

Лабораторна робота №4-5 ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНОЇ НАПРУГИ ЗСУВУ ХАРЧОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Мета роботи: визначення дотичних напруг за допомогою конусів із різним кутом та перевірка залежності граничної напруги зсуву від кута конуса.

1. Загальний положення

Гранична напруга зсуву або межа плинності – мінімальна напруга, при якому відбувається пластична або в'язка течія матеріалу.

Ця фізико-механічна величина характерна не тільки для металів та ін. конструкційних матеріалів, а й для реальних матеріалів, в тому числі і харчових, які за своїми властивостями займають проміжне положення між твердим пружними тілами і в'язкими рідинами.

На рис. 1 показана залежність **дотичної напруги τ** від **деформацій зсуву γ** , характерна для випробування на зрушення пластичного матеріалу.

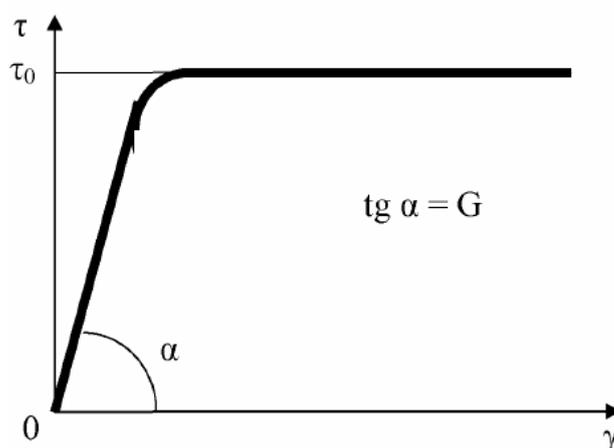


Рисунок 1 – Діаграма навантаження при зсуві

Як видно з рис. 1, при $\tau < \tau_0$, тобто в матеріалі розвиваються тільки **пружні деформації**.

При $\tau > \tau_0$ спостерігається **пластична течія матеріалу**, тобто зміна деформації в часі при постійній нарузі.

Для пластичних матеріалів, наприклад, для сталі, що має мало Карбону, процес пластичної течі не безмежний, тому що настає зміцнення.

При деформації харчових матеріалів зміцнення відсутнє; може спостерігатися поступове зменшення напруги при значній деформації.

Максимальна напруга зсуву є фізико-механічною константою і входить в реологічного рівняння течії бінгамівських матеріалів (наприклад, цукеркові маси – праліне).

Значення τ_0 визначає здатність матеріалу зберігати свою форму під дією сил тяжіння (наприклад, при формуванні цукеркових мас під пресом; корпуси

цукерок з мас, що володіють малою граничною напругою зсуву, під дією сил тяжіння деформуються, що призводять до великих зворотних відходів).

Простим методом визначення величини **граничної напруги зсуву τ_0** є **метод занурення в матеріал конуса**.

Із зануренням конуса в масу зростає поверхня, по якій діють напруги зсуву τ , які при цьому поступово зменшуються; при певній глибині занурення настає зупинка; у цей момент $\tau = \tau_0$.

Сили, що діють на конус при зануренні у об'єкт, що досліджують представлені на рис. 2.

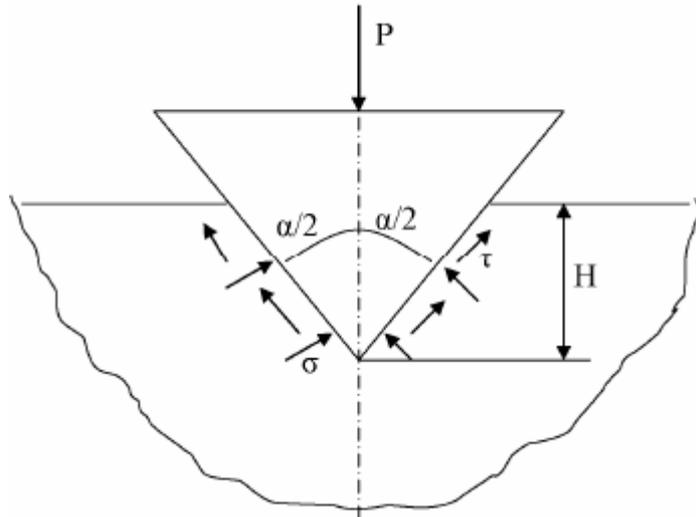


Рисунок 2 – Схема навантаження конуса при зануренні у об'єкт, що досліджують

Сила P , прикладена уздовж осі конуса врівноважується напругою, що виникає на його **поверхні S** , що стикається з матеріалом.

