

УДК 631.361

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ

Штефан Є.В.

Риндюк Д.В.

Таран О.В.

Національний університет харчових технологій

Рассмотрена проблема определения модуля упругости и коэффициента Пуассона материала твердой фазы дисперсных систем типа лузги подсолнуха, соломы, жома, пивной дробины, древесной стружки и др. Разработанная методика позволяет экспериментально определить модуль упругости и коэффициент Пуассона материала твердой фазы дисперсных систем.

The problem of determination of the elastic module and Pyason coefficient of disperse materials solid phase of the type as sunflower husk, straw, bagasse, beer pellet, arboreal shaving and etc. is considered. The methodology of the elastic module and Pyason coefficient experimental determination for disperse materials solid phase is designed.

Вступ

Актуальність роботи обумовлена стрімким розвитком енергоощадних технологій, що спрямовані на біоконверсію у альтернативній енергетиці.

Проектування ефективного технологічного обладнання для виробництва твердого біопалива неможливо без врахування структурно-механічних особливостей матеріалів, що обробляються, і, в першу чергу, таких їх реологічних властивостей, як пружність, пластичність, в'язкість. Відмітимо, що використання у проектувальній практиці експериментальних фізичних моделей є економічно не вигідним, а класичні емпіричні залежності, що застосовуються для проектних розрахунків, не дозволяють врахувати всі технологічні особливості (нагрівання, формозмінення, ущільнення та ін.) процесів компактування дисперсних матеріалів [1]. Тому, для аналізу взаємовпливу більшості конструктивно-технологічних параметрів процесів пресування доцільно використовувати інформаційні технології проектування (ІТП) [2].

Значною проблемою при отриманні адекватних результатів чисельного моделювання процесів пресування при виробництві твердого біопалива є відсутність в довідковій літературі реологічних характеристик відповідних типів дисперсних матеріалів.

Мета роботи

Визначення реологічних характеристик дисперсних матеріалів є актуальною проблемою при проектуванні технологічних умов їх якісного ущільнення. Розв'язання цієї проблеми у значній мірі пов'язано з труднощами визначення речовини саме твердої фази дисперсного матеріалу.

Постановка задачі

В роботі [3] запропоновано метод (рис.1) в основу якого покладено експериментальні дослідження з використанням спеціального пресуючого обладнання, яке забезпечує високий

тиск (400-500МПа) ущільнення дисперсного матеріалу до стану з незначним (в ідеалі наближеним до нуля) об'ємним вмістом газорідинної фази. Отриманий в результаті матеріал можна умовно вважати компактним (однофазним), тобто матеріалом твердої фази досліджуваного дисперсного матеріалу.

