

УДК 539.3

О.І. Грабар, аспір.

Житомирський державний-технологічний університет

МОДЕЛЮВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС ДОСЛІДЖЕННЯ НА РОЗТЯГ БІОСУМІСНОЇ КЕРАМІКИ З ГІДРОКСИЛАПАТИТУ

(Представлено д.т.н., проф. Грабаром О.І.)

В статті наведені результати моделювання властивостей та дослідження на розтяг перколяційної кераміки.

Вступ. Дослідження характеристик міцності на розрив зразків перколяційної кераміки [1–6], як функції технологічних параметрів їх виготовлення дозволяє розкрити природу формування сил взаємодії між мікрочастинками вихідного матеріалу, що, в свою чергу, є підставою для визначення оптимальних технологічних параметрів. Для дослідження повного спектра параметрів було виготовлено зразки з гідроксилапатиту (ГАП) з тиском пресування 25, 50, 100, 200 і 400 МПа. Дані зразки спікались при температурах 200, 400, 600, 800, 1000 і 1200 °С.

Виклад основного матеріалу. Дослідження проводились за допомогою установки для мікровипробувань. Було проведено 810 циклів і сформовано базу результатів.

Кінематична схема універсальної установки для дослідження характеристик міцності наведена на рис.1.

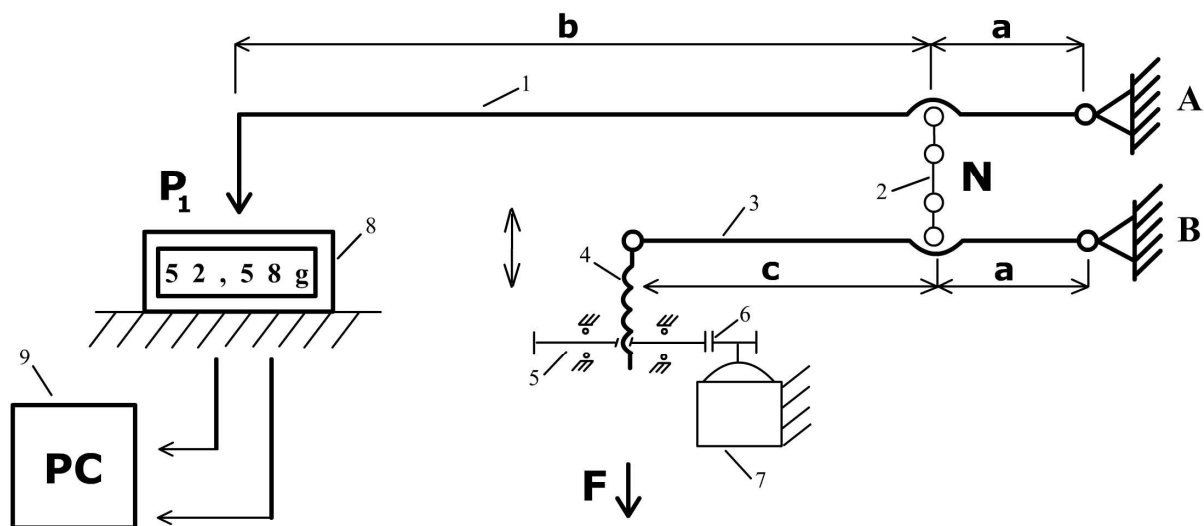


Рис. 1. Загальна схема УДХМ

Опис і конструкція установки для мікровипробувань. На шарнірно-нерухомій опорі А закріплено важіль 1 довжиною $(a+b)$. В опорі В, що знаходиться вертикально під опорою А, розміщено важіль 3, довжиною $(a+c)$. Важелі 1 і 3 з'єднані між собою шарнірно з допомогою зразка, що досліджується 2. Важіль 1 вільним кінцем опирається на цифровий прецизійний силвимірювач 8, сигнал з якого передається на ПО 9. Важіль 3 шарнірно з'єднаний з гвинтом 4, що разом з електродвигуном 7 та зубчатою парою 5 і 6 утворюють силонавантажувачий пристрій (табл. 1).