Повна напруга P визначається сумою нормального σ і дотичного τ напружень.

Враховуючи, що

$$S = \pi \cdot R \cdot L \quad (1)$$

Де: R – радіус підстави довантажування частини конуса;
 L – що утворює цю частину

Повна напруга P (Па) дорівнює:

$$P = \frac{\tau}{\cos \frac{\alpha}{2}} \quad (2)$$

Умова рівноваги матиме вигляд:

$$P = \left(\frac{\tau_0}{\cos^2 \frac{\alpha}{2}} \right) \cdot S \quad (3)$$

Якщо, позначити R і L через **глибину занурення Н**, і підставляючи в (3) отримаємо:

$$P = \left(\frac{\tau_0}{\cos^2 \frac{\alpha}{2}} \right) \cdot \pi \cdot H \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot \frac{H}{\cos^2 \frac{\alpha}{2}} \quad (4)$$

Вирішуючи рівняння (4) щодо τ_0 отримаємо розрахункову формулу (5 та 6).

$$\tau_0 = K \cdot \frac{P}{H^2} \quad (5)$$

$$K = \frac{1}{\pi} \cdot \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} \cdot \cos^2 \frac{\alpha}{2} \quad (6)$$

Відомо, що при використанні конусів з різними кутами для визначення граничної напруги зсуву багатьох реальних харчових матеріалів в результаті дослідів отримують різні значення τ_0 .

Отже, величина τ_0 не інваріантна стосовно форми конуса.

Абсолютна фізична константа матеріалу, є відносною величиною, характерною тільки для певного конуса.

2. Порядок виконання роботи

2.1 Підготовка зразків

Пряникове тісто поміщають в спеціальні металеві ємності, злегка ущільнюють і вирівнюють поверхню так, щоб краї ємності знаходилися на одному рівні з поверхнею тіста.

Ємності закривають кришками, поміщають в термостат і витримують при температурі дослідів до його початку, але не менше 30 хв. для проведення дослідів.

Необхідно приготувати 5-8 зразків в залежності від кількості вимірювань.

3. Підготовка приладу до роботи та схема лабораторної установки (конічного пластометра КП-3)

Досліди проводяться на конічному пластометрі КП-3; схема якого наведена на рис. 3.

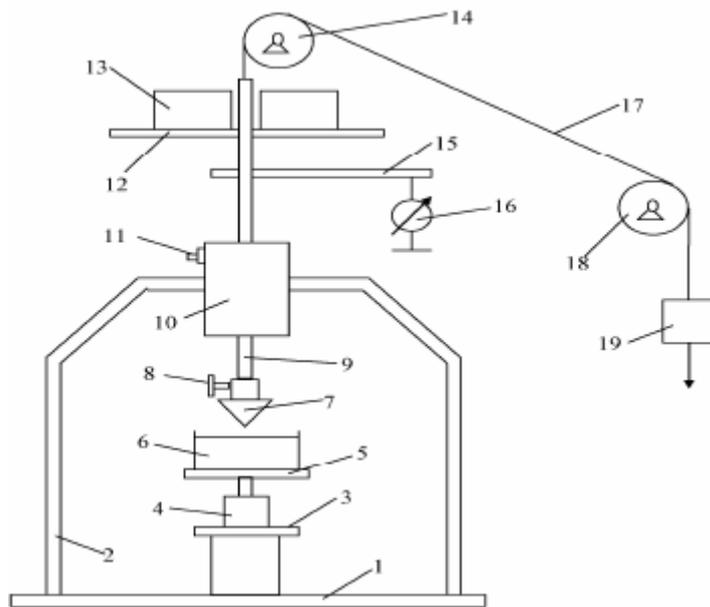


Рисунок 3 – Схема конічного пластометра КП-3:

- 1 – плита пластометру; 2 – П-подібна опора; 3 – гайка; 4 – гвинт; 5 – столик;
 6 – ємність із масою, що досліджують; 7 – конус; 8 – стопорний гвинт;
 9 – штанга; 10 – підшипники; 11 – стопорний гвинт; 12 – диск;
 13 – установка робочого навантаження; 14 – блок; 15 – штанга; 16 – індикатор
 годинникового типу; 17 – нитка; 18 – блок; 19 – навантаження

Конічний пластометр КП-3 (рис. 3) встановлюють за рівнем на столі так, щоб виключити можливі поштовхи і коливання приладу під час роботи.

