

Створення узагальненої дискретної моделі процесів формування полімерних виробів з урахуванням напружено-деформованого стану конструктивних елементів машин при складному термосиловому навантаженні.

Создание обобщенной дискретной модели процессов формирования полимерных изделий с учетом напряженно-деформированного состояния конструктивных элементов машин при сложной термосиловой нагрузке.

Creation of the generalized discrete model of processes of forming of polymeric wares taking into account the tensely-deformed state of structural elements of machines at the complex thermal-force stress.

- 1. Номер державної реєстрації теми - 0109U000370,**
- 2. Науковий керівник - д.т.н., проф. Сахаров О.С., Сахаров А.С., Sakharov Alexandr S.**
- 3. Суть розробки, основні результати.**

(укр.)

Розроблена універсальна дискретна математична модель неізотермічного руху полімерних середовищ в каналах переробного обладнання в процесах плавлення, температурної гомогенізації та формування з урахуванням впливу деформації конструктивних елементів обладнання, що базується на рівняннях механіки суцільних середовищ. Реалізацію моделі здійснено на базі моментної схеми методу скінченних елементів з застосуванням 9-точкового елемента. Розроблена методика моделювання процесів плавлення термопластів і формування виробів з них з урахуванням впливу напружено-деформованого стану формуючих елементів полімерного обладнання під дією термосилових навантажень.

Проведено тривимірне моделювання неізотермічної течії неньютонівської рідини в каналах хімічного обладнання на базі методу скінченних елементів. Отримано результати чисельних розрахунків неізотермічної течії неньютонівської рідини в робочих каналах базових конфігурацій. Сформульовано рекомендації щодо профілювання формуючих каналів обладнання для переробки полімерних матеріалів. Досліджено особливості течії полімерного матеріалу в міжвалковому зазорі валкових машин з урахуванням нелінійних властивостей полімеру. Аналіз моделі течії полімерного матеріалу в міжвалковому зазорі дав можливість встановити параметри технологічного режиму, при яких розмірна точність виробів не виходить за межі поля допуску.

Розроблена уточнена математична модель і автоматизована система моделювання процесів плавлення полімерної сировини та формування полімерних виробів, яка дозволяє одержати розв'язки цих задач, в тому числі з рухомими та нерухомими теплообмінними формуючими поверхнями, з урахуванням взаємного впливу параметрів руху полімерів в різних фазових станах.

(рос.)

Разработана универсальная дискретная математическая модель неизотермического движения полимерных сред в каналах перерабатывающего оборудования в процессах плавления, температурной гомогенизации и формирования с учетом влияния деформации конструктивных элементов оборудования, базирующаяся на уравнениях механики сплошных сред. Реализация модели осуществлена на базе моментной схемы метода конечных элементов с использованием 9-точечного элемента. Разработана методика моделирования процессов плавления термопластов и формирования изделий из них с учетом влияния напряженно-деформированного состояния формующих элементов полимерного оборудования под действием термосиловых нагрузок...

(англ.)

The universal discrete mathematical model of unisothermal movement of polymeric environments in ducting of processing equipment in the processes of melting, temperature homogenization and forming taking into account influencing of deformation of structural elements of equipment, being based on equalizations of mechanics of continuous environments is developed.

Realization of model is carried out on the base of moment chart of method of finite elements with the use of 9-point element. The method of design of processes of melting of thermoplastics and forming of wares from them taking into account influencing of the tensely-deformed state of forming elements of polymeric equipment under the action of thermal-force stresses is developed.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.

- Патент на корисну модель №43943. Одночерв'ячна машина для переробки полімерних матеріалів / Сахаров О.С., Нікітенко Н.М. та ін. – опубл. 10.09.2009. Бюл. №17.
- Патент на корисну модель №48406. Епоксидна композиція. Сахаров О.С. та ін. – опубл. Опубл. 10.03.2010, Бюл. №3.
- Патент на корисну модель №46781. Черв'ячно-дисковий екструдер / Сівецький В.І., Щербина В.Ю., Сокольський О.Л., Кравець Н.Я. – опубл. 11.01.2010, бюл. № 1;
- Патент на корисну модель № 52365. Черв'ячно-дисковий екструдер / Сівецький В.І., Сокольський О.Л., Кушнір М.С., Кравець Н.Я. – опубл. 25.08.2010. Бюл. №16.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Результати відповідають світовому рівню завдяки можливості одночасного урахування пружного деформування конструктивних елементів полімерного устаткування і нелінійного реологічного стану робочого середовища у зв'язаному розрахунку температурно-дисипативних ефектів, тиску і швидкостей деформування, зміни концентрації та інших технологічних параметрів. Розроблена система дозволяє досліджувати в уточненій постановці характерні параметри технологічних процесів формування багатокомпонентних полімерних виробів.