Оскільки прецизійний силвимірювач має обмежений діапазон навантаження ($P_{\max} \in [0...10]$) Н, то в даній конструкції установки відношення пліч a і b важіля 1 вибиралось із умови:

$$N * a \leq P_{\max} * (a + b),$$

де $P_{\max} \leq 10 \text{ Н}$;

N – максимальне зусилля розривання зразка.

Із цих же умов вибиралось співвідношення пліч a і c важіля 3:

$$N * a \leq F * (a + c),$$

де F – максимальне зусилля, що може розвивати привід навантажувального механізму на гвинті 4.

Таблиця 1

Технічні характеристики установки УДХМ

Габарити УДХМ (м)	1,15x0,23x0,30
Максимальне зусилля на зразку УДХМ N_{\max}	1000 Н (при $b/a=99$)
Максимальне зусилля силовимірювача	10 Н
Частота опитування силовимірювача AXIS AD-1000	$\Delta t < 3$ с
Клас точності за ГОСТ 24104-88	3
Робочий діапазон температур силовимірювача	+18...33° С
Габаритні розміри силовимірювача (м)	0,235x0,245x0,09
Маса ваги силовимірювача	4,0 кг
Живлення силовимірювача	230 В, 50 Гц, 6Вт/ = 12 В, 0,16 А
Ціна поділки силовимірювача (г)	0,01
Границя допустимої похибки силовимірювача (мг)	10

Зразки з ГАП приклеювались за допомогою клею СУЈАНОРАN на основі цианоакрилу за спеціальною технологією до сталених подовжувачів заданої конструкції.

На рис. 2 наведено фото однієї із модифікацій УДХМ-1 з гідравлічним приводом для особливо малих швидкостей навантаження (< 1 Н/год).



Рис. 2. Універсальна установка для проведення динамічних досліджень

Алгоритм реєстрації та обробка інформації. За допомогою установки існує можливість реєстрування процесу навантаження та побудови діаграм динамічного навантаження. Отримання даних проходить за допомогою ПК та ваг електронних AXIS AD-1000. Для підключення до ПК ваг використовується порт RS-232. Реєстрування показів виконується за допомогою програмного продукту AxisSTAT 1.13, що розроблений спеціально для даних вагів фірмою-постачальником. Дані в on-line режимі заносяться в масив та відображаються на моніторі ПК. Програмний комплекс дозволяє задавати необхідну частоту та максимальну кількість опитувань вагів, що дає можливість чіткого відображення на моніторі ПК процесу навантаження та момент руйнування зразка в установці (рис. 3).

Алгоритм роботи програми полягає в наступному:

- встановлюється частота опитування вагів та максимальна кількість опитувань;
- через кожний період опитування ПК посилає запит вагам;
- у відповідь ваги надсилають закодований сигнал на ПК, який після розкодування заноситься в масив та виводиться на екран;
- за необхідністю масив даних зберігається і/або результати у вигляді графіків виводяться на екран.

