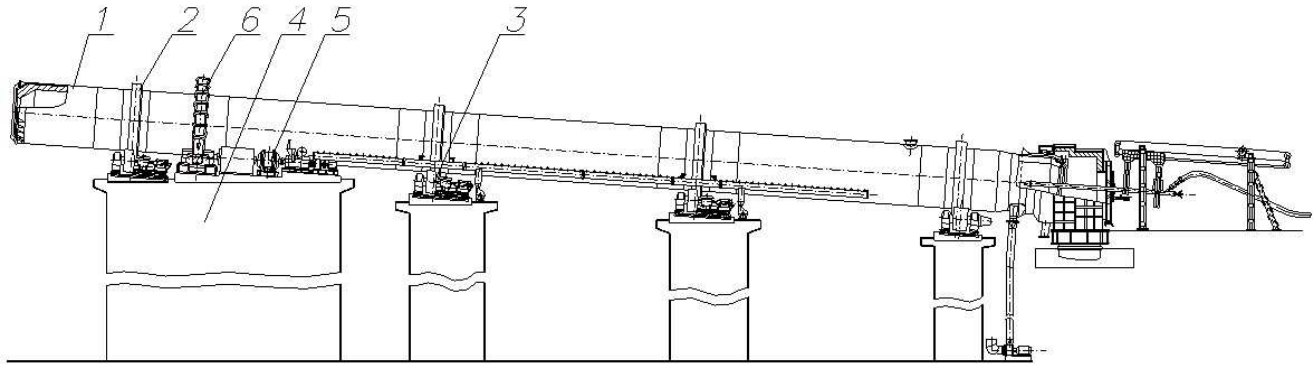
Наведено один із варіантів модернізації опори обертової печі.

Промисловість будівельних матеріалів формує не тільки виробничу, але і соціально-побутову структуру, забезпечуючи зручність експлуатації і естетичну виразність об'єктів. Технологічний процес у будівництві може бути забезпечений задоволенням потреб у бетонних і залізобетонних конструкціях, що вимагає різкого збільшення випуску цементу. Тому цемент є одним з найважливіших будівельних матеріалів.

Основною задачею виробництва цементу є одержання клінкера з заданим фазовим складом. Він залежить від складу і якості сировини, обраного співвідношення між вихідними матеріалами, необхідної дисперсності й однорідності сировинної суміші і від правильного режиму випалу й охолодження клінкера [1].

Обертові печі є однією із найважливіших ланок технологічного процесу отримання цементу, саме в них відбуваються найважливіші фізико-хімічні перетворення, які надають напівфабрикату властивостей готового продукту. Обертова піч – це тепловий агрегат безперервної дії. Завдяки обертанню печі і нахилу до горизонту шлам, що поступає безперервно у верхній кінець печі, проходить через окремі зони робочого простору, обпалюється і у вигляді клінкеру виходить з печі в холодильник.

На рис. 1. зображено типову конструкцію обертової печі, що складається з циліндричного корпусу 1, що спирається через бандажі 2 на опорні ролики 3, встановлені на опорах 4. Корпус має ухил 3–5% та отримує обертовий момент від привода 5 через підвінцеву шестерню 6.



1 – корпус; 2 – бандаж; 3 – опорний ролик; 4 – опора; 5 – привід; 6 – підвінцева шестерня
Рис. 1. Ескіз типової конструкції обертової печі

Опори печей служать для підтримки обертової печі під час роботи і є важливою частиною машини. Також за допомогою опор може бути компенсоване викривлення осі печі.

При проектуванні нових конструкцій опор одним із першочергових завдань є підвищення надійності існуючих конструкцій опор та забезпечення вищої компенсуючої здатності. Цього можна досягти, наприклад, при використанні конструкції опори обертової печі, зображеної на рис. 2.

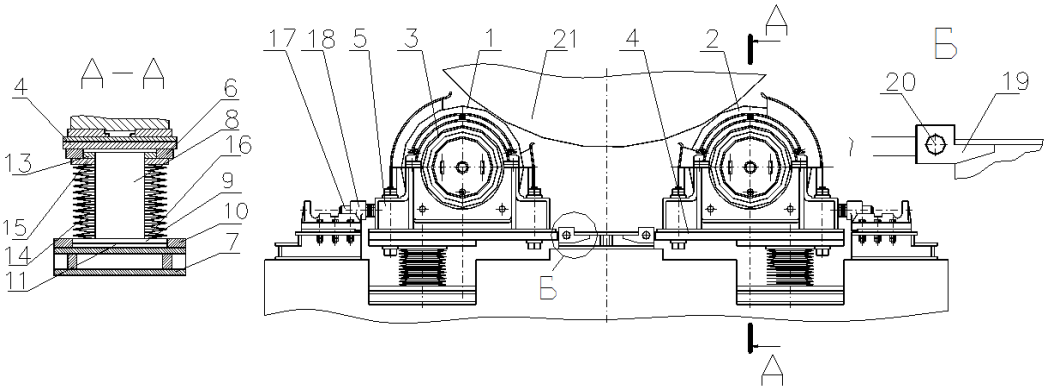


Рис. 2. Ескіз опори обертової печі

Опора [2] складається з опорних роликів 1 і 2, цапфи яких спираються підшипниками на корпуса 6, з'єднані з плитою 4. Плита 4 забезпечена упором 5 і болтовим з'єднанням та прикріплена до консольної балки 6 верхньої частини рами 7. На рамі 7 під консольної балкою 6 встановлена циліндрична направляюча 8 з опорним фланцем 9. Фланець 9 по периферії охоплюється пластиною 10 з двох половин, прикріплених до рами 7. Між фланцем 9 і рамою 7 встановлена вставка 11.

Верхній кінець 12 циліндричної напрямної 8 забезпечений різьбою і на нього накручена кругла гайка 13. Гайка 13 входить разом з кінцем 12 направляючої 8 в отвір в консолі 6. Між фланцем 9 і гайкою 13 закладений набір тарілчастих пружин 14 по ГОСТ 3057-79 і прокладки 15 і 16. Пружини 14 стиснуті і утримуються в стислому стані гайкою 13. Для переміщення плити 4 при монтажі та ремонтах служать гвинт 17, що упирається в упор 5 і гайка 18, прикріплена до рами 7. Консоль з'єднується з рамою 7 шарнірним з'єднанням із захватими на консолі 19 і захватами 20 на рамі і з'єднувальним штирем 21. На опорні ролики 1 і 2 спирається бандаж 22.

Опора працює наступним чином. Опорні ролики 1 і 2 сприймають навантаження від бандажа 22 барабана печі і через підшипники і корпуса підшипників 3 передають вертикальну і горизонтальну складову навантаження на плити 4. Горизонтальна складова навантаження передається на консоль болтовим з'єднанням. З консолі горизонтальна складова передається на раму 7 за допомогою шарнірного з'єднання (захватами 19, 20 і з'єднувальним штирем 21).

При значенні вертикальної складової, що не перевищує номінального значення, навантаження з консолі передається на прокладку 1, пружини 14 і через прокладку 16, фланець 9 і вставку 11 на нижню частину рами 7. Пружини при цьому додатково не стискаються. Рама сприймає навантаження як жорстка конструкція.

Якщо вертикальна складова перевищить номінальне навантаження, то пружини 14 додатково стискуватимуться і консоль в зоні обпирання її на прокладку 15 опуститься на величину додаткового стиснення пружин. Сама консоль при цьому повернеться в шарнірі, що з'єднує її з рамою, Разом з консоллю 6 опуститься і підшипник опорного ролика 3 і сам опорний ролик 1. При цьому відбудеться перерозподіл навантаження між опорними станціями і їх вирівнювання.

Використання описаної конструкції опори обертової печі дозволяє знизити металоємність конструкції та підвищити надійність опори за рахунок збільшення її компенсуючої здатності. Опора такої конструкції може компенсувати викривлення осі печі у межах 10-20 мм.

Література

1. Ходоров Е. И. Печи цементной промышленности / Е. И. Ходоров; под ред. И.И. Палеева. — Ленинград : Промстройиздат, 1968. — 455с.
2. А. с. 1768900 СССР, МПК F27B 7/22. Опора вращающейся печи / Е.В. Коровкин, Г.В. Беднягин, Л.Ф. Шмелев, А.Ф. Гуйда (СССР) ; заявитель Ленинград. науч.-произв. объед. хим. машин. — № 4835599/33 ; заявл. 07.06.1990 ; опубл. 15.10.1992, Бюл. № 38.

УДК 621.365.32

АПАРАТИ ТА МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ ГАЗІВ, ЩО МІСТЯТЬ МОНООКСИД ВУГЛЕЦЮ

Є.М.Панов, д.т.н., проф., Т.Б.Шилович, к.т.н., доц., Я.І.Шилович, аспірант
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Метою роботи є визначення основних методів, які можуть бути застосовані для очищення газів, що утворюються в результаті випалу вуглеграфітових виробів, та характеристик процесу, що впливають на ефективність обраного методу

В процесі випалу вуглеграфітових виробів у печах Рідгаммера утворюються летючі гази, які виділяються при коксуванні заготовок, так і з пересипкового матеріалу та містять сполуки вуглецю, в тому числі і монооксид вуглецю (CO). До методів очищення газів, що містять в продуктах згоряння CO відносяться: термічний, термокаталітичний, каталітичний, адсорбційний та абсорбційний [1-4].

Термічний метод очищення грунтується на окислені забруднень киснем повітря до менш токсичних з'єднань [1] та може застосовуватися для газів, які не містять галогени, сірку, фосфор та їх з'єднання. Процес може відбуватися прямим спаленням в полум'ї при температурі 600-800°C. Перевагою цього метода є відносна простота. Пряме спалення може відбуватися в топкових пристроях, у відкритих факелах та в присутності каталізаторів. Способ додаткового спалення («допал») CO з використанням природного газу в пристрої, винесеному поза тракт кільцевої печі Рідгаммера розглянуто в [2], де запропоноване технічне рішення передбачає використання додаткового теплообмінника-утилізатора, в який відбирається потік газів, що містять CO. Для нагрівання газового потоку до температури займання використовується природний газ.

Каталітичне окислення проводять для зниження токсичності продуктів згоряння. В якості каталізаторів використовують хімічно інертні метали – платину та паладій. Процес відбувається в каталітичних та термокаталітичних реакторах в яких газ, що обробляється, перебуває при певній температурі певний час, який становить від 0,1 – 1,0 с, робоча температура перевищує температуру займання газів, що нейтралізуються, на 100-150 °C [1]. В роботі [3] наведено дані про сучасні каталітичні способи знешкодження газових викидів з вмістом оксиду азоту та монооксиду вуглецю, а саме розглянуто каталітичні процеси очищення газів з використанням насипних (гранульованих) та монолітних багатокомпонентних каталітичних систем, які містять активні метали на різноманітних керамічних і металевих носіях. До активних компонентів відносяться такі метали: Mn, Fe,Cr, V,Mo, Co, Ce, Ni, W, Cu, Sn, Au,Pt, Pd, Rh, Ir. В роботі запропоновано використання таблеткового нікелевого каталізатора (Al, Ni-блочному каталізаторі) з вмістом 20% алюмінію та 80% нікелю. При об'ємній швидкості газового потоку 500 год$^{-1}$ монооксид вуглецю відновлюється на 100% при температурах 350-550 °C. При введені метану, який зазвичай присутній у газах, що відходять, в газовий потік активність каталізатора знижується.

Адсорбційні методи очищення газів основані на поглинанні домішок пористими тілами - сорбентами. Основними промисловими сорбентами є активоване вугілля, активований глинозем, силікагель, синтетичні цеоліти [1]. Апарати для адсорбційної очистки представляють собою вертикальні, горизонтальні або кільцеві ємності, заповнені пористим адсорбентом, через шар якого проходить газ. Цей метод дозволяє досягнути високого ступеня очищення газі. В роботі [4] розглянуто адсорбційний метод очищення газів з вмістом CO. В якості сорбентів обрано активоване вугілля та золу кам'яного вугілля та активуючий шар із скляних кульок діаметром 1 – 1,2 мм, які коливався з різною заданою частотою. В роботі встановлено, що активоване вугілля має максимальну сорбційну ефективність при температурі 150°C (81,94 %),

але при температурі вище за 200 °С не придатний до використання внаслідок утворення монооксиду вугілля із самого сорбенту. Зола виявиляє ефективну адсорбуючу здатність при температурі, вищої за 200 °С (дослідження виконані в діапазоні до 500 °С) і має максимальну ефективність 43,81% при температурі 200 °С, поступово знижуючись до 36,49% при температурі 500°С. Цей метод є ефективним для очищення одночасно від CO, NO_x, SO_x та не потребую дорогого обладнання та сорбентів.

До абсорбційних методів відносяться фізична та хімічна абсорбція. Дія цих методів основана на здатності певних забруднювачів розчинятися в абсорбенті з утворенням розчину, який видаляється. Для фізичної абсорбції застосовують воду, органічні розчинники та їхні водні розчини. Найбільш дешевим є спосіб використання насадочної колонни, яка зрощується водою або контактування газу з розпиленою за допомогою форсунок водою. Отриманий розчин піддають регенерації. Хемосорбційні методи засновані на хімічній взаємодії газоподібних або пароподібних забруднень з твердими або рідкими поглиначами з утворенням малолетючих або малорозчинних хімічних сполук. За абсорбент використовують розчини органічних речовин, солей, луг та водні суспензії. Недоліком сорбційних методів є утворення певної кількості відходів.

Висновок. Для очищення газів, які містять моно оксид вуглецю найбільш придатні способи каталітичного окислення, адсорбція та абсорбція. Для обрання способу очищення та відповідного апаратного оформлення забруднених промислових газів необхідно визначити їх хімічний склад, температуру та врахувати вартість каталізаторів та сорбентів, що будуть використовуватися та їх відновлення.

Література

1. Методы и аппараты для очистки газовоздушных выбросов от газообразных и парообразных примесей. — Режим доступа: http://ebooks.semgu.kz/content.php?cont=d;1331. — Дата доступа: 10.11.2016. — *Название с экрана.*
2. *Карвацький А.Я.* Зниження концентрації СО за рахунок установки конверсії моно оксиду вуглецю / А.Я. Карвацький, І.Л. Шилович, Л.В. Крутоус, С.В. Кутузов// Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. - №2/11(62). – С. 38-41.
3. *Кузьмина, Р. И.* Каталитическая очистка газовых выбросов от оксидов азота и углерода / Р. И. Кузьмина, В. П. Севостьянов // Российский химический журнал . – 15/02/2000 . – Vol. 44, N 1 . – С.71-76 .
4. *Гликина И.М.* Изучение процесса обезвреживания отходящих газов от моно оксида углерода, оксидов азота и серi в условиях механохимической активации сорбента/ Глицина И.М., Кудрявцев С.А., Болтов К.М., Кулешова И.И., Кутакова Д.А.// Вісник східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2012. - № 17 (188) ч.1 — Режим доступа: http://www.nbuv.gov.ua/old_jrn/Soc_Gum/VSUNU/2012_17_1/glikina_2.pdf6c. — Дата доступа: 14.11.2016.

УДК 678.057

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ГОЛОВКИ ПРЕСА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КЕРАМІЧНОЇ ЦЕГЛИ

Мошна О.В., студент, Борщик С.О., ст. викладач
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Представлено один із варіантів підвищення якості керамічної цегли шляхом удосконалення конструкції головки преса.

Керамічна цегла, яка отримується способом пластичного формування на шнекових пресах, має дефект у вигляді гвинтоподібної структури [1], яка являє собою спіралевидне нашарування, що утворюється шнеком в глиняній масі по довжині головки преса. За наявності такого дефекту щільність виробу по всьому перерізу і по периметру не однакова, що знижує якість будівельної цегли, частина з якої вибраковується.

Ці недоліки можуть бути усунені шляхом встановлення в головці преса для виготовлення керамічної цегли, яка розміщується в корпусі, паралельних пластин, орієнтованих по поздовжній осі головки і на рівних відстанях одна від одної. При цьому пластини звернені одна до одної своїми широкими поверхнями, а внутрішня поверхня головки оснащується поздовжніми ребрами. Кількість паралельних пластин може бути як парною так і не парною [2].

Вдосконалена головка (рис.1) складається з корпуса 1 з круглим входом 2 і прямокутним виходом 3. В корпусі 1 встановлена “сорочка” 4, яка звужується в напрямку від входу 2 до виходу 3 і пластини 5, які жорстко закріплені в середині корпуса 1. Своїми широкими поверхнями пластини 5 звернені одна до одної і орієнтовані по поздовжній осі 6 головки. Внутрішня поверхня “сорочки” 4 оснащена поздовжніми ребрами 7, які також орієнтуються вздовж осі 6 головки.

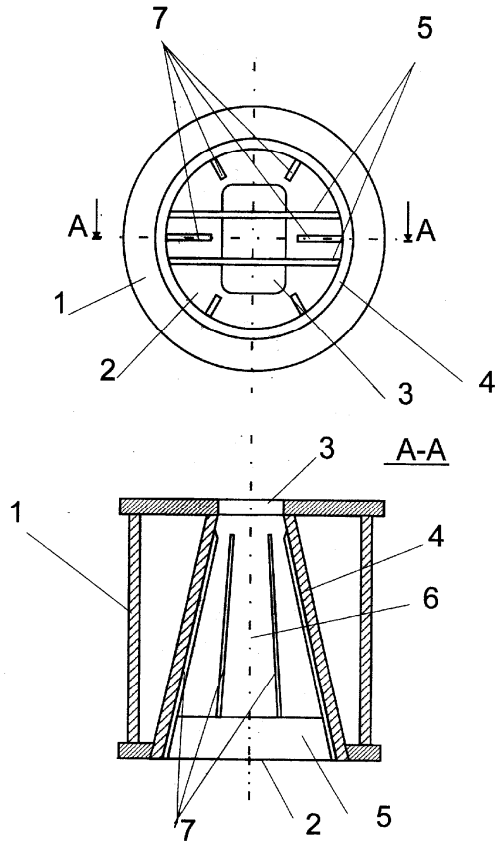


Рисунок 1. Головка преса

Використання даної удосконаленої конструкції головки преса [2] дозволяє значно підвищити якість формованої цегли за ступенем ущільнення по всьому перерізу та зменшити кількість бракованої продукції.

Література

1. Наумов М.М., Кашкаев И.С., Буз М.А., Шейнман Е.Ш. Технология глиняного кирпича. – М.: Издательство литературы по строительству, 1969.- 267 с.
2. Заявка RU №2381872 кл.B23B3/00 Головка пресса для производства керамического кирпича / Головко А.А., Бабурин В.А., опубликовано 20.02.2010.

УДК 621.95

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МУНДШТУКА ШНЕКОВОГО ПРЕСА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КЕРАМІЧНОЇ ЦЕГЛИ

Мошна О.В., студент, Борщик С.О., ст. викладач
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

У даній роботі наведено один із варіантів підвищення зносостійкості мундштука для виробництва керамічної цегли, точності розмірів і якості поверхні глиняних виробів.

Одним із головних деталей шнекових пресів для виробництва керамічної цегли є мундштук. Він забезпечує геометричну точність і якість зовнішньої поверхні виробів при заданих параметрах пресування [1].

Конструкції мундштуків, які застосовуються на сьогодні, мають швидке зношення внутрішньої поверхні внаслідок контакту з керамічною масою, що в свою чергу призводить до неточностей розмірів і якості поверхонь остаточних виробів.

За для усунення неточностей геометричної форми цегли слід встановлювати мундштук, який оснащується зносостійкою робочою поверхнею.

Така задача може досягнута за рахунок наявності на внутрішній поверхні мундштука зносостійкої поверхні. Особливо це буде зручно в умовах діючого виробництва, коли мундштук буде легко з'ємним та легко замінним, та не буде залежати від різновидів формованої маси.

Наявність на внутрішній поверхні формуючого каналу зносостійкої оболонки призведе до значного зменшення її зношування, що особливо позначиться при виконанні цієї оболонки з керамічного надтвердого матеріалу. А при виконанні оболонки знімною цей ефект буде досягнуто найбільшою мірою тому, що навіть при незначному зносі самої оболонки її можна реставрувати, або повністю замінити на іншу з урахуванням умов обробки, її режимів, а також різновидів маси, яка формується.

Вдосконалена конструкція стрічкового преса з мундштуком [2] складається з завантажувального пристрою у вигляді бункера 1, циліндричного корпусу 2, в якому розміщено шнек 3, що подає масу, яка формується, через головку 4 у формуючий канал 5 мундштука 6. Мундштук 6 закріплено до голівки 4 і оснащено зносостійкою оболонкою 7, зовнішня поверхня якої відповідає внутрішній поверхні формуючого каналу 5.

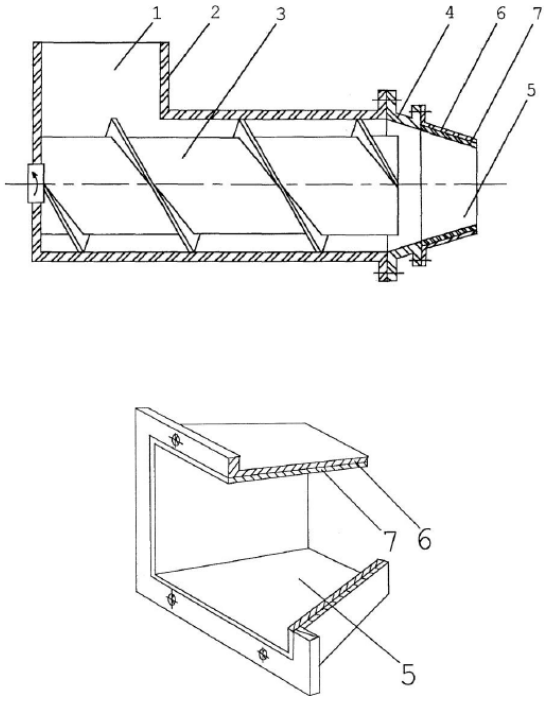


Рисунок 1. Конструкція стрічкового преса з мундштуком

Подібна конструкція мундштука дозволить повною мірою забезпечити його довговічність та зносостійкість і, як наслідок, необхідну точність глиняного бруса на виході.

Література

1. Волкова Ф.Н. Общая технология керамических изделий: учебн. пособие. – М.: Стройиздат, 1989. – 80 с.
2. Заявка UA №36442 кл. B28B3/26 Мундштук стрічкового преса / Скрябін В.В., опубліковано Бюл.№3, 2001 р.

УДК 536.24 : 629.7.048.7

ГРАНИЧНА ТЕПЛОПЕРЕДАВАЛЬНА ЗДАТНІСТЬ ТЕПЛОВИХ ТРУБ ДЛЯ ХІМІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Шаповал А.А., Мандрійчук О.М., Шаповал І.О.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

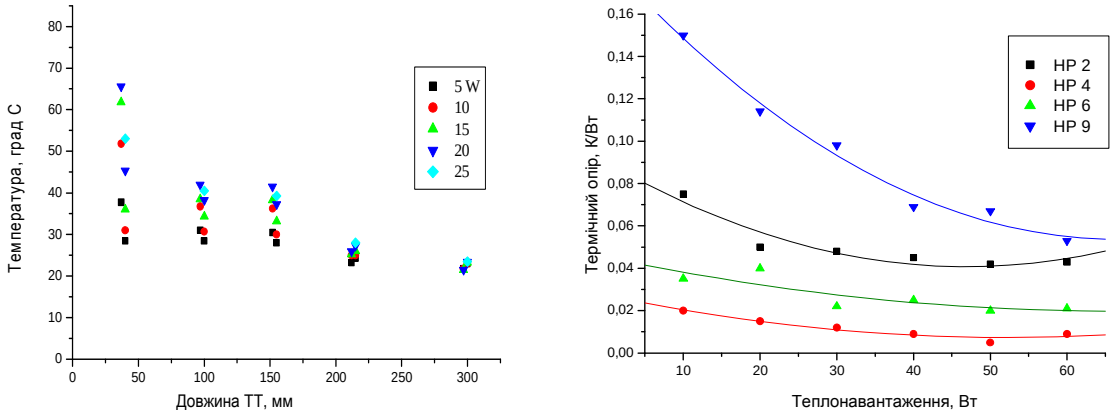
Застосування двофазних теплопередавальних пристроїв, зокрема – теплових труб та їх різновидів – термосифонів з металевими капілярно-пористими структурами [1,2] є перспективним напрямом у сучасному хімічному машинобудуванні. При конструюванні систем охолодження і термостабілізації різних теплонапружених елементів хімічного обладнання виникають задачі визначення граничних значень теплопередавальної здатності застосованих теплових труб (ТТ), в залежності від технічних умов експлуатації охолоджуваних елементів обладнання. Якщо ТТ функціонує у складі рухомого елемента хімічного обладнання, розташованого горизонтально (приклад – валки вальців або каландрів), то орієнтація ТТ у такому випадку не має вирішального значення. Певні проблеми вини-кають при вертикальному

(або близькому до вертикального) розташуванні ТТ у хімічному апараті (машині, пристрої) і нагріванні ТТ (у такому випадку) «зверху».

Експерименти щодо визначення граничної теплопередавальної здатності теплових труб, розташованих у «важких» умовах їх експлуатації (при нагріванні ТТ «зверху»), проведено із використанням експериментальної установки, представленої на рис.1.

Рис. 1. Експериментальна установка для досліджень характеристик теплових труб

Цикл дослідів, виконаних із застосуванням експериментального устаткування ІПМ НАН України, засвідчив, що максимальна висота капілярного підняття води (за рахунок капілярних сил Лапласа) не перевищує значень ~400 мм (що співпадає з літературними даними). Дані щодо детальних фізико-технічних умов при аналогічних дослідженнях, відомі в існуючій літературі, – досить обмежені, що обгрунтовує необхідність подальших експериментальних результатів, отримуваних із безпосереднім використанням ТТ низькотемпературного діапазону (рідини-теплоносії у яких – вода, етанол, ацетон). Ряд результатів, отриманих у циклі експериментів з різними типами ТТ, при зміні їх орієнтації (відносно горизонту) та при змінних значеннях теплонавантажень на труби (в умовах їх водяного охолодження) наведено на рис. 2, а,б.



а б

Рис. 2. Теплофізичні характеристики теплових труб (ТТ) з металоволокнистими та композиційними капілярними структурами: **а** – розподіл температури по довжині транспортної зони ТТ при різних рівнях теплонавантаження; **б** – термічний опір ТТ при різних рівнях теплонавантаження (ТТ 9 – металоволокниста КС; ТТ 2,4,6 – композиційні КС)

Результати проведених досліджень засвідчили, що ТТ з «композиційними» капілярними структурами мають нижчі значення термічних опорів теплопровідності R [К/Вт], порівняно з металоволокнистими ТТ (рис. 2, б). Крім того, такі ТТ забезпечують вищі значення теплопередавальної здатності ТТ, порівняно з «металоволокнистими» ТТ (рис. 2, а).

Перелік посилань

1. С.Чи (S.W.Chi) / Тепловые трубы. Теория и практика (Heat Pipe.Theory and Practice). The George Washington University. // – М.: Машиностроение, 1981. – 208 с.
2. Присняков, В.Ф. Процессы переноса тепла и массы в тепловых трубах. / В.Ф.Присняков, В.И.Луценко, Ю.В.Наврузов и др. // – К.: Наукова думка, 1992. – 160 с.

УДК 536.248: 536.423

ДО ПРОБЛЕМ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ КИПІННЯ ВОДИ ТА ОРГАНІЧНИХ РІДИН НА МЕТАЛЕВИХ ПОРИСТИХ ПОВЕРХНЯХ

Шаповал А.А., Стрельцова Ю.В., Руденок М.В.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Процеси кипіння води на пористих поверхнях теплонапружених елементів ряду технічних апаратів і двофазних теплопередавальних пристроїв (зокрема – теплових труб і термосифонів з ме-талевими капілярно-пористими покриттями-структурами) інтенсивно досліджуються [1-3]. На сьо-годні відомо і доведено рядом дослідників, що нанесення на поверхні нагрівання металевих пори-стих покриттів (капілярно-пористих структур) забезпечує, при певних умовах, високі показники ін- тенсивності двофазного теплообміну. Коефіцієнти тепловіддачі α при кипінні на пористих поверх-нях можуть на порядок перевищувати значення, типові для гладких технічних поверхонь.

Особливості пароутворення при кипінні є наступними. Як відомо із сучасних підходів до ін-терпретації підведення теплоти до рідин, які контактують з гріючими поверхнями, важливу роль відіграє мікрошар рідини, що знаходиться під зростаючим пухирцем (поки останній не відірвався від пароутворюючої мікропори поверхні). Паровий пухирець (при зростанні) є своєрідною «мікро-теплотрубкою»; верх (купол) пухирця при його збільшенні охолоджується холоднішим шаром рі-дини (порівняно з шаром води, що знаходиться поблизу основи-«ніжки» пухирця).

Як свідчать результати наших експериментів, процеси пароутворення на металевих порис-тих поверхнях суттєво відрізняються від процесів, типових для гладких технічних поверхонь. На початку «закипання» (на площі ~1-2 см^2) утворюються декілька (1-3) парових струменів-«стволів», через які виходить пара рідини. Зі зростанням значень густини підведеного теплового потоку $\mathbf{q}$ [Вт/м^2] кількість парових «стволів» швидко збільшується, аж до критичних значень $\mathbf{q}$.

За нашими гіпотезами, на відміну від класичних «механізмів» підведення теплоти до пухир-ців, зростаючих на гладких технічних поверхнях, при кипінні на пористих поверхнях теплота від гріючої поверхні підводиться до парового «ствола» наступним чином: 1) частина теплоти ($\mathbf{q_2}$) у па-рогенеруючій комірці («порі-каналі-стволі») передається через мікрошар рідини, який знаходиться на денці парогенеруючого ствола (останній є «аналогом» мікрошару під пухирцем, що зростає на гладкій технічній поверхні); 2) друга частка теплоти ($\mathbf{q_1'}$) передається через бічні «поверхні» паро-вого ствола; 3) третя частка теплоти ($\mathbf{q_1''}$) передається через капілярно-пористу структуру з ріди-ною у порах; ця частка не приймає участі у роботі

«пори-ствола». Також, згідно з моделлю, існує так звана «поверхнева пористість» парових каналів-стволів, яка чисельно дорівнює **ε** – відношен-ню суми площ основ парогенеруючих стволів до загальної площі теплопідведення.

Запропонована формула для розрахунків інтенсивності теплообміну на пористих поверхнях, для яких типовим є певне розподілення «пор-стволів» за розмірами, має наступний вигляд:

$$q = q_1' + (q_1'')^2 + q_2 = \frac{\Delta T}{R_1'} \cdot (1-\varepsilon) + \left(\frac{\Delta T - \Delta T^*}{R_1''} \cdot (1-\varepsilon)\right)^2 + \frac{\Delta T - \Delta T^*}{R_2}\varepsilon$$

Результати розрахунків коефіцієнтів тепловіддачі **α** за формулою при кипінні води на пори-стих металоволокнистих поверхнях (в умовах вільного руху води на поверхні) наведено на рис. 1.

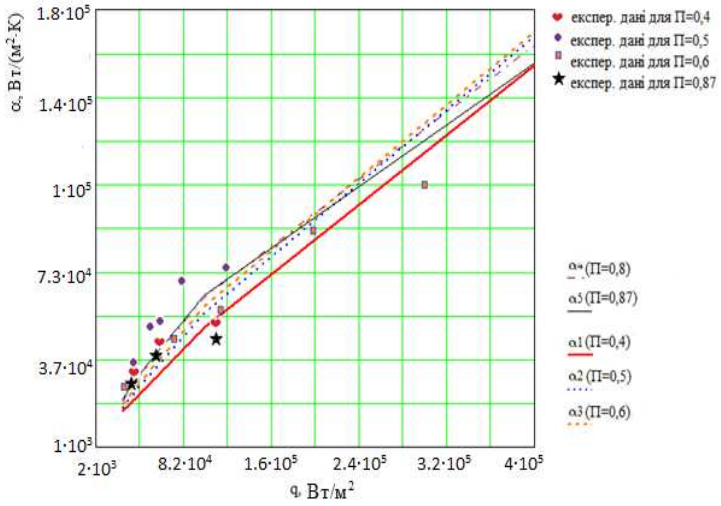


Рис. 1. Порівняння результатів розрахунків за емпіричною формулою з експериментальними даними, отриманими авторами

Результати моделювання та розрахунків, виконаних згідно з формулою, свідчать, що напів-емпірична модель є роботоздатною і такою, що задовільно інтерпретує отримані експериментальні дані щодо кипіння на пористих поверхнях. Параметр **ε** є функцією структурних і фізичних харак-теристик пористих покриттів; він також розраховується, за іншою емпіричною формулою.

Перелік посилань

1. Григорьев, В.А. Кипение криогенных жидкостей. / В.А.Григорьев, Ю.М.Павлов, Е.В.Аметистов. // М.: Энергия, 1977. – 288 с.
2. Смирнов, Г.Ф. Теплообмен при парообразовании в капиллярах и капиллярно-пористых структурах. / Г.Ф.Смирнов, А.Д.Цой. // М.: Изд-во МЭИ, 1999. – 440 с.
3. Долинский, А.А. Тепломассообмен и гидродинамика в парожидкостных дисперсных средах. / А.А.Долинский, Г.К.Иваницкий. // – К.: Наукова думка, 2008. – 382 с.

УДК 621.926.5

УДОСКОНАЛЕННЯ ФУТЕРІВКИ БАРАБАНУ ТРУБНОГО МЛИНА

Огороднік М.С., студент
Національний технічний університет “КПІ” ім. Ігоря Сікорського м. Київ

У даній роботі представлено один із варіантів спрощення виготовлення барабана, збільшення інтенсивності змішування подрібнюваного матеріалу і підвищення продуктивності шляхом удосконалення футерівки барабану.

Трубні млини широко використовуються для подрібнення твердих матеріалів у будівельній [1], хімічній, металургійній та інших галузях. Принцип дії трубних млинів полягає в подрібненні матеріалу ударом і частковим стиранням вільно падаючих мелючи тіл, в обертовому барабані. Перевагами цих машин є отримання високої і постійної тонини помелу [2] і регулювання її; змішування матеріалу в самому млині; простота конструкції, надійність в експлуатації; можливість подрібнення порід різної твердості. А одним із недоліків млинів є недостатня частота взаємодії частинок матеріалу, що подрібнюється один з одним і тілами, що мелють, яка обумовить низьку інтенсивність змішування і взаємодії частинок матеріалу, обмежену продуктивність і обмеженні технологічні можливості .

Можливість усунення цих недоліків досягається тим, що в трубному млині безперервної дії, [3] барабан виконаний з парної кількості, не менше чотирьох, смуг постійної ширини прямокутної форми (Рис. 1) скручених в поздовжньому напрямку щодо власної осі 01-01 і вигнутих по гвинтовій лінії на циліндричній оправці в поперечному напрямку, при цьому смуги зігнуті попеременно в протилежні сторони по зонам ослабленого перерізу-надрізів, виконаних з різних протилежних сторін смуг під кутом 60° один до одного і до поздовжніх кромках смуг з різним поєднанням кутів нахилу стінок - скосів зон ослабленого перерізу-надрізів, а потім краї стінок-скосів зон ослабленого перерізу-надрізів з'єднають між собою з утворенням по довжині смуги рівносторонніх трикутників, розташованих попеременно в протилежні сторони, при цьому смуги з'єднані одна з інший по поздовжніх кромках з утворенням по внутрішньому периметру чотирьох і більше криволінійних ламаних гвинтових поверхонь і криволінійних ламаних гвинтових канавок основного напрямку, а також чотирьох і більше криволінійних ламаних гвинтових поверхонь і криволінійних ламаних гвинтових канавок протилежного напрямку.

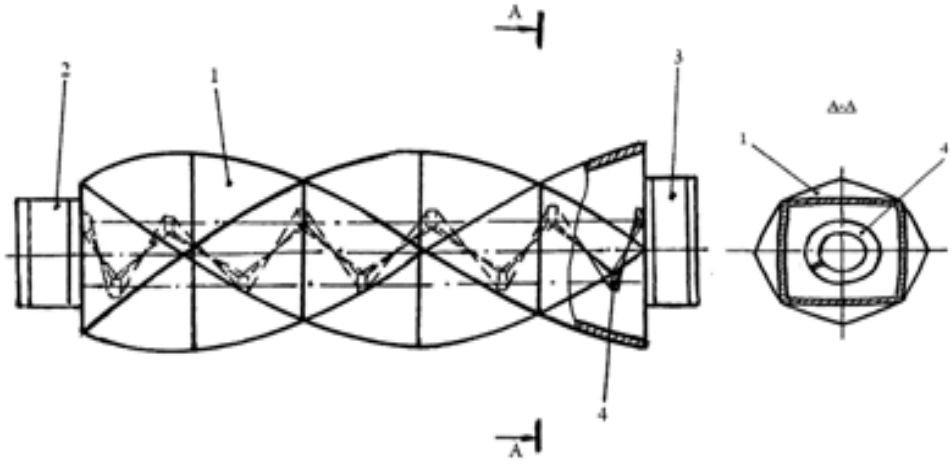


Рисунок 1. Трубний млин

Барабан 1, виготовлений з чотирьох смуг постійної ширини (Рис.2) прямокутної форми 5, 6, 7, 8 з утворенням по периметру по зовнішньому діаметру барабана 1 чотирьох гвинтових ліній основного напрямку, наприклад, 9-10- 11-12-13-14 і чотирьох ламаних гвинтових ліній протилежного напрямку, наприклад, 15-16-12-17-18-19.

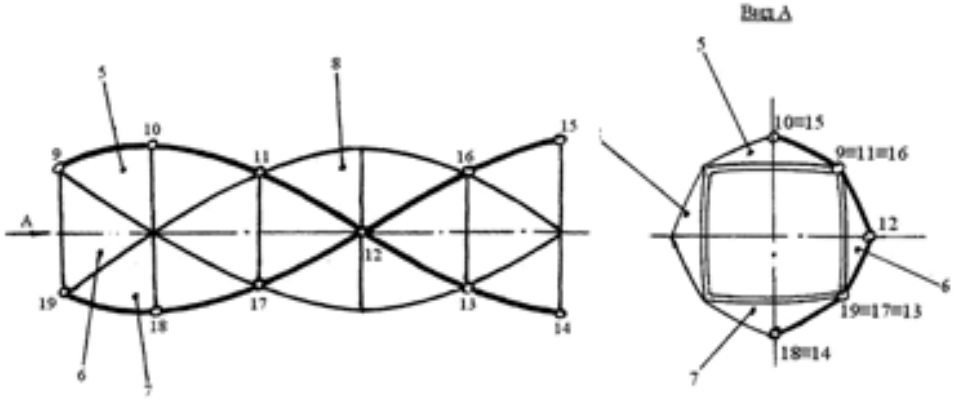


Рисунок 2. Смуги постійної ширини

На всіх смугах 5, 6, 7, 8 (Рис. 3) під кутом 60 ° до поздовжніх кромках 20 і 21 виконані поперемінно з протилежних сторін зони ослабленого перерізу-надрізи 22 і 23 зі скошеними стінками, розташованими попарно під кутом один до іншого за допомогою фрезерування, обробкою тиском і т.п., з утворенням рівносторонніх трикутників 24.