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Практичне використання розробки дозволить значно знизити собівартість проектно-конструкторських робіт за рахунок їх автоматизації – до 35%, енергоємність обладнання за рахунок удосконалення геометричної форми робочих органів – до 20%, з одночасним підвищенням їх економічності та надійності обладнання, що сприятиме більш широкому використанню вітчизняного полімерного обладнання в промисловості України.

7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).

Можливими користувачами розробки є науково-дослідні та проектно-конструкторські організації України, такі як ВАТ “УкрНДІпластмаш”, ВАТ “УкрНДІхімпроект”, ВАТ “Полімермаш” та ін. Результати виконання роботи знайдуть застосування при моделюванні технологічних процесів переробки полімерних матеріалів у виробі та деталі, а також при розробці устаткування для підготовки полімерних композиційних матеріалів і отримання виробів з них. Результати роботи стануть основою для проведення розрахунків і автоматизованого проектування вузлів та деталей устаткування під умови проектних організацій та переробників хімічної та полімерної сировини.

8. Стан готовності розробки.

Розроблені методики, алгоритми і структура створеної розрахункової системи дозволяють визначати необхідні режимні параметри формування погонажних полімерних виробів та пластикаційно-формуючого обладнання з переробки пластмас і здійснювати автоматизовані розрахунки конструктивних параметрів полімерного обладнання та чисельного моделювання гідродинамічних, теплових та інших фізичних процесів, які відбуваються в ньому. Можлива розробка на базі виявлених закономірностей дослідно-промислових зразків нового устаткування для приготування полімерних композицій та формування виробів з них, що можуть бути впроваджені у промислове виробництво.

9. Існуючі результати впровадження.

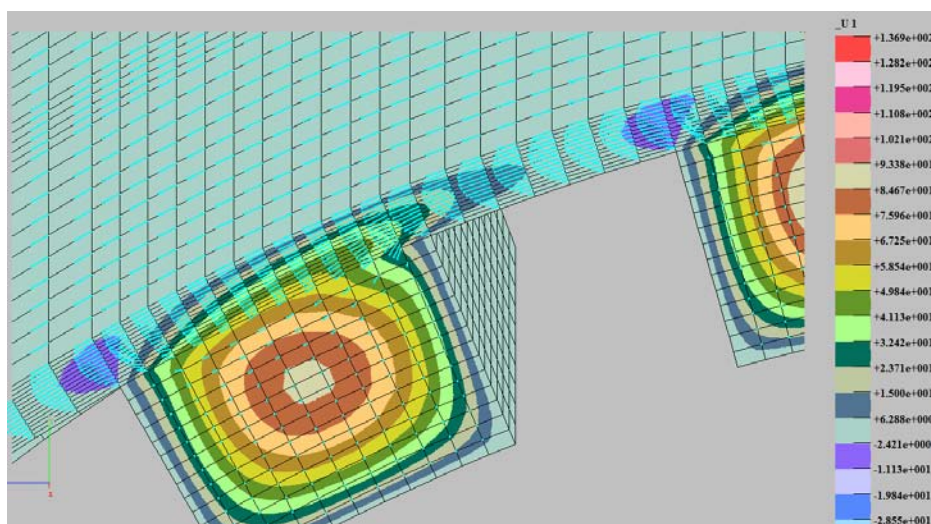
В навчальному процесі впроваджено розроблені моделі та алгоритми у підготовці нових розділів навчальних дисциплін з комп'ютерного проектування обладнання для процесів переробки полімерів, зокрема, в спецкурсі „Полімерне обладнання” – розділ „Моделювання валкового та екструзійного обладнання”; „Формуючі інструменти” – розділ „Автоматизація проектування та розрахунків формуючих інструментів”; „САПР” – розділ „Автоматизоване

проектування полімерного устаткування”; при виконанні лабораторних робіт студентами на теми „Моделювання руху багатофазних середовищ”, „Моделювання задачі гідропружності”.