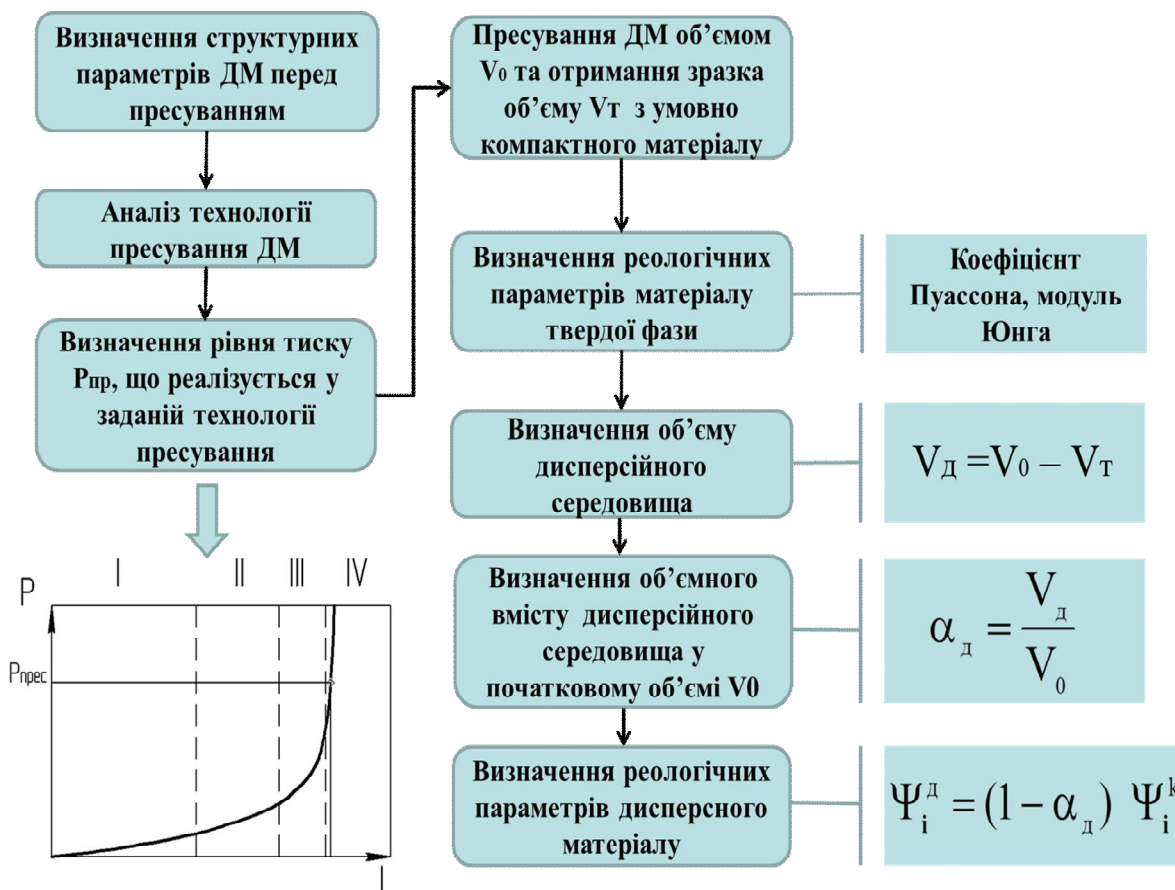


Рис.1. Методика визначення реологічних параметрів дисперсних матеріалів.

Згідно розроблено методиці було проведено експериментальні випробування зразків з різних матеріалів з метою визначення модулю пружності та коефіцієнта Пуассона матеріалу твердої фази.

Основні дослідження

Для експериментальних випробувань було використано універсальну випробувальну машину TIRATEST-2151 (рис.2).

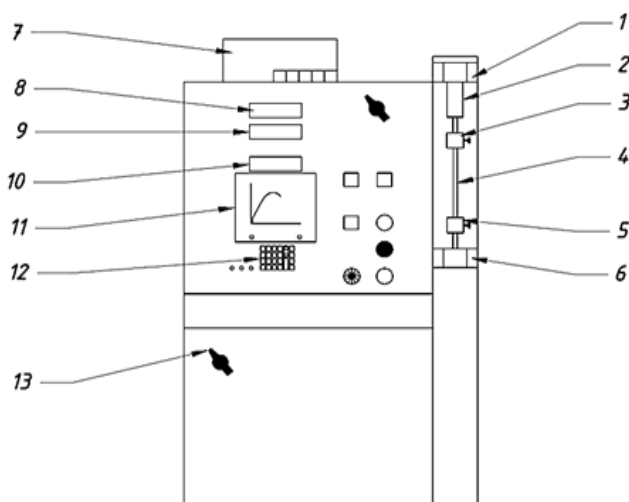


Рис.2. Загальний вигляд випробувальної машини TIRATEST—2151.

1-нерухома траверса; 2-динамометр; 3-нерухомий затискувач; 4-зразок; 5-рухомий затискувач; 6-рухома траверса; 7-пристрій для друкування; 8-табло індикації сили P , (Н); 9-табло індикації деформації ΔL , (мм); 10-табло індикації даних вводу та виводу; 11-шаблон; 12-клавіатура; 13-ручка для вмикання.

Для проведення стендових натурних випробувань зразків пресованої біомаси їх розташовували в робочій частині універсальної випробувальної машини TIRATEST-2151 (рис.2).

Навантаження на досліджувані зразки здійснювали за допомогою натискачів, діаметром 50 мм. Матеріал натискачів - легвана сталь 40Х.

