

малим коефіцієнтом заповнення ковшів навіть при низьких швидкостях. Тому під час проектування норій без додаткового завантаження, наприклад при зачерпуванні з насипу на відкритих майданчиках, у завальних ямах, трюмах суховантажів і барж, необхідно шукати оптимальні співвідношення між швидкістю і значенням питомого навантаження на робочу гілку. Результати роботи дозволяють визначити параметри додаткового завантаження під час подачі зернового матеріалу в бункер, як проти ходу, так і за ходом тягового органу.

ОСНОВИ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ НЕНЬЮТОНІВСЬКИХ РІДИН У ПРОЦЕСАХ ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Бойко В.С., канд. техн. наук, доц.

Тарасенко В.Г., канд. техн. наук, доц.

Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь

Завданням цієї роботи є розробка методики розрахунку параметрів витікання в'язко-пластичного харчового продукту з метою створення відповідних пристроїв для об'ємного формування харчових виробів.

Розробка перспективних гнучких високопродуктивних і економічних технологій виробництва харчових продуктів є основним завданням для створення харчової безпеки.

Використання для в'язко-пластичних рідин (неньютонівських) нових методів об'ємного формування дає можливість значно розширити асортимент харчових виробів, збільшити продуктивність, підвищити якість.

Однак висока точність виконання цих процесів потребує ґрунтовного теоретичного забезпечення для розрахунку й оптимізації технологічних і експлуатаційних параметрів. У зв'язку з тим, що в'язко-пластичні рідини найчастіше мають значну в'язкість, для них характерний ламінарний рух, навіть при відносно великих перепадах.

До в'язко-пластичних рідин відносяться хлібопекарське і макаронне тісто, кондитерські маси, фарші, пасти, пюре, різні креми та інші продукти, сировина і напівфабрикати. Рух неньютонівських рідин має місце при їх нагнітанні шнеками, валками, плунжерами, шестеренними насосами, транспортуванні по каналах різного профілю, довжини і діаметра.

У технічній гідромеханіці застосовуються ідеальні й реальні рідини. Ідеальна рідина, на відміну від реальної (в'язкої) рідини, абсолютно не стискувана під дією сил тиску, не змінює густини зі зміною температури і не має в'язкості.

Основний закон, який описує течію ідеальної рідини, сформулював Ісаак Ньютон: напруга внутрішнього тертя, яка виникає між шарами рідини під час її течії, прямо пропорційна градієнту швидкості:

$$\tau = -\mu \frac{du}{dn}, \quad (1)$$

де du/dn – градієнт швидкості зсуву (du – зміна швидкості течії при віддаленні на відстань dn від поверхневого шару в перпендикулярному до нього напрямку); μ – динамічний коефіцієнт в'язкості, Па·с.

Необхідно відзначити, що параметри в'язко-пластичних рідин, на відміну від ньютонівських рідин (де вони мають лінійний характер), виражаються складними залежностями. Тому для в'язко-пластичних рідин використовується поняття про уявну в'язкість. Під уявною в'язкістю розуміють в'язкість такої ньютонівської рідини, швидкість деформації якої під дією заданої напруги зсуву дорівнює швидкості деформації цієї в'язко-пластичної рідини.

Для багатьох рідин характерне різке зниження в'язкості за умови підвищення швидкості зсуву від низького до високого рівня. Чим швидше продукти перекачуються трубопроводами, чим швидше наносяться лакофарбові матеріали на поверхню, чим сильніше видавлюється зубна паста з тюбика, а кулінарний крем зі шприца, тим істотніше знижується в'язкість цих матеріалів і продуктів.

Рідини, які не підкорюються закону Ньютона, у яких в'язкість залежить від швидкості зсуву і крива течії є нелінійною, називаються *неньютонівськими*.

Існують декілька категорій неньютонівських рідин: псевдопластичні рідини (їх в'язкість знижується зі зростанням швидкості зсуву); ділатантні рідини (у них в'язкість зростає в міру збільшення швидкості зсуву); в'язко-пластичні рідини (мають одну особливість – межу текучості; можуть бути віднесені як до рідин, так і до твердих тіл).

Під час математичних розрахунків, як правило, визначаються швидкість течії при екструзії Q , в'язкість матеріалу μ , максимальна швидкість течії в капілярі v , істинна швидкість зсуву γ_1 .

Швидкість течії при екструзії Q , м³/с, визначається виразом

$$Q = \int_0^R 2\pi r v(r) dr, \quad (2)$$

де r – радіальна координата в межах $0 < r < R$ (радіус капіляра); $v(r)$ – радіальна швидкість течії як функція r .

У результаті проведеного аналізу існуючих технологій об'ємного друку різних матеріалів (стереолітографія, лазерне спікання порошкових матеріалів, пошаровий друк розплавленою полімерною ниткою, струменевим моделюванням, склеюванням порошкових матеріалів, ламінуванням листових матеріалів) було встановлено, що ці технології застосовуються в різних виробничих сферах промисловості (будівельній, машинобудівній, медичній, харчовій, космічній, робототехнічній тощо). Однак не всі розробки можуть бути використані в харчовому виробництві. Найбільш застосовна технологія пошарового друку харчових продуктів за допомогою принтера та об'ємного формувача.

ВИСОКОМЦНІ БІОПОЛІМЕРИ, МОДИФІКОВАНІ ІНТЕНСИВНОЮ ПЛАСТИЧНОЮ ДЕФОРМАЦІЄЮ

Возняк А.В., канд. техн. наук, доц.

Горайнова Ю.А., канд. техн. наук, доц.

Островчук О.О.

Донецький національний університет економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського, м. Кривий Ріг

Ураховуючи високий рівень усвідомлення екологічних проблем, спричинених виробництвом та утилізацією полімерних продуктів на основі нафти, інтерес учених у галузі наукових та промислових досліджень зміщується від звичайних пластикових матеріалів до більш екологічно чистих і відновлюваних біополімерів і природних полімерів. Порівняно з синтетичними полімерами біополімери і природні полімери мають багато переваг, такі як відновлення, біодеградація, біосумісність, нетоксичність, високі міцність на розрив і жорсткість, еквівалентні деяким комерційним полімерам на нафтовій основі. Це розширює спектр їх застосування в харчовій та інженерній промисловості, а її ринок постійно зростає.

Для створення повністю зелених полімерних продуктів часто використовують два різні підходи. Перший – це змішування двох біополімерів з або без використання природних пластифікаторів або компатибілізаторів. Додавання їх до сумішей приводить до кращої дисперсії другої фази і кращої адгезії між фазами. Однак недоліком використання низькомолекулярних добавок є те, що вони вимиваються із суміші біополімерів, що призводить до погіршення властивостей із плином часу. Другий полягає в додаванні природних полімерів у вигляді волокон або частинок, таких як мікро- або наноцелюлоза,