На виробничій базі ТОВ «НВП «Пластотехніка» (м. Київ) здійснено дослідно-промислове впровадження розроблених за темою методики та технічних рекомендацій по вдосконаленню параметрів процесів формування полімерних виробів з урахуванням напружено-деформованого стану конструктивних елементів машин при їх складному термосиловому навантаженні. Було встановлено, що використання розробленої методики і рекомендацій дозволяє вдосконалити технологічні параметри переробки та конструкції робочих органів полімерного обладнання, за яких забезпечується необхідна якість виробу при знижених енергетичних витратах. Це дало змогу забезпечити підвищення якості виробів з полімерних композиційних матеріалів і знизити ресурсо- та енергоємність процесів їх виробництва.

10. Назва організації, телефон, E-mail

НТУУ”КПІ”, інженерно-хімічний факультет, кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування, тел. (044) 406-84-30, e-mail: cpsm@bigmir.net



Епюра розподілу поздовжніх швидкостей руху в сегменті змішувача

11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

1. Сахаров О.С. та ін. САПР. Застосування програмного комплексу ВЕСНА в розрахунках процесів і обладнання з врахуванням термосилових навантажень: навчальний посібник. - К.: Видавництво «ЕКМО», 2009. - 180 с.
2. Сахаров О.С. та ін. Моделювання задач гідропружності в процесах формування полімерних виробів. - К: ЕКМО, 2009. — 106 с.
3. Сахаров О.С. та ін. САПР. Програмування на функціональній AutoLISP при проектуванні технологічного обладнання. Підручник – К.: Видавництво “ЕКМО”, 2010. – 154 с.
4. О.С.Сахаров та ін.. Чисельне моделювання течії в'язкопластичних середовищ з урахуванням пружності конструктивних елементів обладнання // Весник НТУУ «КПІ». МАШИНОСТРОЕНИЕ. 2009, №55, с.71-82.
5. Сокольський О.Л. та ін. Вплив ефективного ковзання на параметри потоку неньютонівської рідини. Промислова гідравліка і пневматика. №1 (27)— 2010. — С. 41-43.
6. Рябінін Д.Д., Сівецький В.І., Сокольський О.Л., Кушнір М.С. Вплив температури розплавів полімерів на реологічні параметри в прямокутних каналах. Вісник національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. - №1. – 2010. – с. 20-24.
7. Рябінін Д.Д., Сівецький В.І., Сокольський О.Л., Нікітенко Н.М. Особливості реологічної поведінки полімерів. Вісник національного технічного університету

- України «Київський політехнічний інститут». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. - №1. – 2010. – с. 17-20.
8. Рябінін Д.Д., Сівецький В.І., Сокольський О.Л. Вплив механізму течії розплавів полімерів на величину гідравлічного радіусу каналів некруглого перерізу. Промислова гідравліка і пневматика. №4 (30). — 2010. — С. 32-35.
 9. Рябінін Д.Д., Сівецький В.І., Сокольський О.Л., Корольов С. О. Залежність гідравлічних радіусів від температури при течії полімеру у прямокутних каналах. Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2011. - №1/8. – С. 13-14.
 10. Рябінін Д.Д., Сівецький В.І., Сокольський О.Л., Безбабін В.О. Вплив температури розплаву поліетилену високої густини на величини гідравлічних радіусів прямокутних каналів. Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2011. - №1/8. – С. 15-17.
 11. Рябінін Д.Д., Сівецький В.І., Сокольський О.Л., Шимко Г. А. Вплив температури розплаву удароміцного полістиролу на величини гідравлічних радіусів прямокутних каналів. Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2011. - №1/8. – С. 20-22.
 12. Сокольский А.Л., Сахаров А.С., Сивецкий В.И. Исследование процесса экструзионного формирования полимеров с учетом эффекта пристенного скольжения. Химическое и нефтяное машиностроение. – 2011. – №4. – С. 11-15.
 13. Сахаров О.С. та ін. Моделювання пружної деформації конструктивних елементів обладнання в процесах формування полімерних виробів. - Тез. доп. 10-ї міжнародної науково-технічної конференції “Прогресивна техніка та технологія-2009». Севастополь, 2009. – С. 31-32.
 14. Сахаров О.С., Сівецький В.І., Сокольський О.Л., Нікітенко Н.М., Кушнір М.С. Дослідження процесу змішування рідин в коаксіальному зазорі. – Тез. докл. 30 Юбилейной международной конференции «Композиционные материалы в промышленности» (СЛАВПОЛИКОМ). – Ялта, 7 – 11 июня 2010г.
 15. Сахаров О.С., Сівецький В.І., Сокольський О.Л., Нікітенко Н.М. Моделювання процесу змішування в'язких рідин в коаксіальному зазорі. – Прогресивна техніка і технологія 2010. – XI міжнар. науково-технічна конференція. Тези доп. – с. 71-72.
 16. Кушнір М.С., Нікітенко Н.М., Сахаров О.С., Сівецький В.І. Дослідження процесу змішування модельних неньютонівських рідин. – Збірник доповідей науково-практичної конференції студентів, аспірантів та науковців. – Київ, 2010. – с. 51.
 17. Сокольський О.Л. та ін. Визначення параметрів течії полімерів в каналах обладнання за віскозіметричними даними. – Тез. докл. 30 Юбилейной международной конференции «Композиционные материалы в промышленности» (СЛАВПОЛИКОМ). – Ялта, 7 – 11 июня 2010г.
 18. Сахаров О.С. та ін. Напряженное состояние в прямоугольных каналах. – Збірник доповідей науково-практичної конференції студентів, аспірантів та науковців. – Київ, 2010. – с. 38-39.
 19. Сахаров О.С. та ін. Урахування впливу кутових коефіцієнтів кривих течій полімерів. – Збірник доповідей науково-практичної конференції студентів, аспірантів та науковців. – Київ, 2010. – с. 42-44.
 20. Сахаров О.С. та ін. Дослідження реологічних властивостей модельних рідин. – Збірник доповідей науково-практичної конференції студентів, аспірантів та науковців. – Київ, 2010. – с. 49-50.
 21. Сахаров О.С. та ін. Дослідження процесу змішування модельних неньютонівських рідин. – Збірник доповідей науково-практичної конференції студентів, аспірантів та науковців. – Київ, 2010. – с. 51.
 22. Сахаров О.С. та ін. Вплив пристінних ефектів на в'язкість полімерів. – Збірник доповідей науково-практичної конференції студентів, аспірантів та науковців. – Київ, 2010. – с. 61-63.