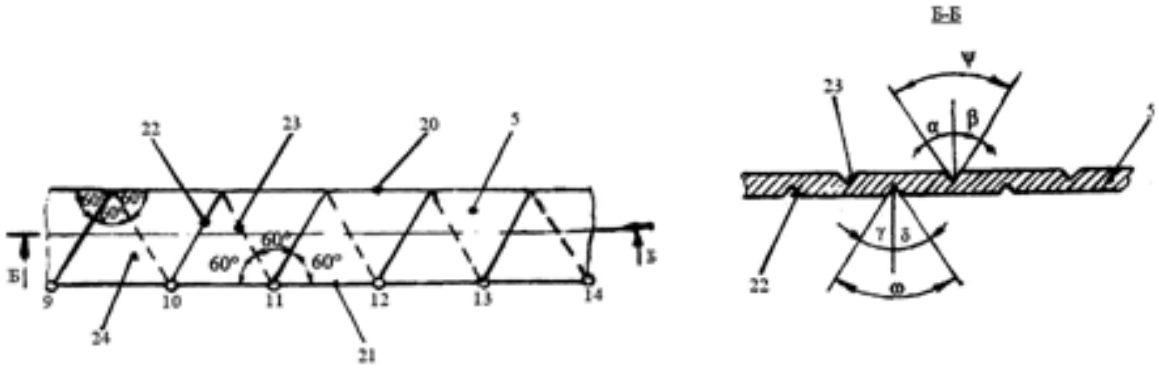


Рисунок 3. Зображення надрізів

На основі розглянутого патенту проведена конструкторська розробка футерівки млина [3]. Використання даної удосконаленої конструкції футерівки млина дозволяє спростити виготовлення барабана, збільшити інтенсивності змішування подрібнюваного матеріалу і підвищити продуктивність.

Література

1. Борщевский А.А., Ильин А.С. Механическое оборудование для производства строительных материалов и изделий. – М., 1987. – 368 с.
2. Кольман – Иванов Э.Э. Машины – автоматы химических производств. Учебн. Пособие. 1991. – 438с.
3. Заявка RU №2568496 кл.B02C17/00 Трубная мельница непрерывного действия \ Таратура Виктор Дмитриевич, Серга Георгий Васильевич, опубликовано 20.11.2015.

УДК 666.96; 678.026.3

ЗАХИСТ ЕЛЕКТРОФІЛЬТРІВ ТЕРМОСТІЙКИМИ АНТИКОРОЗІЙНИМИ СИЛІЦІЙОРГАНІЧНИМИ ПОКРИТТЯМИ

Круглицька В.Я., Пахомова В.М., Федорович С. Р.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Представлено результати впливу різних наповнювачів на властивості полімерних покриттів на основі поліметилфенілсилоксанового лаку при підвищених температурах в агресивному середовищі.

Проблема створення ресурсо- і енергозберігаючих технологій в одній з найбільш енергоємних галузей – цементній – має кілька аспектів. Серед них виділяється ефект енергозбереження за рахунок удосконалення роботи теплових агрегатів, зокрема, підвищення їхньої зносостійкості [1].

Важливим етапом у виробництві портландцементного клінкеру є знепилювання димових газів, що відходять. На величину пиловинесення з обертової печі впливає багато факторів: вид сировинних матеріалів, швидкість газового потоку в печі, конструкція теплообмінних агрегатів і самого пічного агрегату. У великій кількості з матеріалу виноситься карбонатний компонент, у меншій – глинистий і залізовмісний компоненти. Величина пиловинесення при мокрому способі в довгих печах – 10-20% відносно сухої сировинної суміші; у коротких печах і печах з концентраторами шламу – 10-25%; при сухому способі виробництва в печах з циклонними теплообмінниками – 25-30%; у печах з конвеєрними кальцинаторами – 1,5-9%. Електрофільтри – найбільш ефективні апарати для очищення великих обсягів газів [2].

Необхідність врахувння екологічних проблем підвищила вимоги із захисту навколишнього середовища і посилила норми по викидах газів і запиленого повітря в атмосферу, у зв'язку із чим зросли капітальні витрати на будівництво та витрати на знепилення. На сьогодні намагаються вдосконалити пристрої для знепилення, зробити їх більш надійними в експлуатації. При цьому прослідковується намагання повніше використовувати в технології відпрацьовані гази.

Оскільки найбільша кількість пилу виділяється із зон підсушування, кальцинування і екзотермічних реакцій, то основна його маса складається із суміші обпаленої глини і нерозкладеного вапняку. У складі пилу може міститися 10-25% клінкерних мінералів: β- і γ- C_2S (8-10%); C_2F і C_4AF (10-12%). З підвищенням вмісту в пилу клінкерних мінералів зростає і вміст вільного вапна з 2 до 14%. У підвищеній кількості (у порівнянні зі шламом) у пилу містяться також луги.

Лужні сполуки представлені сульфатами, карбонатами і бікарбонатами натрію та калію, а також лужними силікатами змінного складу з N = 1,53-1,54. Кількість K_2O і Na_2O у пилу, уловленому електрофільтрами, змінюється від 0,9 до 45% при перевазі K_2O. При цьому в тонких фракціях пилу (III поле електрофільтра) міститься лугів в 3-4 рази більше, ніж у бункерах I й II полів. Вміст сульфату кальцію в пилу становить 0,8-7%. Питома поверхня пилу з електрофільтра становить 500 – 700 $м^2$/кг.

В умовах експлуатації електрофільтрів відбувається руйнування металу конструкції в результаті хімічної або електрохімічної взаємодії з корозійним середовищем. Проблема захисту внутрішнього робочого простору електрофільтра для збільшення терміну служби агрегату завжди виникає перед цементними заводами. Володіючи великим експериментальним матеріалом із створення поліфункціональних покриттів на основі силіційорганічниих сполук для захисту різних матеріалів [3,4], нами було запропоновано як захисне покриття сталевих конструкцій силіційорганічний поліметилфенілсилоксановий лак, наповнений оксидами та дисперсними глинистими мінералами [5]. Основним критерієм відбору складу для наповнення

на випробуваний зразок була прийнята максимальна величина адгезії плівки до металевої підкладки з урахуванням оптимального вмісту наповнювача. Структурно-механічні і технологічні показники запропонованих складів показали гарну кореляцію.

Як наповнювачі використовували оксиди Al_2O_3, Fe_2O_3, Cr_2O_3, SiO_2, TiO_2, деякі глинисті мінерали – монтморилоніт, каолініт, палигорськіт. Запропоновані склади наносилися на сталеві зразки, які після отвердження плівки були поміщені в II поле електрофільтра типу УГ на цементному заводі. Встановлені зразки періодично візуально оцінювалися і робилися висновки про їхню цілісність.

Оцінити стан поверхні іншими способами виявилося неефективним, тому що було потрібно видаляти пил, який осів на зразках, що викликало б підвищення відшаровування плівки. Через 6 місяців випробувань зазнали змін покриття, виготовлені із введенням наповнювачів Al_2O_3 і каолініту - з'явилися тріщини, намітилося відшаровування захисної плівки. Інші зразки збереглися у вихідному стані, цілісність покриття не порушилася, але позначилося налипання пилу. Через 12 місяців випробувань поверхня плівок із введенням наповнювача змінилася більш суттєво: покриття з наповнювачем Al_2O_3 частково, приблизно на 50%, відшарувалося; покриття на основі SiO_2 (кристалічного) і каолініту відшарувалося приблизно на 60%. При цьому плівки, що містять TiO_2, Cr_2O_3, SiO_2 (аморфного), Fe_2O_3 і палигорськіт, зберігаються без видимих змін.

Заключна перевірка зразків через 48 місяців випробувань показала наступне. Плівки, що містять у якості наповнювача Al_2O_3, SiO_2, (кристалічний) і каолініт, майже повністю відшарувалися. Плівки, що містять Fe_2O_3 і монтморилоіит, частково відшарувалися, приблизно на 40%. Плівки, що містять SiO_2 (аморфний) і Cr_2O_3 збереглися без відшаровування, але по краях зразків намітилися тріщини. Плівки, що містять TiO_2 і палигорськіт, збереглися в умовах досліджень без зміни, тобто показали найвищу стійкість.

Проаналізувавши отримані результати, ми пропонуємо, з урахуванням вартості наповнювачів, композиції поліметилфенілсилоксановий лак – палигорськіт як захисні покриття металоконструкцій в умовах впливу продуктів пиловинесення з обертової печі.

Література

1. Энергосберегающие и безотходные технологии получения вяжущих веществ /Под ред. А.А. Пащенко. - Киев: Вища школа, 1990. – 223 с.
2. Мазуров Д.Я. Теплотехническое оборудование заводов вяжущих материалов. – М.: Стройиздат, 1982. – 288 с.
3. Гидрофобизация / Под ред. С.П. Ничипоренко. - Киев: Наукова думка, 1973. – 240 с
4. Полифункциональные элементорганические покрытия / Под ред. А.А. Пащенко. - Киев: Вища шк. Головное изд-во, 1987. – 198 с.
5. Дисперсные структуры в органических и кремнийорганических средах /Круглицкий Н.Н., Круглицкая В.Я. – Киев: Наукова думка, 1981. – 316 с.

УДК 66.02.011:678.542

РОЗРАХУНОК ШВИДКОСТІ ПЛАВЛЕННЯ ПОЛІМЕРНОГО ПРУТКА В ЦИЛІНДРИЧНОМУ НАГРІВАЛЬНОМУ КАНАЛІ

Сокольський О.Л., к.т.н., доцент, Герасименко Ю.Ю., студентка
Національний технічний університет Україн
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Досліджено взаємозв'язок між швидкістю подачі прутка полімерного матеріалу в нагрівальний канал та температурой матеріалу на виході. Визначено швидкість подачі прутка, необхідну для досягнення заданої температури.

Зварювання з присадковим матеріалом широко застосовується завдяки простоті, високій продуктивності, різноманітним технологічним можливостям, високій якості зварних з'єднань. Цей тип зварювання доцільно використовувати при високих швидкостях подачі розплаву в шов і максимальній його масі.

Технологія зварювання розплавом заснована на використанні тепла від розплавленого присадочного матеріалу, який подається між поверхнями, що сполучаються. Матеріал передає частину свого тепла, що веде до плавлення поверхні деталей та отримання нероз'ємного з'єднання. Для забезпечення процесу зварювання присадковий матеріал повинен мати температуру на 40-80 °С вищу за температуру текучості полімеру. При зварюванні розплавленним прутком розплав надходить з прутка шляхом його нагрівання й розплавлення в пристроях прямоточного типу, звідки він видавлюється крізь сопло.

Для дослідження ефективності плавлення прутка присадочного матеріалу в циліндричному нагрівальному каналі була проведена серія числових експериментів за різних значень швидкості подачі прутка в діапазоні 3-10 мм/с. Діаметр прутка складав 10 мм, матеріал – поліетилен низької густини. Теплові граничні умови на стінці приймались 1 роду: температура стінки дорівнює 250 ºС.

Механічні граничні умови на стінці описуються за допомогою узагальненого закону Нав'є:

$$\tau = -F_{slip} \left| v_s - v_w \right|^{e_{slip}}$$

де v_s – тангенціальна швидкість течії; v_w – тангенціальна швидкість стінки; F_{slip} та e_{slip} – параметри матеріалу.

Залежність в'язкості від швидкості зсуву виражена степеневим законом

$$\eta(\dot{\gamma}) = K(\lambda\dot{\gamma})^{n-1}$$

При неізотермічні течії полімеру важливим чинником впливу на в'язкість розплаву, окрім швидкості зсуву, є температура. Тоді в'язкість розплаву буде розраховуватися так

$$\mu = H(T)\mu_0(\dot{\gamma})$$

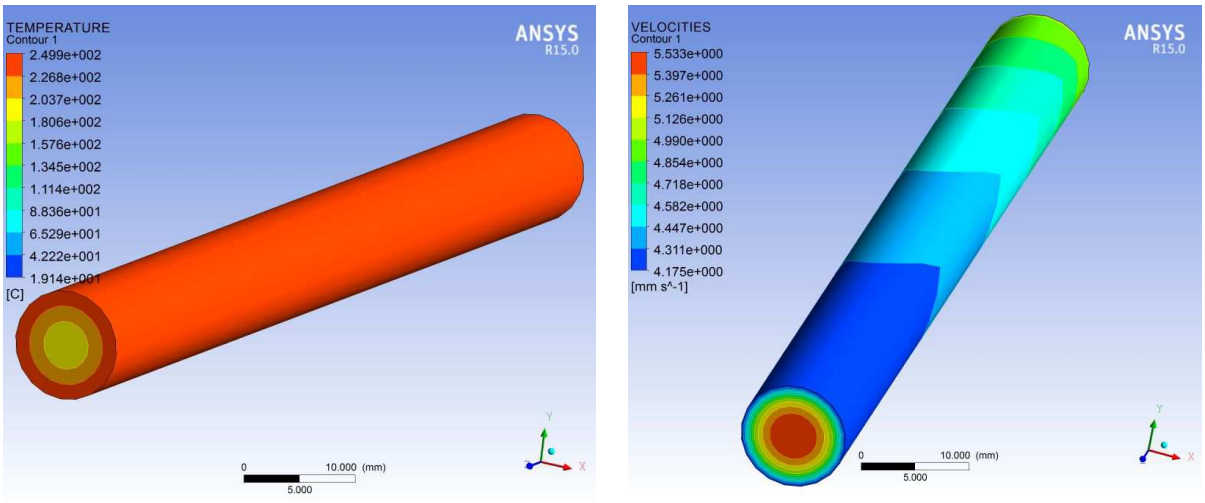
де $H(T)$ – закон залежності в'язкості від температури; $\mu_0(\dot{\gamma})$ – в'язкість розплаву при початковій температурі і відомій швидкості зсуву.

Залежності в'язкості та коефіцієнту тертя від температури виражені законом Арреніуса

$$H(T) = \exp\left[\alpha\left(\frac{1}{\mathrm{T} - \mathrm{T}_0} - \frac{1}{\mathrm{T}_\alpha - \mathrm{T}_0}\right)\right]$$

де α – коефіцієнт, що дорівнює відношенню енергії активації до термодинамічної константи; T_α – температура склування, при якій $H(T) = 1$; T_0 – температурна точка відліку, $T_0 = 0\ °C$; T – розрахункова температура.

Приклад розподілу температур та швидкостей руху матеріалу за вхідної швидкості прутка 5 мм/с показано на рис. 1.



а б

Рис. 1. Розподіл температур (а) та швидкостей руху (б) за вхідної швидкості прутка 5 мм/с

Зі збільшенням швидкості подачі температура прутка на виході зменшується, і по досягненню швидкості 10 мм/с по осі становить 107 ºС, що менше температури розм'ягчення матеріалу – 110 ºС. Залежність між швидкістю подачі прутка та температурою на його осі на виході показано на рис. 2.

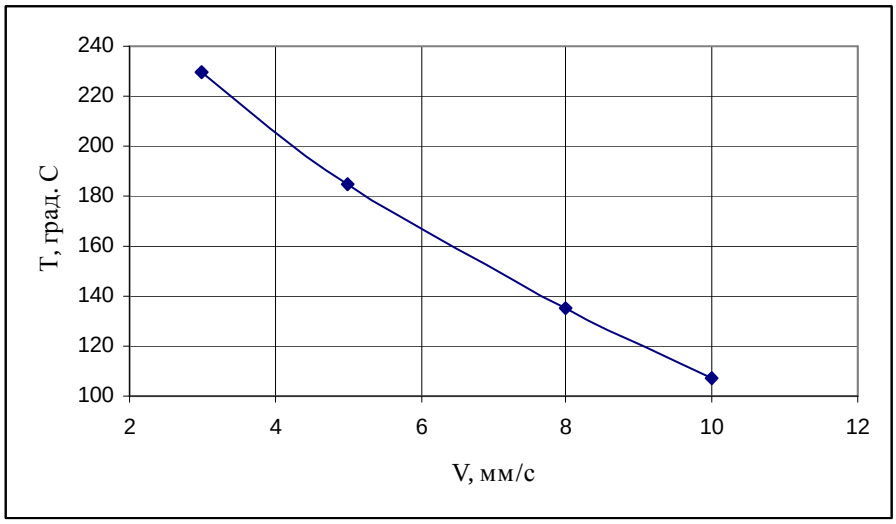


Рис. 2. Залежність температури на осі прутка від швидкості подачі

Оскільки з вище сказаного витікає, що температура матеріалу має становити не менш 150 ºС, то швидкість подачі прутка не повинна перевищувати 7 мм/с.

Використані джерела

1. ANSYS Polyflow User's Guide — Canonsburg: ANSYS, Inc., 2013. — 790 p.
2. Івіцький І.І. Пристінні ефекти в процесах течії полімерів у каналах переробного обладнання: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук. / І.І. Івіцький – К.: 2016. – 22 с.

УДК [678.027.3+678.057.3]:678.073

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ЕКСТРУЗІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБЛЕННЯ ПОЛІМЕРІВ

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

Запропоновано спосіб удосконалення алгоритму розрахунку процесу екструзії.

Найбільш ефективним для переробки полімерної сировини є екструзійне обладнання, серед якого найчастіше використовуються черв'ячні екструдери. Успіх при їх проектуванні та розрахунках значною мірою залежить від точності врахування величин і співвідношення сил тертя, що діють на границях контакту матеріалу з циліндром та черв'яком, які в поєднанні з іншими параметрами визначають конструкцію робочих органів, тиск і температурний режим переробки, продуктивність і витрати потужності та відіграють принципову роль як засіб, що створює умови для переміщення та нагрівання матеріалу.

На сучасному етапі розвитку науки часто застосовуються розрахункові експерименти через їх економічну привабливість порівняно з натурними експериментами, а в деяких випадках – через складність або навіть неможливість реалізації останніх.

Існує математична модель процесу екструзії [1], яка часто використовується при інженерних розрахунках, у якій значення коефіцієнтів тертя полімеру по металевій поверхні черв'яка $f_ч$ та циліндра $f_ц$ задаються зокрема в залежності для визначення градієнта тиску:

$$\frac{dP}{dL} = \frac{Pf_ц \pi D K_p}{bH}\left[\cos(\omega+\varphi) - f_ч \sin(\omega+\varphi) - \frac{f_ч}{f_ц}\frac{(D-2H)}{D}\right],$$

де P – тиск, Па; D – діаметр черв'яка, м; K_p – коефіцієнт бокового тиску; b – ширина каналу черв'яка, м; H – глибина каналу (нарізки), м; φ – кут нахилу гвинтової нарізки, град; ω – додатковий кут, введений для спрощення запису розрахункових формул, град.

У зазначеній формулі коефіцієнти тертя полімеру по металу задаються константою, тобто не враховується несуцільність полімеру в зоні живлення черв'ячного екструдера. Однак, полімер у вказаній зоні найчастіше перебуває у вигляді окремих твердих гранул, які можуть проковзувати, перекочуватись одна по одній, деформуватися і т. д., що впливає на рух матеріалу відносно робочих органів екструдера.

Нами були проведено експериментальні дослідження коефіцієнтів тертя деяких гранульованих полімерів по металу і показано їх залежність від прикладеного навантаження та температури, а також від глибини каналу робочої зони для різних типів полімеру [2].

Отримані результати показують, що значення коефіцієнтів тертя приймають різні значення у залежності від механічних властивостей досліджуваних полімерів, зокрема значень міцності та деформованістю при різних температурах та дозволяють запропонувати вдосконалення методики та алгоритму розрахунку процесу екструзії [1] шляхом урахуванням параметрів руху гранульованих матеріалів через визначення коефіцієнта тертя полімеру як функціональну залежність від значень навантаження та температури.

Література

1. Основи проектування одночерв'ячних екструдерів: навч. посіб. / І. О. Мікульонок, О. Л. Сокольський, В. І. Сівецький, Л. Б. Радченко. Київ: НТУУ «КПІ», 2015. 200 с.
2. Витвицький В. М., Сокольський О. Л., Мікульонок І. О. Вплив тиску та температури на коефіцієнт тертя гранульованих полімерних матеріалів по металевій поверхні // Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. 2016. № 12 (1184). С.12–16.

УДК 678.01

ПОВОДЖЕННЯ ТРУБОК З ПЕВТ ПРИ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Ліснічук І.Л., студент, Ефіменко Л.С., студент, Шнирук О.М., асистент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ;
м. Помічна, Кіровоградської обл.

Умови експлуатації труб, наприклад, газонів, особливі: закопуються на глибину на 30-40 см, а для Києва глибина промерзання досягає 90 см. Тобто при наявності води в трубах на такій глибині вона замерзає (кристалізується). При замерзанні об'єм льоду на 8-13 відсотків перевищує об'єм води, з якого він утворюється. В замкнутій порожнині утворюється тиск до 1000 МПа і більше, тобто лід деформує трубу, приводить до утворень тріщин [1]. Сезонний демонтаж труб без ушкоджень газону. як і повне видалення води з системи поливу не можливі.

Проводилось дослідження зміни лінійних (діаметр, довжина) розмірів зразків під дією зусиль, що виникають при замерзанні води. Зразок трубно-циліндричної форми 6 (рис.1) закріплювався на штуцері 2 за допомогою гайки накидної 1 і прорізаної під кутом до твірної пружної широкої букси 5. Кромка букси, а також внутрішній бурт гайки і зовнішній бурт штуцера виконані у вигляді фаски, що дозволяє при накручуванні гайки тиснути ззовні на буксу і зменшувати його в діаметрі за рахунок вибирання люфту в косому зрізі. Букса зменшуючись у діаметрі міцно притискає зразок до поверхні штуцера.

Зразки у вигляді трубок з середнім зовнішнім діаметром 15мм, та довжиною 150мм (L:D = 10:1), виготовлені з ПЕВТ марки 15813-0204, заповнювались водою, герметичність забезпечувалась штуцерним кріпленням трубного зразка (рис.1.). Витримувалися не менше 1 години при температурі приміщення 23°С. Для зручності відслідковування місця вимірювання зовні зразки були розмічені на відстані 50мм від середини трубки (А,Б,В). Надалі зразки розміщувались в морозильну камеру та витримувалися там не менше 12 годин при температурі -35°С. Для обміру трубок використовувався штангенциркуль цифровий з точністю виміру 0,01 мм, та похибкою ±0,02 мм. Для врахування овальності зразка розраховувався еквівалентний діаметр, що використовувався в подальшому для дослідження. Результати вимірів зводились в таблицю 1, а розрахунків – в таблицю 2.

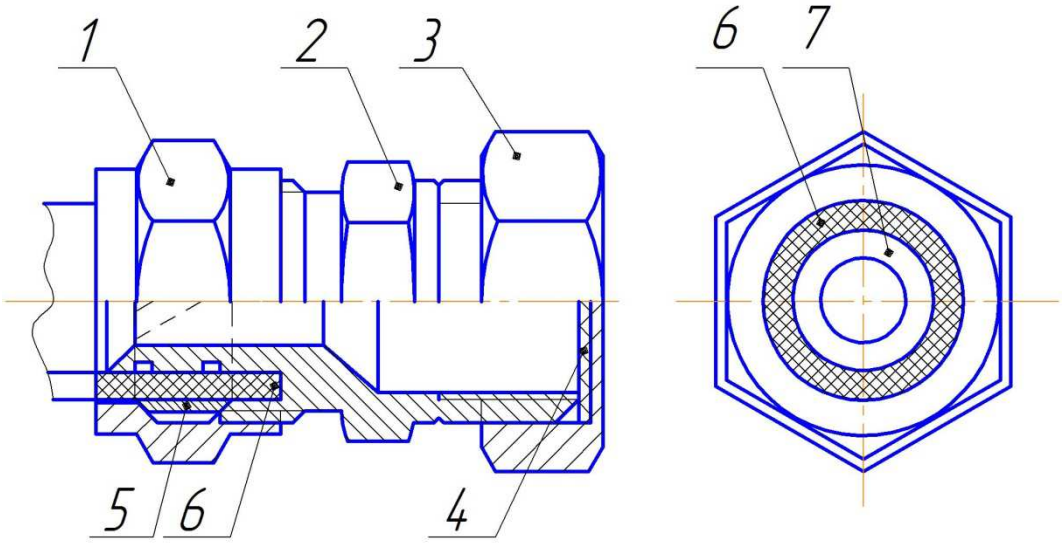


Рис.1. Штуцерне кріплення трубного зразка. 1 Гайка накидна; 2 – Штуцер; 3 - Заглушка; 4 - Прокладка; 5 - Букса розрізна пружна; 6 - Трубчатий зразок; 7 – Кільце затискне внутрішнє

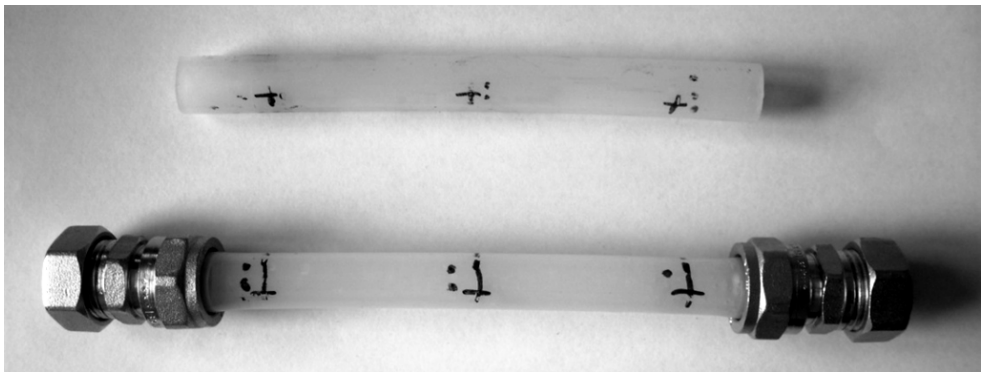


Рис.2. Знімок трубного зразку без та з штуцерними кріпленнями

Таблиця 1 – Розміри зразків при 23 та -35°С

№ зразку		23°С			-35°С		
		А	*Б*	*В*	*А*	*Б*	*В*
1	*D,мм*	14,99	14,69	14,88	15,05	15,23	15,25
	d,мм	13,96	14,56	14,56	14,55	15,30	15,23
	Dэкв,мм.	14,47	14,62	14,72	14,80	15,26	15,24
2	*D,мм*	14,88	14,83	14,83	15,24	15,70	15,61
	d,мм	15,06	14,94	15,49	15,44	15,50	15,42
	Dэкв,мм.	14,97	14,88	15,16	15,34	15,60	15,51
3	*D,мм*	15,03	14,93	14,85	15,33	15,02	15,30
	d,мм	14,30	14,05	14,41	15,22	14,96	15,15
	Dэкв,мм.	14,66	14,48	14,63	15,27	14,99	15,22

Таблиця 2 – Зміна радіальних розмірів зразків

№ зразку		*А*	*Б*	*В*	*Середня*
1	*Абсолютна зміна, Δ, мм*	0,33	0,33	0,33	
	Відносна зміна ε, %	2,30	2,27	2,26	2,27
2	*Δ, мм*	0,37	0,71	0,36	
	ε, %	2,47	4,80	2,36	3,21
3	*Δ, мм*	0,61	0,33	0,33	
	ε, %	4,19	2,29	2,27	2,92

З аналізу приведених в таблицях 1 і 2 даних видно, що зміна радіальних розмірів зразків в середньому складає 2,8%, що менше, порівнюючи зі зміною об'єму води при замерзанні, що складає 8-11%. При цьому довжина зразка залишається сталою. З цього слідує, що труба в цілому витримує розпираюче зусилля, яке виникає при замерзанні води.

Результати дослідження показують, що трубки з ПЕВТ витримують температури нижчі за точку кристалізації води і в цілому нижчі температури промерзання ґрунтів для помірного континентального клімату, характерного для України [2].

Література

1. "Как повысить морозостойкость ПМ?" ПЛАСТИКС № 1-2 (107 - 108) 2012, с. 48-52
2. ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010 Будівельна кліматологія

УДК 678.026

ПЕРЕДУМОВИ РОЗРОБЛЕННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ ВИРОБІВ З ТРАДИЦІЙНИХ ТА НАНОМОДИФІКОВАНИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Колосов О.Є., д.т.н., с.н.с.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

У світовому науковому середовищі зараз проводяться інтенсивні дослідження в напрямках удосконалення існуючих й створення новітніх «проривних» технологій та устаткування для виробництва полімерних композиційних матеріалів ПКМ, зокрема, нанотехнологій для одержання наномодифікованих (НМ) ПКМ. Серед них – закордонні вчені зі США, такі як Харіс П., Сквайєр, Гор, Грімак, Таннер, Потере з Німеччини, росіяни Тимошков П.М., Соколов І.І., Коган Д.І., Попов Ю.О., Каблов Є.М., Раков Г., Макунін А., білорус С.М. Песецький, та ін. [1 - 4].

Серед найближчих сусідів України слід також відзначити розробки ряду російських вчених. Так, у Всеросійському інституті авіаційних матеріалів (Москва, РФ) під керівництвом акад. Каблова Є.М. розроблена дослідна технологія формування виробів з конструкційних НМПКМ, що використовується для виготовлення лонжеронів вертольотів, які повинні працювати в умовах змінних силових навантажень, підвищеної вологості і при значних перепадах температур. Проте особливості цієї технології зберігаються як наукове та комерційне ноу-хау.

Ведуться роботи в напрямку розробки інноваційних технологій виготовлення НМПКМ в рамках державної програми Республіки Білорусь «Розробка інноваційних технологій і техніки для виробництва конкурентоспроможних композиційних матеріалів, матриць та армуючих елементів на 2012-2016 роки» (державний замовник програми - концерн «Белнефтехим»). Це підкреслює актуальність тематики запланованих досліджень.

Аналіз наукових публікацій цих вчених свідчить, зокрема, про те, що саме нанотехнології мають велику перспективу використання при виготовленні різноманітних високоміцних та корозійностійких корпусних і конструктивних елементів на основі армованих ПКМ, зокрема, препрегів і наномодифікованих вуглепластиків.

Також слід відзначити, що на сьогодні існує загальна потреба по заміні штатної дерев'яної тари для зберігання і транспортування боєприпасів на інноваційну тару із полімерних композиційних матеріалів як в країнах СНД (Україна, Росія, Казахстан, Узбекистан, Беларусь), так і в країнах далекого зарубіжжя (Китай, Пакистан, Іран, Індія), що експортували боєприпаси з колишнього СРСР.

Тому реалізація проекту може поставити виконувані розробки в один ряд із зарубіжними аналогами та суттєво зменшити імпортозалежність країни від цих виробів.

Пропоновані дослідження базуються на наступних ідеях.

Перша ідея базується на ефективності використання армованих реактопластів, зокрема, з наностуктурованих волокон, для виготовлення високоміцних й бездефектних конструкційних елементів з ПКМ. Відомо, що наномодифікатори у вигляді вуглецевих нанотрубок (ВНТ) є каталізаторами процесів затвердіння по функціональних групах олігомерів, а також утворення зшивання. А їх введення за оптимального вмісту в рідку полімерну матрицю приводить до підвищення міцних показників (в середньому на 50-150%) і сприяє повнішому протіканню процесів затвердіння.

Друга ідея досліджень полягає в експериментально установленій ефективності використання УЗ-кавітації у низькочастотному діапазоні при приготуванні рідких ПЗ (як традиційних, так і наномодифікованих). В рамках виконання теми №2836-п авторами проекту було встановлено, що при здійсненні УЗ-обробки рідинних полімерних середовищ зростає інтенсивність озвучування і скорочується час УЗ-обробки у порівнянні з традиційною технологією, а також покращується гомогенізація озвучуваного полімерного зв'язуючого (ПЗ).

Попередні тестові експерименти показали доцільність використання УЗ для деагломерації і диспергування ВНТ як у розчиннику, так і у рідкій полімерній матриці.

Третя ідея досліджень полягає в застосуванні УЗ не тільки для обробки рідких ПЗ, у тому числі наномодифікованих, а й для активації поверхні і структури тканих волокнистих наповнювачів (ТВН) для поліпшення його змочуваності зв'язуючим, дегазації структури ТВН безпосередньо перед просочуванням, а також для збільшення продуктивності процесу просочування та дозованого нанесення ПЗ та ТВН за рахунок збільшення швидкості протягування ТВН при одночасному покращенні властивостей кінцевого ПКМ. Це дає базу для обгрунтування засад енергоощадності при розробленні процесів одержання виробів подвійного використання з ПКМ на основі препрегів при застосуванні УЗ.

Четверта ідея досліджень полягає в застосуванні математичних методів оптимізації, що дозволяє істотно скоротити спектр і кількість необхідних експериментів, суттєво зменшити фінансові і часові витрати на їх проведення, прогнозувати конструктивно-технологічні і режимні параметри виготовлення та кінцеві властивості одержуваних тканих ПКМ і НМПКМ.

Метою роботи є проведення комплексних досліджень для подальшого впровадження у промисловість розроблених науково-практичних засад конкурентоздатної вітчизняної технології та устаткування для одержання високоміцних й бездефектних традиційних та наномодифікованих ПКМ подвійного використання, зокрема, полімерної тари для пакування і зберігання боєприпасів, на основі скло- і базальтопластиків, з детермінованими властивостями та з використанням кавітаційної ультразвукової обробки.

Завдання, які необхідно вирішити для досягнення мети.

Для реалізації поставленої мети передбачається вирішення наступних задач:

1. аналіз проблемних ситуацій при формуванні традиційних і наномодифікованих термореактивних полімерних композицій для одержання високоміцних й бездефектних конструкційних композитних матеріалів на їх основі, вибір базових методів їх одержання;
2. обґрунтування доцільності застосування технологій подвійного використання на прикладі таропакувальної галузі і сфери зберігання озброєнь, а саме для одержання склобазальтопластикової тари для пакування і зберігання боєприпасів;
3. встановлення експериментальним шляхом для досліджуваних полімерних композицій і одержуваних наномодифікованих композитних матеріалів на їх основі оптимального вмісту наномодифікатора у вигляді ВНТ;
4. дослідження режимних параметрів одержання ПКМ на базі скло-, і базальтопластиків, для виготовлення конструктивних елементів;
5. дослідження ефективних режимних параметрів при застосуванні методу кавітаційної УЗ-обробки в технологічному процесі дозованого нанесення для одержання високоміцних й бездефектних препрегів на основі ТВН та ПЗ;
6. розроблення удосконаленої методики й вибір ефективних конструктивно-технологічних параметрів обладнання для попереднього озвучування, просочування й дозованого нанесення при одержанні препрегів з реактопластів поліпшеної якості;

Література

1. **Колосов О.Є.** Технологія одержання багатокомпонентних епоксиполімерів із застосуванням направленої фізико-хімічної модифікації [текст] / О. Є. Колосов, В. І.Сівецький, Є. М. Панов. – К: НТУУ КПІ, 2010. – 220 с.
2. **Колосов О.Є.** Математичне моделювання базових процесів виготовлення полімерних композиційних матеріалів із застосуванням ультразвукової модифікації [текст] / О.Є. Колосов, В.І.Сівецький, Є.М. Панов та ін. – К.: ВД «Едельвейс», 2012. – 268 с.
3. **Колосов О.Є.** Одержання високоякісних традиційних та наномодифікованих реактопластичних полімерних композиційних матеріалів [текст] / О.Є. Колосов. – К.: ВПІ ВПК «Політехніка», 2015. – 227 с.
4. **Колосова О.П.** Моделювання процесів виготовлення реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів [монографія] / О. П. Колосова, В. В. Ванін, Г. А. Вірченко, О. Є. Колосов. – К.: ВПК «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2016. – 164 с.

УДК 678.026

ОБГРУНТУВАННЯ ПІДХОДУ ТА МЕТОДІВ ПРИ РОЗРОБЛЕННІ ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ ВИРОБІВ З ТРАДИЦІЙНИХ ТА НАНОМОДИФІКОВАНИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Колосов О.Є., д.т.н., с.н.с.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

На основі просочених і попередньо висушених тканих матеріалів (препрегів) і наномодифікованих пластиків різними методами переробки одержують полімерні композиційні матеріали (ПКМ) і вироби самої різної форми в автомобільній, авіаційній, космічній, атомній промисловості, у трубопровідному транспорті тощо.

Зокрема, завдяки унікальним фізико-механічним властивостями за малої щільності і високої витривалості, яка перевершує в 2-3 рази витривалість металевих сплавів, ПКМ знайшли широке застосування в планерах літаків (Іл-96, Ту-204, Ту-214, Бе-200, Ан-124, Ан-70 й ін.), де вони використовуються як обшивальні матеріали елементів управління, крил і хвостового оперення, а також для зміцнення деталей внутрішнього силового набору.

У свою чергу, використання наноструктурованих вуглепластиків для виготовлення ненесучих деталей автокузовів може привести до зниження ваги автомобілів на 10% і більше, й до відповідного зниження загальної дії забруднень від викидів автомобільних двигунів в атмосферу.

При дослідженнях передбачається застосувати комплексний підхід до розроблення інноваційної конкурентоздатної технології та реалізуючого її обладнання для одержання як традиційних ПКМ на основі тканих волокнистих наповнювачів (ТВН) і полімерних зв'язуючих (ПЗ), так і наномодифікованих (НМ) ПКМ, що використовуються для формування високовідповідальних конструкційних виробів на їх основі.

При цьому вплив низькочастотної УЗ-кавітації розглядається на ключових стадіях одержання ПКМ і НМПКМ (при реалізації процесів озвучування, диспергування, деагломерації, гомогенізації, просочування, дозування).Цей комплексний підхід, зокрема, базується на методах досліджень, що використовуються в: 1) технології ПКМ; 2) в хімічній технології (процеси та обладнання); 3) в полімерному матеріалознавстві; 4) в теорії моделювання. Таке комплексне моделювання дозволяє істотно скоротити спектр і кількість необхідних експериментів, значно зменшити фінансові і часові витрати на їх проведення, прогнозувати конструктивно-технологічні і режимні параметри виготовлення та кінцеві властивості одержуваних традиційних тканих ПКМ і інноваційних НМПКМ.

Основний метод дослідження — комплексний, який полягає у спільному використанні математичного, експериментально-статистичного та комп’ютерного моделювання з наступним підтвердженням адекватності отриманих результатів експериментами та випробуваннями за домінуючого впливу низькочастотної ультразвукової (УЗ) кавітації на основних стадіях приготування як традиційних ПКМ (попереднє озвучування, гомогенізація, просочування, дозування), так і НМ ПКМ (для яких ще додаються процеси деагломерації та диспергування).

Першим етапом процесу виготовлення НМПКМ є одержання рідкої наномодифікованої полімерної композиції, яка згодом з'єднується з армуючим (макро)волокнистим наповнювачем, а одержуваний препрег піддають формуванню (зберіганню, твердінню, пресуванню, охолодженню, розрізуванню і т. д.) та експлуатаційним випробуванням для контролю його властивостей.

