

Лабораторна робота №4-5

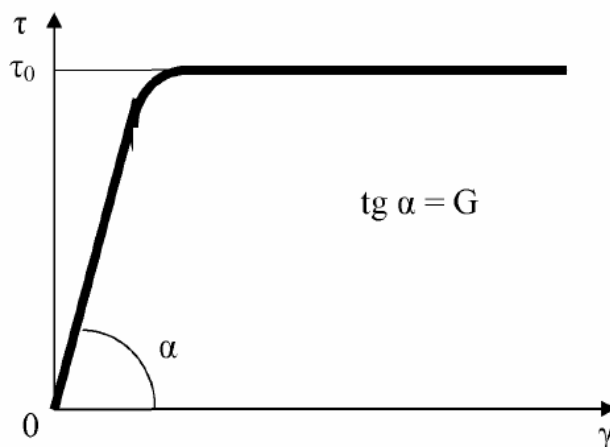
ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНОЇ НАПРУГИ ЗСУВУ ХАРЧОВИХ МАТЕРІАЛІВ

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

1. Загальний положення

Граничною напругою зсуву або межею плинності називається мінімальна напруга, при якому відбувається пластична або в'язка течія матеріалу. Ця фізико-механічна величина характерна не тільки для металів і інших конструкційних матеріалів, а й для численного класу реальних матеріалів, в тому числі і харчових, які за своїми властивостями займають проміжне положення між твердими пружними тілами і в'язкими рідинами. На малюнку 1 показана залежність дотичної напруги τ від деформацій зсуву γ , характерна для випробування на зрушення пластичного матеріалу. Як видно з малюнка 1, при $\tau < \tau_0$ 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 маловуглецевої сталі, процес пластичної течі не безмежний, тому що настає зміцнення. При деформації харчових матеріалів зміцнення відсутнє. Більш того, може спостерігатися поступове зменшення напруги при значній деформації.



Малюнок 1 - діаграма навантаження при зсуві

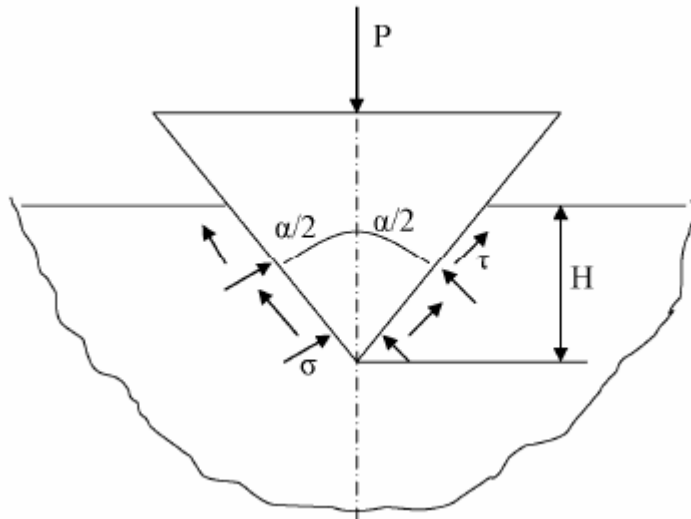
Максимальна напруга зсуву є фізико-механічною константою і входить в реологічне рівняння течії великої групи так званих бінгамівських матеріалів, до яких, зокрема, відносяться пралінові цукеркові маси.

Крім того, максимальна напруга зсуву має також і самостійний інтерес. Так, τ_0 визначає здатність матеріалу зберігати свою форму під дією сил тяжіння. Це має значення, наприклад, при формуванні цукеркових мас випресовуванням Корпуси цукерок з мас, що володіють малою граничною

напругою зсуву, під дією сил тяжіння деформуються, що призводять до великих зворотних відходів.

Найбільш простим методом визначення величини граничної напруги зсуву τ_0 є метод занурення в матеріал конуса. З зануренням конуса в масу зростає поверхня, по якій діють напруги зсуву T , які при цьому поступово зменшуються. Нарешті, при певній глибині занурення настає зупинка. У цей момент $\tau = \tau_0$.

Розглянемо сили, що діють на конус при зануренні в випробуване середовище (малюнок 2).



Малюнок 2 - Схема навантаження конуса при зануренні в досліджуваний матеріал

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:

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

Виразивши R і L через глибину занурення H, і підставляючи в (3) отримаємо:

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

Вирішуючи рівняння (4) щодо τ_0 отримаємо розрахункову формулу (5)

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

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

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.

У таких випадках, очевидно, обумовлена характеристика є не абсолютною фізичною константою матеріалу, а відносною величиною, характерною тільки для певного конуса. Використання таких величин можливо при порівнянні фізико-механічних властивостей матеріалів або при визначенні інших властивостей матеріалів, якщо відомий зв'язок відносної величини, наприклад, з якісними параметрами матеріалу.