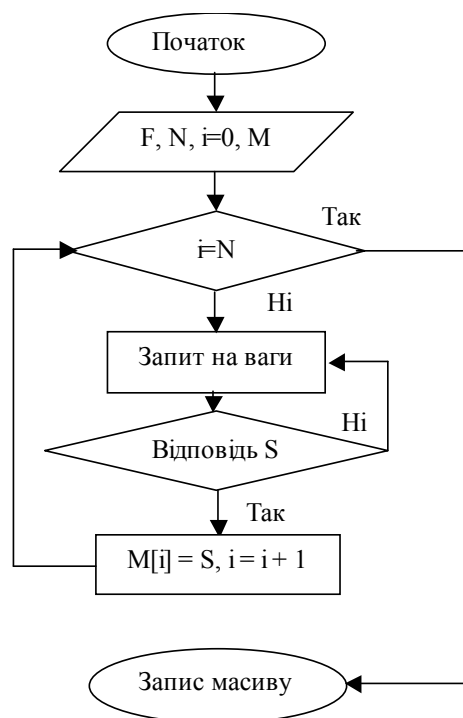
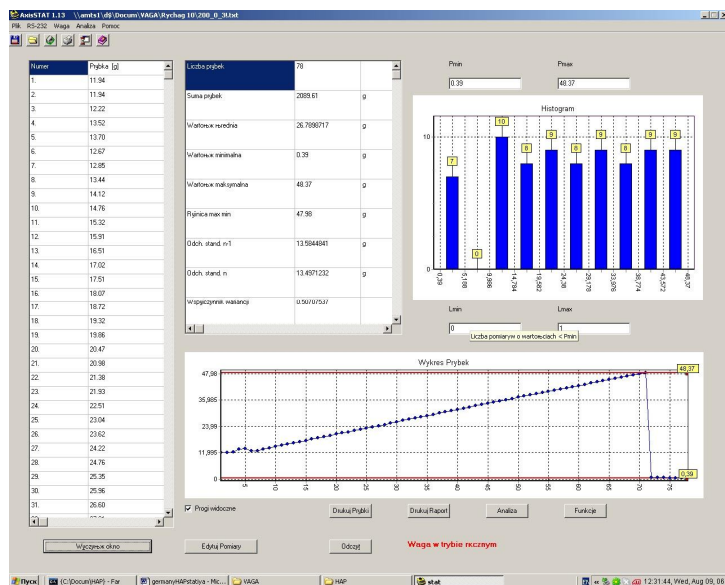


Рис. 3. Загальний стан екрана ПК з програмним продуктом AxisSTAT та алгоритм роботи

Дослідження на розтяг. Зразок приклеювався до поверхні захватів та поступово навантажувався зі швидкістю $5 \cdot 10^{-3}$ Н/с. Час навантаження коливався від 30 до 3000 с в залежності від міцності зразка.

Протягом експерименту відслідковувалась динаміка навантаження та фіксувалося зусилля руйнування зразка.

На рис. 4, а-в наведені фото зразків після руйнування.

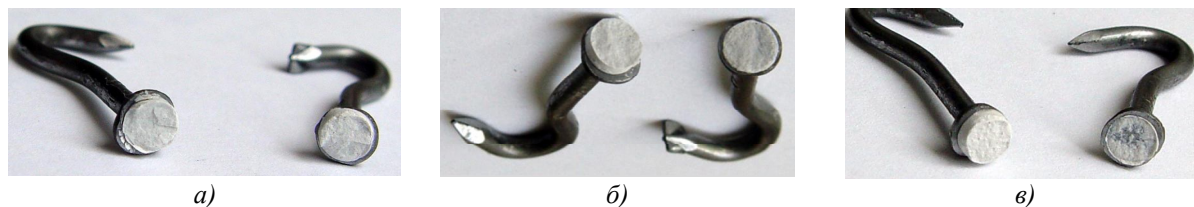


Рис. 4. Зруйновані зразки після навантаження розтягом

Результати випробувань зразків, виготовлених при повному спектрі параметрів, наведені на графіках залежності зусилля руйнування зразків від параметрів виготовлення (рис. 5–6).

Виявлена залежність зусилля на розрив від температури спікання зразків показала, що зростання міцності майже лінійно залежить від температури спікання зразків при однаковій часовій витримці в пічці. Мінімальну міцність мають неспечені зразки, а максимальну – спечені при $T = 1200$ °С.