Проте труднощі забезпечення рівномірності розподілу наночастинок в ЕО пов'язані зі схильністю наночастинок до взаємного тяжіння, що призводить до їх злипання і агрегування та наступній седиментації. Також неконтрольований нагрів суміші під час диспергування може призводити до зміни структури (аж до розриву) молекул олігомеру. Це, в остаточному підсумку, призводить до зменшення міцності наномодифікованого затверділого з'єднання.

Таким чином, регулювання параметрів УЗ-впливу, таких як частота, амплітуда, потужність випромінювання, а також температура і час озвучування, дозволяє підібрати ефективні режими диспергування і гомогенізації для олігомера і різних наномодифікаторів.

Передбачається експериментальним шляхом встановлювати режимні параметри процесів озвучування, диспергування, гомогенізації, приготування наносуспензій при одержанні полімерної матриці для НМПКМ, а також ефективні параметри УЗ-обробки полімерної матриці на основних стадіях одержання традиційних ПКМ і НМПКМ: частота, амплітуда, інтенсивність, час, температура.

Одночасно передбачається встановити ефективне процентне співвідношення полімерної матриці, армуючого макронаповнювача, наномодифікаторів у вигляді ВНТ із застосуванням методів експериментально-статичничного моделювання. Для одержаних експериментальних зразків ПКМ і НМПКМ передбачається проведення комплексних досліджень, зокрема, їх фізико-механічних, структурних та експлуатаційних властивостей.

На базі методів математичного моделювання передбачається автоматизоване проектування вдосконалених конструкцій устаткування для модифікації полімерної матриці та формування на її основі конструктивних елементів для традиційних ПКМ і НМПКМ, які дозволяють виготовляти конкурентоздатні вітчизняні відповідальні конструкційні вироби.

Отримані результати ляжуть в основу інноваційної конкурентоспроможної технології формування конструкційних виробів подвійного використання з традиційних та наномодифікованих ПКМ.

Серед очікуваних результатів корисними методичними і технічними напрацюваннями на основі практичного досвіду можуть бути наступні:

- обґрунтування вибору операцій типових технологічних циклів одержання ПКМ та НМПКМ, для яких є найбільш ефективним застосування низькочастотної УЗ-кавітації з точки зору максимальної реалізації властивостей одержуваних виробів;
- параметри УЗ-обробки рідких полімерних композицій, як традиційних, так і наномодифікованих ВНТ;
- рецептури традиційних та наномодифікованих епоксидних композицій із заданим рівнем технологічних і фізико-механічних властивостей, призначених для одержання традиційних та наномодифікованих ПКМ;
- методика визначення оптимального вмісту наномодифікованого наповнювача в рідкій полімерній матриці для забезпечення реалізації максимального рівня механічних й експлуатаційних властивостей одержуваних виробів з НМПКМ;
- комплексна методика автоматизованого проектування вдосконалених конструкцій формуючого устаткування для модифікації полімерної матриці та формування на її основі конструктивних елементів для традиційних ПКМ і НМПКМ, які використовуватиметься при виготовленні конкурентоздатних вітчизняних відповідальних бездефектних й високоміцних конструкційних деталей та виробів подвійного використання із заданим рівнем технологічних і фізико-механічних властивостей.

Література

1. **Колосов О.Є.** Технологія одержання багатокомпонентних епоксиполімерів із застосуванням направленої фізико-хімічної модифікації [текст] / О. Є. Колосов, В. І.Сівецький, Є. М. Панов. – К: НТУУ КПІ, 2010. – 220 с.

2. **Колосов О.Є.** Математичне моделювання базових процесів виготовлення полімерних композиційних матеріалів із застосуванням ультразвукової модифікації [текст] / О.Є. Колосов, В.І.Сівецький, Є.М. Панов та ін. – К.: ВД «Едельвейс», 2012. – 268 с.

3. **Колосов О.Є.** Одержання високоякісних традиційних та наномодифікованих реактопластичних полімерних композиційних матеріалів [текст] / О.Є. Колосов. – К.: ВПІ ВПК «Політехніка», 2015. – 227 с.

4. Колосова О.П. Моделювання процесів виготовлення реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів [монографія] / О. П. Колосова, В. В. Ванін, Г. А. Вірченко, О. Є. Колосов. – К.: ВПК «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2016. – 164 с.

УДК 678.026

НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ ЗАСАДИ СТВОРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ ВИРОБІВ З ТРАДИЦІЙНИХ ТА НАНОМОДИФІКОВАНИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Колосов О.Є., д.т.н., с.н.с.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Розроблення науково-практичних засад інноваційної технології та обладнання для їх подальшого впровадження при виготовленні конструкційних полімерних композиційних матеріалів (далі – ПКМ): як традиційних на основі тканих волокнистих наповнювачів (ТВН), полімерних зв'язуючих (ПЗ), так і наномодифікованих (НМ) ПКМ, є актуальним напрямком сучасних досліджень [1 - 4]. Адже це забезпечить енергоощадне одержання високоякісних та високоміцних конкурентоспроможних конструкційних виробів подвійного (спеціального) використання з використанням кавітаційної ультразвукової (УЗ) обробки.

Зазначені вироби передбачається використовувати у хімічному і спеціальному машинобудуванні, зокрема, у ракетно-космічній та авіаційній галузях, в автомобілебудуванні, при виробництві високовідповідальних конструкцій, а також для зберігання озброєнь, а саме для пакування, транспортування і зберігання боєприпасів. Таким чином, ця тематика досліджень є міждисциплінарною, так як стосується хімічної технології, хімічного машинобудування та полімерного матеріалознавства, а також є актуальною для декількох галузей промисловості.

Таким чином, як об’єкт дослідження виступає нова енергоощадна і високопродуктивна технологія та реалізуюче її обладнання для одержання традиційних ПКМ та НМ ПКМ зі скло- та базальтопластиків, для подальшого виготовлення на їх основі широкого спектру високоміцних конструкційних виробів подвійного використання з напівфабрикатів-препрегів, а також відповідальних елементів конструкцій для авіакосмічної техніки, літакобудування, автомобілебудування, суднобудування тощо.

У той же час предметом дослідження є технологічні параметри і режими процесів виготовлення традиційних ПКМ та НМПКМ зі скло-, та базальтопластиків, а також технологічні і фізико-механічні властивості модифікованих полімерних композицій та затверділих полімерних композитів і конструктивно-технологічні параметри формуючого обладнання.

Протягом 1985-2015р.р. колективом авторів кафедри ХПСМ під науковим керівництвом професорів Федоткіна І.М., Сахарова О.С. та Колосова О.Є. попередньо було розроблено сучасну теорію комплексного застосування низькочастотного УЗ за режимів кавітації та досліджено широке коло наукових проблем, що стосуються розвитку основ моделювання енергоощадних та високоефективних базових процесів одержання виробів подвійного використання з традиційних ПКМ на базі існуючих макронаповнювачів (скло- і органопластиків).

Також цією науковою школою було започатковано створення інноваційних НМПКМ на базі наноструктурованих (на основі вуглецевих нанотрубок – ВНТ) композитів, що передбачає обов’язкове застосування УЗ як домінуючого методу при одержанні НМПКМ. Адже така дія є досить ефективною, так як сприяє деагломерації ВНТ та їх подальшому якісному диспергуванню у рідкій полімерній матриці, а також покращенню її властивостей.

Створення нових традиційних ПКМ та НМ ПКМ з певним, заздалегідь заданим комплексом властивостей, на сучасному етапі є одним із «проривних» напрямків, що потребує спільних напрацювань як матеріалознавців, так і конструкторів-технологів. Саме тому такі міждисциплінарні прикладні дослідження є актуальними і потребують продовження.

Зокрема, створення удосконалених технологічних засад та конструкцій обладнання для енергоощадного і високопродуктивного одержання виробів подвійного використання, зокрема,

у таропакувальній галузі і для зберігання озброєнь, на прикладі уніфікованої склобазальтопластикової тари для транспортування і зберігання боєприпасів, а також високовідповідальних конструктивних елементів з традиційних ПКМ та НМ ПКМ із заданими специфічними властивостями, суттєво зменшить імпортозалежність країни у зазначених виробах та приведе до значного ефекту (як економічного, так і соціального).

Таким чином, розв'язання досліджуваної проблеми забезпечить суттєве підвищення продуктивності процесів одержання виробів з наномодифікованих (НМ) ПКМ і ПКМ − скло- і базальтопластиків, що забезпечить значну економію енергоресурсів, а також поліпшить екологічну обстановку при їх одержанні.

Література

1. **Колосов О.Є.** Технологія одержання багатокомпонентних епоксиполімерів із застосуванням направленої фізико-хімічної модифікації [текст] / О. Є. Колосов, В. І.Сівецький, Є. М. Панов. – К: НТУУ КПІ, 2010. – 220 с.
2. **Колосов О.Є.** Математичне моделювання базових процесів виготовлення полімерних композиційних матеріалів із застосуванням ультразвукової модифікації [текст] / О.Є. Колосов, В.І.Сівецький, Є.М. Панов та ін. – К.: ВД «Едельвейс», 2012. – 268 с.
3. **Колосов О.Є.** Одержання високоякісних традиційних та наномодифікованих реактопластичних полімерних композиційних матеріалів [текст] / О.Є. Колосов. – К.: ВПІ ВПК «Політехніка», 2015. – 227 с.
4. **Колосова О.П.** Моделювання процесів виготовлення реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів [монографія] / О. П. Колосова, В. В. Ванін, Г. А. Вірченко, О. Є. Колосов. – К.: ВПК «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2016. – 164 с.

УДК 514.18:678.5.059

ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ

Ванін В.В., д.т.н., професор, Вірченко Г.А., д.т.н., доцент, Колосова О.П., асистент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Розв'язання задачі проектування конструкторсько-технологічних параметрів формування технічних об'єктів, зокрема, композиційно-волокнистих матеріалів (КВМ) є дуже складною науково-технічною проблемою з ряду причин. Адже досі відсутні достатньо чіткі теоретичні уявлення, математичні залежності та відповідні алгоритми, що дозволяють із достатньою точністю прогнозувати режимні параметри, зокрема, для базових процесів виготовлення КВМ, серед яких приготування просочувальних складів, просочування, дозоване нанесення, в тому числі із застосуванням УЗ як найбільш ефективного інтенсифікуючого методу [1-2].

Тому доцільним є створення науково обґрунтованої системи уявлень, яка охоплює конкретні питання, що відносяться до автоматизованого проектування досліджуваних процесів одержання КВМ, включаючи використане при цьому устаткування, із застосуванням сучасної методології автоматизованого проектного моделювання.

Проте, незважаючи на досягнутий прогрес у сфері автоматизованого проектування виробництва КВМ, у багатьох випадках проектні рішення, що приймають розробники у тій чи іншій ситуації, ґрунтуються на їх особистому досвіді та часто будуються переважно на евристичних засадах. Вирішення цієї проблеми у значній мірі можливе шляхом використання інформатизації виконуваних проектно-технологічних робіт.

У свою чергу, фундаментальну основу інформатизації становлять саме геометричні моделі тих чи інших процесів чи обладнання, які формуються за допомогою різноманітних комп’ютерних автоматизованих систем, що, в свою чергу, дозволяють здійснювати оптимізацію геометричних параметрів досліджуваних технічних об’єктів.

З цієї точки зору також є важливою геометрична оптимізація конструкційних параметрів застосовуваного технологічного обладнання, що широко використовується для інтенсифікації технологічних процесів та для одержання бездефектної структури затверділих КВМ, а саме у вигляді УЗ-хвилеводів-концентраторів та дозаторів.

Що стосується вищевказаного аспекту, то слід зазначити, що в останні роки почав активно розвиватися науковий напрямок, який включає методологію СПГМ (структурно-параметричного геометричного моделювання) із застосуванням засобів комп'ютерної техніки, що є важливим елементом прикладної геометрії та інженерної графіки [2]. Цей напрям протягом останніх десятиріч успішно розробляється на кафедрі нарисної геометрії, інженерної та комп’ютерної графіки КПІ імені Ігоря Сікорського під науковим керівництвом професорів Ваніна В.В. та Вірченка Г.А. Тому є доцільним його розповсюдження й на технічні засоби одержання високоміцних й бездефектних реактопластичних КВМ.

СПГМ можна вважати ефективним методом сучасної прикладної геометрії. Адже методологія СПГМ дозволяє інтегровано реалізувати базові засади сучасного автоматизованого проектування технологічних процесів та обладнання, зокрема, для виготовлення намотувальних виробів з реактопластичних КВМ.

Використання цієї методології дозволяє при відносно невеликих часових витратах отримувати досить точні математичні залежності, які описують варіантні взаємозв'язки між параметрами й характеристиками проектованих технічних об'єктів. Так, зокрема, застосування методології СПГМ поширюється на складні геометричні об'єкти, серед яких, наприклад, різні компоненти та обладнання (інструмент) для машинобудування, в тому числі хімічного та нафтогазового, технологічні процеси їх виготовлення і т.п.

У рамках методології СПГМ переважним є застосування *системного підходу*, який передбачає представлення будь-якого об'єкта або процесу його формоутворення як певної впорядкованої сукупності деяких окремих складових компонентів, які, у свою чергу, можуть включати й інші елементи.

При практичному використанні розглянутої методології широко застосовуються принципи комплексного підходу, варіантності, оптимальності, а також принцип відкритості та розвитку, який передбачає можливість легкого оновлення та розширення складових компонентів СПГМ [2].

Таким чином, можна стверджувати, що проведення комплексної оптимізації при виготовленні високоякісної технічної продукції з реактопластичних КВМ обумовлює доцільність проведення комплексних наукових досліджень щодо розроблення більш досконалих прийомів, методів та алгоритмів математичного відтворення досліджуваних технічних об’єктів та процесів.

Саме тому методи сучасної прикладної геометрії, що використовуються на практиці, і які дозволяють досліджувати вплив геометричної форми структурних елементів (ОВН) реактопластичних КВМ та поверхонь формуючого (УЗ-технологічного) обладнання на властивості затверділих композитів, набувають широкого застосування і є актуальними, у т.ч. з точки зору досягнення ресурсоенергоефективності як одного з оптимізаційних критеріїв.

Література

1. Колосов О.Є. Одержання волокнистонаповнених реактопластичних полімерних композиційних матеріалів із застосуванням ультразвуку: [монографія] / О. Є. Колосов, В. І. Сівецький, О. П. Колосова. – К.: ВПК «Політехніка», 2015. – 295 с.

2. Колосова О.П. Моделювання процесів виготовлення реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів [монографія] / О. П. Колосова, В. В. Ванін, Г. А. Вірченко, О. Є. Колосов. – К.: ВПК «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2016. – 164 с.

УДК 514.18:678.5.059

АСПЕКТИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ВИСОКОМІЦНИХ Й БЕЗДЕФЕКТНИХ РЕАКТОПЛАСТИЧНИХ КОМПОЗИЦІЙНО-ВОЛОКНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ

Колосова О.П., асистент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Останнім часом у багатьох галузях промисловості (авіаційній, ракетно-технічній, машинобудівній, суднобудівній, електротехнічній, автомобільній та ін.), у сільському господарстві, вітроенергетиці, медицині, спортивній індустрії тощо значно збільшилось використання різноманітних конструкцій та виробів з високоміцних реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів (КВМ), одержуваних методом «мокрого» намотування безперевного армуючого наповнювача (орієнтованого волокнистого наповнювача – ОВН), просоченого рідким полімерним звя'зуючим (ПЗ) [1 – 2].

Важливим чинником є інтенсифікація технологічних процесів формування бездефектних і високоміцних КВМ при одночасному зниженні енергоємності та досягненні енергоресурсозбереження формування КВМ. Це досягається, наприклад, шляхом застосування низькочастотного ультразвуку (УЗ) [1].

Тому вибір і обґрунтування параметрів одержання КВМ, а також конструктивних параметрів технологічного обладнання, мають принципове значення при виготовленні конструкційних виробів з таких КВМ. Це зумовлює актуальність автоматизованого проектування досліджуваних технологій та обладнання для їх виробництва [2].

Протягом останніх десятиріч цей напрямок конструкторсько-технологічного проектування розвивається досить активно. Проте у багатьох випадках, незважаючи на досягнутий прогрес у виконаних дослідженнях щодо проектування ряду технологічних операцій і обладнання для виготовлення КВМ, й дотепер відсутня ґрунтовна теоретична та експериментальна база для автоматизованого проектування т.зв. «базових» процесів і технологічного обладнання, що використовується при їх реалізації.

Для обґрунтованого вибору на стадії конструкторсько-технологічного автоматизованого проектування оптимальних технологічних параметрів базових процесів і геометричних параметрів (конструктивних елементів) технологічного обладнання, призначеного, зокрема, для виготовлення виробів з КВМ, доцільним є використання широкого спектру методів моделювання (геометричного та комп'ютерного, а також експериментально-статистичного [1]). Це дозволяє істотно скоротити спектр необхідних експериментів, а також суттєво зменшити фінансові та часові витрати на їх проведення.

У свою чергу, знайдені оптимальні геометричні параметри УЗ-обладнання й інструментів, а також модельні технологічні параметри процесу УЗ-обробки, серед яких частота, амплітуда, інтенсивність, час, можуть використовуватись для автоматизованого проектування використовуваного УЗ-технологічного обладнання (хвилеводів-концентраторів, просочувального й дозувального обладнання на базі магнітострикційних перетворювачів (ПМС) або складених п'єзоелектричних перетворювачів (ПЕП) тощо).

Одним з ефективних інструментаріїв геометричного моделювання таких об'єктів є методологія структурно-параметричного геометричного моделювання (СПГМ). Проте складність досліджуваної проблеми геометричного моделювання технічних засобів одержання реактопластичних КВМ обумовлена тим, що основні формоутворювальні елементи цих технічних засобів та реалізуючих їх технологічних процесів характеризуються нестаціонарністю й стохастичністю.

У свою чергу, оптимізація параметрів використовуваного технологічного УЗ-обладнання пов'язана зі складністю і необхідністю врахування та параметризації конструкторсько-

технологічних параметрів формування КВМ. Тому не дивно, що існуючі теоретичні та експериментальні роботи з геометричного моделювання окремих процесів та обладнання для виготовлення реактопластичних КВМ стосуються переважно автоматизації стаціонарного намотувального обладнання шляхом геометричного моделювання процесу намотування та викладення, зокрема, дослідження форми поверхні полімерної стрічки з волоконних оправок різної форми при виробництві композитних деталей.

Аналіз типового циклу одержання КВМ, армованих ВН, з використанням інтенсифікуючої УЗ-технології, дозволяє, зокрема, виокремити такі три укрупнені групи об'єктів геометричного моделювання: 1) УЗ-інструменти для приготування та озвучування рідких ПЗ (насамперед епоксидних зв'язуючих – ЕЗ); 2) технологічні параметри базового процесу «вільного» просочування ВН озвученим ПЗ; 3) УЗ-обладнання для дозування вмісту ПЗ у просоченому ВН (базовий процес дозованого нанесення).

Незважаючи на те, що весь цикл формування КВМ не обмежується цими трьома групами об'єктів, вони є основоположними для одержання високоякісних (бездефектних) і високоміцних кінцевих затверділих намотувальних виробів з реактопластичних КВМ [1].

Під час дослідження першої з вищезазначених груп об'єктів, а саме УЗ-інструментів для приготування та озвучування ПЗ, актуальною є задача розрахунків та геометричного конструювання хвилеводів і концентраторів УЗ-технологічного обладнання різноманітного призначення, пов'язана з особливостями розповсюдження коливань у стрижневих системах. При цьому не менш важливим є формулювання загального підходу до розроблення алгоритму конструювання хвилеводів-концентраторів УЗ на методології СПГМ з урахуванням початкових умов (особливостей технологічних процесів їх виготовлення).

Друга група вищезазначених об'єктів передбачає геометричне та комп'ютерне моделювання базового процесу «вільного» просочування, що йде першим у технологічному циклі [2], для подальшого моделювання кінетичних параметрів одного з головних базових процесів формування КВМ.

Таке моделювання, насамперед, пов'язане з визначенням геометричних та структурних характеристик ОВН як капілярно-пористого тіла, зокрема, знаходженням ефективного (еквівалентного) капілярного радіусу ОВН як циліндричного капіляра, а також моделювання й комп'ютерна візуалізація параметрів процесу «вільного» просочування полімерної рідини у капілярно-пористому тілі з експериментальною перевіркою отриманих аналітичних співвідношень.

За розроблюваним підходом геометричне моделювання базового процесу «вільного» просочування пов'язане з дослідженням стохастичного розподілу орієнтованих (односпрямованих) волокон та міжволоконного простору (що уособлює множину капілярів капілярно-пористого тіла) у мікроструктурі односпрямованих КВМ. Адже від характеру розподілу волокон в геометричній структурі таких композитів (в рамках розгляду т.зв. структурного підходу) залежать як модельні технологічні параметри процесу «вільного» просочування орієнтованого ВН (далі – ОВН) рідким ПЗ, геометричні параметри змотувального й просочувального обладнання, так і кінцеві властивості міцності затверділого композиту.

У свою чергу, аналіз стохастичного розподілу волокон і міжволоконного простору у структурі просочуваних ОВН доцільно здійснювати з використанням апарату теорії інтегральної геометрії та геометричних ймовірностей для знаходження адекватної функції розподілу досліджуваних геометричних параметрів капілярно-пористих тіл.

При проектуванні третьої групи досліджуваних об'єктів, а саме складеного УЗ-дозувального обладнання, також доцільним є використання методів геометричного та комп'ютерного моделювання параметрів складеного УЗ-дозуючого кавітаційного пристрою з прямокутною випромінюючою пластиною, що використовується для виготовлення полімерних виробів на основі тканин.

Наочності отриманим результатам моделювання надає параметрична візуалізація розроблюваної методики та реалізуючого її алгоритму варіантного комп'ютерного конструювання досліджуваних складених УЗ-кавітаційних пристроїв, що сприяють інтенсифікації різноманіт-

них технологічних процесів. Застосовувані при цьому прийоми проектування базуються на використанні розроблюваних параметричних геометричних моделей, які наочно відображають існуючі варіаційні взаємозв'язки між елементами конструкцій створюваних виробів.

Дослідження комплексу вищеозначених питань та їх впровадження на підприємствах хімічної і машинобудівної промисловості України дозволить у значній мірі вирішити важливу науково-прикладну проблему, пов’язану з геометричним та комп’ютерним моделювання параметрів базового процесу «вільного» просочування та оптимізації параметрів використовуваного інтенсифікуючого УЗ-обладнання, призначеного для одержання високоміцних й бездефектних намотувальних конструкцій з реактопластичних КВМ, армованих неперервними ВН.

Рішення вищезазначених задач науково-технічного характеру буде сприяти підвищенню ефективності досліджуваних процесів та продуктивності технологічного обладнання при виготовленні КВМ із застосуванням УЗ.

Література

1. Колосов О.Є. Одержання волокнистонаповнених реактопластичних полімерних композиційних матеріалів із застосуванням ультразвуку: [монографія] / О. Є. Колосов, В. І. Сівецький, О. П. Колосова. – К.: ВПК «Політехніка», 2015. – 295 с.

2. Колосова О.П. Моделювання процесів виготовлення реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів [монографія] / О. П. Колосова, В. В. Ванін, Г. А. Вірченко, О. Є. Колосов. – К.: ВПК «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2016. – 164 с.

УДК 514.18:678.5.059

РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ВИСОКОМІЦНИХ Й БЕЗДЕФЕКТНИХ РЕАКТОПЛАСТИЧНИХ КОМПОЗИЦІЙНО-ВОЛОКНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ

Колосова О.П., асистент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Практичне значення одержаних результатів моделювання процесів та обладнання для одержання високоміцних й бездефектних реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів (КВМ) з використанням ультразвукової (УЗ) дії полягають в наступному.

1. Уперше проведено раціональне параметричне конструювання простих акустичних концентраторів УЗ-технологічного обладнання на прикладі циліндричних, конічних, експонентних і катеноїдальних акустичних концентраторів та знайдено їх оптимальні конструктивно-технологічні параметри. Описані прийоми та математичні засоби реалізовані у вигляді певного зручного для кінцевого користувача спеціалізованого прикладного програмного забезпечення із забезпеченням тісної безпосередньої інтеграції виконуваних варіантних розрахунків із відповідними комп’ютерними моделями конструкції, міцності та технології виробництва опрацьовуваних хвилеводів-концентраторів.

Це дозволяє розширити номенклатуру УЗ-концентраторів, які можна автоматизовано конструювати відповідно до конкретних умов технології за допомогою напрацьованої методики СПГМ, а також зменшити матеріальні та часові витрати на стадії їх проектування.

2. Здійснено комп’ютерне моделювання для отримання репрезентативних кривих розподілів довжин екстхорд (зовнішніх хорд суміжних кіл) для геометричної моделі мікроструктури ОВН та шліфу натурної конструкції КВМ, у т.ч. в залежності від зусилля натягнення ОВН. Визначено геометричні та структурні характеристики еквівалентного циліндричного капіляра, просочуваного рідким ПЗ. Це дає змогу здійснювати комп’ютерну візуалізацію базового процесу «вільного» просочування ОВН за допомогою модельних кінетичних кривих.

3. Уперше сформована комп'ютерна 3D-модель для наступних структурних елементів складеного дозуючого УЗ-пристрою: ширини, довжини, товщини випромінюючої прямокутної пластини; довжини хвилі згинальних коливань у пластині; товщини ПЕП; товщини електродів; внутрішнього діаметра частотознижувальних накладок та їх висоти; діаметрів ступенів складених УЗ-концентраторів й їх довжин. Це дозволяє здійснювати комп'ютерну візуалізацію знайдених оптимальних геометричних розмірів складеного дозуючого УЗ-пристрою відповідно до вхідних параметрів (наперед заданих технологічних умов) процесу дозування.

Розроблені рекомендації з енергоощадного одержання високоякісних та високоміцних виробів з реактопластичних КВМ з використанням УЗ-обробки були апробовані на ТОВ «Науково-виробниче підприємство «Енергія-2000» (м. Київ) при одержанні конструктивних елементів тренажерних комплексів спеціального призначення.

У результаті випробувань було встановлено, що використання методології структурно-параметричного формоутворення для оптимізації конструкції хвилеводів і концентраторів УЗ-технологічного обладнання дало можливість продуктивно визначати раціональні конструктивно-технологічні параметри та характеристики створюваних хвилеводів-концентраторів ще на стадії їх автоматизованого проектування.

Очікуваний економічний ефект від впровадження розробленої методики і науково-технічних рекомендацій виготовлення УЗ-устаткування і конструктивних елементів з КВМ для каркасів тренажерних комплексів спеціального призначення лише на одній виробничій лінії вищезазначеного підприємства за чотири місяці 2015р. склав понад 275 тис. грн.

За результатами роботи укладено дві ліцензійні угоди від імені володільця прав інтелектуальної власності в особі КПІ імені Ігоря Сікорського про надання невиключних ліцензій: №Л/15-2 з ТОВ «АГРОТЕХ ШАКО», м. Київ, на використання патенту України на корисну модель №97159 від 16.05.2014 р. «Пристрій для ультразвукового просочування і дозованого нанесення полімерного зв'язуючого на довгомірний волокнистий матеріал» та №Л/15-7 з ТОВ «КВАДРАТ ПЛЮС», м. Київ, на використання свідоцтва про реєстрацію авторського права на службовий твір №61409 від 25.08.2015 «Аналіз технічних засад одержання високоякісних традиційних та наномодифікованих реактопластичних полімерних композиційних матеріалів».

Література

1. Колосов О.Є. Одержання волокнистонаповнених реактопластичних полімерних композиційних матеріалів із застосуванням ультразвуку: [монографія] / О. Є. Колосов, В. І. Сівецький, О. П. Колосова. – К.: ВПК «Політехніка», 2015. – 295 с.

2. Колосова О.П. Моделювання процесів виготовлення реактопластичних композиційно-волокнистих матеріалів [монографія] / О. П. Колосова, В. В. Ванін, Г. А. Вірченко, О. Є. Колосов. – К.: ВПК «Політехніка» НТУУ «КПІ», 2016. – 164 с.

УДК 620.22

УДОСКОНАЛЕНИЙ СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБІВ ІЗ ПОЛІМЕРІВ З ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМИ ДАТЧИКАМИ

Сівецький В.І., к.т.н., проф., Колосов О.Є., д.т.н., с.н.с.,
Сокольський О.Л., к.т.н., доц., Івіцький І.І., к.т.н., ст.викл., Куриленко В.М., аспірант
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Полімери з розташованими всередині них інтелектуальними датчиками є останнім трендом у сучасному полімерному матеріалознавстві та хімічній технології [1-6], що взагалі є ноу-хау їх розробників. Датчики, які використовуються для інтелектуальних полімерних композиційних матеріалів (ІПКМ), причому як реактопластичних, так і термопластичних, як правило, мають вигляд мініатюрних сенсорних пристроїв, що вводяться в матеріал.

Інтелектуальні матеріали потребують змін методів контролю дефектності матеріалів і переходу від традиційних методів неруйнівного контролю (сканування ультразвуком, томографія, акустичні, рентгеноструктурні та інші) до систем самодіагностики з використанням мікродатчиків (сенсорів), вбудованих в структуру матеріалу (конформних, капсульованих).

В основу проведених досліджень була поставлена задача вдосконалення способу виготовлення виробів із полімерів, у якому буде забезпечено введення частинок, які можуть використовуватись як інтелектуальні датчики, в будь-яку заздалегідь задану точку майбутнього виробу, а, отже, при подальшій експлуатації виробів контролювати їх напружено-деформований стан та своєчасно запобігаючи руйнуванню.

Поставлена задача вирішується тим, що в розробленому способі виготовлення виробів із полімерів, що включає замикання форми, упорскування розплаву полімеру в порожнину форми, витримку розплаву полімеру під тиском, охолоджування, розкриття форми та виймання полімерної відливки [1], новим є те, що, після упорскування розплаву в задану точку порожнини форми крізь отвори вводять щонайменше один щуп з інтелектуальним датчиком, відокремлюють інтелектуальний датчик від щупа і виводять щуп з порожнини форми.

Крім того, новим є те, що здійснюють впорскування в форму полімеру при температурі 200°С – 300°С під тиском 60 МПа – 160 МПа, виводять щуп з порожнини форми, знижують тиск до 40% – 70% від тиску впорскування та витримують полімер під вказаним тиском, а охолодження виробу здійснюють до температури 60°С – 120°С.

Розроблений спосіб реалізують наступним чином. На термопластавтоматі з об’ємом впорскування 63 $см^3$ з чотирьохгніздною формою для виготовлення зразків для випробувань на розтяг довжиною 80 мм, шириною 5 мм та товщиною 3 мм здійснюють впорскування в форму поліетилентерефталату з температурою 280°С під тиском 80 МПа до моменту її заповнення, вводять щупом датчик на середину по товщині та ширини виробу, виводять щуп з порожнини форми, а тиск знижують до 50 МПа. Витримку під вказаним тиском продовжують до застигання ливника, охолоджують без тиску до температури 90°С, розкривають форму та виймають виріб.

Готовий виріб не містить дефектів. Отже, потрібна якість виробу забезпечується. Потрібний режим формування виробів з інтелектуальними датчиками забезпечується комбінацією значень тиску, температури та часу елементів циклу лиття.

Пропонований спосіб забезпечує введення частинок, які використовуються як інтелектуальні датчики, в будь-які задані точки полімерних виробів, що зменшить кількість аварій та нещасних випадків під час експлуатації таких виробів завдяки завчасному сигналізуванню введених інтелектуальних датчиків про настання критичного стану.

Література

1. Михайлин Ю. А. Конструкционные полимерные композиционные материалы / Ю. А. Михайлин. — СПб. : Научные основы и технологии, 2008. — 822 с.
2. Уорден К. Новые интеллектуальные материалы и конструкции / К. Уорден. — М. : Техносфера, 2006. — 223 с.
3. Харрис П. Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века [текст] : [пер. с англ.] / Харрис П. – М.: Техносфера, 2003. – 336 с.
4. Колосов О.Є. Математичне моделювання базових процесів виготовлення полімерних композиційних матеріалів із застосуванням ультразвукової модифікації [текст] / О.Є. Колосов, В.І.Сівецький, Є.М. Панов та ін. – К.: ВД «Едельвейс», 2012. – 268 с.
5. Колосов О.Є. Одержання високоякісних традиційних та наномодифікованих реактопластичних полімерних композиційних матеріалів [текст] / О.Є. Колосов. – К.: ВПІ ВПК «Політехніка», 2015. – 227 с.
6. Івіцький І. І. Моделювання введення інтелектуальних датчиків у розплав полімерного композиційного матеріалу / І. І. Івіцький, О. Л. Сокольський, В. М. Куриленко // Технологічний аудит та резерви виробництва. — 2016. — №5/3(31). — С. 22—26.

УДК 620.22

УДОСКОНАЛЕНИЙ СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ПОЛІМЕРНИХ ВИРОБІВ З ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМИ ДАТЧИКАМИ МЕТОДОМ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ

Сівецький В.І., к.т.н., проф., Колосов О.Є., д.т.н., с.н.с.,
Сокольський О.Л., к.т.н., доц., Івіцький І.І., к.т.н., ст.викл., Куриленко В.М., аспірант
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Інтелектуальні матеріали - це нові види функціональних матеріалів, що володіють ознаками цілих пристроїв або вузлів конструкцій, здатністю «відчувати» зовнішні впливи і власний стан, а також контрольованим чином реагувати на ці «відчуття» [1-6].

«Інтелектуальність» матеріалів ґрунтується на:

- контролі основних (базових) функцій;
- оптимізації властивостей шляхом «навчання»;
- наявності в матеріалах пристроїв, які контролюють зміну факторів навколишнього середовища (датчик);
- здатності матеріалів «аналізувати» ситуацію, що виникла в результаті зміни навколишнього середовища (процесор);
- здатності реагувати на результати власного аналізу навколишнього середовища (актюатор).

Метою проведених досліджень було вдосконалення відомого способу виготовлення полімерних виробів методом лиття під тиском [1] шляхом введення частинок, які використовують як інтелектуальні датчики, в будь-яку задані точки або ділянки всередині виробу та при подальшій експлуатації виробів контролювати їх напружено-деформований стан і запобігати руйнуванню.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому способі виготовлення полімерних виробів з інтелектуальними датчиками методом лиття під тиском, який включає змикання форми, упорскування розплаву полімеру в порожнину форми, витримку розплаву полімеру під тиском, охолоджування, розкриття форми та виймання чи виштовхування полімерної відливки, новим є те, що, перед упорскуванням розплаву в порожнині форми попередньо заправляють та фіксують відносно напівформи попередньо сформований закладний елемент з того ж

термопластичного полімеру, що й виріб, на якому ззовні або зсередини закріплюють інтелектуальні датчики в заданих точках чи ділянках. Крім того, використовують закладний елемент у формі циліндра, плівки, полоси, кута, листа, труби, гофри.

Розроблений спосіб реалізують наступним чином. Виготовляють закладний елемент з полімеру, на якому закріплюють інтелектуальні датчики. Закладний елемент заправляють та фіксують в порожнині форми, здійснюють змикання її та впорскують в форму розплав полімеру до моменту її заповнення, витримують під тиском, охолоджують, розкривають форму та виймають виріб.

Пропонований спосіб забезпечить введення частинок, які використовуються як інтелектуальні датчики, в будь-які задані точки полімерних виробів, що дозволить зменшити кількість аварій та нещасних випадків під час експлуатації таких виробів завдяки завчасному сигналізуванню введених інтелектуальних датчиків про настання критичного стану.

Література

1. **Михайлин Ю. А.** Конструкционные полимерные композиционные материалы / Ю. А. Михайлин. — СПб. : Научные основы и технологии, 2008. — 822 с.

2. **Уорден К.** Новые интеллектуальные материалы и конструкции / К. Уорден. — М. : Техносфера, 2006. — 223 с.

3. **Харрис П.** Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века [текст] : [пер. с англ.] / Харрис П. – М.: Техносфера, 2003. – 336 с.

4. **Колосов О.Є.** Математичне моделювання базових процесів виготовлення полімерних композиційних матеріалів із застосуванням ультразвукової модифікації [текст] / О.Є. Колосов, В.І.Сівецький, Є.М. Панов та ін. – К.: ВД «Едельвейс», 2012. – 268 с.

5. **Колосов О.Є.** Одержання високоякісних традиційних та наномодифікованих реактопластичних полімерних композиційних матеріалів [текст] / О.Є. Колосов. – К.: ВПІ ВПК «Політехніка», 2015. – 227 с.

6. **Івіцький І. І.** Моделювання введення інтелектуальних датчиків у розплав полімерного композиційного матеріалу / І. І. Івіцький, О. Л. Сокольський, В. М. Куриленко // Технологічний аудит та резерви виробництва. — 2016. — №5/3(31). — С. 22—26.

УДК 620.22

УДОСКОНАЛЕНИЙ СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ПОЛІМЕРНИХ ВИРОБІВ З ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМИ ДАТЧИКАМИ ЕКСТРУЗІЄЮ

Сівецький В.І., к.т.н., проф., Колосов О.Є., д.т.н., с.н.с.,
Сокольський О.Л., к.т.н., доц., Івіцький І.І., к.т.н., ст.викл., Куриленко В.М., аспірант
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

В даний час розрізняють три типу конструкцій інтелектуальних матеріалів:

- пасивна - проектована для діагностики стану;
- реактивна - володіє структурно-інтегрованою системою оптичних мікродатчиків і актюаторною керуючою системою;
- інтелектуальна - здатна до адаптивного навчання і зміни характеру своєї реактивної відповіді в залежності від умов і «набутого» досвіду.

Найбільш розробленою є технологія створення «інтелектуальних» матеріалів шляхом вбудовування в їх структуру волоконно-оптичних датчиків.

Такі датчики дозволяють:

- контролювати процеси, що протікають під час формування виробів з ІМ,

- стежити за їх станом виробів під час експлуатації,
- адекватно реагувати на які у виробах зміни внаслідок впливу навколишнього середовища.

Наявність волоконно-оптичних датчиків дозволяє в режимі реального часу отримувати інформацію про поведінку виробу з «інтелектуального» матеріалу і вже на початковій стадії виявити зміни його структури задовго до появи незворотних деформацій [1-6]. Проте вбудовування таких датчиків не проходить безслідно для структури і властивостей КМ, тому що діаметр оптоволокон на порядок і більше перевищує діаметр основних армуючих волокон в матеріалі. Це призводить до виникнення в матеріалі внутрішніх напружень.

Метою проведених досліджень було вдосконалення відомого способу виготовлення полімерних виробів з інтелектуальними датчиками екструзією [1] шляхом введення в будь-яку задану точку або ділянку виробу частинок, які використовують як інтелектуальні датчики.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому способі виготовлення полімерних виробів з інтелектуальними датчиками екструзією, в якому циліндричний довгомірний елемент подають в екструзійну головку і обкладають розплавом термопластичного полімеру, охолоджують та приймають відформований полімерний виріб, новим є те, що, циліндричний довгомірний елемент попередньо формують з того ж термопластичного полімеру, що й полімерний виріб, з заданим розташуванням назовні чи зсередини циліндричного довгомірного елементу інтелектуальних датчиків.