23. Сахаров О.С. та ін. Розрахунок складових опорів при течії полімерів. – Збірник доповідей науково-практичної конференції студентів, аспірантів та науковців. – Київ, 2010. – с. 69-70.
24. Сокольський О.Л. та ін. Віскозиметрична течія полімерів у плоскощільному каналі. – Збірник доповідей науково-практичної конференції студентів, аспірантів та науковців. – Київ, 2010. – с. 11-12.
25. Сокольський О.Л. та ін. Вплив на в'язкість полімерів реологічних ефектів на межі зі стінкою. – Збірник доповідей науково-практичної конференції студентів, аспірантів та науковців. – Київ, 2010. – с. 15-16.
26. Сокольський О.Л. та ін. Визначення напружень зсуву полімеру у прямокутних каналах. – Збірник доповідей науково-практичної конференції студентів, аспірантів та науковців. – Київ, 2010. – с. 29-30.
27. Сокольський А.Л. и др. Особенности гидравлического расчета переходных устройств. – Збірник доповідей науково-практичної конференції студентів, аспірантів та науковців. – Київ, 2010. – с. 39-41.
28. Сокольський О.Л. та ін. Профілі швидкості полімеру у прямокутному каналі. – Збірник доповідей науково-практичної конференції студентів, аспірантів та науковців. – Київ, 2010. – с. 63-65.
29. Сокольський О.Л. та ін. Визначення робочої точки дроселюючого пристрою. – Збірник доповідей науково-практичної конференції студентів, аспірантів та науковців. – Київ, 2010. – с. 68-69.
30. Сокольський О.Л. та ін. Пристрій для автоматичної стабілізації перепаду тиску у головці екструдера. – Збірник доповідей науково-практичної конференції студентів, аспірантів та науковців. – Київ, 2010. – с. 73-74.
31. Сокольський О.Л. та ін. Головка із регульованим опором. – Збірник доповідей науково-практичної конференції студентів, аспірантів та науковців. – Київ, 2010. – с. 77-78.
32. Сокольський О.Л. та ін. Метод визначення параметрів течії полімерів в каналах довільного перетину за віскозиметричними даними. – Матеріали IV науково-практичної конференції „Пакувальна індустрія (стан та перспективи)”. – Алушта, 18-21 травня 2010 р. – с. 106-111.
33. Сокольський О.Л. та ін. Вплив температури на співвідношення в'язкостей поліетилену у прямокутних каналах. Збірник доповідей науково-практичної конференції студентів, аспірантів та науковців „Ресурсоенергозберігаючі технології і обладнання хімічних виробництв та підприємств будівельних матеріалів” – Київ, НТУУ «КПІ»: 27-29 квітня 2011. – С. 114-116.