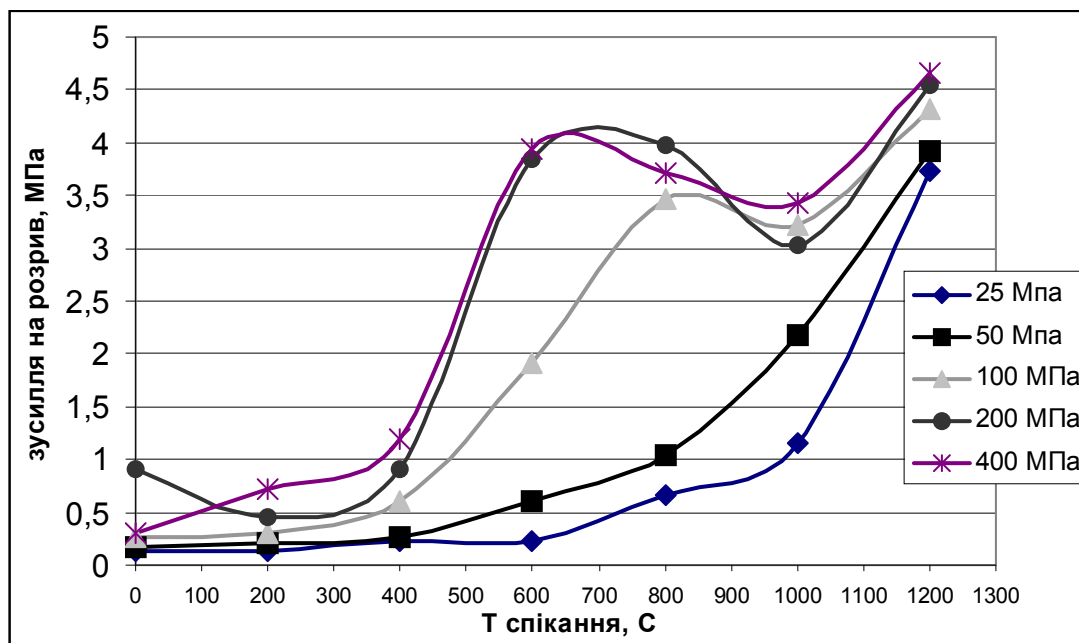


Рис. 5. Залежність зусилля на розрив від температури спікання зразків

Виявлена залежність зусилля на розрив від тиску пресування зразків показала, що зростання міцності лінійно залежить від тиску пресування зразків. Мінімальну міцність мають зразки, спресовані при $P = 25$ МПа, а максимальну – при $P = 400$ МПа.