Крім того, використовують циліндричний довгомірний елемент з поперечним перерізом у формі кола, полоси, кутника, кругового сегменту.

Розроблений спосіб реалізують наступним чином. Попередньо сформований циліндричний довгомірний елемент з розміщеними в ньому чи на його поверхні інтелектуальними датчиками, який може бути виконаний різної форми поперечного перерізу, заправляють в екструзійну головку, крізь яку екструдують розплав термопластичного полімеру, в ході чого відбувається оплавлення циліндричного довгомірного елементу, спільна течія та охолоджування. В результаті цього введення інтелектуальних датчиків не впливатиме на фізико-механічні властивості готового полімерного виробу, а точки розташування інтелектуальних датчиків повністю визначатимуться розташуванням введеного циліндричного довгомірного елементу.

Пропонований спосіб забезпечить введення частинок, які можуть слугувати інтелектуальними датчиками, в будь-які задані точки полімерних виробів, що дозволить зменшити кількість аварій та нещасних випадків під час експлуатації таких виробів завдяки завчасному сигналізуванню введених інтелектуальних датчиків про настання критичного стану.

Література

1. **Михайлин Ю. А.** Конструкционные полимерные композиционные материалы / Ю. А. Михайлин. — СПб. : Научные основы и технологии, 2008. — 822 с.
2. **Уорден К.** Новые интеллектуальные материалы и конструкции / К. Уорден. — М. : Техносфера, 2006. — 223 с.
3. **Харрис П.** Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века [текст] : [пер. с англ.] / Харрис П. – М.: Техносфера, 2003. – 336 с.
4. **Колосов О.Є.** Математичне моделювання базових процесів виготовлення полімерних композиційних матеріалів із застосуванням ультразвукової модифікації [текст] / О.Є. Колосов, В.І.Сівецький, Є.М. Панов та ін. – К.: ВД «Едельвейс», 2012. – 268 с.
5. **Колосов О.Є.** Одержання високоякісних традиційних та наномодифікованих реактопластичних полімерних композиційних матеріалів [текст] / О.Є. Колосов. – К.: ВПІ ВПК «Політехніка», 2015. – 227 с.
6. **Івіцький І. І.** Моделювання введення інтелектуальних датчиків у розплав полімерного композиційного матеріалу / І. І. Івіцький, О. Л. Сокольський, В. М. Куриленко // Технологічний аудит та резерви виробництва. — 2016. — №5/3(31). — С. 22—26.

УДК 678.057

ЕКСТРУЗІЙНЕ ФОРМУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ ТРУБНИХ ВИРОБІВ З ВВЕДЕННЯМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ДАТЧИКІВ

Куриленко В. М., аспірант, Сівецький В. І., ктн., проф., Івіцький І. І., ктн., ст. викладач,
Половинка В. О., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Представлено процес екструзійного формування полімерних виробів з введенням через дорнотримач трубної формуючої головки інтелектуальних датчиків, що дозволить при подальшій експлуатації контролювати напружено-деформований стан та інші параметри отриманої полімерної погонажної продукції. Це дозволить зменшити кількість аварій та нещасних випадків при роботі відповідальних трубопроводів, завдяки завчасному сигналізуванню вмонтованими в них інтелектуальними датчиками розташованими із наперед заданим кроком на зміни напружено-деформованого стану трубопроводів.

На даному етапі розвитку техніки набувають широкого застосування новітні «розумні» конструкційні композиційні матеріали при виготовленні відповідальних деталей з вмонтованими в них інтелектуальними датчиками.

Інтелектуальний датчик - це мініатюрний вимірювальний пристрій у вигляді сукупності одного або декількох вимірювальних перетворювачів величини, що вимірюється і контролюється, який виробляє вихідний сигнал, зручний для дистанційного передавання, зберігання та використання у системах керування і має нормовані характеристики [1].

Незважаючи на зовнішню простоту та мініатюрність, інтелектуальний датчик – чутливий елемент, який має працювати в найжорсткіших експлуатаційних умовах: широкі діапазони температур (-253÷1000 ^{0}C), тисків (~0,001÷300 Па), рівнів вібрації (10^{-5}÷10^5 g в діапазоні частот від одиниці герц до сотень кілогерц), акустичних шумів (1÷10^9 Па), лінійних прискорень (від одиниць до десятків тисяч g); вплив механічних та гідравлічних ударів та агресивних середовищ.

Інтелектуальні датчики перетворюють величину, яка контролюється (тиск, температура, деформація тощо) у сигнал (електричний, оптичний, пневматичний тощо), зручний для вимірювання, передавання, перетворення, зберігання та реєстрації інформації про стан об'єкта вимірювання. За рахунок вимірювання деформації, наприклад, п’єзоелементних датчиків вмонтованих у виріб фіксується зміна його пружноміцнісних властивостей. Чуттєві елементи датчиків мають механічну міцність вищу механічної міцності конструкції виробу на якому він встановлений.

Інтелектуальні датчики окрім функцій первинного вимірювального перетворення можуть мати додаткові можливості вимірювання декількох фізичних величин, що суттєво розширює функціональний діапазон датчиків [2].

Розглядається приклад конструктивного оформлення пристрою для введення інтелектуальних датчиків у стінку полімерної труби в процесі її екструзійного формування. На рис. 1 приведено модернізовану конструкцію трубної екструзійної головки. Дорнотримач 4 виконано у вигляді ніжок додатково оснащених щонайменше одним впускним каналом 5, який на вході з’єднаний з пристроєм незалежного живлення 6, а на виході зворотним клапаном 7. Пристрій додаткового живлення 6 забезпечує дозовану подачу суміші полімеру та інтелектуальних датчиків 8 в задану координату товщини формуючого каналу 9 за рахунок виконання впускного каналу 5 зворотним клапаном 8 по варіанту 1 або 2. Кінцеве розташування інтелектуальних датчиків 8 в готовому виробі визначають: геометрія вихідного формуючого каналу 9 і координата розташування вихідного отвору зворотного клапану 7, інтервал дозування датчиків пристроєм додаткового живлення 6 та особливості спільної течії основного та додаткового потоків 9 [3].

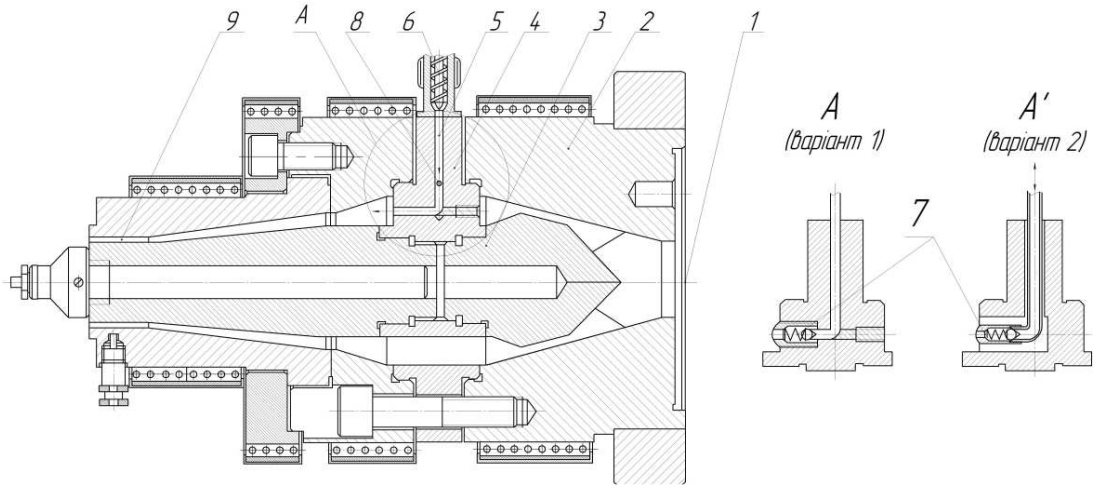


Рисунок 1. Кільцева екструзійна головка для виготовлення труб

Можливість направленого введення інтелектуальних датчиків з додатковим потоком через канал в дорні у заданий шар основного потоку полімеру на вході в формуючий канал на прикладі екструзійного формування трубного виробу було промодельовано у програмному комплексі «ANSYS» за допомогою програми «Polyflow», рис. 2. З отриманих результатів можна зробити висновок, що в потоці полімеру в формуючому каналі змінної геометрії траєкторія руху датчика є досить прямолінійною, без завихрень. Регулюючи висоту впуску додаткового полімерного потоку з датчиком в канал формуючої головки можна досягти його кінцевого розташування на заданій координаті товщини стінки полімерного трубного виробу.

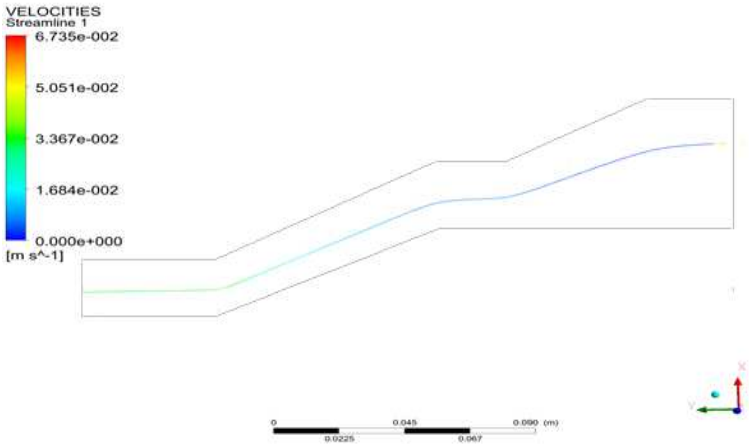


Рисунок 2. Рух датчика у каналі формуючої головки

Отже, використання даного технічного рішення забезпечує можливість введення через формуючу головку інтелектуальні датчики на прикладі головки для виробництва полімерних труб. У такий спосіб може бути модернізована значна кількість формуючого інструменту для виробництва різних типів виробів. Створення моделей та конструкторських рішень в даному напрямку є важливим завданням при проектуванні полімер переробного обладнання.

Література

1. ДСТУ 2681-94 Державна система забезпечення єдності вимірювань. Метрологія. Терміни та визначення.

2. Михайлин Ю.А. Специальные полимерные композиционные материалы / Ю.А. Михайлин. — СПб. : Научные основы и технологии, 2009. — 660 с.

3. Патент №112311 Україна. МПК: B29C 47/14 (2006.01). Кільцева екструзійна головка / Сівецький В. І., Куриленко В. М., Сокольський О. Л., Івіцький І. І., Гаращук В. І. – Заявник Сівецький В. І. – u2016 06440; заявл. 13.06.2016; опубл. 12.12.2016, бюл. №23.

УДК 678.057

ПРЕС-ФОРМА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПЛАСТМАСОВИХ ВИРОБІВ З ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМИ ДАТЧИКАМИ МЕТОДОМ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ

Куриленко В. М., аспірант, Сівецький В. І., ктн. проф., Бегін Є. В., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Запропоновано конструкцію прес-форми для лиття пластмас під тиском, особливістю якої є те, що в формоутворювальному елементі вмонтовано пристрій для введення закладних деталей у вигляді інтелектуальних датчиків. Таким чином можна контролювати напружено-деформований стан при подальшій експлуатації отриманих полімерних виробів методом лиття під тиском. В результаті цього можна досягти зменшення кількості аварій та нещасних випадків при роботі відповідальних деталей, завдяки завчасній реакції вмонтованих інтелектуальних датчиків, які розташовані в заданій координаті об'єму виробу.

Найбільш актуальними проблемами полімерного машинобудування на сьогоднішній день є підвищення міцності та надійності відповідальних деталей та вузлів. Необхідність підвищення технічного рівня, якості та конкурентоспроможності формуючих інструментів і оснастки потребує їх безперервного вдосконалення [1].

Одним з найбільш ефективних і широко використовуваних способів виготовлення виробів з полімерних матеріалів є лиття під тиском. Це найпоширеніший і найпрогресивніший метод переробки пластмас, оскільки дозволяє отримувати вироби порівняно складної конфігурації при невеликих затратах праці та енергії. Основним формуючим інструментом цього методу є прес-форма — металева ливарна форма для виробництва виливків на машинах лиття під тиском [2]. На сучасному етапі розвитку виробництва подальше підвищення якості виробів і збільшення продуктивності переробки можливе в результаті створення машин та формуючого інструменту, параметри і конструкція яких враховує специфіку властивостей пластмас, особливості литтєвого процесу і забезпечення різних технологічних режимів лиття, що дозволить отримувати вироби з необхідними властивостями [3].

У більшості випадків, відповідальні деталі працюють в «тяжких» умовах, навіть при якісному їх виготовленні, не завжди вдається досягти рекомендованого експлуатаційного сроку роботи, деталі виходять з ладу в найвідповідальніший момент, призводячи до негативних наслідків. Тому, зважаючи на вище вказану проблему було проведено модернізацію прес-форми для виготовлення пластмасових виробів методом лиття під тиском.

Відомі різноманітні варіанти конструктивного оформлення прес-форм машин для лиття під тиском [4]. Недоліком відомих конструкцій є те, що вони не забезпечують введення закладного елементу або частинок, які можуть використовуватись як інтелектуальні датчики, всередину виробу під час його формування без контакту з його зовнішньою поверхнею.

В основу нової конструкції поставлена задача вдосконалення прес-форми для виготовлення пластмасових виробів із закладними деталями шляхом встановлення принаймні одного пристрою для введення у задану координату порожнини форми під час її заповнення полімером закладних елементів, що можуть слугувати, наприклад, інтелектуальними датчиками, які дозволять при подальшій експлуатації відформованих виробів контролювати їх напружено-деформований стан та цим самим своєчасно запобігати їх руйнуванню від діючих навантажень.

Поставлена задача вирішується тим, що в прес-формі для виготовлення пластмасових виробів із закладними деталями як інтелектуальними датчиками, що містить формоутворювальні елементи, які утворюють формуючу порожнину і силові приводи для вдавлювання закладних деталей в пластмасу, по меншій мірі в одному формоутворювальному елементі вмонтовано щонайменше один пристрій для введення закладних елементів у вигляді інтелектуальних датчиків в задану координату об'єму виробу, який виконаний у вигляді щупа,

виконаного з можливістю завантаження, закріплення та відокремлення від нього інтелектуального датчика, а також виконаного з можливістю зворотно-поступального руху.

Прес-форма для виготовлення пластмасових виробів із закладними деталями, рис. 1, містить матрицю 1 та пуансон 2, які утворюють формуючу порожнину 3. В стінці матриці 1 виконано отвір 4 для зворотно-поступального переміщення виштовхувача 5. Виштовхувач 5 містить горловину 6 для завантаження закладних деталей 7 та привід 8, який забезпечує його зворотно-поступальний хід.

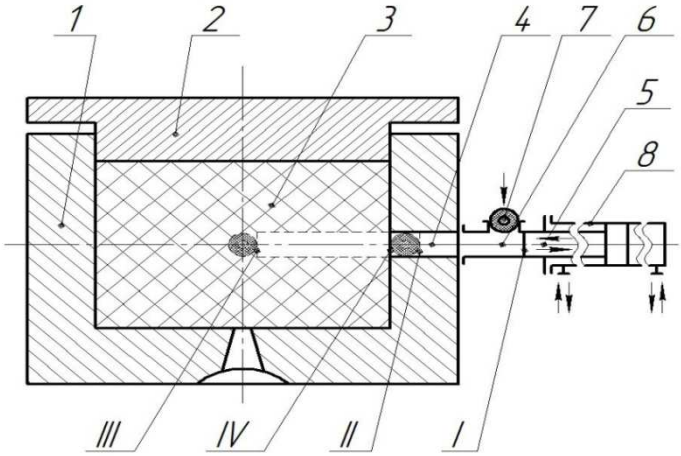


Рисунок 1 Прес-форма для виготовлення пластмасових виробів з інтелектуальними датчиками

Прес-форма працює в такий спосіб: формоутворювальні елементи у вигляді матриці 1 та пуансона 2 переміщуються одне відносно одного, утворюючи формуючу порожнину 3. Закладна деталь 7 подається в порожнину завантажувального пристрою 6 в якій знаходиться у вихідному положенні *I* виштовхувач 5, що виконаний з можливістю закріплення на ньому і відокремлення інтелектуального датчика (на рис. 1 не показано). Привід 8 переміщує виштовхувач 5 в порожнину завантажувального пристрою 6, переміщуючи при цьому закладну деталь 7 в положення II. Підготовлена порція полімеру з певним тиском упорскується у формуючу порожнину 3 прес-форми. Виштовхувач 5 за допомогою приводу 8 переміщує закладну деталь 7 з положення II в задану точку формуючої порожнини, тобто положення III. Через заданий проміжок часу виштовхувач 5 за допомогою приводу 8 повертається у положення IV. Після заданого проміжку часу для остаточного формування виробу виштовхувач 5 повертається у вихідне положення I. Форма розкривається, а виріб виймається з формуючої порожнини 3.

Таким чином формується полімерний виріб із закладними елементами, які розташовані в заданій точці об’єму без контакту з його зовнішньою поверхнею.

Отже, завдяки використанню даної прес-форми забезпечується введення закладних деталей, які також можуть використовуватись як інтелектуальні датчики у будь-які наперед задані точки виробів, що дозволить зменшити кількість аварій та нещасних випадків під час експлуатації виробів, тим самим розширивши їх технологічні можливості.

Література

1. Сокольський О. Л. Проектування формуючих пристроїв обладнання для переробки пластмас / О. Л. Сокольський, В. І. Сівецький, І. О. Мікульонок – К.: НТУУ «КПІ», 2014 – 130 с., іл.
2. ДСТУ 2541-94 Виробництво ливарне. Терміни та визначення.
3. Калиничев Э. Л. Оборудование для лиття пластмасс под. давленим / Э. Л. Калиничев, Е. И. Калиничева, М. Б. Саковцева – М.: Машиностроение, 1985 – 256 с., ил.
4. Тадмор З. Теоретические основы переработки полимеров / З. Тадмор, К. Гогос – М.: «Химия», 1984 – 632 с., пер. с анг., ил.

УДК 678.057

ПРЕС-ФОРМА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПЛАСТМАСОВИХ ВИРОБІВ З ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИМИ ДАТЧИКАМИ МЕТОДОМ ПРЕСУВАННЯ

Куриленко В. М., аспірант, Сівецький В. І., к.т.н. проф., Сухий О. А., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Представлено варіант модернізації прес-форми для формування полімерних виробів методом пресування, який полягає в тому, що по меншій мірі в одній боковій стінці матриці вмонтовано щонайменше один пристрій для введення інтелектуальних датчиків (закладних елементів) в задану координату об'єму виробу. Удосконалена конструкція прес-форми в подальшому дозволить виготовляти інтелектуальні полімерні вироби, які будуть сигналізувати про свій напружено-деформований стан при подальшій експлуатації. Це дозволить попереджувати поломки та запобігати виникненню аварійних ситуацій.

Останнім часом набувають розповсюдження конкурентоспроможні вироби, які отримують шляхом введення у них інтелектуальних датчиків (ІД), що дозволяє проводити дистанційну діагностику та моніторинг цих виробів безпосередньо під час їх експлуатації. Для реалізації процесів введення ІД у полімерну композицію в процесі пресування виробів передбачає модернізацію існуючого формуючого обладнання [1].

В промисловості знайшли застосування різноманітні технологічні схеми методу пресування, які відрізняються одна від одної способами нагріву матеріалу, його введенням в форму і наступного формування: пряме (компресійне), литтєве (трансферне) і безперервне профільне. Всі технологічні схеми пресування включають в себе наступні операції: переведення матеріалу в в'язкотекучий стан шляхом нагріву, деформування матеріалу з метою надання йому необхідної конфігурації та витримку відформованого виробу для фіксації його форми [2]. При отриманні високо відповідальних інтелектуальних виробів необхідно забезпечити введення в задану точку виробу ІД, які дають змогу отримувати інформацію про напружено-деформований стан в процесі їх експлуатації.

Відомі різноманітні варіанти конструктивного оформлення прес-форм машин для пресування. Недоліком відомих конструкцій є неможливість введення в фіксовану точку перерізу полімерного виробу додаткових елементів, наприклад закладних деталей або частинок, які можуть слугувати інтелектуальними датчиками.

Близькою до тієї, що розглядається, є прес-форма для виготовлення пластмасових виробів з металевими закладними деталями, що містить матрицю з пазами під закладні деталі і силові приводи для вдавлення закладних деталей в пластмасу [3].

Наведена конструкція має той недолік, що вона не забезпечує введення закладного елементу всередину виробу без контакту з його зовнішньою поверхнею.

В основу нової конструкції поставлена задача вдосконалення прес-форми для виготовлення пластмасових деталей шляхом встановлення хоча б одного пристрою для введення у задану координату заповненої полімером порожнини форми закладних елементів, що можуть слугувати, наприклад, інтелектуальними датчиками, які дозволять при подальшій експлуатації виробів контролювати їх напружено-деформований стан та цим самим своєчасно запобігати руйнуванню.

Поставлена задача вирішується тим, що в прес-формі для виготовлення пластмасових виробів із закладними деталями, рис. 1, що містить матрицю та пуансон, який разом із матрицею утворює конфігурацію деталі, новим є те, що по меншій мірі в одній боковій стінці матриці вмонтовано щонайменше один пристрій для введення закладних елементів (інтелектуальних датчиків) в задану координату об'єму виробу.

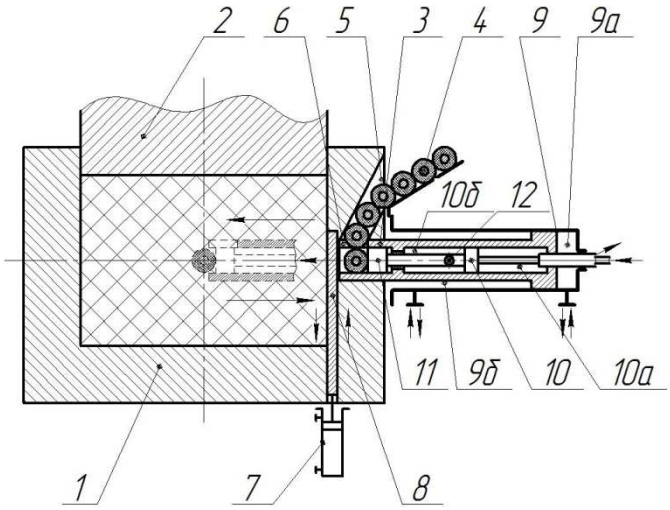


Рисунок 1 Прес-форма для виготовлення пластмасових виробів з інтелектуальними датчиками методом пресування

Прес-форма працює в такий спосіб: розплав полімеру, підготовлений литтєвою машиною, з певним тиском вприскується у робочу порожнину прес-форми, яка утворена матрицею 1 та пуансоном 2 до моменту її заповнення, після чого даний тиск зменшується. Щуп 3 в цей момент знаходиться в початковому положенні, у внутрішню порожнину якого під дією власної ваги потрапляє закладна деталь 4, завдяки тому, що отвір у боковій стінці 5 прес-форми та отвір на поверхні щупа 6 співпадають. В цей момент спрацьовує гідроциліндр 7, який переміщує заслінку 8, забезпечуючи можливість переміщення щупа в порожнину форми. Далі розпочинає свою роботу гідроциліндр 9, рідина подається в порожнину 9а і щуп 3 переміщується в напрямку розплаву на задану величину, після чого вмикається гідроциліндр 10, рідина під тиском заповнює порожнину 10 а і відбувається рух виштовхувача 11 по внутрішньому каналі щупа 3, який штовхає закладну деталь 4 в розплав на величину витягненого до цього щупа 3, внаслідок чого закладна деталь 4 опиняється в розплаві у наперед заданій точці. Після виштовхування закладної деталі виштовхувач 11 переміщується в початкове крайнє положення за рахунок подачі рідини в порожнину 10 б через отвір 12. Слідом за виштовхувачем 11 повертається у вихідне положення і щуп 3 завдяки подачі рідини в порожнину 9б, а заслінка 8, в свою чергу, закривається. Тиск, який перед цим зменшили знову піднімається та продовжується витримка під вказаним тиском до застигання ливника, потім деякий час виріб охолоджується без тиску, розкривається форма та виймається. Цикл повторюється.

Таким чином формується полімерний виріб із закладними елементами у вигляді ІД, які розташовані в заданій точці об’єму без контакту з його зовнішньою поверхнею. Завдяки використанню запропонованої конструкції забезпечується введення ІД у будь-які наперед задані точки виробів, що дозволить зменшити кількість аварій та нещасних випадків під час експлуатації виробів, тим самим розширивши їх технологічні можливості.

Література

1. Клинков А. С. Инженерная оптимизиция оборудования для переработки полимерных материалов / А. С. Клинков, М. А. Шерышев, М. В. Соколов, В. Г. Однолько – ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2012 – 320 с.

2. Басов Н. И. Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов / Н. И. Басов, Ю. В. Казанков, В. А. Любартович – М.: Химия, 1986 – 488 с., ил.

3. Патент №13754 Україна. МПК: B29C 65/64, B29C 67/18. Прес-форма для виготовлення пластмасових виробів з металевими закладними деталями. / Смирнов С. В., Зельцер О. Я., Мойсеєнко В. В., Чепіль Е. С. – Заявник Смирнов С. В. – 4707416/SU; заявл. 19.06.1989; опубл. 25.04.1997, бюл. №2.

УДК 678.057

ПРИСТРОЇ ДЛЯ ВВЕДЕННЯ ДАТЧИКІВ У ПОГОНАЖНІ ПОЛІМЕРНІ ВИРОБИ

Сівецький В. І., к.т.н проф., Куриленко В. М., аспірант, Сокольський О. Л., к.т.н доцент,
Івіцький І. І., к.т.н ст. викладач, Поліщук О. В., магістр
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Розглядається декілька варіантів конструкцій пристроїв для соекструзійного та інжекційного введення інтелектуальних датчиків (ІД) в профільні полімерні погонажні вироби безпосередньо в процесі їх формування на задані координати перерізу виробів з довільним або заданим кроком. Це дозволить контролювати напружено-деформований стан у виробі при подальшій їх експлуатації.

Існує багато різноманітних профільно-погонажних відповідальних конструктивних елементів, наприклад в авіакосмічній, суднобудівній, автомобілебудівній промисловостях, де життєво необхідно контролювати їх стан в процесі експлуатації.

Широка гама таких виробів виготовляється екструзійним методом, який дозволяє отримувати профільні вироби різноманітної конфігурації при невеликих затратах. У зв′язку з розвитком інноваційних технологій контролю напружено-деформованого стану конструкційних виробів задача введення ІД є однією з актуальних і потребує глибокого дослідження. Типові конструкції формуючих головок для виробництва профільних погонажних виробів не забезпечують цілеве введення ІД в найбільш небезпечні зони конструкції виробу.

Можливість введення датчиків у процесі екструзії за рахунок додаткових живлячих пристроїв досліджено в [1]. У даній роботі встановлена залежність глибини введення додатковим потоком необхідної кількості ІД на задану координату товщини стінки виробу в залежності від співвідношення тиску у формуючому каналі головки та тиску додаткового потоку живлячого екструзійного пристрою. На рис. 1. представлено варіант оснащення формуючої головки з додатковим пристроєм для її соекструзійного живлення сумішшю з певною концентрацією ІД в полімері.

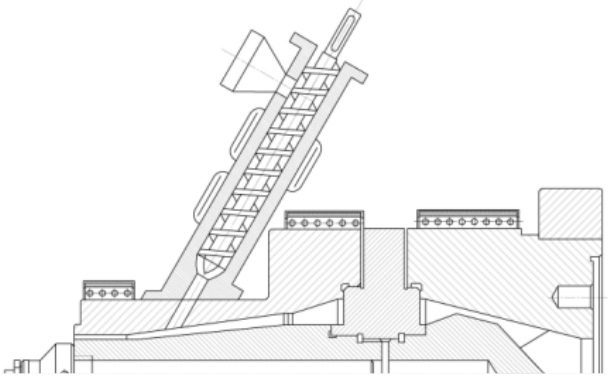


Рисунок 1 Формуюча головка з пристроєм для соекструзійного введення ІД в погонажний виріб

Недоліком такої конструкції є те, що не забезпечується чіткий крок розподілу ІД та їх кількість на одиницю довжини формуючого профілю, а також те, що при необхідності введення датчиків на певну глибину формуючого каналу додатковий екструзійно-дозуючий пристрій повинен забезпечувати подачу розплаву з датчиками під тиском набагато більшим, ніж тиск в основному потоці полімеру.

З метою забезпечення дозованого запрограмованого розподілу ІД в екструдованому виробі пропонуються наступні варіанти конструктивного оформлення інжекційних розподільчих пристроїв.

В разі необхідності введення, наприклад, одного датчика в певну точку профільного екструдованого виробу запропоновано конструкцію інжекційного пристрою, схему якого представлено на рис. 2. В процесі екструзії частка полімерної композиції з формуючого каналу заповнює порожнину інжекційного циліндра 1 і виштовхує поршень 6 у верхнє положення, відкриваючи заслінку 2 гідроциліндром або важелем (на рис. не показано), зв′язаним зі штоком поршня 6. Датчик 3 проштовхується плунжером 4 в інжекційну порожнину, перекриваючи доступ полімеру в завантажувальну горловину інжекційної камери в якій ІД змішується з розплавом. За допомогою гідроциліндра плунжер 6 розпочинає переміщення в зворотному напрямку і в наслідок чого здійснюється інжекція розплаву з датчиком 3 в формуючий канал 7 під заданим тиском для забезпечення його введення на певну глибину.

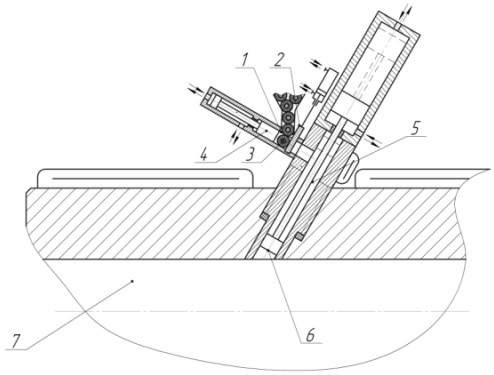


Рисунок 2. Схема інжектуючого пристрою для індивідуального введення ІД

На рис. 3 представлено варіант конструктивного виконання екструзійно-інжекційного пристрою для дозованого введення ІД в якому вони попередньо змішуються з полімером в черв’ячному пластикаторі 1 і дозовано впорскується під заданим тиском безпосередньо в формуючий канал головки 3 за заданою періодичністю циклу з метою збільшення тиску інжекції та запобігання завчасного змішування основного потоку полімеру з дозованим. Синхронно з рухом інжекційного плунжера 2 заслінка 4 відкриває або закриває отвір, що з′єднує інжекційну порожнину з каналом 3. При цьому тиск в гідроциліндрі інжекції значно перевищує тиск в формуючому каналі, що дозволяє занурювати датчики на задану глибину.

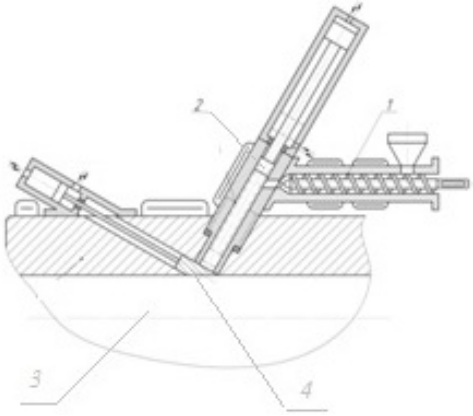


Рисунок 3. Схема інжектуючого пристрою для введення заданого об′єму суміші полімеру з ІД

Завдяки використанню представлених пристроїв досягається можливість вводити ІД безпосередньо у формуючий канал головки, що дасть змогу при подальшій експлуатації виробів контролювати їх напружено-деформований стан та інші параметри.

Література

1. Івіцький І. І. Моделювання введення інтелектуальних датчиків у розплав полімерного композиційного матеріалу / І. І. Івіцький, О. Л. Сокольський, В. М. Куриленко // Технологічний аудит та резерви виробництва. — 2016. — №5/3(31). — С. 22—26.

УДК 678.057

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПУАНСОНА ГІДРАВЛІЧНОЇ ТАБЛЕТМАШИНИ З ГОРИЗОНТАЛЬНИМ ПРЕСУВАННЯМ

Марусич М. І., студент, Сокольський О. Л., к.т.н., доцент, Куриленко В. М., аспірант
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Для підвищення продуктивності гідравлічних таблетмашин було розроблено нову конструкцію пуансона, що дозволить зменшити час циклу за рахунок того, що у внутрішню частину пуансона вмонтовано виштовхувач, який виконаний у вигляді шпинделя циліндричної форми.

Обсяг виробництва таблеток складає близько 40% усіх вироблених готових лікарських засобів і щорічно зростає на 10-15%. У таких країнах, як США, Німеччина та Японія випускається більше 50% таблеток всіх лікарських засобів. Процес таблетування давно відомий, отримав широке застосування в медичній промисловості та інших галузях виробництва. Тим не менше питання подачі, дозування і пресування порошків ще недостатньо вивчені.

Таблетки виготовляють масою від декількох грамів до декількох кілограмів під тиском 50 – 150 МН/м^2, при цьому обсяг матеріалу зменшується приблизно в 2 рази. Досвід пресування виробів з термореактивних матеріалів показав, що найкращі результати досягаються при формі таблеток, подібної з формою виробу. Таблетуванням називають технологічний процес, при якому з неоформленої пухкої маси прес-матеріалу виготовляють щільну таблетку певної форми, розміру і ваги. У процесі таблетування з прес-матеріалу віддаляється повітря, в результаті чого підвищується його теплопровідність. Процес таблетування складається з чотирьох операцій: подачі матеріалу в матрицю, стиснення його пуансоном, виштовхування таблетки з матриці і скидання таблеток. Перша операція характеризує таблетмашину як дозатор. Виконання другої операції – пресування, пов'язано зі значними енергетичними витратами. При виконанні цієї операції таблетмашина працює як прес. Основна операція процесу таблетування полягає в ущільненні приготовленої дози матеріалу в замкненому об'ємі. Ущільнення здійснюється за допомогою пуансонів, що переміщаються в матриці [1].

Таблетмашини досить часто використовуються в промисловості пластичних мас в процесах переробки термореактивних прес-матеріалів у вироби. Широко використовуються у різних галузях промисловості гідравлічні таблетмашини. Вони призначені для виготовлення таблеток з порошкоподібних або волокнистих термореактивних сумішей методом гідравлічного пресування. Продуктивність і зусилля таблетування в гідравлічних таблетмашин значно вищі, ніж у ексцентрикових, а коливання ваги таблеток, що виготовляються, менше, ніж у ротаційних машинах. Гідравлічні машини оснащені одиногніздними або багатогніздними матрицями і відповідною кількістю пуансонів. Гідравлічні таблетмашини можуть розвивати великі пресуючі зусилля при відносно невеликих габаритах машин, тому вони можуть бути застосовані для пресування великих таблеток [2].

Гідравлічні машини відрізняються простотою конструкції і компактністю при великих зусиллях таблетування, новим прогресивнішим способом дозування матеріалу, наявністю гнучкого універсального регулювання режиму таблетування. На таких машинах можна таблетувати високодисперсні матеріали, а також матеріали з волокнистим наповнювачем, таблетування яких на механічних машинах украй ускладнене [3].

Перелічивши переваги гідравлічних таблетмашин варто згадати і про недоліки, основним з яких виступає порівняно низька продуктивність в порівнянні з іншими типами машин. Тому напрям модернізації був спрямований у сторону покращення вище згаданого недоліку.

В основу модернізації гідравлічної таблетмашини поставлена задача зменшити час циклу, а саме – запропонована нова конструкція формуючого інструменту – пуансона. Щоб зменшити час на виштовхування таблетки з матриці були виконані наступні вдосконалення: в конструкцію пуансона додано виштовхувач, який виконаний у вигляді шпинделя циліндричної форми, рис. 1.

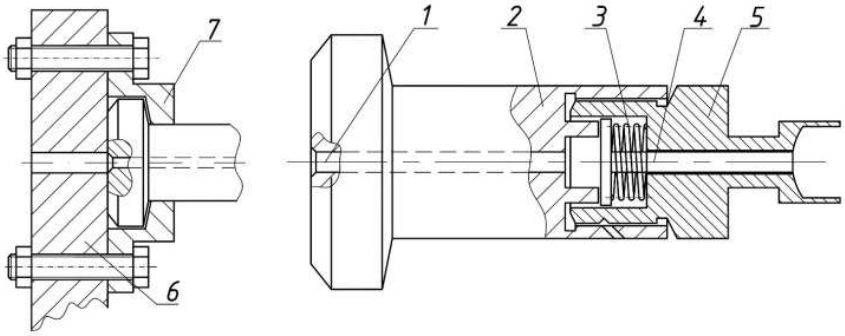
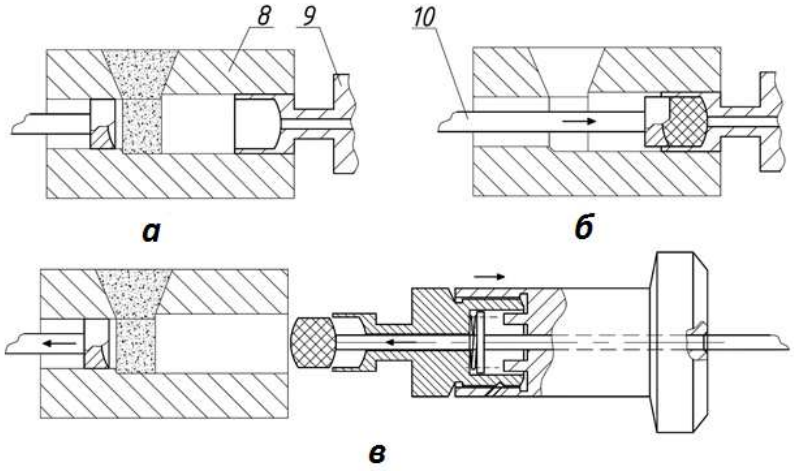


Рисунок 1. Конструкційне виконання пуансона

Модернізований пуансон працює наступним чином (рис. 2): рухома плита 6, на яку кріпиться пуансон 9, за допомогою пуансонотримача 7 здійснює зворотно-поступальний рух, в результаті якого формуюча матриця 5 потрапляє в матрицю 8, де здійснюється процес пресування матеріалу. Потім в матрицю 8 потрапляє прес-матеріал та виконується пресування між двома пуансонами – звичайним пуансоном 10 та модернізованим 9. Далі рухома плита 6 від'їжджає на певну відстань від матриці 8, щоб виштовхувач 4 зміг виштовхнути таблетку з формуючої матриці 5 за допомогою руху шпинделя по каналу 1, який сприяє подальшому руху виштовхувача 4 по каналу формуючої матриці 5, що забезпечує виштовхування таблетки із формуючої матриці 5, після цього таблетка потрапляє в лоток. В цей час пуансон 8 повертається в своє першочергове положення і відбувається засипання матеріалу в спеціально відведену зону матриці 8. Плита 6 знову рухається в напрямку матриці 8, а пружина 3 повертає виштовхувач 4 в початкове положення. Ця операція не займає багато часу і модернізований пуансон займає своє місце в матриці 8 ще до подачі нової порції матеріалу.