Для визначення деформаційних характеристик зразків пресованої біомаси верхню частину натискачів для випробування прикріплювали до динамометра випробувальної машини, а нижню частину до рухомої траверси.

Після встановлення зразка у випробувальну машину, здійснювали попереднє навантаження зусиллям 10 ± 1 Н для виправлення можливих нерівностей тяг та зняття люфтів у системі навантаження.

Далі проводили деформування стисканням зазначених зразків зі швидкістю переміщення рухомої траверси випробувальної машини 10 мм/хв з одночасним записом діаграм деформування (рис.3).

Були проведені експерименти по стисканню зразків з лузги соняшника та гречки, стружки сосни та дуба, соломи та висівок. Зразки піддавали стисканню, фіксуючи величину переміщення рухомої траверси 6 по показникам табло індикації деформації 9 та за

допомогою динамометра 2 фіксували значення сили стискання по табло індикації сили 8, потім дані виводили на пристрій для друкування 7 для отримання діаграми деформування.

За записаними діаграмами деформування були визначені $E = (P/F) / (\Delta h/h)$ - модуль пружності зразка (тангенс кута нахилу лінійної ділянки діаграми деформування у координатах "напруження σ - відносна деформація Δ "), де $\sigma = P/F$; $\varepsilon = \Delta h/h$; P - сила стискання, що прикладена до зразка; F - площа поперечного перерізу зразка.

Аналогічним способом здійснювали вимірювання деформаційних характеристик всіх досліджуваних зразків.

Для визначення коефіцієнта Пуассона проводили вимірювання геометричних розмірів зразка до навантаження та після [4]. В якості вимірювального інструменту було використано електронний штангенциркуль, точність вимірювання 0,01 мм.

$$\mu = \left| \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} \right|,$$

де ε' - деформація в поперечному напрямку, ε - повздовжня деформація.