Перевіряють наявність всіх складових і додаткових частин та інструментів.

Встановлюють необхідний конус (7), для чого вставляють його хвостовик в отвір штанги (9) і фіксують стопорним гвинтом (11).

На рухливий столик (5) встановлюють зразок, що досліджують, певної маси, обертаючи гвинт (4) підйомного механізму, призводять до зіткнення поверхні маси і вістря конуса (7).

Основним вузлом приладу є конус (7), укріплений за допомогою стопорного гвинта (8) на нижньому кінці штанги (9), яка може переміщатися у вертикальному напрямку в обоймі з підшипниками (10).

Штанга має диск (12) для установки робочого навантаження (13).

Обойма, в якій рухається штанга з конусом, закріплена в П-подібній опорі (2), що стоїть на плиті (1) пластометру.

На плиті під конусом розташований столик (5), на якому встановлюється ємність (6) із масою, що досліджують.

Столик (5), має підйомний гвинтовий механізм, що складається з гвинта (4) і гайки (3).

Для визначення глибини занурення конуса, що з'єднаний із опорою (2), що впирається в пластину, здатний рухатися зі штангою (15) та індикатором

годинникового типу (16) з ціною поділки 0,01 мм.

Штанга (9) з конусом врівноважується навантаженням (19), для чого до верхнього кінця штанги приєднують нитку (17), що перекинута через блоки (14 і 18).

3.1 Проведення вимірювань

У табл. 1 записують порядковий номер досліду, кут конуса, що врівноважує навантаження, робоче навантаження і початкові показники індикатора та глибину занурення.

Таблиця 1 – Результати спостережень

№ з/п досліду	Кут конуса, град	Врівно- важуюче наванта- ження	Робоче наванта- ження	Показники індикатора		Глибина занурення конуса
				початкові	кінцеві	
1	2	3	4	5	6	7

Фіксують час досліду і одночасно натискають стопорну кнопку і не відпускають її до тих пір, поки показання індикатора не перевищать 12 мм.

В іншому випадку пружина кнопки буде впливати на штангу, ускладнюючи її рух.

Під час занурення конуса (7) спостерігають за індикатором.

Через 2 хв після початку досліду фіксують показання індикатора (16), записують його в табл. 1 спостережень і піднімають штангу (15) вгору до клацання.

Обертаючи гвинт підйомного механізму, опускають столик (15) і переміщують зразок так, щоб відстань від сліду конуса до нового його положення склало не менше 10 мм.

Потім знову обертають гвинт підйомного механізму і призводять до зіткнення вістря конуса з масою, таким чином, прилад готовий для чергового вимірювання.

Після виконання вимірювань з першим конусом, його знімають, звільняючи гвинт, і встановлюють другий конус.

Після цього повторюють всі дії, описані вище.

За табл. 2 визначають величину, що врівноважує робоче навантаження, встановлюють її на вантажній площадці і перевіряють початкові показники індикатора, які повинні знаходитися в межах 7,1-7,3 мм.

Таблиця 2 – Маса окремих частин пластометра

Кут конуса, град	Маса штанги, г	Маса конусів, г	Маса врівноважуючих вантажів, г	Маса підвісу, г	Робоче навантаження, г
1	2	3	4	5	6
30	288	47	279	–	–
45	–	37	–	–	–
60	–	31	–	–	–
90	–	59	–	–	–

Зробити **висновок до лабораторної роботи** та вказати особливості роботи на конічному пластометрі.

Зверніть увагу, що у тексті необхідно структурувати інформацію щодо особливості роботи на конічному пластометрі.