а) завантаження матеріалу в матрицю; *б*) пресування таблетки;
в) виштовхування таблетки з пуансона
Рисунок 2. Операції процесу таблетування

Використання запропонованого рішення дозволить зменшити час циклу роботи машини. У такий спосіб можна модернізувати значну кількість формуючого інструменту таблетмашин.

Література

1. Белоусов В. А. Основы дозирования и таблетирования порошков / В. А. Белоусов, М. Б. Вальтер – М.: Химия, 1980 – 216 с.
2. Басов Н. И. Расчет и конструирование формующего инструмента для изготовления изделий из полимерных материалов / Н. И. Басов, Ю. В. Казанков, В. А. Любартович – М.: Химия, 1991 – 352 с., ил.
3. Остапчук Ю. Г. Современное состояние и тенденции развития таблетировочного оборудования / Ю. Г. Остапчук, С. Ф. Водченко – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1975 – 155 с.

УДК 678.02

МОДЕРНІЗОВАНА МАШИНИ ДЛЯ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ ДВОШАРОВИХ ПРЕФОРМ

Бегін Є.В., спеціаліст, Сівецький В.І., ктн. проф., Сокольський О.Л., ктн., доц.

Запропонована нова конструкція прес-форми для виготовлення двошарових преформ. Впровадження запропонованої конструкції прес-форми дозволяє зменшити використання високовартісного безпечного для контакту з продуктом полімерного матеріалу. Він витрачається лише на формування тонкого внутрішнього шару преформ, а зовнішний несучий шар виготовляється з менш вартісного полімеру, наприклад вторинного. Завдяки цьому паковальні двошарові вироби зберігають міцністні та екологічні властивості. На відміну від базової конструкції модернізована має два інжекційних механізма, які забезпечують підготовку двох розплавів полімерів та їх впорскування в форму, що дає змогу виготовлювати обидва шари преформи на одній машині одночасно.

Преформи паковань, наприклад, для харчових продуктів в даний час, як правило, виготовляють одношаровими з використанням високовартісних полімерів. З метою зменшення вартості преформ для виготовлення паковань пропонується удосконалити конструкцію машини для лиття під тиском за рахунок використання двох інжекційних механізмів і удосконаленої двохпозиційної прес-форми, представленої на рисунку.

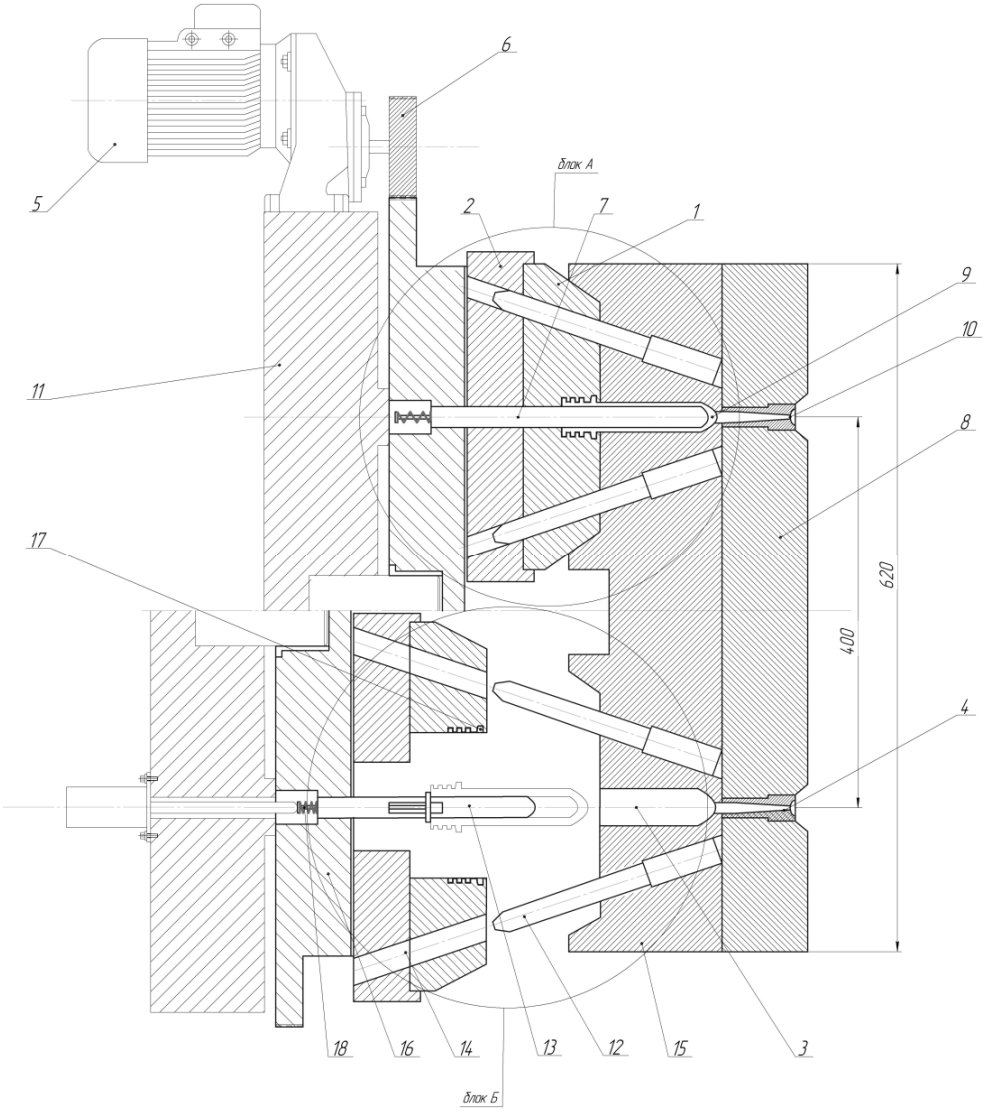


Рисунок 1.Модернізована прес-форма

Розроблена конструкція двохпозиційної прес-форми складається з блоку А та блоку Б. Особливістю прес-форми є те, що кожна з рухомих частин блоків А і Б складаються з двох симетричних роз`ємних півформ. Рухомі частини блоків А і Б змонтовані на рухомій плиті 16 з можливістю переміщення на ній під час запираня та відкритя прес-форми за рахунок направляючих пальців 12 . При запирані форми складові частини півформ мають можливість утворювати формуючу порожнину преформи та її розвантаження.

На позиції блоку А відбувається формування внутрішнього шару преформи. На рисунку відображена стадія формування внутрішнього шару преформи. Блок А прес-форми відображено в зімкненому стані. Через сопло 10 надходить розплав шару безпечного (первинного) полімерного матеріалу. Після заповнення порожнини 9 полімером під заданим тиском відбувається охолодження першого шару виробу і рухомі частини 1 та 2 прес-форми розмикаються. При розімкненні прес-форми її рухомі частини переміщуються на пальцях, вивильняючи відформований внутрішній шар преформи, яка залишається на пальці 7. Після чого привід 5 через зубчасте колесо 6 провертає обертову плиту 16 відносно рухомої плити 11 механізму змикання. Рухомі частини півформ переміщуються з позиції А на позицію Б.

В зімкненому стані прес-форми відбувається формування зовнішнього несучого шару (з вторинного полімеру). На рисунку в позиції Б зображена стадія розвантаження вже відформованої двошарової преформи (прес-форма в розімкненому стані, відформована преформа зірвана з матриці форми й знаходиться на пальці 7). Розвантаження преформи відбувається шляхом її зіштовхуваня з пальця 7 важелем 19. Після розвантаження преформи рухома плита провертається разом з півформами на вихідне положення, позиція А. Цикл повторюється.

Впровадження запропонованої конструкції прес-форми дозволяє зменшити використання високовартісного безпечного для споживача полімерного матеріалу, так як він витрачається лише на формування тонкого внутрішнього шару преформ, а зовнішний несучий шар виготовляється з менш вартісного полімеру.

Література

1. Сокольський О. Л. Проектування формуючих пристроїв обладнання для переробки пластмас / О. Л. Сокольський, В. І. Сівецький, І. О. Мікульонок – К.: НТУУ “КПІ” 2014 – 130 с.
2. Тадмор З. Теоретичні основи переробки полімерів / З. Тадмор, К. Гогос – М.: “Химия”, 1984 – 632с., пер. с англ., іл.
3. Патент 2307031 РФ, МПК B29C45/17. – Опубл. 27.09.2007. Плита прес-форми.

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МЕХАНІЗМА УПРАВЛІННЯ ДІАФРАГМОЮ ФОРМАТОРА ВУЛКАНІЗАТОРА

Сухий О.А., спеціаліст, Сівецький В.І., ктн., проф.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», м Київ

Запропоновано модернізований механізм управління діафрагмою та варіант вдосконалення сегментої прес-форми. Механізм управління діафрагмою удосконалено за рахунок закріплення нижнього борта діафрагми на штоці приводу управління втулки і верхнього борта діафрагми кільцевим затискувачем на рухомому кільцевому диску. Конструкція сегментної прес-форми удосконалено шляхом її оснащення пружинними елементами, які покращує умови формування протектора та розвантаження шин.

Форматори-вулканізатори набули широкого поширення в шинній промисловості більшості країн, що виробляють покришки пневматичних шин. З їх створенням вдалося позбавитися багатьох трудомістких операцій, пов'язаних із застосуванням ручної праці, і значно інтенсифікувати процеси формування та вулканізації.

Попередніми дослідженнями встановлено що для вулканізації шини у вулканізаторі[1] є недосконалим діафрагмовий вузол. Тому з метою збільшення довговічності, зменшення часу циклу роботи машини, і підвищенні ефективності, було використано нове конструктивне рішення.

Недоліком базової конструкціїї [1] вулканізатора є те, що для під час управління діафрагмою при вулканізації шини витрачається багато часу на завантаження заготовки, проведення її підформовки.

Ідея конструктивного вдосконалення [2] вулканізатора представлена на рисунку і полягає в тому, що діафрагмовий вузол виконаний у вигляді закріпленого на штоку приводу управління втулки нижнього борта діафрагми, а верхній борт діафрагми затиснутий кільцевим затискачем, закріпленим на рухомому кільцевому диску .

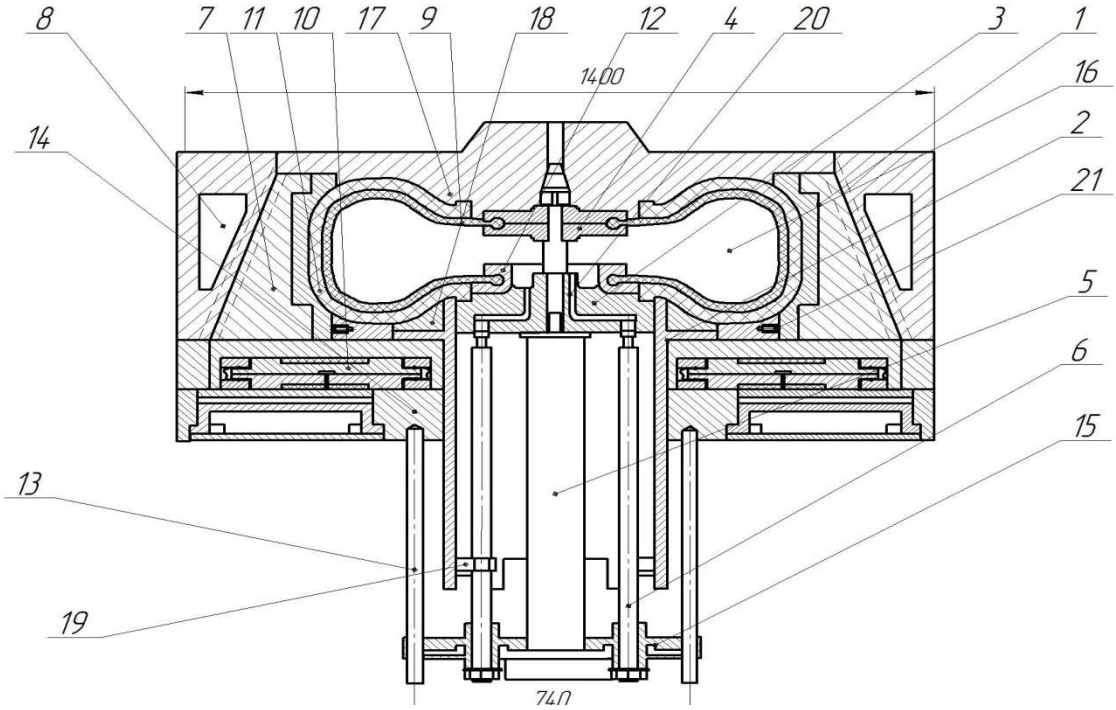


Рисунок 1 – Модернізована конструкція механізму управління діафрагмою та прес-форми вулканізатора

Крім цього базова конструкція вдосконалена за рахунок використання рішення запропонованого в [3], яке полягає в використанні сегментної прес-форми оснащеної пружинними елементами, які покращують умови розмикання прес-форми в радіальному напрямку, тобто сприяють звільненню протектора покришки, що полегшує умови розвантаження вулканізатора.

Вулканізатор працює наступним чином. У момент завантаження заготовки покришки 9 гідроциліндром 5 піднімається у верхнє положення щодо підстави 14. При цьому нижня бортове кільце прес-форми 12 гідроциліндром 5 переводиться в крайнє верхнє положення, як показано на рисунку . Після установки заготовки покришки 11 на бортовому кільці 18 циліндром 5 рухомий диск 15 і верхній 4 і нижній 12 затискні блоки діафрагми висуваються в верхнє положення. У порожнину діафрагми 16 під зниженим тиском подається робоче середовище, за допомогою якої проводиться підформовка заготовки покришки 11 надаючи їй початкову форму. Після закінчення підформовки проводиться змикання півформ. Півформа 7

змикається зі своєю верхньою половиною 17 шляхом опускання верхньої половини форми, після чого напівформи 7 і 17 з'єднуються , як показано на рисунку. При цьому стакан 2, разом з нижнім бортовим кільцем 18 і рухомим диском 12 утримуються рухомим фіксатором 19, введеним в проточку упору 6. При цьому тиск через гідроциліндр 5 передається на опорну плиту 3. В канали 20 прес-форми і в нижню підпресовка 10 подається робоче середовище і проводиться вулканізація покришки 11.

Після закінчення процесу вулканізації сегменти півформи 7 розкриваються за допомогою пружинних елементів 21 і гідроциліндром 5 діафрагма 9 разом нижнім затискним блоком 12 і верхнім затискним блоком 4 опускається в порожнину стакана 2 і після відкриття байонетного кільця проводиться підйом і проводиться висування нижнього бортового кільця 18. Для цього гідроциліндром 5 при поєднаному з верхньої проточкою упору 6 фіксатор 19 відбувається висування рухомого кільцевого диска 3 під час руху якого зусилля передається фіксатором 19 на стакан 2, на якому закріплено нижнє бортове кільце 18. Рух бортового кільця 18 вгору забезпечує відрив готової покришки від заснування прес-форми і її підйом над нижньою вулканізаційної камерою 10. Після видалення готової покришки процес повторюється в тому ж порядку.

Запропоноване вдосконалення механізму управління діафрагмою та сегментної прес-форми покращує умови розмикання прес-форми в радіальному напрямку, тобто сприяють звільненню протектора покришки та полегшує умови розвантаження вулканізатора в цілому.

Література

1. Барсков Д.М. Машины и аппараты резинового производства, «Химия» 1975г., 600 с.

2. Патент № 58438, МПК:B29C35/02. Форматор-вулканизатор покрышек пневматических. – 27.11.2006.

3. Patent № US 2010/0140847 A1, МПК B29D 30/00, B28B I 3/06. Process and apparatus forr Vulcazation and moulding of Vehicle tyres. –10.05.2007.

УДК 678.053.5

МОДЕРНІЗАЦІЯ ВАЛЬЦІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПВХ ЛІНОЛЕУМУ

Павлиго І.Ю., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

При переробці гумових сумішей та пластичних мас на вальцях частіше всього здійснюються процеси змішування, пластифікації, перетирання та подрібнення.

Матеріал подається на валки у вигляді окремих шматків, порошкоподібних чи рихлих волокнистих матеріалів. В результаті обертання валків на зустріч один одному внаслідок тертя та адгезії матеріал, що завантажується затягується в зазор між валками і по виходу з нього прилипає до одного з валків в залежності від різниці температур поверхні валків та їх окружної швидкості. Валки обертаються завдяки електродвигуну через редуктор та пару зубчастих коліс. Зубчаста пара коліс дозволяє регулювати (при заміні коліс) окружну швидкість валків. Кожний валок має систему регулювання температури, яка забезпечує охолодження або нагрів його поверхні.

Переробка полімерних матеріалів у вироби пов'язана з підведенням і відводом енергії, що забезпечує отримання виробів із заданими властивостями і управління процесом на стадії проектування і експлуатації обладнання.

Вальці для виробництва ПВХ лінолеуму випускались ВАТ “Більшовик”. Тривалий час машини цього підприємства являлися найкращими зразками аналогічного обладнання в галузі хімічного машинобудування. Проте сьогодні є очевидним, що поруч з такими перевагами, як висока надійність та невелика собівартість, вальці для виробництва ПВХ лінолеуму мають деякі суттєві недоліки, що стримують зростання ефективності виробництва.

До основних недоліків можна віднести:

- знос при роботі поверхні валків машини: погіршується їх якість, з’являються локальні вм’ятини;
- значна товщина стінок бочки (робочої частини валка) є основною причиною поганого теплообміну між робочою поверхнею та термостатичною рідиною, завдяки чому є невисока якість листів, які отримуються на вальцях, а саме непостійність товщини листа вздовж його ширини;
- невисока продуктивність вальців.

Для усунення наведених недоліків конструкції машини, досягнення збільшення продуктивності та підвищення якості виробництва лінолеуму запропоновано модернізацію вальців для виробництва ПВХ лінолеуму за патентом SU 1623865 та RU 2341343, тобто модернізація конструкції охолоджуючого барабану вальців на основі наступних технічних рішень:

- застосування 24 отворів в корпусі вальця, які зв’язані з охолоджуючим каналом. Це призведе до збільшення коефіцієнту тепловіддачі від метала до циркулюючій в порожнині охолоджуючої води, наслідком чого буде:
- підвищення швидкості охолоджування листа, що є дуже важливим фактором, який веде до підвищення годинної продуктивності та якості зі зміною ціни;
- підвищення надійності та довговічності машини, тобто підвищується термін роботи машини без поломок;
- зменшення браку в виробництві, що мав місце в результаті не рівномірного охолодження вальців;
- зменшення маси.

Проблема отримання рівномірної температури на поверхні робочої частини валка може бути вирішена застосуванням нової системи охолодження і підігріву валків. Теплообмін в новій системі (рис. 1) здійснюється за допомогою подачі теплоносія через периферійно розташований ряд отворів (діаметром 16- 20 мм при діаметрі валка 700 мм) паралельно утворювальної валка в безпосередній близькості (близько 50 мм) до робочої поверхні.

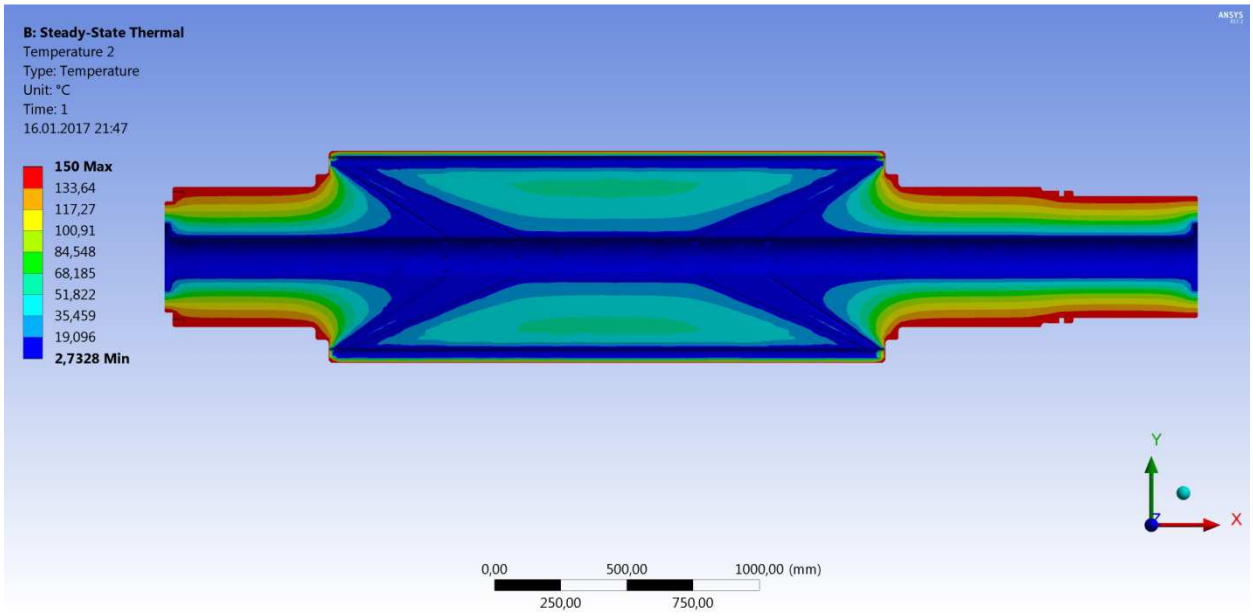


Рис. 1. Розподіл температур в модернізованому валку

Кожен валок має індивідуальну систему кондиціонування води (нагрітої або охолодженої до певної температури). Якщо потрібно підігріти валок, то включається підігрівач, при охолодженні включається холодильник. В цьому випадку легко досягається висока точність і однорідність температури валків каландра і можливість автоматичного регулювання температури валків.

Література

1. Валок к валковым машинам [Текст]: Авторське свідоцтво № 1623865 СРСР, МПК В29В 7/82/ С.А. Рощупкин, Ю.Е. Лукач, И.О. Микуленок, Л.Р. Зейгермахер, Л.И. Ружинская – Опубл. 30.01.1991, Бюл. №4.
2. Валковые машины для переработки пластмасс и резиновых смесей. Лукач Ю.Е., Рябинин Д.Д., Метлов Б.Н. Москва. Машиностроение 1967г.

УДК 678.5

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРЕСФОРМИ ТЕРМОПЛАСТ-АВТОМАТУ

Турченко І.А.,студ.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ

Пропонований пристрій знижує ціну кінцевого виробу за рахунок зменшення ціни прес-форми.

Пристрій, пропонований в [1], належить до обладнання для переробки термопластів і може бути використаний для отримання пластикових виробів методом лиття під тиском.

В основу розробки покладено задачу здешевити виробництво шляхом уніфікації пресформи.

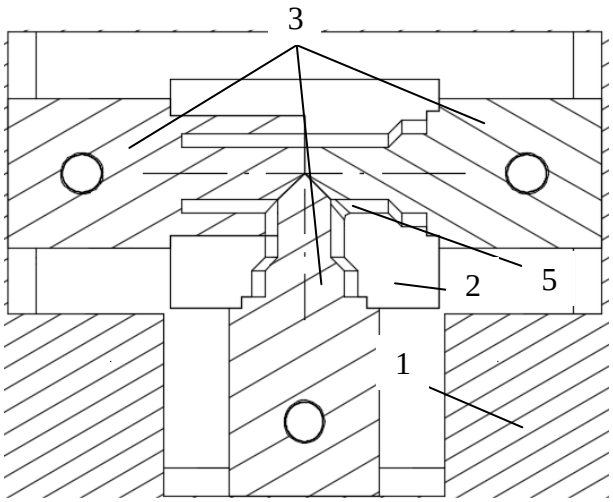


Рисунок 1 – набір знаків для виготовлення деталі типу трійник.

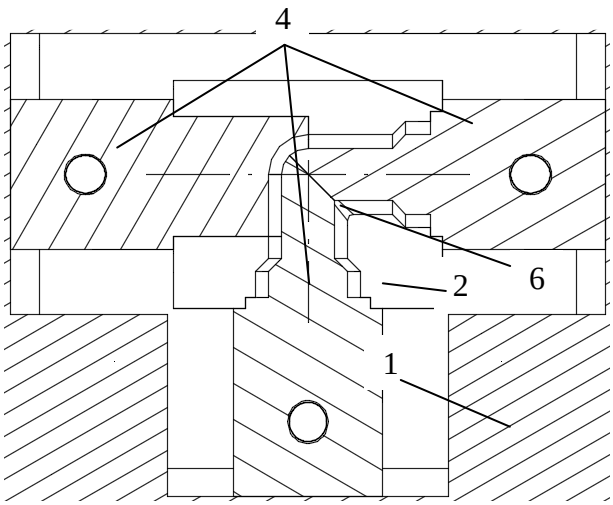


Рисунок 2 – набір знаків для виготовлення деталі типу кутник.

Пресформа містить обійму 1, нерухому уніфіковану напівформу 2, набори знаків 3 і 4, порожнини для формування деталі типу трійник та кутник 5 і 6 відповідно (**Рисунок 1 – набір знаків для виготовлення деталі типу трійник.**Рисунок 1, Рисунок **2**).

Пристрій працює наступним чином. Залежно від типу деталі, що підлягає виготовленню, в прес-форму встановлюють набір знаків 3 або 4, після чого здійснюють використання даної пресформи для виготовлення відповідних деталей.

Література

1. Патент № 2302338/ МПК B29C 43/00/ пресс-форма для изготовления изделий из пластмасс/ Буряк С.В.(RU), Чебыкин В.Г. (RU), Майская Л.В.(RU), Петров И.В.(RU), Скворцов А.Г.(RU), Токарев С.С.(RU), Харитонов А.А.(RU),Чунихин Н.Т.(RU)

УДК 678.027.3

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЗМІШУВАЧА ДЛЯ ОБЛАДНАННЯ ГРАНУЛЯЦІЇ ПОЛІСТИРОЛУ

Зарудний М.В., студент, Івіцький І.І., к.т.н., старший викладач
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Під час процесу грануляції матеріал продавлюється черв'яком крізь формуючу голівку, після чого отримана стренга ріжеться холодним або гарячим способом. Матеріал ущільнюється в циліндрі екструдера, пластифікується і перемішується. Процес перемішування і часткова пластифікація здійснюється за рахунок явища зсуву, яке відбувається в матеріалі при його русі по каналам черв'яка. Питання змішування полімерного композиційного матеріалу є одним з найбільш актуальних питань переробки, так як від якості змішування залежать властивості та характеристики кінцевої продукції.

Гранулятори призначені для переробки полімерів в гранули, придатні в подальшому для використання в якості сировини. Мета процесу гранулювання – отримання більш однорідної, більш чистої сировини.

В обладнані для грануляції одним з головних компонентів є єкструдер. Його конструкція в великій мірі відповідає як за якість гранул, так і за продуктивність гранулятора в цілому.

Однією з головних проблем типового ектрудера є недостатнє змішування перероблюваного матеріалу. Одним з найбільш вдалих вирішень даної проблеми є обладнання черв'яка з змішувальними елементами. Окрім оптимізації змішування вони ще й зменшують коливання температури розплаву на виході з екструдера. Для якісного змішування вони повинні мати наступні характеристики [1]:

- мінімальну втрату напору;
- поверхня матеріального циліндру повинна очищатися змішувачем для отримання ефекту самоочистки;
- легкість складання, установки, очистки;
- економічна доцільність та простота виготовлення.

На даний час існує багато варіантів виконання зон змішування. Одним із досить розповсюджених є ромбічна яку часто розробляють у формі «ананасу», рис.1.

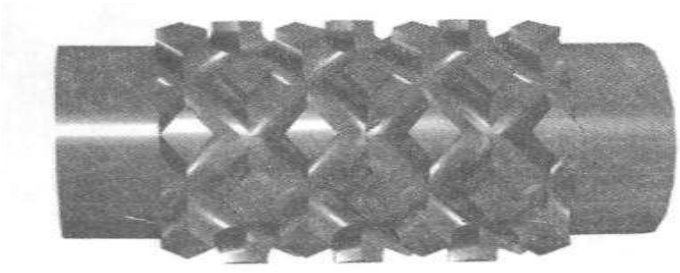


Рис. 1. Зона змішування формі ананаса

Кути двох гвинтових зубців однакові, але протилежні за напрямком. Зубці ромбічної зони розчіпляють матеріал і змінюють його напрямок руху, в результаті чого матеріал добре змішується. Даний пристрій має ефект самоочищення, завдяки якому матеріальний циліндр очищується зубцями зони змішування. Але, дана конструкція здатна викликати такі негативні фактори як застій на задній стінці і в кореневій частині ромбічних зубців, а також може спричинити втрату тиску [2].

Також в черв'ячному пресі є сенс застосовувати диспергуючі змішувачі. Найбільш простим з даного виду змішувачів є об'ємне кільце, зображене на рис. 2. Такий змішувач має додаткове плече на шнеку, завдяки якому матеріал піддається високому зсувному напруженню [3]. Перевага даної конструкції змішувача полягає в його легкості монтування, легкому прогнузуванню впливу високих навантажень, яке здійснюється за рахунок кількості використаних кілець. Інтенсивність їх впливу на полімерний матеріал контролюється довжиною зони змішування. Даний змішувач має чималий опір і саме тому слід приймати міри для запобігання механічного руйнування і термодеструкції полімеру.

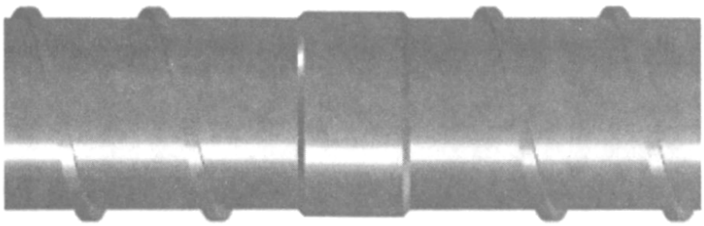


Рис. 2. Об'ємне кільце

Найбільш розповсюдженим диспергуючим змішувачем є бар'єрний змішувач Ле Роя чи Маддока [4], зображений на рис. 3. Оскільки в конструкції Ле Роя гребні або стінки каналу, як бар'єрний гребінь, паралельно осі шнеку, гвинтовий кут складає 90 град, то пристрій сильно знижує тиск. Таке зниження тиску може збільшити температуру розплаву і час перебування матеріалу в розплавленому стані, що сприяє розкладанню полімеру. Гвинтовий кут можна змінювати так, щоб отримати нейтральний або утворюючий тиск пристрій, що показаний на рис. 4. [1, 5] Для більшості полімерів оптимальний гвинтовий кут складає порядку 45^0. Недоліки більшості таких пристроїв: тільки один акт диспергуючого змішування і ймовірність існування зони застою.

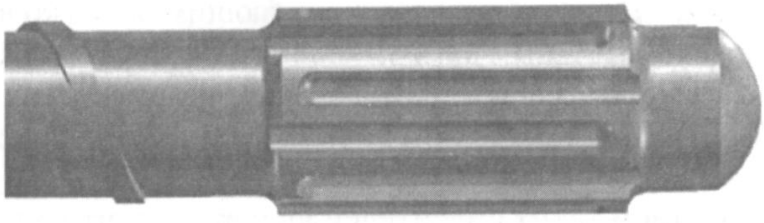


Рис. 3. Бар'єрний змішувач Маддока/Ле Роя

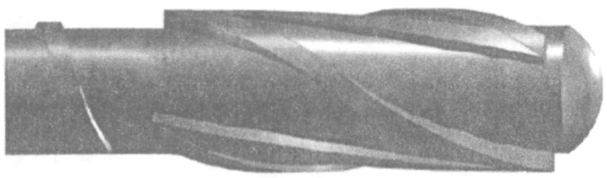


Рис. 4. Z-подібний плаваючий змішувач (Зет-змішувач)

Також, покращення змішування, можливо здійснювати за рахунок виконання зони змішування хвильового типу. В зоні змішування на шнеку виконують канали зі змінною глибиною, як правило її виконують багатосекційною. При цьому глибина каналу періодично змінюється, рис. 5. Це змушує матеріал переміщуватися з одного каналу в інший через зазори над гребенем гвинтової навивки шнека і корпусом. В такій зоні механізми розчеплення і переорієнтація менш виражені, що робить здатність до розподільного змішування такого пристрою помірною.

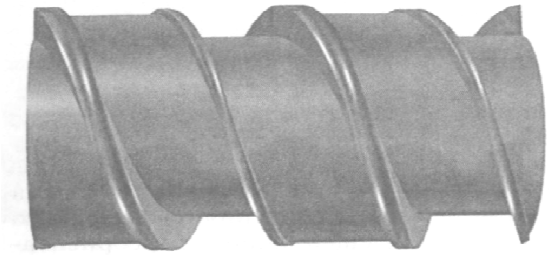


Рис. 5. Канали шнека із зоною змішування хвилевого типу

Більш доцільним є застосування гребнещільової зони змішування Сакстона. [6] Змішувач Сакстона характеризується наявністю відкритих зазорів у гвинтовому гребні шнека. Найпростішим методом утворення даного змішувача є проста механічна нарізка зазорів в гребнях стандартного шнека. Приклад даного змішувача наведено на рис. 6.

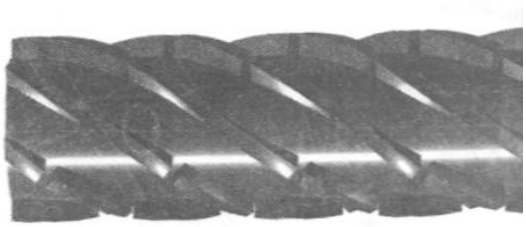


Рис. 6. Змішувач Сакстона

Даний змішувач забезпечує періодичне розчеплення потоку полімеру на підпотоки та їх переорієнтацію, що призводить до ефективного розподільного змішування при одночасному самоочищенню шнека. Основна превага даного змішувача над попереднім полягає в тому що він не призводить до втрати тиску, а навіть навпаки створює додатковий за рахунок гвинтового розміщення гребнів.

Із розглянутого матеріалу видно, що змішувальні пристрої черв'ячних машин створюють умови для розподільчого змішування з багаточисленими розчепленнями і переорієнтацією одночасно з великою кількістю актів диспергуючого змішування. Існує велика кількість видів змішувачів зі своїми позитивними та негативними характеристиками. Вибір певного змішувача залежить від виду полімеру, який буде перероблюватися, та необхідних характеристик продукції.

Література

1. Ким В. С. Теория и практика экструзии полимеров / В. С. Ким. – М.: Вид-во КолосС, 2005 – 566 с.
2. Мак-Келви Д. М. Переработка полимеров / Д. М. Мак-Келви; Пер. с англ. – М.: Вид-во Химия, 1965. – 442 с.
3. Rauwendaal, C.J., Gramann, P. J., Backmixing in Screw Extruders, SPE ANTEC, Orlando (2000)
4. Rauwendaal, C.J., Пат. 5.932.159 United States Patent. Screw extruder with improved dispersive mixing/Chris J. Rauwendaal. Заявник і патентовласник: Rauwendaal Extrusion Engineering, Inc.; заявл.7,11,1997; опубл.3.5.1999р.
5. Fortiflex Extrusion. Celanese Fortiflex Polyethylene // Bulletin P 3B, 1963, Celanese Polymer Co.
6. Saxton, R.L., Пат. 3,006,029 United States Patent. Extruder mixing screw /Saxton Ronald Luther. Заявник і патентовласник: Du Pont; заявл.13,11,1958; опубл.31.10.1961р.

УДК 66.022.3

ТИПИ ЗМІШУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙ З ВУГЛЕЦЕВИМИ НАНОТРУБКАМИ

Соловей В.В., магістрант, Івіцький І.І., к.т.н., старший викладач
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

На сьогодні провідні галузі виробництва, такі як авіакосмічна галузь, медицина, автомобілебудування потребують матеріали з характеристиками та властивостями, які не здатні забезпечити звичайні матеріали. Одним з таких матеріалів є полімерні композиційні матеріали модифіковані вуглецевими нанотрубками, або наномодифіковані полімерні композиційні матеріали (НМПКМ). Процес отримання даних композитів супроводжується складністю змішування полімерної матриці з вуглецевими нанотрубками в зв'язку з високою здатністю до утворення агломератів останніх.

Основними проблемами, з якими доводиться стикатися дослідникам, є визначення оптимальної концентрації наночастинок і рівномірний їх розподіл по всьому об'єму полімерної матриці. Це необхідно не тільки для того, щоб максимально використовувати величезну питому площу поверхні вуглецевих нанотрубок (далі ВНТ), яка часом досягає 1000 $м^2$/г, а й для того, щоб максимально задіяти їх поверхневу енергію. Згідно теорії Ван-дер-Ваальса, це пов'язано з тим, що міжмолекулярна взаємодія має електричну природу, а самі ВНТ можна розглядати як заряджені молекули-диполі [1].

Одне з найголовніших місць в отриманні полімерного композиту з вуглецевими нанотрубками займає вибір способу введення модифікатора в полімерну матрицю. Річ в тім, що під дією дуже потужних Ван-дер-Ваальсових сил поодинокі ВНТ формують стійкі агломерати (рис 1).

За весь час дослідники випробували декілька способів розділу агломератів в окремі ВНТ, а також їх рівномірного розподілення, при цьому було використано механічні, ротаційні та трьохвалкові диспергатори, але це не дало значних результатів в наслідок того, що міцність агломератів ВНТ занадто висока.

Ефективним способом диспергування виявився ультразвуковий метод. Даний метод складається з двох етапів. Перший етап складається з додавання ВНТ у розчинник (наприклад стеаринова кислота) [2], це спричинено тим, що полімерні матеріали мають дуже високу в'язкість і додавання ВНТ без розчинника призведе до утворення агломератів. Другим етапом є безпосереднє змішування полімеру з розчином ВНТ за допомогою ультразвукового диспергатора. Важливою особливістю є те, що змішування повинно проходити в кавітаційнній зоні, тобто утворення всередині рідини порожнин, заповнених газом, парою або їх сумішшю (кавітаційних бульбашок), тобто порушення суцільності рідини. Для кожного типу наночастинок необхідно підібрати свій режим диспергування, який повинен забезпечити ефективне руйнування агломератів і рівномірний розподіл окремих ВНТ по всьому об'єму матриці.

Використання стиаринової кислоти зумовлено тим, що в результаті дослідів було виявлено високу стабільність дисперсії ВНТ в карбонових кислотах жирного ряду. Експериментально також виявлено, що оптимальним розподілом ВНТ у карбонових кислотах від 0,001 до 0,02 %. Крім того, стеаринова кислота використовується у технологічному процесі отримання полімерів як активатор, диспергатор і пластикатор, що дозволяє уникнути додаткових витрат, пов'язаних з розчиниками для ВНТ і полімеру та наступним їх видаленням [2].

В табл. 1 наведені рецептури матеріалів для отримання НМПКМ [2].