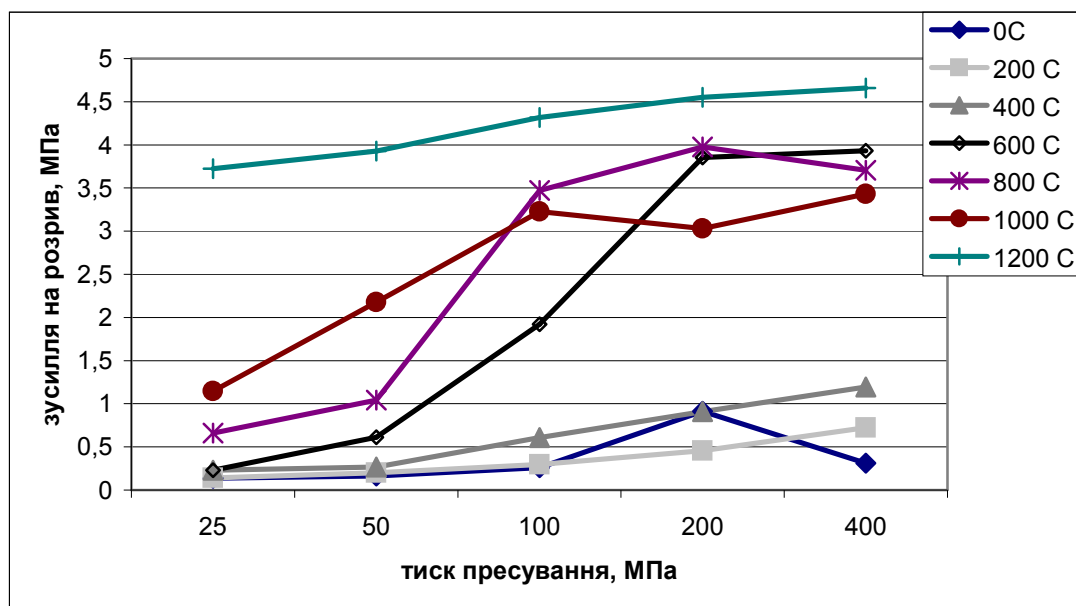


Рис. 6. Залежність зусилля на розрив від тиску пресування зразків

Висновки.

1. Розроблено та виготовлено універсальну установку для дослідження характеристик міцності мікрозразків з ГАП.
2. Проведено дослідження зразків перколяційної кераміки на розрив в широкому спектрі зусиль пресування та температури спікання: P прес = 25, 50, 100, 200 і 400 МПа; T спік = 200, 400, 600, 800, 1000 і 1200 °C.
3. Встановлено, що міцність зразків на розтяг суттєво залежить від технологічних параметрів виготовлення: температури спікання та тиску пресування. Мінімальну міцність мали зразки з $T = 0$ °C та $P = 25$ МПа, а максимальну – зразки з $T = 1200$ °C та $P = 400$ МПа.

4. Проведено оцінку характеристик міцності на розрив зразків перколяційної кераміки в широкому діапазоні зміни технологічних параметрів їх виготовлення.

Робота виконана за фінансової підтримки проекту ЄС NMP3-СТ-2003-504937 “Багатофункціональна перкольована наноструктурна кераміка, виготовлена із гідроксилапатиту”.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Грабар І.Г., Грабар О.І.* Теоретико-ймовірнісне моделювання механічних властивостей деформованих перколяційних середовищ // Вісник ЖІТІ. – 2000. – № 15. – С. 3–7.
2. *Грабар І.Г., Грабар О.І., Кубрак Ю.О.* Моделювання властивостей і технології виготовлення перколяційно-фрактальної кераміки з гідроксилапатиту // Процеси механічної обробки в машинобудуванні: Збірник наукових праць. Вип. 2. – Житомир: ЖДТУ, 2005. – С. 25–28.
3. *Грабар І.Г., Грабар О.І., Кубрак Ю.О.* Перколяційна кераміка з гідроксилапатиту: моделювання властивостей та експериментальні дослідження // Тези XXX науково-практичної конференції, присвяченої 45-ій річниці ЖДТУ – 10-17 березня 2005. – Житомир: ЖДТУ. – С. 43–44.
4. *Грабар І.Г., Грабар О.І., Кубрак Ю.О.* Розробка наукових основ та моделювання процесів пресування і спікання перколяційної кераміки з гідроксилапатиту // Вісник ЖДТУ. – № 1(36). – Житомир: ЖДТУ, 2006. – С. 3–12.
5. *Грабар О.І.* Моделювання і експериментальні дослідження деградації механічних властивостей та дефекту мас перкераміки з гідроксилапатиту в агресивних середовищах // Тези XXXI науково-практичної міжвузівської конференції – 14-16 березня 2006. – Житомир: ЖДТУ. – С. 11–12.
6. *Грабар І.Г., Грабар О.І., Кубрак Ю.О., Патмалнієкс А.* Моделювання процесів пресування і спікання перколяційних композитів з гідроксилапатиту // Матеріали до 45-го міжнародного семінару по моделюванню та оптимізації композитів, Одеса, 28–29 квітня 2006. – С. 93–94.

ГРАБАР Ольга Іванівна – аспірант Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- біотехнології;
- синергетика;
- нові технології.

Подано 30.09.2007