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 досліду до його початку, але не менше 30 хв. для проведення досвіду необхідно приготувати 5 - 8 зразків в залежності від кількості вимірювань.

2.2 Підготовка приладу до роботи

Конічний пластометр встановлюють за рівнем на столі так, щоб виключити можливі поштовхи і коливання приладу під час роботи і перевіряють наявність всіх складових і додаткових частин і інструментів. Встановлюють необхідний конус, для чого вставляють його хвостовик в отвір штанги і фіксують стопорним гвинтом. По таблиці 2 визначають величину, що врівноважує навантаження, встановлюють її на вантажній площадці і перевіряють початкові показники індикатора, які повинні знаходитися в межах 7,1 - 7,3 мм. На рухливий столик встановлюють дослідний зразок маси і, обертаючи гвинт підйомного механізму, призводять до зіткнення поверхні маси і вістря конуса.

2.3 Проведення вимірювань

У таблицю 1 записують порядковий номер досліду, кут конуса, що врівноважує навантаження, робоче навантаження і початкові показники індикатора. Засікають 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 спостерігають за індикатором. Через 2 хв після початку досліду фіксують показання індикатора, записують його в таблицю спостережень і піднімають штангу вгору до клацання. Обертаючи гвинт підйомного механізму, опускають столик і переміщують зразок так, щоб відстань від сліду конуса до нового його положення складало 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.

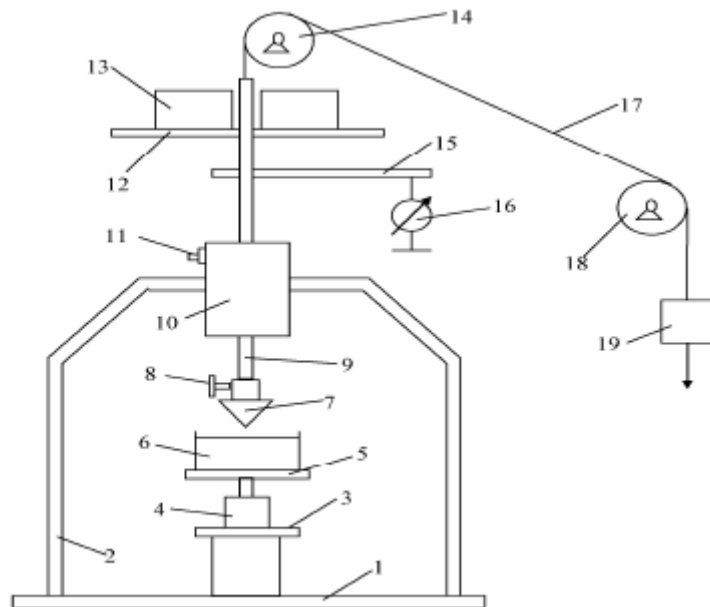
Таблиця 1 - Результати спостережень

| Кут конуса,град | Врівноважуюче навантаження | Робоче навантаження | Показники індикатора | | Глибина занурення конуса |
|-----------------|----------------------------|---------------------|----------------------|---------|--------------------------|
| | | | початкові | кінцеві | |
| | | | | | |

3. Схема лабораторної установки

Досліди проводяться на конічному пластометрі КП-3, схема якого наведена на малюнку 3.

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 станині (2), що стоїть на плиті (1) - підставі приладу. На плиті під конусом розташований столик (5), на якому встановлюється ємність (6) з досліджуваною масою. Столик забезпечений підйомним гвинтовим механізмом, що складається з гвинта (4) і гайки (3).



Малюнок 3 - Схема конічного пластометра КП-3

Для визначення глибини занурення конуса є жорстко пов'язаний зі станиною, що впирається в пластину і рухається зі штангою (15) індикатор годинного типу (16) з ціною поділки 0,01 мм. Пристрій, що навантажує, складається з конуса, штанги і вантажів, має стопор (11), що дозволяє утримувати конус перед зануренням в масу. Штанга з конусом врівноважується навантаженням (19), для чого до верхнього кінця штанги приєднують нитку (17), перекинуту через блоки (14) і (18). Маса окремих частин пластометра приведена в таблиці 2

Таблиця 2 - Маса окремих частин пластометра

| Кут конуса, град | Маса штанги, г | Маса конусів, г | Маса врівноважуючи грузів, г | Маса підвісу, г | Робоче навантаження, г |
|------------------|----------------|-----------------|------------------------------|-----------------|------------------------|
| 30 | 288 | 47 | 279 | - | - |
| 45 | - | 37 | - | - | - |
| 60 | - | 31 | - | - | - |
| 90 | - | 59 | - | - | - |