Рис. 1. Агломерати ВНТ

Таблиця 1. Рецептури матеріалів

	Масові частки			
Поліетилен (або ПВХ)	100	100	100	100
Стеаринова кислота	2	2	2	2
ВНТ	0,003	0,005	0,007	0,02
Всього	102,003	102,005	102,007	102,02

Таким чином, одним з найефективніших способів диспергування НМПКМ є ультразвукове диспергування. Для ефективної боротьби з утворенням агломератів ВНТ у полімерів потрібно попереднє утворення розчину нанотрубок в карбонових кислотах жирного ряду, однією з яких є стеаринова кислота, та подальше з'єднання отриманого розчину з полімерним матеріалом.

Використана література

1. Степанищев Н. Нанокомпозиты: проблемы наполнения / Николай Степанищев // ПЛАСТИКС. – 2010. – С. 22–27.

2. Патент Российської федерации RU 2495887 (2012) МПК C08K3/04; B82B3/00; B82Y30/00 Якемсева М. В., Усольцева Н. В., Гаврилова А. О., Кувшинова С. А., Койфман О. И., Васильев Д. М., Кузнецов В. Б. – Способ получения композита полимер/углеродные нанотрубки. Опубл.20.10.2013 г.

СЕКЦІЯ МАШИНИ І ТЕХНОЛОГІЇ ПАКУВАННЯ

УДК 678.057.72.74

ПОКРАЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ТА ПЛАВНОГО ДОЗУВАННЯ СИПУЧОГО МАТЕРІАЛУ ПРИ РОБОТІ ПАКУВАЛЬНОГО АПАРАТУ

Запорожченко К.І., студ.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Розглянуто дозуючий пристрій, за допомогою якого дозується сипучий матеріал – сухий будівельний клей. Визначено спосіб покараще́ння точності,підвищення продуктивності та плавного дозування при роботі пакувального агрегату.

Обладнання для пакування – важливий елемент механізму виробництва. Зовнішнішній вигляд упакованого виробу залежить від якості пакування та самої продукції.

Основним недоліком дозуючого пристрою [1] є те, що пакування сухого будівного клею, не відповідає всім вимогам. В результаті цього було вирішено зробити модернізацію дозуючого пристрою, а саме шнеку у цьому дозуючому пристрої (рисунок 1, позначення 7).

На підставі літературно-патентного огляду обрано 3 патенти, які дають змогу позбутися вказаного вище недоліків, а саме: Патент РФ №2406978, МПК G01F 15/00 «Дозуючий пристрій для сипких матеріалів»; Патент РФ №2281803 МПК G01F11/00 «Дозатор сыпучих материалов»; Патент РФ №103096 МПК B65B1/1. «Шнековий дозатор для сипучих матеріалів». Доцільним, з точки зору ефективності запровадження на діючій машині, є використання технічного рішення запропонованого у патенті [2], у якому за допомогою модернізації дозуючого пристроюзабезпечити плавність дозування, а також збільшити точність дозуючого продукту.

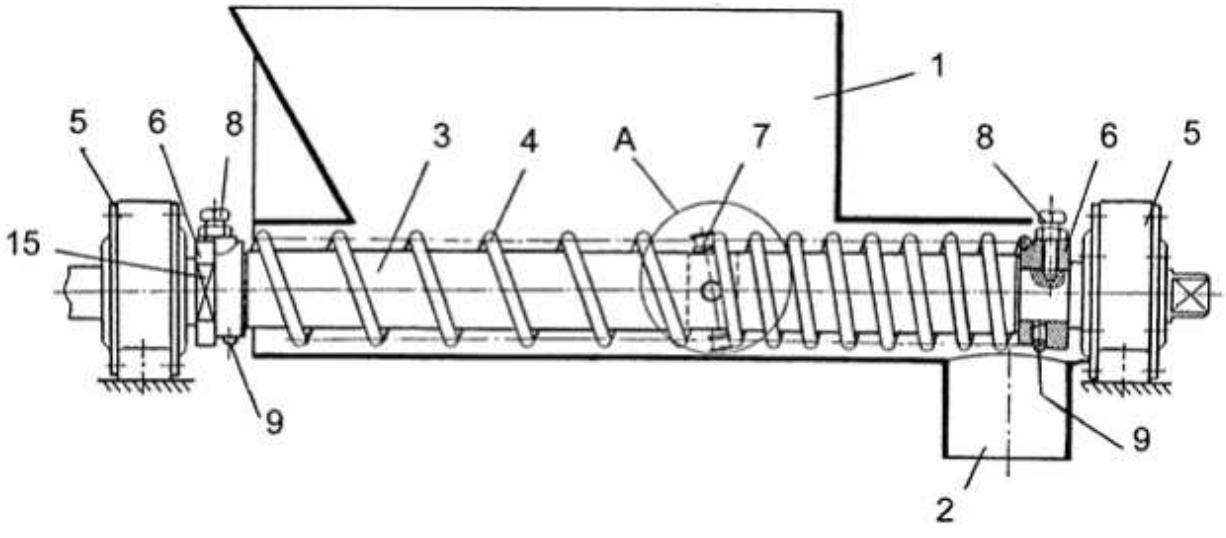


Рисунок 1 – Дозуючий пристрій

Пристрій для дозування сухого будівельного клею містить приймальний бункер 1 з вигрузним патрубком 2, розміщений на днищі бункера вал 3 з транспортуючою спіраллю 4 і приводом. Вал з траспортуючою спіраллю встановлений на підшипникових опорах 5, при цьому транспортуюча спіраль виконана у вигляді циліндричної пружини стиснення. Транспортуюча спіраль поєднана з валом завдяки втулок 6,кожна з них оснащена стопорним

елементом-фіксатором 7,причому у втулках виконані радіальні отвори,в яких встановлені відігнуті кінці 8 транспортуючої спіралі.

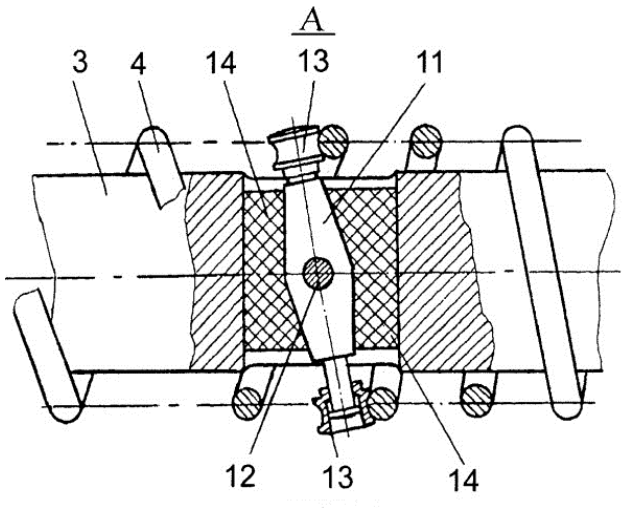


Рисунок 2 – Вид А, механізм зміни кроку витків

Живильник з боку відвантажувального отвору містить механізм 9 зміни кроку витків спіралі, який розміщений на приводному валу 3 і ділить спіраль на транспортуючу та дозуючу частини. Механізм зміни кроку витків спіралі (рисунок 2) виконаний у вигляді двуплечового ричага 10, розміщеному у поздовжньому наскрізному пазу 11 валу 3 на осі 12 з можливістю обмежаного повороиу в площині пазу. При цьому плечі важеля забезпечені роликами 13 з кільцевою радіусною канавкою, взаємодіючою з витком спіралі 4. Для запобігання забивання порожнини паза 10 сипучим матеріалом остання заповнена ущільнюючим елементом 14, виконаним з пружно-деформованого матеріалу. Вільний кінець вала 3 з боку, протилежному приводу, виконаний у вигляді цапфи з профільною поверхнею обертання вала при регулюваних змінах кроку витків транспортуючої та дозуючої частини спіралі. Втулки 6 з фіксуючим елементом 7 на зовнішній поверхні мають плоскі зрізи під гаєчний ключ, використовувані при регулюванні зміни кроку спіралі.

В результаті модернізації дозуючого пристрою на пакувальному апараті я отримала новий пристрій для дозування: у базовій машині було використано шнек для дозування одної маси продукти, а в модернізованому пристрою було використано елемент-фіксатор,який регулює масу подачі матеріалу. В результаті я отримала пристрій із змінним кроком витків, що забезпечує можливість плавного дозування сипучого матеріалу. Також це дає змогу регулювати продуктивністі пакувального агрегату.

Література

1. Патент РФ №2281803 МПК G01F11/00. Дозатор сыпучих материалов/Бараов Н.А.,Фуфачев В.С., Опубл. 20.08.2006.

2. Патент РФ №2406978, МПК G01F 15/00. Дозуючий пристрій для сипких матеріалів/Ричков Віктор Анатолійович, Катаев Анатолій Андрійович, Кулагін Василій Михайлович; заявл. 06.07.2009; опубл. 20.12.2010. Бюл. №35.

УДК 621.798

УДОСКОНАЛЕНА МЕТОДИКА ПРОГНОЗУВАННЯ ВОЛОГОПРОНИКНОСТІ ПОЛІМЕРНИХ ПЛІВКОВИХ ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Колосов О.Є., д.т.н., с.н.с., Сокольський О.Л., к.т.н., доц., Малецький С.В., магістрант
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Відомо декілька методів прогнозування вологопроникності полімерних плівкових пакувальних матеріалів, зокрема, метод визначення вологопроникності плівок на основі вимірювання потоку дифузії парів води через плівку. Причому з метою підвищення точності визначень і скорочення тривалості випробувань, пари води мітять тритієм і проникнення їх крізь зразок плівки фіксують радіометричним методом, наприклад за допомогою газолічильників, при дотриманні умов стаціонарності потоку дифузії [1]. Недоліками цього методу є складність та трудомісткість його реалізації.

Також відомий метод визначення вологопроникності плівок, що реалізується за допомогою відповідного пристрою [2]. При цьому необхідно встановити попередньо заготовлений зразок плівки між камерами з низькою і високою вологістю. Датчик вологості знаходиться в сухий камері аналізує зміни вологості, обчислює час і збільшує вологість повітря від нижнього заданого значення до найбільшого (параметри задаються). Швидкість проходження парів води і коефіцієнт передачі водяної пари, обчислюється періодичним вимірюванням та аналізом системи. Недоліками цього методу є складність та трудомісткість його реалізації, що також передбачає наявність камер з низькою і високою вологістю.

В основу технічного рішення було поставлено завдання спрощення прогнозування (визначення) коефіцієнта вологопроникності різних полімерних плівкових пакувальних матеріалів, що використовуються для довготривалого зберігання продуктів, з урахуванням впливу поглинаючої здатності пакованого продукту на швидкість просочення вологи всередину упаковки.

Відомо, що відносно багатьох упакованих продуктів сучасний ідеальний пакувальний матеріал, крім виконання звичайних функцій (утримання і запобігання ушкоджень продукту), повинен також забезпечувати інертність і необхідні бар'єрні властивості для ізолювання упакованого продукту від дії навколишнього середовища [3, 4].

В ідеальному випадку при забезпеченні чудових інертних бар'єрних властивостей не спостерігається ніякого обміну молекулами (такими, наприклад, як кисень, азот, вуглецевий газ, вода, іони, компоненти упакованих продуктів або компоненти пакувальних матеріалів) між пакувальним матеріалом і матеріалами, розміщеними в цю упаковку.

У реальності ж такого пакувального матеріалу не існує. Незважаючи на те, що деякі матеріали є практично повністю інертними, наприклад, скло, однак за певних умов навіть зі скляної упаковки можуть бути вищелочені певні іони. Інша розповсюджена упаковка, а саме металева, як і скляна, володіє чудовими бар'єрними властивостями, однак вона теж не є повністю інертною. Адже в певних розчинниках може бути розчинена металева упаковка будь-якого типу. Крім того, через металеву і скляну упаковку може дифундувати водень.

Для забезпечення даної вимоги необхідно прогнозувати параметри процесу проникнення парів та газів крізь упаковку, особливості їх взаємодії з продукцією та дослідити кількісні характеристики цих процесів.

Взаємодії з пакувальними матеріалами можна класифікувати на такі типи:

1) проникність з'єднань через полімерну плівкову упаковку;
2) сорбцію сполук полімерною плівковою упаковкою;
3) міграцію сполук з полімерної плівкової упаковки [3].

На рис.1 схематично зображені процеси дифузії (фаза 2), сорбції (фаза 1) та проникності (фаза 3), що відбуваються в полімерному плівковому пакувальному матеріалі.

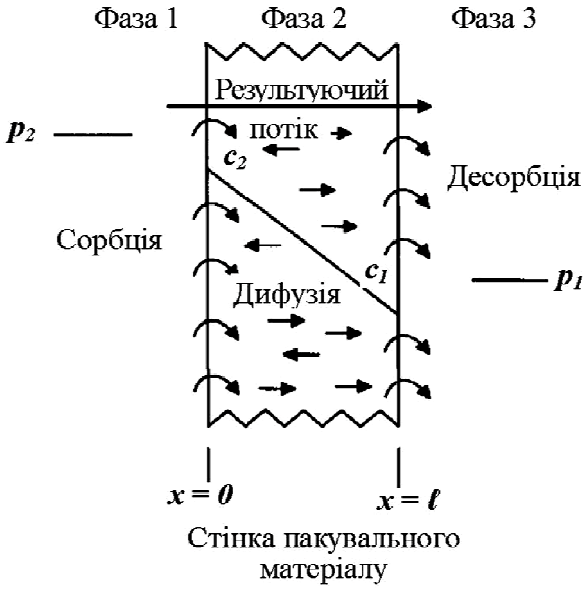


Рис. 1. Процеси сорбції, десорбції і дифузії крізь полімерний плівковий пакувальний матеріал [3]: p – парціальний тиск газу (парів); c – концентрація проникаючої речовини в полімерному плівковому пакувальному матеріалі; ℓ (δ) – товщина стінки полімерного плівкового пакувального матеріалу.

При цьому вважається, що коефіцієнти дифузії D і розчинності K_p є основними параметрами, регулюючими процеси масопереносу в полімерних плівкових пакувальних системах. А в більшості випадків лімітуючим фактором процесу дифузії є сорбція і розчинення газу (пари) в прикордонному шарі полімерного плівкового матеріалу.

Проникність – це властивість полімерної упаковки або плівкового матеріалу, з якого вона виготовлена, пропускати проникаючі речовини у вигляді газів, парів (пермеатів) або рідин (пенетратів) через гомогенний (або гетерогенний) пакувальний матеріал. У той же час процес проникності не включає переміщення проникаючих речовин через отвори, тріщини або інші дефекти упаковки (що розглядаються в основному при механізмі фазового перенесення).

Очевидно, що проникність здатна в істотній мірі вплинути на термін придатності упакованого продукту, так як цей продукт може як приєднувати, так і виділяти які-небудь компоненти, або піддаватися небажаним хімічним реакціям з молекулами проникаючих речовин. Також на склад упакованих продуктів здійснюють певний вплив процеси виділення вологи і діоксиду вуглецю (CO_2), поглинання вологи сухими продуктами або окислення чутливих до дії кисню продуктів. Тому всі вищевказані процеси кумулятивно впливають на термін придатності упакованого продукту.

На цей час найбільш дослідженими механізмами проникності полімерних плівок, на базі яких здійснюється проектування їх бар’єрних властивостей, є фазове перенесення та активована дифузія. В рамках першого механізму досліджується перенесення дифундуючої речовини при незмінному її фазовому стані через наявні пори, мікротріщини, нещільності зварних швів та капіляри плівкового пакувального матеріалу.

В рамках механізму активованої дифузії дослідження проникності є більш складним та комплексним, так як розглядається сума послідовно протікаючих процесів. Серед даних процесів сорбція і розчинення газу чи пари в прикордонному шарі плівки, дифузія атомів (молекул) через шар полімерного плівкового матеріалу та десорбування і виділення газу чи пари зі зворотної сторони полімерної плівки.

При цьому використання підходу до проектування пакувальних плівкових матеріалів з необхідними стійкими бар'єрними властивостями, заснованому на дослідженні процесів перенесення дифундуючої речовини, зумовлених активованою дифузією, дозволяє забезпечити надійне зберігання упакованого в таку упаковку харчового продукту без істотної зміни його споживчих властивостей протягом регламентованого строку його зберігання.

На рис.2 показано зразки досліджуваних плівкових матеріалів в ексикаторі.

Рис. 2. Зразки досліджуваних плівкових матеріалів в ексикаторі:
1 – ПП;
2 – ПЕВГ;
3 – ПЕНГ;
4 – СЕВА

Відповідно до розробленого технічного рішення, для визначення швидкості проникності вологи полімерних плівкових матеріалів було використано водопоглинаючі властивості силікагеля, запакованого в пакети з даних матеріалів. Кількість вологи, що проникла крізь пакувальний матеріал та поглинулась силікагелем, визначалась ваговим методом за ГОСТ 16483.19-72.

Було досліджено такі полімерні плівкові пакувальні матеріали:

- поліетилен низької густини (ПЕНГ) товщиною 20 мкм;
- поліетилен високої густини (ПЕВГ) товщиною 25 мкм;
- поліпропілен (ПП) товщиною 20 мкм;
- співполімер поліетилену з вінілацетатом (СЕВА) товщиною 20 мкм.

З вказаних матеріалів формувались пакети з вкладеним всередину силікагелем, попередньо висушеним до нульової вологості. Подальші дослідження проводились в ексикаторі, на дно якого наливався насичений розчин соди, на вставку укладались пакети, кришка герметично закривалась та здійснювалась витримка за температури 20 ºС. Зразки періодично зважували з похибкою не більш ніж 0,001 г. Зміна маси пакета й визначає кількість вологи, що проникла крізь досліджуваний плівковий матеріал.

Дослідження проникності плівкових матеріалів проводились в ексикаторі (рис.2) за нормальних умов. Було прийнято припущення, що водопоглинаюча спроможність силікагелю дозволяє повністю поглинути вологу, яка дифундувала всередину пакета, підтримуючи всередині нього майже нульову вологість.

Експериментально встановлені залежності зміни маси силікагелю в пакетах із різних плівкових матеріалів у часі, що вимірювався в днях, показані на рис.3.

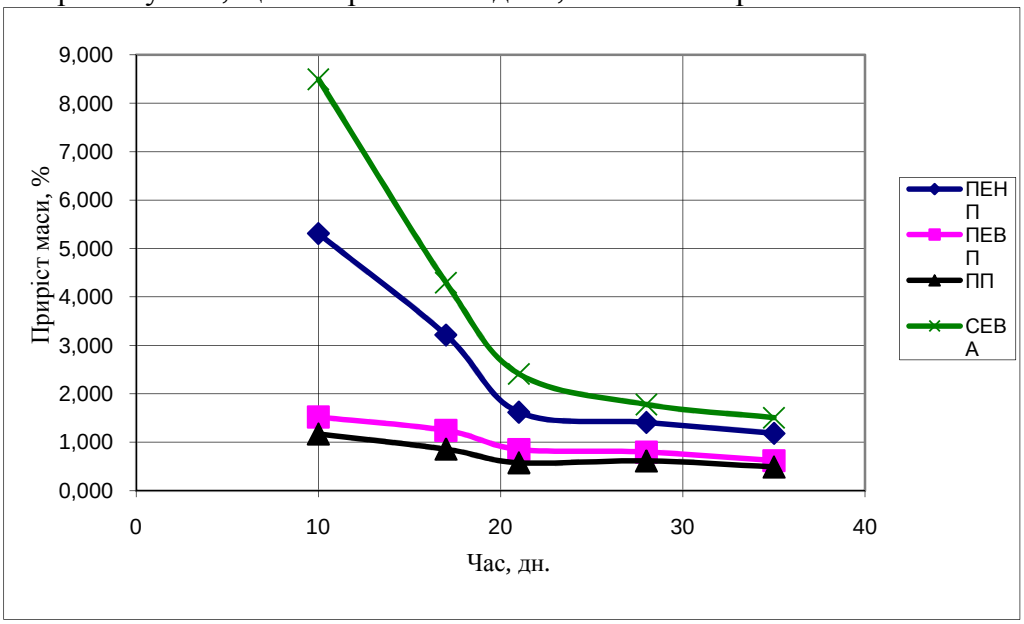


Рис. 3. Залежності зміни маси силікагеля в пакетах (у %) із різних плівкових матеріалів у часі (в днях)

З наведених на рис.3 графіків витікає, що поглинаюча здатність силікагелю залишалась сталою на протязі 15-20 днів від початку експерименту. Менш щільна молекулярна структура ПЕНГ та особливо СЕВА спричиняють більшу спроможність до пропускання вологи, що може бути небажано для тривалого зберігання продукції в пакованнях з даних матеріалів.

Найбільш важливими є значення приросту маси продукту в перші дні вимірювань, коли степінь поглинання силікагелю ще є майже сталою. З них можна отримати приведені значення коефіцієнтів проникності K досліджуваних пакувальних плівкових матеріалів (у г мм/мм^2) за формулою:

$$K = \frac{\Delta m \cdot \delta}{S},$$

де Δm – приріст маси продукту, г; δ – товщина плівки, мм; S – площа поверхні плівки, мм^2. Отримані значення зведено в табл. 1.

Таблиця 1. Значення коефіцієнтів проникності K по волозі полімерних плівкових пакувальних матеріалів

Тип полімерного плівкового матеріалу	Коефіцієнт проникності $K \cdot 10^6$, (г·мм/мм^2)
ПЕНГ	2,38
ПЕВГ	1,00
ПП	0,7
СЕВА	2,55

Таким чином, з отриманих у табл. 1 даних витікає, що найбільшу проникність за вологою мають СЕВА та ПЕНГ, а найменшу – ПП, що робить його найбільш придатним серед досліджуваних матеріалів, призначених для зберігання пакованої продукції, яка може взаємодіяти з вологою.

Наведена методика експериментальних досліджень є новою, вона не потребує дороговартісної апаратури та придатна для дослідження бар'єрних властивостей різних пакувальних матеріалів та виробів. Проте внаслідок обмеженої поглинаючої здатності адсорбенту вона дає не повністю достовірні результати динаміки поглинання за досить тривалих термінів, що перевищує 15-20 днів.

Напрями її вдосконалення полягають у використанні більш ефективного за поглинаючою здатністю адсорбенту, а також періодичним, наприклад, двотижневим, оновленням стандартно використовуваного для подібних досліджень адсорбенту, зокрема, у вигляді силікагелю.

Запропонована методика враховує вплив поглинаючої здатності пакованого продукту на швидкість просочення вологи всередину упаковки. Вона не потребує спеціалізованого обладнання та висококваліфікованого персоналу для своєї реалізації, тобто є простою та достовірною в реалізації та враховує вплив поглинаючої здатності пакованого продукту на швидкість просочення вологи всередину упаковки.

Література

1 .А.С. СССР №113009, МПК G01N 15/08, B01D 53/22, G01N 23/04, опубл. 01.01.1958.

2. http://ru.labthink.com/product/w3-130-water-vapor-transmission-rate-tester.html

3. Selke, S. E. M. Plastics Packaging: Properties, Processing, Applications, and Regulations [Text] / S. E. M. Selke, J. D. Culter. – Ed. 3. – Munich: Carl Hanser Verlag, 2015. – 487 p.

4. Hanlon, J. Handbook of Package Engineering [Text] / J. Hanlon, R. Kelsey, H. Forcinio. – CRC Press, 1998. – 698 p.

УДК 621.789

КОНСТРУКТИВНА ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ РОЗДУВНОГО ФОРМУВАННЯ ТАРИ

Громова В.В., студ., Сокольський О.Л., к.т.н., доц.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», м. Київ

Проаналізовано технічні параметри і характеристики методу роздувного формування; визначено технічні переваги та недоліки. Розглянуто методи усунення деяких недоліків.

Метод роздувного формування використовується переважно для виготовлення тари різного призначення місткістю від декількох кубічних сантиметрів до 3000 л: каністри, бочки, бідони, пляшки, флакони, туби та ін. Переробляються за допомогою цього методу в основному поліолефіни, полівінілхлорид, полістирол та його сополімери.

Сутність методу полягає в тому, що за допомогою екструдера відбувається формування заготовки у вигляді трубки (рукава), яка потім поступає в форму, де і відбувається процес формування виробу за рахунок створення всередині заготовки підвищеного тиску повітря.

До переваг роздувного формування належать: простота технології і можливість автоматизації процесу формування; висока продуктивність; відносно невисока вартість технологічного обладнання і формуючого інструменту.

Недоліки методу: реалізація методу відбувається в два етапи: отримання трубчастої заготовки та її наступне роздувне формування у виріб, що потребує наявності двох типів формуючого інструмента; отримані вироби мають значну різнотовщинність (неоднорідність товщини стінок); наявність технологічних відходів.

Метою роботи є покращення якості отриманих виробів за допомогою методу роздувного формування, зниження кількості матеріалу, досягнення однорідності товщини заготовки.

Щоб позбавитись деяких недоліків роздувного формування проведено дослідження, які показують, що уникнення різнотовщинності виробу можна досягти, змінюючи переріз вихідного каналу головки за певною програмою [1]. На рисунку 1 а показана головка з накопичувачем 7, яка призначена для отримання заготовки з необхідною зміною товщини стінки по її висоті. Зміна товщини стінки заготовки в процесі її екструзії досягається шляхом осьового зміщення дорна 9 відносно мундштука 10. Розплав подається з екструдера в канал Б і потім в кільцевий канал, який утворений тримачем дорна 4 і втулкою 6. Далі розплав потрапляє в порожнину 7 накопичувача і віджимає до верху поршень накопичувача 5.

Після накопичення необхідної дози подача розплаву припиняється і починається видача заготовки. Під необхідним тиском масло подається в порожину А гідроциліндра 3, і поршень 5 починає видавлювати розплав із накопичувача через формуючий канал. При цьому дорн безперервно зміщується вгору або вниз гідроциліндром подвійної дії 2, у якого шток 1, проходячи наскрізь через тримач 4, зв’язаний з дорном 9 різьбовим хвостовиком 8. Інший кінець штоку, виходячи з верхньої частини циіндра 2, зв’язаний з датчиком поточного положення дорна, який безперервно подає цю інформацію в систему, що забезпечує програмну зміну положення дорна.

Схема програмної зміни положення дорна показана на рисунку 1б. Розплав подається екструдером 1 в головку 2 без накопичувача, з якої виходить заготовка 4. Рухомий дорн 3 зв’язаний з поршнем гідроциліндра 5, який управляється за допомогою реверсивного золтникового розподільника 10, що має електромагнітний привід 11. Масло під тиском поступає в розподільник від насосу 12. Дорн також має датчик 6 положення його відносно

мундштуку, який посилає безперервний сигнал в блок порівняння 8. В блок 9 заздалегідь заклакається програма у вигляді $S_n = S_n(t)$, де S_n – запрограмоване положення дорна, t – час.

На момент початку екструзії ця програма починає видаватись у вигляді електричного сигналу із блоку 9 в блок порівняння 8, який порівнює сигнал програми $S_n(t)$ з сигналом $S_\phi(t)$ від датчика 6 ($S_\phi(t)$ - фактичне положення дорну) і, у випадку розбіжності цих сигналів, подає команду на гідророзподільник, а отже, і на переміщення дорну до відновлення рівності між двома вказаними сигналами. Самописець 7 записує фактичне переміщення дорну $S_\phi(t)$ з метою коригування програми, якщо розподілення товщини по висоті виробу не відповідає заданому.

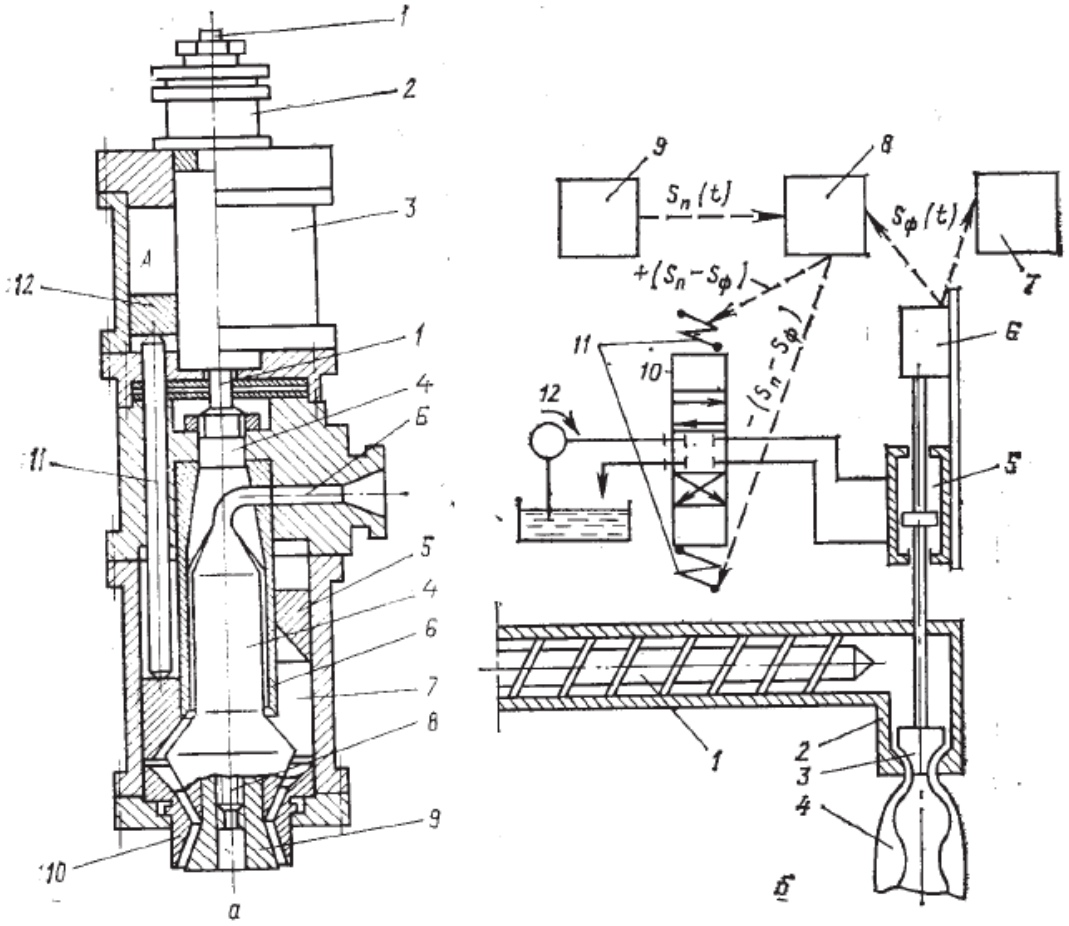


Рисунок 1 – Головка з програмним регулюванням товщини стінки заготовки:
а – конструкція головки (1 – шток поршня гідроциліндра; 2 – гідроциліндр управління дорном; 3 – гідроциліндр накопичувача; 4 – тримач дорна; 5 – поршень накопичувача; 6 – втулка; 7 – порожнина накопичувача; 8 – різьбовий хвостовик штоку; 9 – дорн; 10 – мундштук; 11 – штанга; 12 – поршень гідроциліндра); б – схема програмної зміни положення дорна (1 – екструдер; 2 – головка; 3 – дорн; 4 – заготовка; 5 – гідроциліндр; 6 – датчик положення дорна; 7 – самописець; 8 – блок порівняння; 9 – блок задання програми зміни товщини заготовки; 10 – реверсивний золотниковий розподільник; 11 – електромагнітний привід розподільника; 12 – насос).

Перелік посилань

1. Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов, Москва, Химия, 1986. - 488 с.
2. Технология лекарств промышленного производства: учебник для студ. высш. учебн. завед.: перевод с укр. яз / [В. И. Чуешов, Е. В. Гладух, И. В. Сайко и др.] – Винница : Нова Книга, 2014. – 696 с.

УДК 621.798

ПРОЕКТУВАННЯ ТА ЧИСЛОВИЙ АНАЛІЗ ВУЗЛА ЗАПІРНОЇ АРМАТУРИ АВТОМАТУ РОЗЛИВУ В'ЯЗКИХ ПРОДУКТІВ

Громова В.В., магістрант
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Виконано тривимірне проектування деталей вузла запірної арматури автомату розливу в'язких продуктів; проведено числовий аналіз напружено-деформованого стану однієї з деталей вузла – заслінки на предмет визначення її експлуатаційної придатності.

Автомат призначений для дозування та розливу в'язких продуктів у скляні або полімерні тари, який керується за допомогою панелі керування та складається з декількох вузлів, синхронізованих між собою з іншими пристроями автомата. Даний автомат може бути використаний в хімічній промисловості для розливу в'язких продуктів в тару.

Вузол запірної арматури з приводом є частиною вузла дозування, отже виконує роль дозування та подачі продуктів до вузла наповнення. Спроектований вузол складається з таких деталей: корпус, заслінка, кришка, кришка з отвором та болтів (рис. 1).

В результаті проектування вузла розроблено складальне та деталювальні креслення для автомату розливу в'язких продуктів в середовищі CAD-системи Solidworks, проведено числовий аналіз напружено-деформованого стану [1] однієї з деталей вузла (заслінки) за допомогою CAE-системі ANSYS [2], на основі яких доведено, що конструкція деталі є експлуатаційно придатною, оскільки розрахований запас міцності перевищує значення 15, що є достатнім для довготривалої та надійної роботи як деталі, так і вузла запірної арматури з приводом автомату розливу в'язких продуктів.

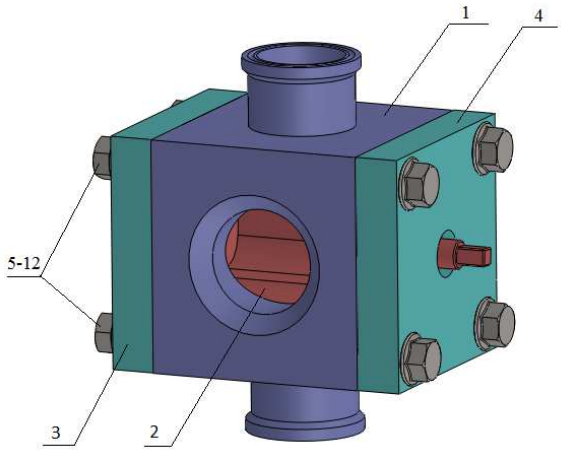


Рисунок 1 – Твердотільна модель вузла запірної арматури з приводом:
1 – корпус; 2 – заслінка; 3 – кришка; 4 – кришка з отвором; 5-12 – болти М8

Література

1. Карвацький А. Я. Метод скінченних елементів у задачах механіки суцільних середовищ. Програмна реалізація та візуалізація результатів [Текст]: навч. посіб. – К.: НТУУ «КПІ» ВПІ ВПК «Політехніка», 2015. – 392 с.
2. Каплун А. Б. ANSYS в руках инженера / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферова. — М. : УРСС, 2003. — 270 с.

УДК 621.926.5

ЗАСТОСУВАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ КОМП'ЮТЕРНОГО ІНЖИНІРИНГУ В ПРОЕКТУВАННІ ВУЗЛА ПОРШНЯ З ЦИЛІНДРОМ ФАСУВАЛЬНОГО АВТОМАТУ В'ЯЗКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Винарський А.С., спеціаліст
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Метою роботи є проектування вузла поршня з циліндром, застосовуючи сучасні методи комп'ютерного інжинірингу

Для проектування вузла поршня з циліндром фасувального автомату використано CAD-систему SolidWorks [1]. Вузол поршня з циліндром (рис. 1) фасувальної машини складається з фланця *1*, штока напрямного *2*, циліндричного штовхача поршня *3*, болта М10 зі зменшеним гідроопором *4*, циліндра *5*, шайби *6*, затискача штока 7 та шайби *8*. Експлуатаційна придатність гідроциліндра визначена за допомогою числового аналізу напружено-деформованого стану (НДС) [2], який виконано в системі SolidWorks з використанням інструментів Simulation Xpress [1] за граничних умов закріплення торця циліндра і задання внутрішнього надлишкового тиску. За результатами розрахунків НДС визначено, що запас міцності гідроциліндра перевищує 54, що є цілком достатнім для довготривалої та надійної експлуатації вузла поршня з циліндром автомату для розливу в'язкої рідини.

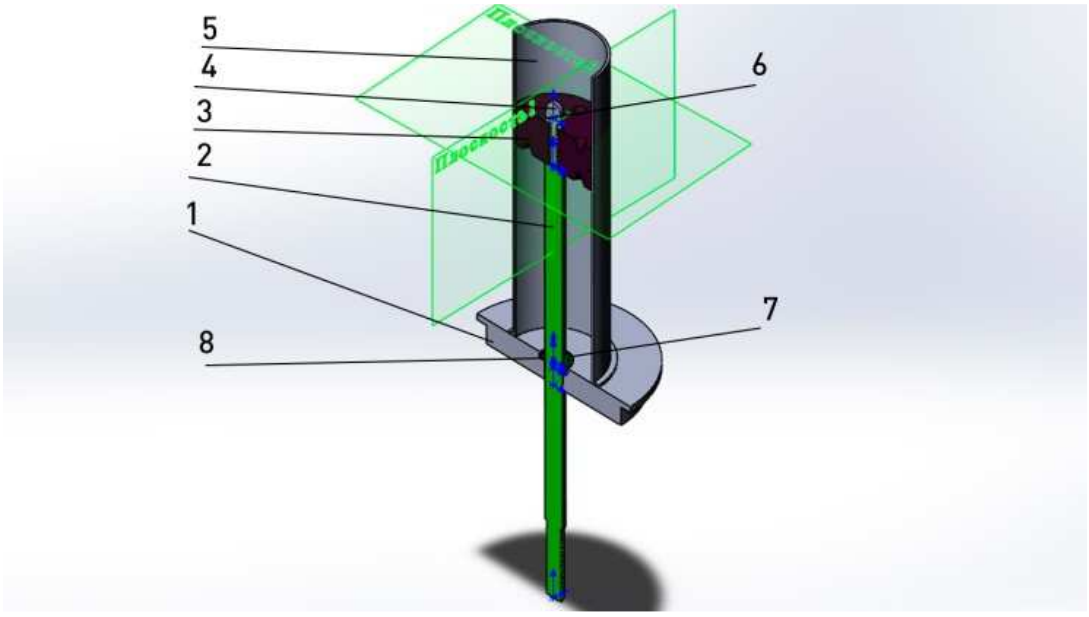


Рис. 1 – Твердотільна модель вузла поршня з циліндром

Література

1. В.П. Прохоренко - SolidWorks практическое руководство/ В.П. Прохоренко — М. :УРСС, 2004. — 256 с.
2. Карвацький А. Я. Метод скінченних елементів у задачах механіки суцільних середовищ. Програмна реалізація та візуалізація результатів: навч. посіб. – К.: НТУУ «КПІ» ВПІ ВПК «Політехніка», 2015. – 392 с.

УДК 621.798

УТИЛІЗАЦІЯ МЕТАЛЕВОЇ УПАКОВКИ

Руденок М.В., магістрант, Мандрійчук О.М., магістрант, Шилович Т.Б., к.т.н., доц.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

В роботі проведений аналіз видів металевих відходів пакувальної галузі та розглянуто процес переробки вторинної металевої сировини.