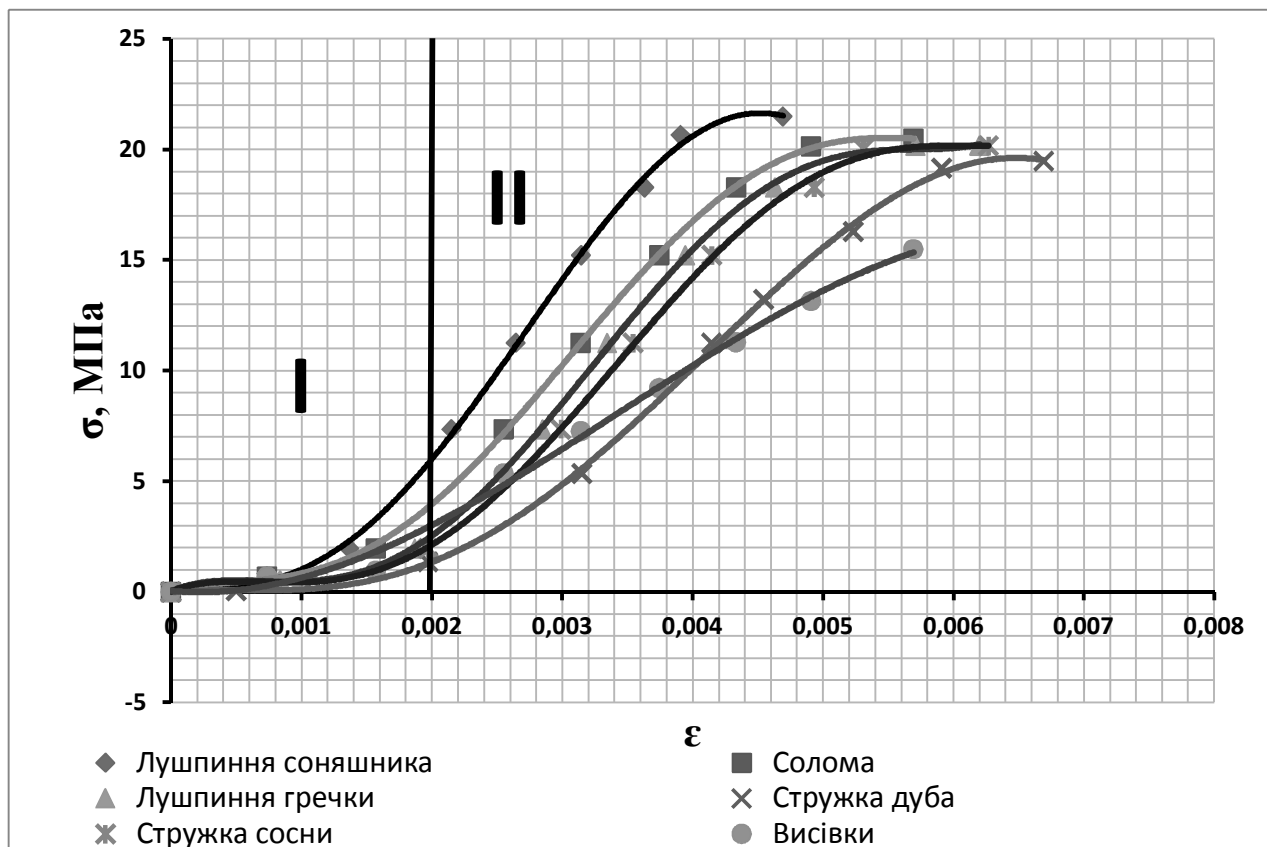


Рис. 3 Діаграми деформування зразків.

Аналіз отриманих діаграм показує, що досліджувані матеріали є нелінійно пружними.

На першій ділянці модуль Юнга є змінним в залежності від прикладеного навантаження. Це обумовлено тим, що на даній ділянці проходить поступове зникнення пор (мікрозазорів) між частинками дисперсної фази, що утворились в результаті часткової релаксації матеріалу.

На другій ділянці, характер якої близький до лінійного, величина модуля Юнга залишається сталою (погрішність в межах 5% - 15%). На цієї ділянці відбувається деформування безпосередньо твердої фази матеріалу. Тому, для визначення модуля пружності умовно компактного матеріалу використовуються параметри діаграми саме на другій ділянці.

В результаті обробки отриманих даних розраховано модулі пружності та коефіцієнти Пуассона для твердої фази лузги соняшника та гречки, стружки сосни та дуба, соломи та висівок (табл. 1).

Таблиця 1

Результати вимірювань модуля пружності та коефіцієнта Пуассона для твердої фази досліджуваних зразків

| № п/п | Тип сировини досліджуваного зразка | Коефіцієнт Пуассона | Модуль пружності E, ГПа |
|-------|------------------------------------|---------------------|-------------------------|
| 1 | Лушпиння соняшника | 0.125 | 3.4407 |
| 2 | Стружка сосни | 0.118 | 2.6804 |
| 3 | Лушпиння гречки | 0.123 | 3.1254 |
| 4 | Стружка дуба | 0.127 | 2.9874 |
| 5 | Солома | 0.124 | 3.1584 |
| 6 | Висівки | 0.134 | 2.1458 |

Висновки

Розроблена методика дозволяє визначити модуль пружності та коефіцієнта Пуассона твердої фази дисперсних матеріалів рослинного походження для яких його отримання за допомогою традиційних методик є неможливим.

Література

1. Штефан Є.В. Використання методів математичного моделювання для проектування вузлів преса-гранулятора/ Є.В. Штефан, Д.В. Риндюк //“Механіка та інформатика” Збірник наукових праць молодих вчених, Хмельницький, ХНУ 2005 -С.172-175.
2. Штефан Є.В. Моделювання поведінки дисперсних систем у нерівноважних процесах харчових виробництв / Є.В. Штефан // Наукові праці УДУХТ, 2000, № 8, с. 63-66.
3. Штефан Є.В. Експериментальний метод дослідження реологічних властивостей органічних матеріалів - відходів зернової промисловості / Є.В. Штефан, Д.В. Риндюк // Наукові праці НУХТ.-2008.-№25,42.-С.106-108.
4. Александров, А.В. Основы теории упругости и пластичности [Текст] / А. В. Александров, В. Д. Потапов // – М.: Высшая школа, 1990. – 400 с.