ОБГРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНИХ УМОВ ПОДРІБНЕННЯ КОРЕНЕБУЛЬБОПЛОДІВ

Левадній Д.О. 11 МБГМ
Керівник Олексієнко В.О., к.т.н., доц.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Анотація – в роботі розглянуто реологічні залежності в'язко-пружних сільськогосподарських матеріалів, які застосовуються при розрахунку параметрів машин ударного руйнування.

Для проектування і модернізації конструкцій машин для подрібнення коренебульбоплодів, які використовуються при виробництві цукру і кормів для тварин, необхідно визначити найбільш сприятливі умови для якісного подрібнення з чітко визначеними технологічними параметрами. На основі попередніх досліджень встановлено, що експериментальні криві залежності напруги від відносної деформації для коренебульбоплодів не містять горизонтальних «майданчиків», характеризуючи пластичні деформації, тому вивчались моделі, які складені тільки з пружних і в'язких елементів. До таких моделей відносять моделі Кельвіна-Фойгта і Максвела.

Коренебульбоплоди можна розглядати як неоднорідні тіла з окремих твердих часток, які створюють скелет з порами різного розміру, заповнені рідиною. При складанні моделі такого матеріалу припускають, що тверда частина його має чисто пружні властивості і відповідає закону Гука, а рідина, яка заповнює пори – закону в'язкої рідини. В залежності від співвідношення цих частин і характеру взаємодії між ними можна скласти моделі, які описують поведінку матеріалу в напружено-деформованому стані.

Моделі даного середовища отримуються при паралельному з'єднанні ідеально в'язкого елемента з ідеально пружнім. Деформації в обох елементах рівні, а напруга системи рівна сумі напруг в паралельних елементах.

Модель в'язко-пружного середовища (середовище Максвела) утворюється, якщо ідеально пружний і ідеально в'язкий елементи з'єднати послідовно. Напруги в обох елементах однакові, а деформація системи складається з деформації окремих елементів.

Якщо з'єднати паралельно пружній елемент зі схемою Максвела, одержимо модель узагальненого пружно-в'язкого середовища, залежність напруг від деформації якого описується наступним рівнянням:

$$\sigma = E\varepsilon + \eta\frac{d\varepsilon}{dt} - \tau\frac{d\sigma}{dt}, \qquad (1)$$

де $H = E_1 + E_2$ – миттєвий модуль пружності:

$E = E_1$ – тривалий модуль пружності;

$\tau = \frac{\mu}{E_2}$ – час релаксації.

Якщо модель Кевіна-Фойгта і пружній елемент з'єднаємо послідовно, отримаємо рівняння, аналогічне рівнянню 1, але з декілька іншими значеннями констант:

$$H = E_2, \quad E = \frac{E_1 E_2}{E_1 + E_2}, \quad \tau = \frac{\mu}{E_1 + E_2}. \tag{2}$$

Збільшуючи число основних елементів в схемі і утворюють різні їхні сполучення, можна отримати більш складні моделі і відповідно реологічні рівняння.

При описанні процесів ударного впливу застосовується рівняння рівноваги нескінченно малого об'єму середовища. Інтегруванням цього рівняння визначаються напруги і деформація в будь-якій точці тіла. При цьому має значення початкові і граничні умови, витікаючи з умови задачі. Точне розв'язання цих рівнянь в більшості випадків важке. Однак в інженерній теорії удару допускаються деякі спрощення: 1)усі поперечні перетини, проведенні в тілі до удару, залишаються плоскими і під час удару; 2) по всій площині поперечного перетину розвиваються нормальні напруги однієї й теж самої величини; 3) тіло деформується тільки в напрямку удару.

Після спрощення число незалежних змінних зменшується з чотирьох до двох, а число рівнянь руху скорочується з трьох до одного.

Диференціальне рівняння Сен-Венана описує процес удару пружного тіла змінного перетину з плоскою основою об нерухому площину:

$$\frac{d^2u}{dt^2} = a^2\left(\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{F'(x)}{F(x)} \cdot \frac{du}{dx}\right) \tag{3}$$

де u – компонент зміщення за напрямком удару;

t – час;

$a = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ – швидкість розповсюдження пружних хвиль;

ρ – густина матеріалу;

$F(x)$ – площина поперечного перетину тіла, розташованого на відстані х від нерухомої площини;

$F'(x)$ – похідна від площі поперечного перетину тіла.

Отже, визначені залежності описують процес руйнування в'язко-пластичних матеріалів і можуть бути використані при розрахунку параметрів машин ударного руйнування, зокрема коренеплодів.