Металева тара застосовується в багатьох галузях при виробництві, транспортуванні і складуванні продукції. Металева тара маю велику механічну міцність, надійно зберігає продукт від зовнішнього впливу, не впливає на смак і запах продукту, легка у виготовленні, високо теплопровідна, здатна відбивати теплові та світлові промені.

На даний момент існує велика кількість різновидів металевої тари (рис. 1). Це банки, бочки, кеги, каністри, бідони, контейнери, барабани і т. д. На сьогоднішнійдень широко використовуються алюмінієві банки впивоварній, м'ясній, рибній, лакофарбовій промисловостях, алюмінієвітуби – у фармацевтичній і харчовій промисловостях, алюмінієва фольга – для згортання шоколаду та інших кондитерських виробів. Для пакування продовольчих і непродовольчих товарів у великій кількості використовується біла жерсть, частка якої досягає 93 % усієї жерсті. Біла жерсть – це тонкий, м'який сталевий лист, який покрито тонким шаром олова з обох боків. Чорна жерсть без олова використовується тільки у виготовленні ящиків чи банок для різних технічних масел або мастил. З інших видів жерсті можна виділити хромовану, яка не може використовуватись для контакт з харчовими продуктами [1].

Рис.1. Різновид металевих відходів

Швидкий розвиток пакувальної індустрії, прагнення виробників виготовляти конкурентоспроможну продукцію в сучасній упаковці, масовий ввіз упакованої продукції і таропакувальних матеріалів із-за кордону, відсутність в Україні єдиного, комплексного відпрацьованого механізму збирання, утилізації та переробки використаних таропакувальних матеріалів створюють загрозу для екологічної безпеки нашої держави.

Відходи металевої тари подрібнюються в спеціальних дробарках, потім струменем повітря під тиском відокремлюються неметалеві відходи, далі йде процес магнітної сепарації, який розділяю кольорові та чорні метали. (рис. 2). При переробці металевої тари та упаковки

використовують різні способи сепарації відходів за видами матеріалів. Видове сортування дозволяє виробляти з відходів високоякісні вторинні матеріали, її проводять за: — фізичними ознаками (магнітної сприйнятливості, щільності, електропровідності та ін) — зовнішніми ознаками (кольором, характером зламу та ін) — предметними ознаками — маркування деталей — результатами хімічного, спектрального, рентгенівського, радіаційного аналізів.

.

Рис. 2. Схема переробки металевої упаковки [2]

Алюмінієві і сталеві банки переплавляють з метою отримання вторинного металу. Використання вторинних металів зменшую енергетичні витрати при виробництві. Так, виробництві вторинного алюмінію з відходів банок витрачається всього 5 % від витраченої при виробництві первинного алюмінію, що є однією з переваг рециклінгу.

Таким чином можна зробити висновок, що утилізація металів та їх переробка — процес найбільш корисний для економічного життя країни. Металеві відходи переплавляються і можуть успішно використовуватися в подальшому для виготовлення різноманітної продукції

Література

1. Оцінка пакувальної тари та її вплив на довкілля та людину та довкілля [Електрон. ресур]. – Режим доступу: chttp://eco.com.ua/content/ocinka-pakuvalnoyi-tari-ta-yiyi-vpliv-na-dovkillya-ta-lyudinu-ta-dovkillya (Дата звернення 3.12.2016)
2. Утилізаціяметалевоїтари та упаковки [Електрон. ресурс]. – Режим доступу:http://zdorovenki.in.ua/fitnes/utilizacija-metalevoi-tari-ta-upakovki.html (Дата звернення 3.12.2016)

УДК 621.798-181.4

АЛЬТЕРНАТИВНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СИНТЕТИЧНИХ УПАКОВОК

Шилович Т. Б., доц.,к.т.н., Герасименко Ю.Ю., студ., Малецький С. В., студ.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

На даний час світове виробництво упаковки складає 1350 млн. т на рік. Виробництво пакувальних матеріалів стрімко розвивається і за прогнозами світових професіоналів у найближчі роки структура використання їх складатиме: картон та папір 42 – 50 %, полімери 30 – 40 %, метали 10 – 15 %, скло 5 – 10 %. До 2040 року світовий об’єм виготовлення упаковки буде збільшуватись із щорічним приростанням по металу на 1,2 %, картону і паперу на 1,3 %, склу на 1,8 %, полімерам на 4%.

Однією з основних сфер застосування полімерних матеріалів за останнє десятиліття стала упаковка. Зручність і безпека, низька ціна і хороші естетичні якості – далеко не повний

перелік чинників, що визначають їх популярність. Більше 40% всіх видів полімерів використовується в пакувальній індустрії, з них найбільш поширені поліолефіни (ПП, ПЕ, ПВХ), а також ПС [1]. Разом з позитивними властивостями полімерної тари і упаковки виникає проблема утилізації відходів. Одним з рішень є перехід на виробництво біорозкладної тари. Швидкість розкладання залежить від ряду факторів – типу полімерів і концентрації розкладання матеріалів, вологості та температури. Прискореному поширенню технологій виробництва таких матеріалів для упаковки сприяє відповідна громадська думка і законодавчі способи впливу і регулювання.

Сировиною для біорозкладної упаковки можуть бути як продукти нафтопереробки, так і матеріали органічного походження – біополімери. Біопластики можуть бути отримані двома способами: з матеріалів органічного походження, наприклад, целюлози (з деревини і бавовни), каучуку, зерна, молока, і з використанням біотехнологій – так отримують вулканізат, фібру, целулоїд та ін.[2].

В наш час найпоширенішими біополімерами [3] є целюлоза, мікробні поліефіри, полігідроаконати, полівініловий спирт, полікапролактон, полілактозная кислота, поліетилен, поліуретани. При розробці біорозкладних матеріалів важливо враховувати такі фактори: способи їх розкладання, способи контролю за розкладом і ініціації його початку, способи оцінки здатності біорозкладання, і способи практичної реалізації.

Єдине обмеження для біоупаковок це дотримання особливих умов під час зберігання для запобігання передчасному розкладання пакетів, так як для цього процесу необхідні тільки світло і кисень, тобто природні умови. Біорозкладні пакети необхідно зберігати в спеціально упакованому вигляді, в сухому і прохолодному місці подалі від джерел світла, при максимально допустимій температурі зберігання в 30 градусів. При такому зберіганні біопакети зберігають свої властивості протягом багатьох місяців.

Процес розкладання біопакетів складається з трьох стадій. Спочатку поліетиленова плівка під впливом світла і тепла починає окислюватися. Потім в результаті процесу розпаду утворюють біополіетілен компонентів пакет втрачає свої фізичні характеристики. Він зменшується в розмірах стаючи крихким і ламким. Потім в справу вступають бактерії і мікроорганізми які сприяють остаточному розкладанню біопакетів на природні компоненти[4].

В Україні вченими проводяться роботи по вивченню можливостей утилізації в природних умовах плівок, розроблених на основі полівінілового спирту (ПВС) з додаванням біополімерів. Дослідження в цьому напрямі показують, що плівки, розроблені на основі ПВС з додаванням біополімерів, можна рекомендувати для масового виробництва з метою їхнього подальшого використання, як в пакувальній сфері, так в інших галузях промисловості. Використання полімерних плівок, які швидко розкладаються в природних умовах після закінчення терміну їхньої експлуатації, допоможуть захистити біосферу від накопичення великої кількості ПВС [5].

Література

1. Клінков А.С., Бєляєв П.С., Соколов М.В. Утилізація і вторинна переробка полімерних матеріалів. Тамбов, 2005.

2. Вакуліч А.М. Перспективи розвитку ринку екологічно безпечних пакувальних матеріалів / А.М. Вакуліч, В.П. Колесніков, І.Г. Курінна // Європейський вектор економічного розвитку: зб. наук. праць. – 2010.

3. Мішуров Д.О. Дослідження біодеструкції полімерних плівок у природних умовах / Д.О. Мішуров, Т.І. Прудникова, Г.О. Попова, О.А. Тімофійчук // Додаток до журналу "Упаковка". – К.: 2010, Матеріали VI науково практичної конференції. – С.39.

4. Шибирин Е.В. Тенденции развития мирового рынка биоразлагаемых полимеров / Е.В. Шибирин, О.Д. Федоряк, П.В. Замотаев // Журнал "Упаковка". – 2010.

5. Замотаев П.В. Биорозлагаемые полимерные упаковочные материалы / П.В. Замотаев // Журнал "Упаковка". – 2009.

УДК 621.798

ПРОЕКТУВАННЯ ТА ЧИСЛОВИЙ АНАЛІЗ ВУЗЛА НАСАДКА ДЛЯ АВТОМАТУ РОЗЛИВУ В'ЯЗКИХ ПРОДУКТІВ

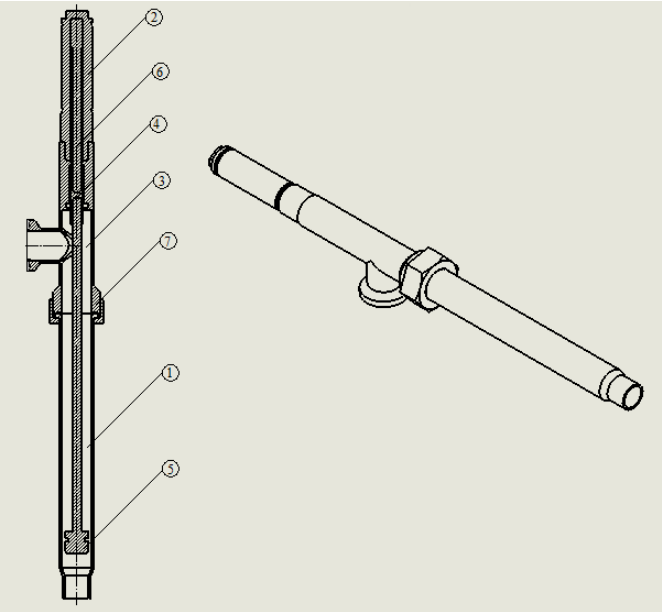
Дагдій В.М., магістр
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Виконано проектування деталей вузла насадка автомату розливу в'язких продуктів з використанням CAD-CAE-систем; проведено числовий аналіз напружено-деформованого стану однієї з деталей вузла на предмет визначення її експлуатаційної придатності.

Автомат призначений для дозування та розливу в'язких продуктів у скляні або полімерні тари, який керується за допомогою панелі керування та складається з декількох вузлів, синхронізованих між собою з іншими його пристроями. Розливний автомат даної конструкції застосування в хімічній галузі промисловості для розливу в'язких продуктів в тару.

Вузол насадка є частиною вузла дозування, отже виконує роль дозування та подачі продуктів до вузла наповнення. Спроектований вузол складається з таких деталей (рисунок 1): запірний циліндр *1*, глухий циліндр *2*, корпус з фланцевим з'єднанням *3*, з'єднувальний циліндр *4*, шток поршня *5*, верхній шток *6*, гайка накидна *7*. В результаті проектування вузла насадка розроблено складальне та деталювальні креслення для автомату розливу в'язких продуктів в середовищі CAD-системи Solidworks, проведено числовий аналіз напружено-деформованого стану [1] однієї з деталей вузла (запірного циліндра) за допомогою CAE-системі ANSYS [2], на основі якого доведено, що конструкція деталі є експлуатаційно придатною, оскільки розрахований запас міцності перевищує значення 15, що є цілком достатнім для довготривалої та надійної роботи як деталі, так і вузла насадка автомату розливу в'язких продуктів.

Рисунок 1 – Твердотільна модель вузла насадка:



1 – запірний циліндр; *2* – глухий циліндр; *3* – корпус з фланцевим з'єднанням; *4* – з'єднувальний циліндр; *5* – шток поршня; *6* – верхній шток; *7* – гайка накидна

Література

1. Карвацький А. Я. Метод скінченних елементів у задачах механіки суцільних середовищ. Програмна реалізація та візуалізація результатів [Текст]: навч. посіб. – К.: НТУУ «КПІ» ВПІ ВПК «Політехніка», 2015. – 392 с.
2. Каплун А. Б. ANSYS в руках инженера / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферова. — М. : УРСС, 2003. — 270 с.

УДК 621.789

ПРОЦЕС ТА ОБЛАДНАННЯ РОЗДУВНОГО ФОРМУВАННЯ ПЕТ-ТАРИ

Дагдій В.М., студ., Сокольський О.Л., доц.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського », м. Київ

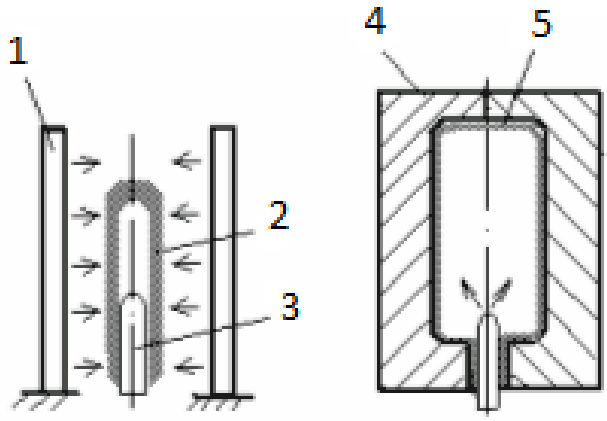
Розглянутопринципи вибору типу обладнання для процесу роздувного формування ПЕТ-тари.

Основними перевагами ПЕТ (поліетилентерефталат) в порівнянні з іншими матеріалами є: ціновий аспект, вага, дизайн упаковки. Додавання до матеріалу спеціальних добавки дає змогу отримати тару зі спеціальними властивостями, такими як: високі бар'єрні показники, низький вміст ацетальдегіду, високий рівень захисту від ультрафіолетових променів, тощо [1].

ПЕТ-пляшки виробляються за допомогою процесу, відомого як роздувне формування. Процес цей став об'єктом численних коректувань і поліпшень і, таким чином, в даний час він прекрасно вивчений, зрозумілий і добре контролюємий.

Роздувне формування - це двоступінчастий процес, що включає виготовлення преформи, яка являє собою полімерну заготовку, з якої шляхом роздуву отримують пляшку для пакування харчових та нехарчових, газованих та негазованих рідин.

Процес роздуву пляшки відбувається таким чином: преформа поміщається в вузол роздувного формування розігрітих заготовок 2 і розм'якшується шляхом нагрівання пристроєм 1 і за допомогою внутрішнього наддуву повітря роздувним ніпелем 3 з неї виготовляється повнорозмірну пляшка 5.



1 - пристрій для розігріву заготовок, 2 - вузол роздувного формування розігрітих заготовок, 3 - раздувний ніпель, 4 - раздувна напівформа, 5 – виріб
Рисунок 1 - Схема формування виробу з заготовки

Горловина пляшки набуває остаточного вигляду ще на стадії виготовлення преформи. Особливість всіх ПЕТ-пляшок - кільце на горловині. Воно знаходиться на горловині преформи трохи нижче різьблення і дозволяє механічно захоплювати, переміщати преформу до місця остаточного роздування, а також полегшує транспортування готової пляшки.

Обладнання для виробництва тари із преформ складається з двох основних стадій: нагріву преформ і роздуву пляшок, жодну з яких не можна розглядати автономно [2].

Для виготовлення ПЕТ-тари існує два типи обладнання: однофазне і двофазне.

В однофазному процесі преформа виготовляється з гранул поліетилентерефталату і роздувається в готову пляшку на одній машині. В такому випадку виготовлення преформи і пляшки поєднуються в одному обладнанні, так що преформи часто поступають на кінцевий роздув ще теплими.

У двофазному процесі преформа виготовляється на одній машині, а потім транспортується для роздування пляшки на іншу, або поміщається на склад, де і зберігається, доки не буде потрібна. Оскільки преформа займає місця приблизно в 12 разів менше, ніж готова пляшка, зберігати її вигідніше за готову пляшку. Крім того, необхідно враховувати, що один і той же тип преформ може бути використаний для виробництва різних пляшок.

Оскільки друга стадія двофазного процесу значно коротша за першу, в такому варіанті можливо досягти дуже високої продуктивності устаткування, що випускає кінцеву продукцію, необхідно лише мати достатню кількість відповідних преформ. Зазвичай одна машина виробляє 1200-1400 пляшок в годину.

Продуктивність обладнання залежить від числа роздувних комірок в машині, а також від часу робочого циклу. Час робочого циклу в свою чергу визначається товщиною стінок преформи і часом її охолодження.

Виробник напоїв, що обрав двофазний процес виготовлення ПЕТ-пляшок, може і виробляти преформи самостійно, і купувати їх. Варіант купівлі преформ надає більшу гнучкість на початковій стадії виробництва, а також позбавляє його від необхідності контролювати якість сировини, стежити за придатністю місця їх зберігання. А надалі виробник може налагодити і власне виробництво преформ, якщо виникне така необхідність. Купівля преформ дозволяє обирати їх типи, вагу і не витрачати час та кошти на заміну недешевого обладнання. Виробник може обирати преформу для виробництва з ПЕТ, ПЕНГ або композитного матеріалу, яка є найбільш підходящою саме для його виду продукції.

Перелік посилань

1. ГОСТ Р 51695-2000. Полиэтилентерефталат. Общие технические условия [Текст] . — Введ. 2002-01-01. — М. : Стандартинформ, 2008. — 15 с.

2. Упаковочные решения и технология выдувного формования с вытяжкой для пластиковых бутылок [Электронный ресурс] / KHS Corpoplast gmbH & Co. Kg.— Режим доступа: \www/ Url: http://www.khscorpoplast.com/images/publikationen/ BloMaX_r.pdf. — 13.11.2008 г. — Загл. с экрана.

УДК 621.867

ПЛАСТИНЧАСТИЙ ЛАНЦЮГ КОНВЕЄРА ДЛЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ ПЛЯШОК

Перунський Д. В., студент, Чемерис А. О. ст. викл.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Представлено конструкцію ланцюга пластинчастого конвеєра для переміщення пляшок. Дана конструкція дозволяє пластинчастому ланцюгу здійснювати рух по криволінійних траєкторіях в горизонтальній площині, зменшити витрати матеріалів на виготовлення, спростити конструкцію ланцюга.

Пластинчастий конвеєр – машина безперервної дії, призначена для транспортування насипних, поштучних і волокнистих вантажів. За їх допомогою транспортують такі важкі поштучні вантажі, для яких не можна використовувати стрічкові конвеєри: крупнокускову руду, гарячий агломерат, вапняк, гарячі поковки, виливки, гострокромкові відходи штампувального виробництва. Дана конструкція відноситься до конвеєрів для переміщення пляшок, скляних і металевих банок, які застосовуються в лініях розливу харчових і переробних підприємствах, а також в медичній, хімічній та інших галузях господарства [1].

Головними недоліками відомих пристроїв є те, що вони не можуть здійснювати рух по криволінійних траєкторіях в горизонтальній площині. Вказаний недолік можна усунути за рахунок використання винаходу за патентом [2]. Конструкція ланцюгів представлена на рис.1.

Сутність модернізації полягає у тому, що прямокутні підтримуючі пластини 1 (рис. 1а) з яких складається пластинчастий ланцюг, конструктивно виконані так, що з однієї сторони в них знаходиться одне широке вушко 2, внутрішній отвір якого являє собою два зрізаних конуса з твірною під кутом β, а з другої - два вузьких вушка 3, внутрішні бокові сторони яких мають однаковий кут нахилу α/2 в різні сторони від центральної повздовжньої осі ланцюга. При збиранні центральне (широке) вушко 2 вводиться між вузькими вушками 3 суміжної ланки і закріплюється циліндричними пальцями 4, роззенкованими по торцях утворюючи при цьому шарнір 5, який з'єднує дві суміжні підтримуючі пластини. Послідовне з'єднання таких пластин може утворювати нескінченно довгий пластинчастий ланцюг (рис. 1б).

При русі пластинчастого ланцюга по криволінійній траєкторії кожна підтримуюча пластина 1 може здійснювати поворот в горизонтальній площині одна відносно одної на кут β (10°-30°) від осі циліндричних пальців 4 (рис. 1в).

Таким чином запропонована модернізація надає можливість ланцюгу конвеєра здійснювати рух по криволінійних траєкторіях в горизонтальній площині, зменшити витрати матеріалу на виготовлення ланцюга, забезпечити стійкість пляшок на поверхні підтримуючих пластин.

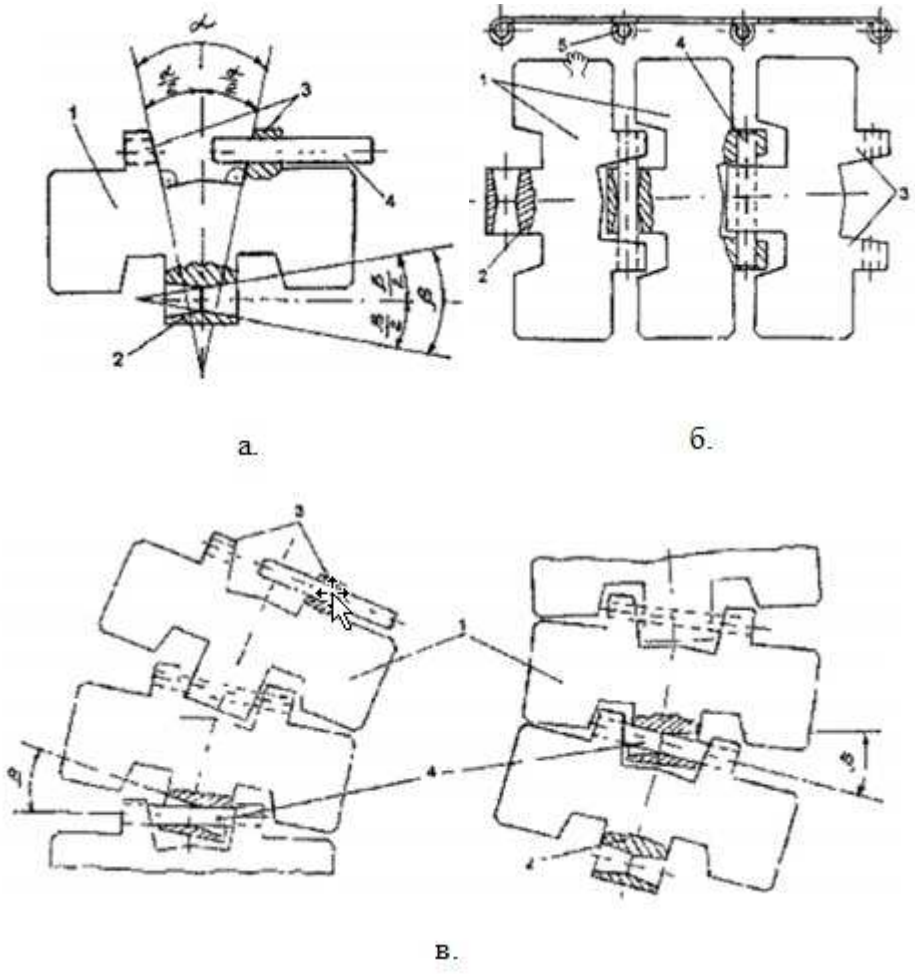


Рисунок 1 – Конструкція пластин конвеєра
а) Пластина; б) Фрагмент ланцюга в зборі; в) Ланцюг при криволінійному русі

Література

1. Волков Р. А., Гнутов А. Н., Дьячков В. К., Конвейеры. Справочник. Ленингр., 1984.
2. Пат. 47805 А Україна, МПК B65G17/30 Валіунін Г.Р — № 2001096522; заявл. 24.09.2001; опубл. 15.07.2002.

УДК 678.057

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЯЩИКОВОГО ЖИВИЛЬНИКА ДЛЯ ПОДАЧІ ГЛИНИ

Рагімов М., студ., Куземко В., студ., Швачко Д.Г., асистент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Запропоновано варіант удосконалення конструкції ящикового живильника, відрізняється тим, що встановлюють додатковий механізм, що підвищує якість розпушування глини

Ящиковий живильник – пристрій, який відноситься для подачі до переробних або транспортуючих машин певних об'ємних порцій сипучих матеріалів та встановлюється на початку технологічної лінії виробництва.

Глина або інший сировинний матеріал, засипаний в бункер, пластинчастим конвеєром переміщається до випускного отвору, перетин якого регулюється шибером. Товщина шару матеріалу на конвеєрі постійна, що забезпечує постійний об'єм дозування матеріалу в одиницю часу. Регулюванням швидкості руху пластинчастого конвеєра і висоти підйому шибера на вихідному отворів змінюється продуктивність живильника.

Добавки до глини вводять за допомогою того ж ящикового живильника, яким дозують глину, для чого в ньому влаштовують відповідні відсіки і встановлюють шибери. Вводять їх також при завантаженні глини в глиномішалку.

На рисунку нижче наведені схеми установок для дозування добавок, що діють на цегляних заводах.

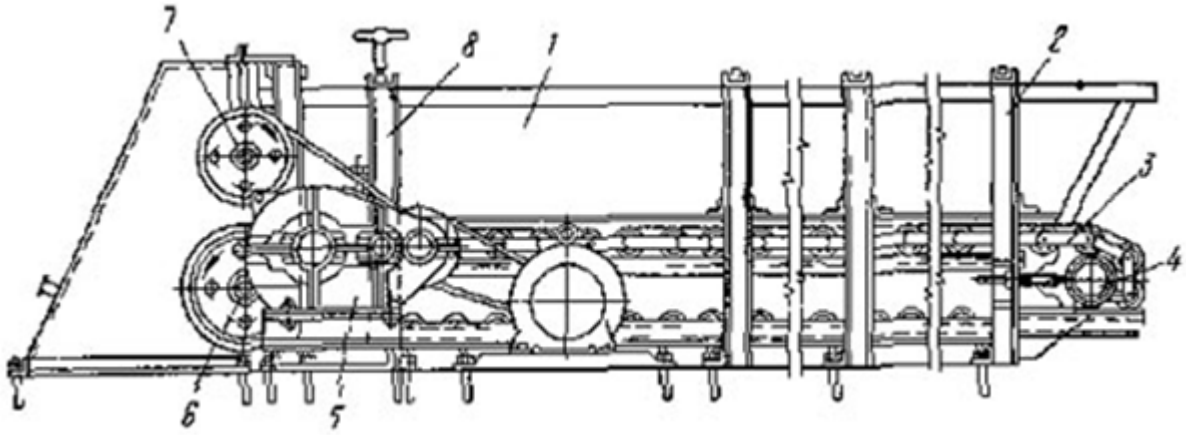


Рис.1 Ящиковий живильник
1-бункер; 2-рама; 3-стальна пластинчастий конвеєр; 4-натяжний вал; 5-привід; 6-привідний вал; 7- вал бил; 8-шибер.

Ящиковий живильник, що включає в себе транспортер, бункер, бильний вал, привід, відрізняється тим, що з метою підвищення якості розпушування, він оснащений вертикально встановленим в бункері перед бильним валом відсікачем, виконаним в вигляді гребінки, шибер в нижній частині має паралельно розташовані виступи, при цьому зубці гребінки розташовані між билами бильного валу, а виступи шиберу зміщені по ширині бункера відносно зубців відсікача.

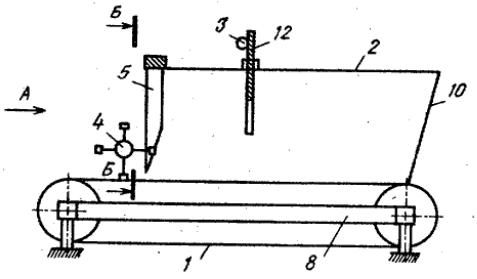


Рис.2

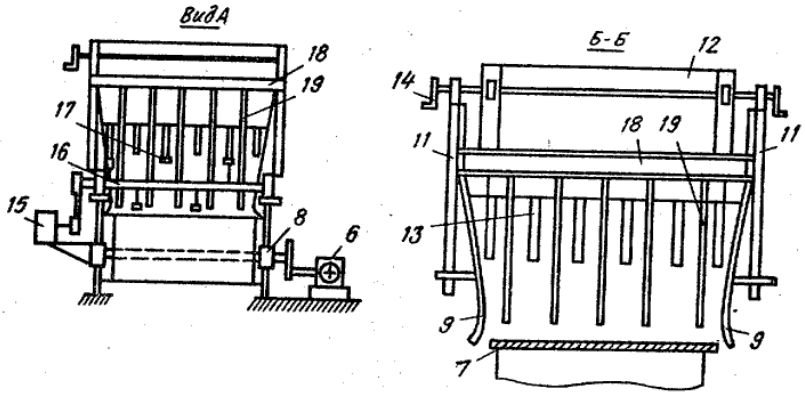


Рис.3

Ящиковий живильник працює наступним чином. Кускова глина завантажується в бункер 2 транспортним засобом (умовно не вказаний) та рівномірно видається з бункера транспортером 1 в глинопереробльовальні машини технологічної лінії по виробництву керамічних виробів. Привід 6 транспортера 1 переміщує на несучій стрічці 7 глину з кусками через шибер 3. В залежності від необхідної продуктивності шибер 3 може підніматись або опускатись відносно несучої стрічки 7. При переміщенні глини стрічкою 7 частина глини транспортується рівномірним шаром через щілину між шибером 3 і стрічкою 7, при цьому через виступи 13 шибера 3 глина розпушується, а шматки глини, які не пройшли через виступи 13 та знаходяться між стрічкою 7 та виступами 13, переміщуються до відсікача 5. Шматки глини, які за розмірами менше горизонтальної щілини між шибером 3 і стрічкою 7, але більші ширини щілини між виступами 13, затримуються перед зубцями 19 відсікача 5. Затримані зубцями 19 шматки глини поступово розбиваються билами 17 бильного вала 4, що обертається від привода 15. При обертанні бил 17 в верхній частині зубці 19 очищуються від глини, так як били 17 проходять між зубцями 19, а в нижній частині зубців 19 била 17 захоплюють шматки глини та транспортують через зубці 19 поступово, розбиваючи шматки глини.

Таким чином за рахунок встановлення в бункері перед бильним валом відсікачем, в вигляді гребінки, дає змогу розпушувати, перемішувати та розбивати шматки глини, що покращує якість продукції.

Література

1. Сапожников М. Я. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций: [учебник]. - М.: Высш. шк., 1971. - 382 с.

2. Методические указания к выполнению курсовых проектов по дисциплине «Процессы и аппараты отрасли». Раздел «Оборудование для измельчения и грохочения» для студентов машиностроительных и химико-технологических специальностей [Текст] / Сост. В.В.Малиновский, И.В.Коваленко. – Киев.: КПИ, 1987. – 60с

3. http://patents.su/3-1398904-yashhichnyjj-pitatel.html

УДК 678.057

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПЛАСТИНЧАСТИХ ЖИВИЛЬНИКІВ ВАЖКОГО ТИПУ ДЛЯ ПОДАЧІ КРУПНОКУСКОВИХ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Куземко В., студ., Рагімов М., студ., Швачко Д.Г., асистент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Запропоновано варіант удосконалення конструкції пластинчатого живильника,який збільшує продуктивність, завдяки наявності еластичних прокладок між суміжними пластинами і виключає можливість просипання дрібної фракційних частин

Пластинчасті живильники застосовуються переважно для вивантаження з прийомних бункерів важких крупнокускових матеріалів, не виключаючи абразивних і глинистих мас та харчування головних дробарок або грохотів для первинної сортування на дробильно-сортувальних заводах. Продуктивність пластинчастих живильників змінюється від 5 до 1000 м³ / год.

Пластинчасті живильники являють собою конструкцію, що складається із зварювальної порожньотілої рами, на якій змонтовані вали приводні і натяжні з зірочками, ролики і пластинчасті полотна (стрічка). Стрічка утворена двома тяговими ланцюгами із закріпленими на них пластинами, що утворять суцільний настил.

Вихідний матеріал завантажується в бункер живильника. В результаті обертання зірочок ведучого вала, полотно пластин отримує поступальний рух, матеріал який знаходиться на ньому переміщається. Зірочки ведучого вала знаходяться в зачепленні з ланцюгами, виконаними як одне ціле з полотном пластин. Обертання на зірочки передається від електро-двигуна через ремінну передачу, редуктор, приводний вал живильника і зубчасту пару.

Продуктивність живильника пластинчастого залежить від швидкості руху стрічки, яка може бути змінена завдяки частотного перетворювача або за рахунок використування багато-швидкісного двигуна, і товщини шару, що транспортується.

Можна виділити два основних види цього пристрою: середні живильники і важкі. Середні пластинчасті живильники технічно можуть транспортувати шматки діаметром не більше 50 см. Потенціал важкого устаткування вище: вони здатні транспортувати сировину величиною до 120 см. Перші в основному використовуються для пересування вологого крупно-кускового абразивного або гарячого матеріалу, можуть працювати спільно з дробильними установками первинного і вторинного дроблення. Другі транспортують матеріали з бункерів в установку первинного дроблення

Однак, відомо конструкції пластинчастих живильників важкого типу мають ряд істотних недоліків: 1) При випуску крупно кускових гірської маси з приймального бункера, просипаються дрібна фракція через щілини зазору між пластинами; 2) Необхідність оснащення живильника расштибовщиками під живильником, де знаходиться бункер, що призводить до збільшення розмірів. 3) При розміщенні суміжних пластин зі щілинними зазорами між ними, для забезпечення необхідної поперечної жорсткості і міцності пластин при завантаженні і взаємодії з ними крупно кускових гірської маси пластини. Необхідно виконувати значної товщини, що пов'язано із збільшеною металомісткістю. Зазначених вище недоліків експлуатація живильника пов'язана з підвищеним зносом пластин, роликової опор і збільшеною енергоємністю транспортування.

Технічним результатом винаходу є спрощення та здешевлення комплексу для подачі крупнокускової гірської маси з допомогою армованої пластинчастої стрічки, і зменшення експлуатаційних витрат при обслуговуванні комплексу, оснащеного пропонованою конструкцією пластинчастого живильника.

Технічний результат досягається тим, що в пластинчастому живильнику важкого типу, що містить пластинчасту стрічку, яка складається з пластинчастого полотна з прилеглих один до одного з щілинними зазорами плоских пластин, закріплених на двухланцюговому тяговому органі з можливістю обходження ним приводної і натяжної зірочок, орієнтовані у бік руху

пластинчастої стрічки передніх країв пластин і з можливістю огинання їх знизу, закріплені шляхом приклеювання до них прокладки з еластичного матеріалу. Їх товщина прийнята з перевищенням розрахункового щілинного зазору між суміжними пластинами з умови огинання ними приводної і натяжної зірочок. При цьому нижня кромка огинаємої еластичною прокладкою пластини виконана закругленою, а в середній частині на внутрішній поверхні кожної пластини прикріплені за допомогою зварювання поперечно розміщені відносно поздовжньої осі живильника ребра жорсткості, довжина яких прийнята рівною ширині пластин пластинчастої стрічки.

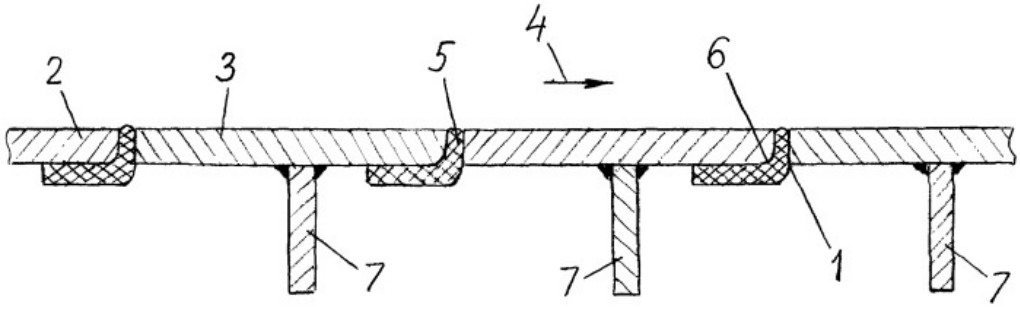


Рис. 1. Поздовжній розріз вантажонесучої гілки

На кресленні представлений поздовжній розріз вантажонесучої гілки: пластинчасті полотна з прилеглих один до одного з щілинними зазорами 1 плоских пластин 2 і 3, закріплених на двухланцюговому тяговому органі з можливістю обходження ним приводної і натяжної зірочок (не показано). На орієнтованих у бік руху 4 пластинчастої стрічки передніх краях пластин 2 і з можливістю огинання їх знизу закріплені шляхом приклеювання до них прокладки 5 з еластичного матеріалу, товщина яких прийнята з перевищенням розрахункового щілинного зазору 1 між суміжними пластинами 2 і 3 з умови вільного огинання ними приводної і натяжної зірочок. При цьому нижня кромка 6 огинаємої еластичною прокладкою 5 пластини 2 виконана закругленою. В середній частині на внутрішній поверхні кожної пластини 2 і 3 прикріплені за допомогою зварювання поперечно розміщені відносно поздовжньої осі живильника ребра жорсткості 7, довжина яких прийнята рівною ширині пластин 2 і 3 пластинчастої стрічки.

При експлуатації пропонованої конструкції пластинчастого живильника завдяки наявності еластичних прокладок 5 між суміжними пластинами 2 і 3 виключається можливість просипання дрібнофракційної частини гірської маси, яка транспортується живильником. Тому немає необхідності обладнувати живильник расштибовщиками і бункером збільшених розмірів для збору просипу, а також обмежувити об'єм підземної частини корпусу первинного дроблення. Оснащення кожної пластини поперечним ребром жорсткості дозволяє зменшити товщину пластин, їх сумарну металоємність і збільшити довговічність.

Таким чином, відмітні ознаки винаходу забезпечують спрощення і здешевлення комплексу для подачі крупнокускової гірської маси за допомогою пластинчастого живильника з приймального бункера в дробарку первинного дроблення, зниження капітальних витрат при будівництві корпусу, підвищення міцності пластин, які формують пластинчасту стрічку, і зменшення експлуатаційних витрат при обслуговуванні комплексу, оснащеного пластинчастим живильником пропонованої конструкції.

Література

1. Основні процеси, машини та апарати хімічних виробництв: Підручник [Текст] / І.В. Коваленко, В.В. Малиновський. – К.:Інрес : Воля, 2006. – 264 с.

2. Методические указания к выполнению курсовых проектов по дисциплине «Процессы и аппараты отрасли». Раздел «Оборудование для измельчения и грохочения» для студентов машиностроительных и химико-технологических специальностей [Текст] / Сост. В.В.Малиновский, И.В.Коваленко. – Киев.: КПИ, 1987. – 60с

3. Пластинчатый конвейер [Текст]: Патент № R U 2518496 C 1, Росия, МПК B65G17/06 / Тарасов Ю.Д. – Опубл. : 11.04.2013

УДК 621.798

УДОСКОНАЛЕННЯ ПЕЧІ ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ УСАДКИ ПОКОВОЧНОЇ ПЛІВКИ ДЛЯ ПАКУВАННЯ ЛИСТІВ АЗБОКАРТОНУ

Мохначук Я.В.,студ.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Запропоновано модернізацію термоусаджувальної печі, яка забезпечує зменшення тепловтрат у довкілля і тривалості пакування та, відповідно, підвищення продуктивності пакувального обладнання.

Метою розглянутої роботи є підвищення ефективності печі для термічної усадки пакувальної плівки в технологічному процесі пакування листів азбокартону.

У печі для термічної усадки пакувальної плівки [1] для упаковки зазвичай використовують поліетиленову термоусаджувальну плівку. Базова конструкція термоусаджувальної печі складається з конвеєра з сітчастою стрічкою, зовнішнім та внутрішнім каркасами, що розділені теплоізоляцією, циркуляційним вентилятором та електронагрівниками. Упаковані в пакети вироби переміщуються в печі на сітчастій стрічці конвеєра і при цьому теплопередача до нижньої сторони пакета і, відповідно, усадка плівки з низу під пакувальним виробом запізнюється порівняно з іншими сторонами пакету, тому що сітчаста стрічка конвеєра частково екранує низ пакету і сама потребує додаткового підігріву.

Підвищення температури циркулюючого повітря може покращити підігрів пакету з низу (рис. 1), але це може викликати оплавлення і руйнування плівки на інших сторонах пакету, де тепловіддача від гарячого повітря є і так достатньою за звичайних умов. Тому було прийнято рішення провести модернізацію конструкції печі, яка б забезпечила необхідні температурні умови для одночасної усадки плівки зі всіх сторін пакету листів азбокартону.

Під час пошуку необхідного рішення поставленої мети було розглянуто ряд технічних пропозицій серед яких найбільш доцільний є винахід [1]. Цей винахід відноситься до пакувальних машин і може знайти застосування у харчовій та хімічній промисловості.

В основу пропонованої конструкції лежить задача вдосконалення печі нагрівання термоусаджувальної плівки (рис. 1, 2) – покращення технічних характеристик упаковки та зменшення теплових витрат. Піч для термічної усадки плівки (рис. 2), яка складається з конвеєра, зовнішнього каркасу, внутрішнього каркасу з бічними відсіками і подвійним склепінням і вентиляторами для забезпечення циркуляції гарячого повітря.

Винахід відрізняється, тим що з метою покращення рівномірності підігріву й усадки плівки під упакованими виробами під сітчасту стрічку конвеєра встановлюються разом з нагрівниками й циркуляційні вентилятори, які і посилюють таким чином теплопередачу до плівки, що усаджується (рис. 2). Внутрішній каркас печі має подвійний под, причому він розділений поперечними перегородками на канали, які з’єднані почергово з правим і лівим боковими відсіками.

Модернізована піч для термічної усадки пакувальної плівки складається з таких вузлів: стрічковий конвеєр *1*, який переміщує пакети *2*, зовнішній *3* і внутрішній *4* каркаси, розділені теплоізоляцією *5*, циркуляційний вентилятор *6*, розміщений в подвійному склепінні *7* внутрішнього каркасу над входом в отвір *8*. Под внутрішнього каркасу подвійний і складається з напрямної *9* для робочого ходу сітчастої стрічки *1*, нижнього щита *10* і поперечних перегородок *11*. Бічні сторони внутрішнього каркасу виготовлені у вигляді відсіків *12*, в яких встановлені трубчасті електронагрівники *13* (рис 1).

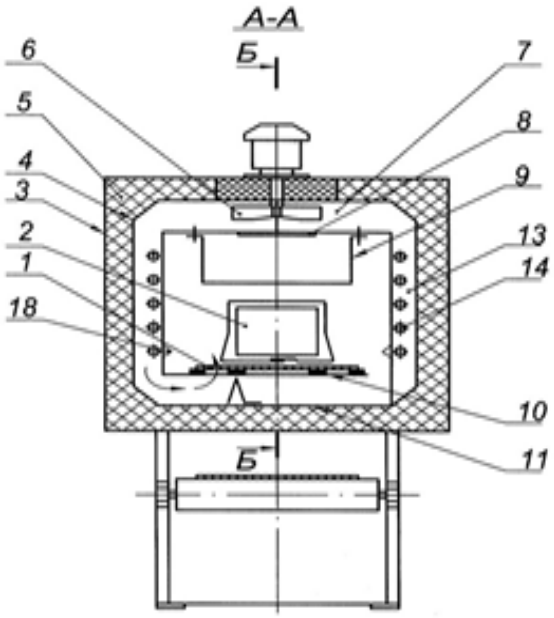


Рис. 1 – Піч для термічної усадки пакувальної плівки

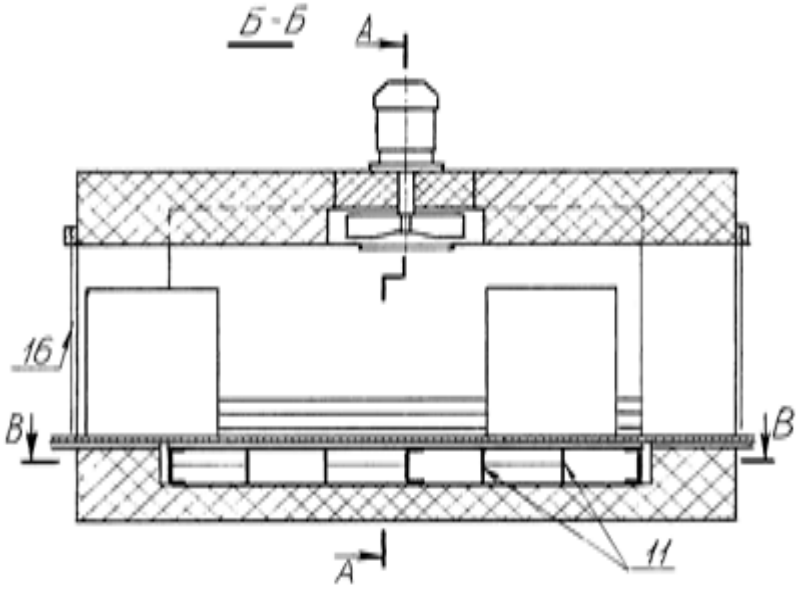


Рис. 2 – Модернізована піч

Висновки: запропонована модернізація печі вирішує проблему забезпечення рівномірності підігріву й усадки плівки під упакованими виробами за допомогою встановлення нагрівників й циркуляційних вентиляторів під сітчасту стрічку конвеєра.

Література

1. Патент RU 2431214 C1 Термотоннель для упаковки продукции в термоусадочную пленку и способ упаковки продукции / А.В. Лапшин, М.И. Чернышов, К.В. Товмач ; заяв 19.12.11; опубл 27.08.2013.

2. Патент RU 2127697 C1. Печь для термической усадки упаковочной пленки / А.Я. Касман, А.В. Антохин – № RU 97106305/13; заяв.17.04.1997; опубл. 20.03.1999.

УДК 678.057

ПОКРАЩЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПЛАСТИНЧАСТОГО ТРАНСПОРТЕРУ

Моренець О.М., студ., Чемерис А.О., ст. викладач кафедри ХПСМ
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Представлено спосіб підвищення терміну придатності та зменшення потужності приводу транспортера, шляхом встановлення на пластинах роликів оснащених шарикопідшипниками що котяться при русі пластин.

Пластинчастий транспортер - транспортуючий пристрій, де вантажонесучими органами є пластини, прикріплені до ланцюгового тягового органу. Пластинчасті транспортери зазвичай використовуються для транспортування харчових і нехарчових продуктів при виробництві та пакуванні товарів.

Недоліками пластинчастих транспортерів є відносно невелика швидкість транспортування, велика маса конвеєра, велика енергоємність транспортера.

Транспортери складаються з пластин скріплених між собою на тяговому ланцюгу. Переміщення відбувається тертям ковзання пластини по направляючій.

На основі [1] пропонується розробка пластинчастого конвеєра шляхом встановлення роликів оснащених шарикопідшипниками, і заміни сили тертя ковзання на тертя кочення.

Пластинчастий транспортер (Рис. 1) містить лінійні та перехідні решташки, ведучий і натяжний барабани, електроприводи, ланцюги і напрямні. Транспортування вантажів проходить по вантажонесучих пластинах, що спираються на осі, на яких встановлені ролики, оснащені шарикопідшипниками, що котяться при русі вантажонесучих пластин по еластичному матеріалу закріпленому на несучих направляючих.

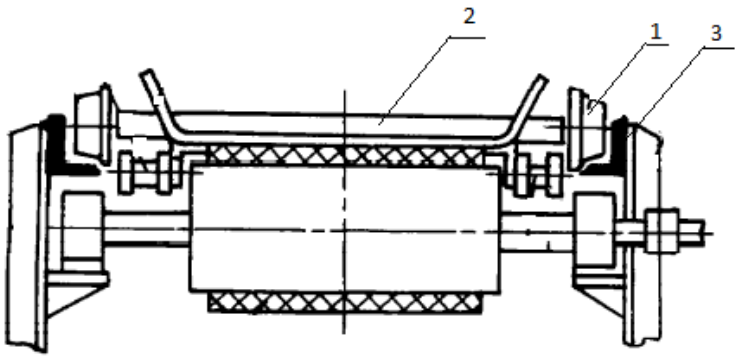


Рис. 1 Пластинчастий транспортер в перерізі

Впровадження таких змін дозволяє суттєво зменшити сили тертя в елементах конструкції, а за рахунок цього знизити енергетичні затрати на переміщення вантажу, а також значно подовжити термін служби транспортера.

Перелік посилань

1. Патент RU 2320525 C1, МПК B65G 17/06, B65G 23/14 2006.01 / Тарасов Ю. Д.
2. Конвейеры: Справочник / Р. А. Волков, А. Н, Гнутов, В. К. Дьячков и др, Под общ. ред. Ю. А. Пертена. Л.; Машиностроение, Ленингр, отд-ние, 1984. 367с.

УДК 678.057

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ НАКЛЕЮВАННЯ ЕТИКЕТКИ ЕТИКЕТУВАЛЬНОГО АВТОМАТУ

Моренець О.М., студ., Чемерис А.О., ст. викладач кафедри ХПСМ
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Представлено спосіб підвищення якості наклеювання етикетки етикетувального автомату шляхом внесення конструктивних змін у обкочувальну пластину. Відмінність в тому, що обкочувальна пластина виконана у вигляді концентричної до вакуумного барабана жорсткої дуги, до внутрішньої поверхні якої прикріплена прокладка з пружнопіддатливого матеріалу та додатково обладнана опірною планкою, яка встановлена знизу обкочувальної пластини з можливістю її регулювання по висоті.

Етикетувальні машини (системи) - це комплекти обладнання для нанесення етикеток на продукцію. Склад етикетувальної машини залежить від конкретних умов, а саме від:

- виду етикетування - верхнє, бокове або нижнє;
- кількості позицій - одна або дві позиції;
- форм продукту - плоскі поздовжні, циліндричні і еліптичні, плоскі і т.д.

Недоліками етикетувальних машин є налипання етикетки на вакуумний барабан, важкість процесу нанесення клею на етикетку, ускладненість процесу швидкого та якісного відрізання етикетки від стрічки, нерівність та невелика швидкість наклеювання етикетки.

На основі [1] пропонується розробка обкочувальної пластини для забезпечення рівності наклеювання етикетки а також можливості регулювання висоти наклейки на пляшці.

Базова етикетувальна машина (рис. 1) складається з конвеєра для підведення та відведення ємностей 1, пристрою для розділення ємностей 2, спорядженого привідною зірочкою 3, обкочувальної пластини 4 з прокладкою 5. Знизу пластини встановлена і жорстко закріплена кронштейнами до неї опірна планка 6. На плиті 7 змонтований привідний вакуумний барабан 8, пристрій для подання безперервної етикетувальної стрічки 9 з роликами 10, через які обкочується безперервна етикетувальна стрічка з бобіни 11, на поверхні привідного вакуумного барабана 8, пристрої для подання на перенесенні клею 12, 13. На плиті 7 також змонтовані пристрій для перерізання етикетувальної стрічки на окремі етикетки 14 та відриву їх 15, пристрої для приводу, синхронізації, управління та регулювання які оснащені датчиками 16, 17.

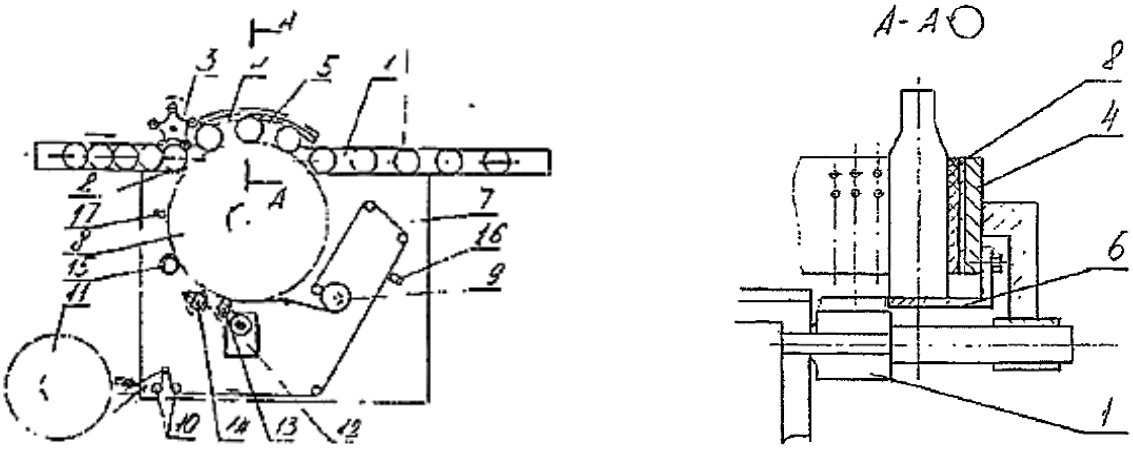


Рис 1 – загальна схема етикетувальної машини

Задача підвищення якості наклеювання етикетки вирішується тим, що в машині етикетувальній обкочувальна пластина виконана у вигляді концентричної до вакуумного

барабана жорсткої дуги, до внутрішньої поверхні якої прикріплена прокладка з пружнопіддатливого матеріалу. Пластина додатково обладнана опірною планкою, яка встановлена знизу з можливістю її регулювання по висоті.

При застосуванні запропонованої конструкції етикетувальна стрічка проходить через пристрої 12, 13 , 14, 15. Далі датчик 17 подає сигнал на видачу ємності, привідною зірочкою 3. При мінімальному зусиллі притискання до обкочувальної пластини 4 та при жорсткій опорі дна ємності на опорній планці 6 відбувається регулювання положення опірної планки відносно ланцюга конвеєра. Етикетка наклеюється на ємність, обкочується і виводиться конвеєром.

Таким чином відбувається рівне, позиціоноване, якісне наклеювання етикетки на ємність. За рахунок цього значно підвищується якість роботи машини та розширюються її можливості, а це означає, що збільшується і продуктивність в цілому.

Перелік посилань

1. Опис деклараційного патенту на корисну модель UA 8962 U 7 B65C9/00 Машина етикетувальна. Барінов С. П., Журба В. М., Костінський І. З.

2. Благодарский В.А. Машины-автоматы для упаковки пищевых продуктов: Справочник. /В.А.Благодарский, Н.С.Колесник., М.С.Зиновьев - К.: Техника, 1985 - 229с.

УДК 621.798

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНОГО РУКАВА

Солом’яний О. О., студент
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Представлено пристрій для зварювання поздовжнього шва рукава із стрічкового термопластичного матеріалу, який може використовуватись в пакувальній техніці різного виду. Відмінність даного пристрою від існуючих полягає в тому, що нагрівальний елемент забезпечений пристосуванням для видалення прилиплого матеріалу рукава, який виконано з одного двоплечевого важеля, встановленого на нагрівальний елемент з боку нахлесту зварювальних кромок з можливістю повороту відносно осі.

Термо-формуючий автомат призначений для пакування будь-яких рідких і пастоподібних середовищ. Такими середовищами можуть бути як харчові, так і нехарчові продукти. Оскільки, до складу автомата входить термостат накопичувач, можливе пакування в’язких продуктів, які у разі підвищення температури змінюють свою плинність.

Пакувальний автомат може також застосуються в медичній і парфумерній виробництвах.

Головними недоліками відомих пристроїв є те, що при коливанні характеристик якості пакувальної стрічки відбувається прилипання зварювального рукава до нагрівального елементу, що є причиною зупинки в роботі пакувальної техніки. Вказаний недолік можна усунути за рахунок використання винаходу за патентом [1].

Винахід відноситься до пристроїв для зварювання поздовжнього шва рукава зі стрічкового термопластичного матеріалу, може бути використано в пакувальній техніці різного призначення і направлено на використання в упаковці матеріалів з широким діапазоном характеристик якості. Сутність винаходу полягає в такому: пристрій (рисунок 1) містить притиск *1* у вигляді наповнювальної труби і нагрівальний елемент, що складається з корпусу *2*, *4* нагрівника, ізоляційних прокладок *5*, закріплених накладками *6*. На корпусі *2* закріплена опора *7*, в пазах якої встановлено важіль *10* з можливістю повороту навколо осі, паралельної осі корпусу *2*, і вилки *11*, що охоплює нагрівальний елемент. Важіль *10* і вилка *11* з'єднані між

собою з можливістю обертово-поступального руху. Одне з плечей важеля *10* забезпечено пластиною *15*, що служить для відділення матеріалу рукава *8*, який прилип до ізоляційних прокладок *5*.

В окремому випадку таких пристроїв на корпусі *2* нагрівального елементу може бути встановлено кілька, в залежності від довжини нагрівального елементу.

Таким чином відбувається відділення налиплого матеріалу рукава від нагрівального елементу. За рахунок чого значно підвищується якість зварювального шва та продуктивність автомата.

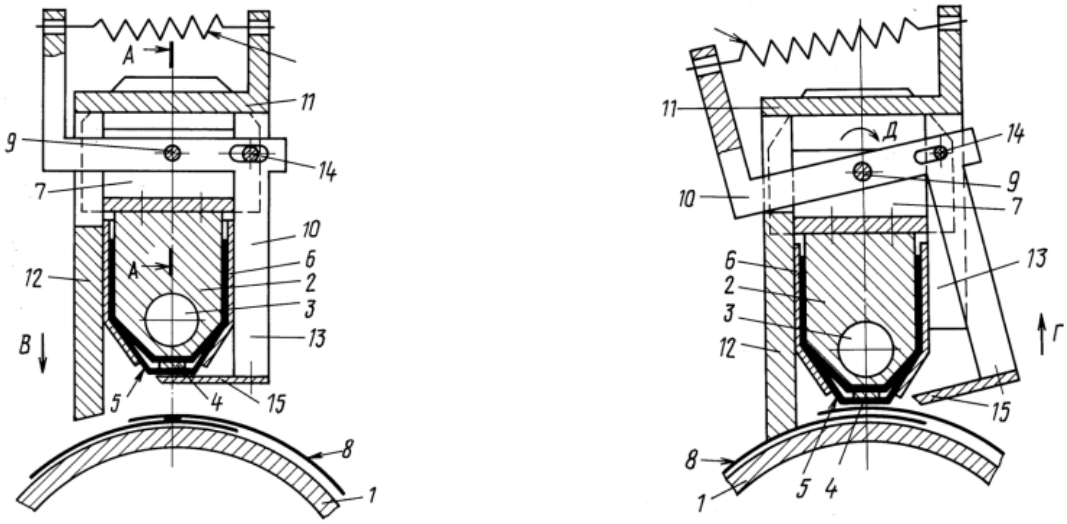


Рисунок 1 – Пристрій для зварювання термопластичного рукава

Література

1. Пат. 2076846 C1 Российская Федерация, МПК B65B51/20 Чубуков А.А — № 93026262 ; заявл. 07.05.1993 ; опубл. 10.04.1997.

УДК 621.926.5

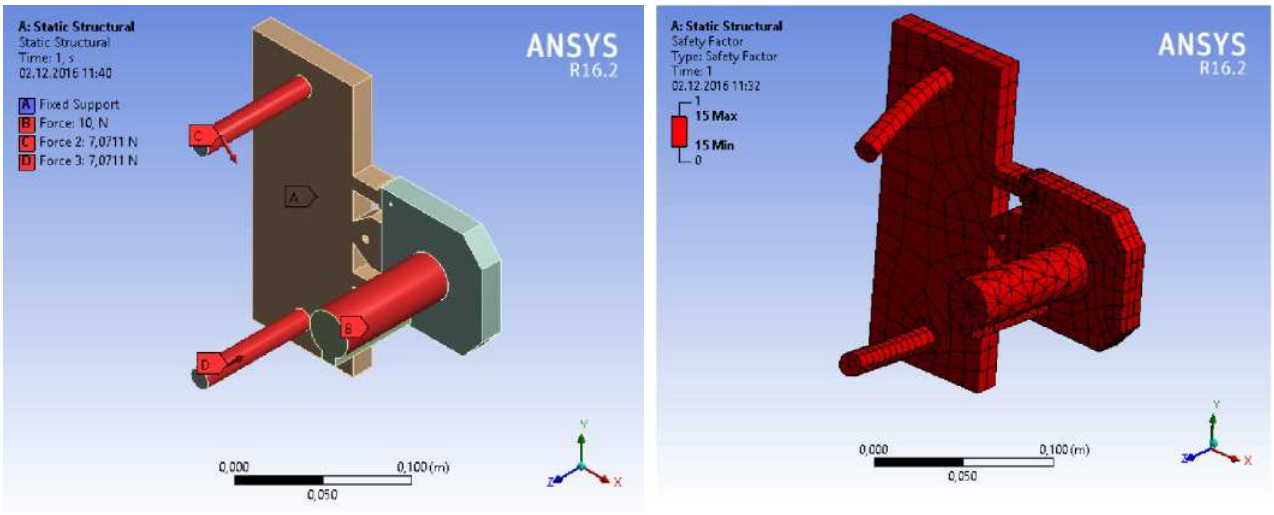
ЧИСЛОВИЙ АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ВУЗЛА ПОДОВЖНЬОГО ЗВАРЮВАННЯ ПЛІВКИ ДОЗУВАЛЬНО-ФАСУВАЛЬНОГО АВТОМАТУ НА ПРЕДМЕТ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ПРИДАТНОСТІ

Сімончук Д.О., спеціаліст
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Метою завдання є визначення експлуатаційної придатності на підставі числового аналізу механічного стану вузла подовжньої зварки плівки.

Числовий аналіз напружено-деформованого стану вузла протяжки плівки дозувально-фасувального автомату сипкої продукції виконано на підставі математичної постановки задачі статичної пружності ізотропного матеріалу [1]. Для визначення експлуатаційної придатності вузла протяжки плівки для подовжнього зварювання плівки проведено числовий експеримент в CAE-системі ANSYS [2]. При цьому задавалося закріплення тильної вузла і зовнішнє навантаження на напрямні лінійні вали у вигляді згинальних моментів, що діють на них в

процесі експлуатації (рис. 1, *а*). Результати розрахунків запасу міцності вузла протяжки плівки наведено на рис. 1, *б*. З результатів розрахунків видно, що запас міцності перевищує 15, що є цілком достатнім для довготривалої та надійної експлуатації вузла протяжки плівки.



а *б*

Рисунок 1 – Схема навантаження (*а*) і запас міцності (*б*) вузла протяжки плівки

Література

1. Карвацький А. Я. Метод скінченних елементів у задачах механіки суцільних середовищ. Програмна реалізація та візуалізація результатів [Текст]: навч. посіб. – К.: НТУУ «КПІ» ВПІ ВПК «Політехніка», 2015. – 392 с.
2. Каплун А. Б. ANSYS в руках инженера / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферова. — М. : УРСС, 2003. — 270 с

УДК 621.926.5

ЧИСЛОВИЙ АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ВУЗЛА ЗБИРАННЯ КРАПЕЛЬ НА ПЛИТІ ФАСУВАЛЬНОГО АВТОМАТУ НА ПРЕДМЕТ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ПРИДАТНОСТІ

Хавро Є.В., спеціаліст
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Метою завдання є визначення експлуатаційної придатності на підставі числового аналізу механічного стану вузла збирання крапель на плиті.

Для числового аналізу напружено-деформованого стану вузла фасувального автомату використано математичну постановку задачі статичної пружності ізотропного тіла за граничних умов Дирихле і Неймана [1]. Експлуатаційну придатність вузла збирання крапель на плиті можна визначити за допомогою числового аналізу в системі ANSYS [2], задавши закріплення вузла і певне зовнішнє навантаження, яке діє на даний вузол в процесі його експлуатації. Додавши до розрахунків визначення stress tool, який показано на рис. 1, можна визначити запас міцності конструкції. З результатів розрахунків (рис.1) видно, що запас міцності перевищує 15, шо є цілком достатнім для довготривалої та надійної експлуатації вузла збирання крапель на плиті автомату для розливу в’язкої рідини.

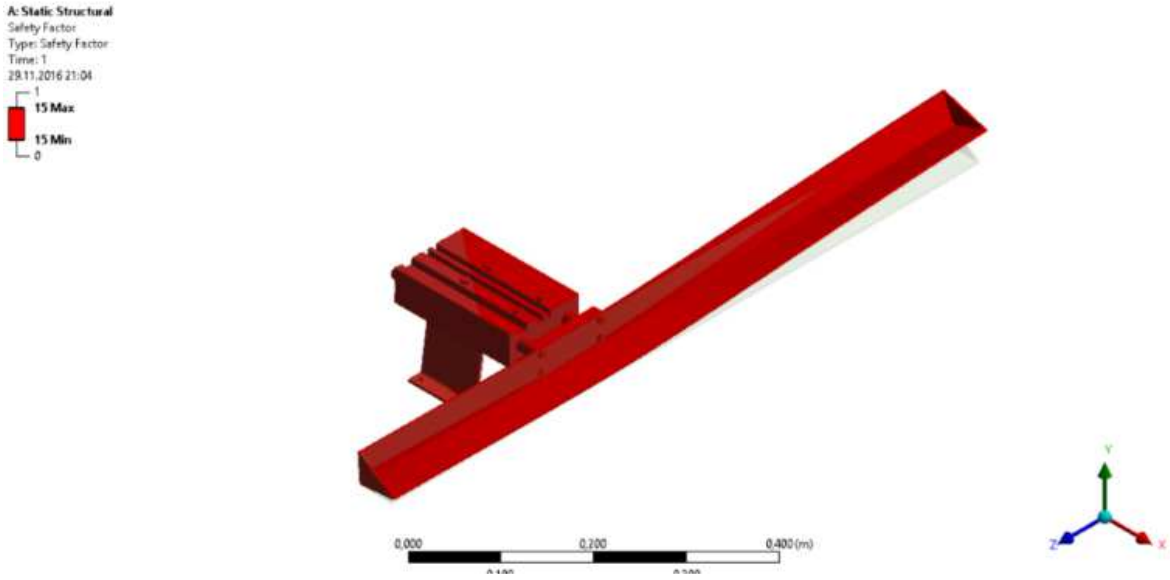


Рисунок 1 – Запас міцності вузла збирання крапель на плиті

Література

1. Карвацький А. Я. Метод скінченних елементів у задачах механіки суцільних середовищ. Програмна реалізація та візуалізація результатів [Текст]: навч. посіб. – К.: НТУУ «КПІ» ВПІ ВПК «Політехніка», 2015. – 392 с.
2. Каплун А. Б. ANSYS в руках инженера / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферова. — М. : УРСС, 2003. — 270 с.

УДК 621.926.5

ЗАСТОСУВАННЯ CAD-CAE-СИСТЕМ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ВУЗЛА ПОПЕРЕЧНОГО ЗВАРЮВАННЯ ДОЗУВАЛЬНО-ФАСУВАЛЬНОГО АВТОМАТУ СИПКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Шкіль В. І., магістр
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Метою роботи є проектування та визначення експлуатаційної придатності вузла поперечного зварювання дозувально-фасувального автомату в процесі експлуатації з використанням сучасних CAD-CAE-систем.

Дозувально-фасувальний автомат має наступні виробничі призначення: подачі матеріалу, дозування, фасування та закупорювання упаковки. Кожна з цих операцій має відповідний механічний вузол або систему вузлів. Вузол поперечного зварювання призначений для зварювання плівки та отримання герметично закупорюваного сипкого продукту в плівку з полімерного матеріалу. В процесі роботи вузол має пружне навантаження одночасно з температурним.

Початкове проектування складається з наступних етапів: визначення функції окремих конструктивних елементів, визначення розмірів, елементів для фіксування та кріплення конструктивних елементів. Створення трьохвимірної моделі вузла поперечного зварювання включає створення трьохвимірних моделей окремих деталей між, якими встановлювався

зв’язок чи група зв’язків. Всі трьохвимірні моделі створено у середовищі CAD-системи SolidWorks [1].

Остаточне проектування вузла закінчується етапом визначення експлуатаційної придатності, яке проведено за допомогою CAE системі середовища Ansys [2]. Для числового аналізу напружено-деформованого стану вузла (рис. 1) дозувально-фасувального автомату використано математичну постановку задачі статичної пружності ізотропного тіла та температурного навантаження за граничних умов Дирихле і Неймана [3]. В результаті розрахунків НДС об’єкта проектування визначено запас його міцності, який становить 9, що підтверджує надійність вузла поперечного зварювання дозувально-фасувального автомату сипкої продукції.

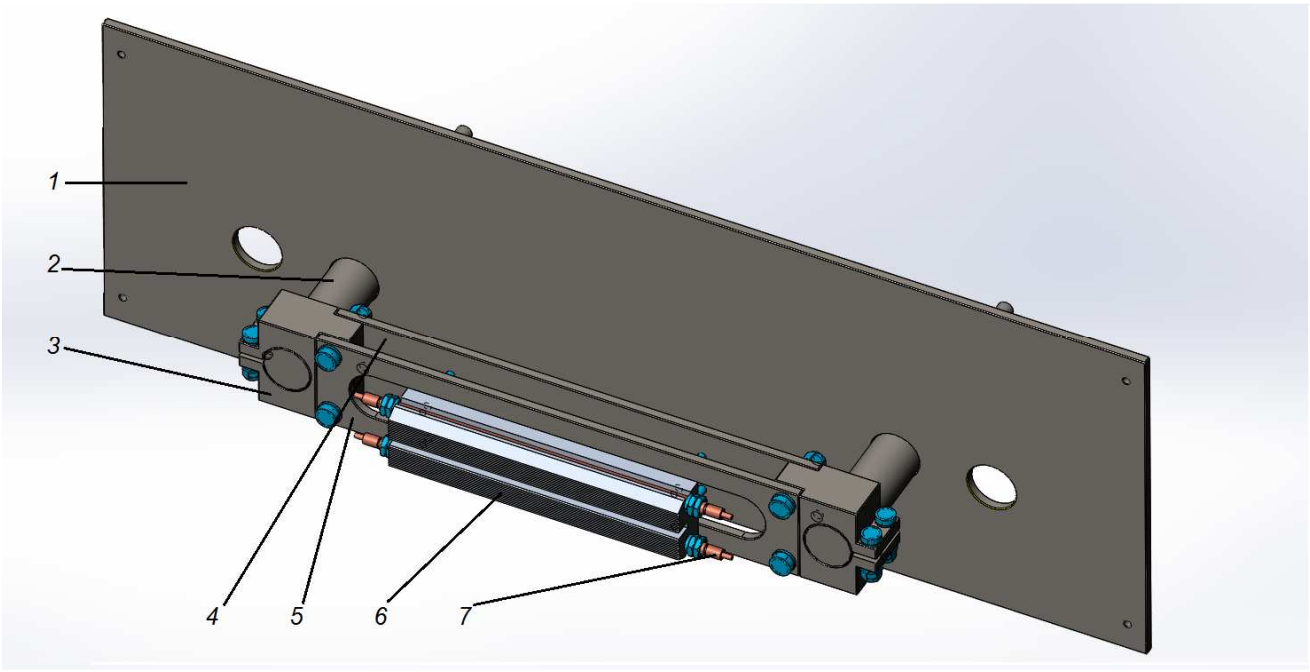


Рисунок 1 –Твердотільна модель вузла поперечного зварювання автомату сипкої продукції:
1 – тильна пластина; *2* – циліндрична напрямна; *3* – фіксатор; *4* – тильна плита;
5 – передня плита; *6* – радіатор; *7* – тени

Література

1. Прохоренко В.П. SolidWorks. Практическое руководство. — М.: ООО ≪Бином-Пресс≫, 2004 г. — 448 с.: ил.
2. Каплун А. Б. ANSYS в руках инженера / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М.А. Олферова. — М. : УРСС, 2003. — 270 с
3. Карвацький А.Я. Метод скінченних елементів у задачах механіки суцільних середовищ. Програмна реалізація та візуалізація результатів [Текст]: навч. посіб. – К.: НТУУ «КПІ» ВПІ ВПК «Політехніка», 2015. – 392с.

УДК 678.057.3:678.073

ЗАВАНТАЖУВАЛЬНА СЕКЦІЯ ОДНОЧЕРВ'ЯЧНОГО ПРЕСА ДЛЯ ПЕРЕРОБЛЕННЯ ПОЛІМЕРІВ

Бардашевський С.В., студ.; Горпинюк В.Ю., студ.; Мікульонок І.О., проф., д.т.н.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Запропоновано удосконалену конструкцію завантажувальної лійки одночерв'ячного преса для перероблення полімерів, що характеризується простотою та ефективністю.

У техніці перероблення високомолекулярних сполук, зокрема термопластичних полімерів та еластомерів, широкого поширення набули одночерв'ячні преси, які вирізняються універсальністю й достатньою продуктивністю. Проте в більшості пресах завантажувальні лійки мають або невисоку охолоджувальну здатність, або досить складну конструкцію. Авторами запропоновано конструкцію одночерв'ячного преса, у якому нове конструктивне виконання його завантажувальної лійки спрощує його конструкцію та експлуатацію.

Черв'ячний прес містить послідовно з'єднані за допомогою фланцевого з'єднання 1 завантажувальну лійку 2 і корпус 3, а також розміщений у їхніх порожнинах з можливістю обертання черв'як 4, при цьому лійку 2 споряджено двома послідовно розташованими секціями рідинного охолодження 5 і 6 зі штуцерами 7–10. До зовнішньої магістралі підведення рідкого холодоагенту 11 під'єднано штуцер 10 секції рідинного охолодження 6, а до зовнішньої магістралі відведення рідкого холодоагенту 12 – штуцер 7 секції 5, при цьому штуцер 9 секції 6 і штуцер 8 секції 5 сполучено між собою, наприклад, шлангом 13 (рис. 1 [1]).

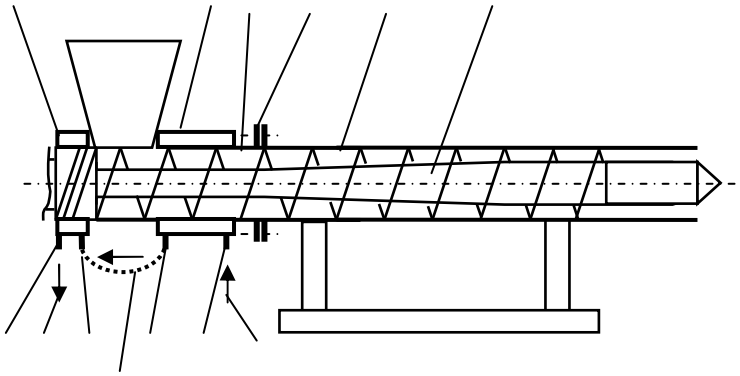


Рис. 1. Схема одночерв'ячного преса

Під час проходження матеріалом каналу завантажувальної лійки 2 остання інтенсивно охолоджується рідким холодоагентом, що із зовнішньої магістралі підведення рідкого холодоагенту 11 надходить у штуцер 10 секції 6, проходить її, після чого крізь штуцер 9, шланг 13 і штуцер 8 потрапляє в секцію 5 і після її проходження крізь штуцер 7 видаляється в зовнішню магістраль відведення рідкого холодоагенту 12. Використання пропонованої корисної моделі спрощує виготовлення та експлуатацію преса.

Література

1. Заявка u2016 12689, МПК(2016.01) B29C 47/36. Черв'ячний екструдер / І. О. Мікульонок, С. В. Бардашевський, В. Ю. Горпинюк; заявники – вони же; дата подання 13.12.2016.

УДК 678.057.3:678.073

ОДНОЧЕРВ'ЯЧНИЙ ПРЕС ДЛЯ ПЕРЕРОБЛЕННЯ ПОЛІМЕРІВ

Бардашевський С.В., студ.; Горпинюк В.Ю., студ.; Мікульонок І.О., проф., д.т.н.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Запропоновано удосконалену конструкцію одночерв'ячного преса для перероблення полімерів, що забезпечує надійну теплоізоляцію завантажувальної лійки від корпуса, а отже й стабільні температурні режими їхньої роботи .

Під час інтенсивного перероблення полімерних матеріалів на черв'ячних пресах виникає потреба в надійній роботі систем термостабілізації лійки й корпуса, які зазвичай з'єднані між собою традиційним фланцевим з'єднанням і тому мають контакт по металевих поверхнях, що сприяє небажаному теплообміну між завантажувальною лійкою й корпусом [1]. Авторами запропоновано конструкцію черв'ячного преса, у якому нове його конструктивне виконання забезпечує надійну теплоізоляцію завантажувальної лійки від корпуса.

Екструдер містить послідовно з'єднані між собою за допомогою фланцевого з'єднання завантажувальну лійку і корпус, а також розміщений у їхніх порожнинах з можливістю обертання черв'як, при цьому між лійкою 1 і корпусом 2 встановлено перехідник 3, виготовлений з матеріалу з коефіцієнтом теплопровідності, нижчим за коефіцієнт теплопровідності матеріалу завантажувальної лійки й корпуса (рис. 1 [2]).

Перехідник при цьому може бути виготовлено зі склотекстоліту, коефіцієнт теплопровідності якого становить 0,19…0,39 Вт/(м·К) і який характеризується високими механічними властивостями. При цьому коефіцієнт теплопровідності більшості конструкційних сталей на два порядки вище, а саме 16…35 Вт/(м·К) .

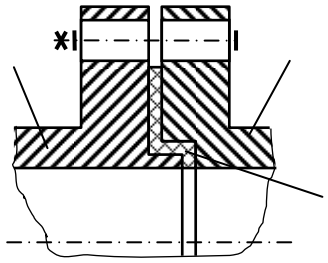


Рис. 1. Схема черв'ячного преса

Під час проходження матеріалом каналу завантажувальної лійки полімер інтенсивно охолоджується рідким холодоагентом, а каналу корпуса – нагрівається внаслідок теплоти дисипації та роботи встановлених на корпусі електронагрівників. При цьому перехідник забезпечує надійну теплову ізоляцію завантажувальної лійки від корпуса.

Використання пропонованої корисної моделі забезпечує стабільній температурний режим роботи екструдера, що сприяє одержанню продукції високої якості.

Література

1. Мікульонок І. О. Обладнання і процеси переробки термопластичних матеріалів з використанням вторинної сировини: монографія. Київ: ІВЦ „Видавництво «Політехніка»", 2009. 265 с.
2. Заявка u2016 12690, МПК(2016.01) B29C 47/36. Одночерв'ячний екструдер / І. О. Мікульонок, С. В. Бардашевський, В. Ю. Горпинюк; заявники – вони же; дата подання 13.12.2016.