

Міністерство
освіти і науки
України



Міністерство освіти і науки України

Національний університет біоресурсів і
природокористування України
Механіко-технологічний факультет



Представництво Польської академії наук в Києві
Відділення в Любліні Польської академії наук
Академія інженерних наук України
Українська асоціація аграрних інженерів



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
II МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ**

"Агроінженерія:

сучасні проблеми та перспективи розвитку"

(7–8 листопада 2019 року)

присвячена

90-й річниці з дня заснування

механіко-технологічного факультету НУБіП України



Київ – 2019

УДК 631.363.7

ОБҐРУНТУВАННЯ ЧАСУ НА ЗМЕНШЕННЯ ОБ'ЄМУ КОРМОВИХ КОМПОНЕНТІВ ПРИ ЗАВАНТАЖЕННІ В БУНКЕР

Хмельовський В. С., Пилипенко А. П.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В процесі приготування кормової суміші із матеріалів рослинного походження (сіно, солома) відбувається їх ущільнення і як наслідок накопичення енергії пружно-в'язкопластичних деформацій, тому, після зняття зусилля тиску відбувається його пружне розширення. Одним із основних факторів, які впливають на розширення ущільненого матеріалу, є час протягом якого матеріал знаходиться під дією зусилля. За результатами досліджень можна сказати, що чим більший проміжок часу при якому має вплив зусилля тим менше матеріал розширюється після його зняття. Отже із збільшенням часу дії навантаження на кормові компоненти об'ємна маса кормової суміші буде збільшуватися. Це

пояснюється тим, що при частій дії на матеріал зусилля, накопичена енергія пружних деформацій розсіюється. З цього випливає висновок, що чим довше кормові компоненти будуть знаходитись під дією зусилля, тим більша частина енергії розсіється і тим менше вони розширяться після зняття зусилля. Цим пояснюється коефіцієнт пружного розширення K фізична суть, якого є відношення об'єму матеріалу V_M після його повного розширення до його об'єму V_N під навантаженням $K = V_M/V_N$.

На практиці описаний процес проявляється у двох основних видах: одним із них є зміна напруження продовж певного проміжку часу при збереженні постійної деформації і має назву релаксація напружень, а у другому відбувається зміна деформації протягом часу при збереженні постійного напруження тобто повзучість. Явища релаксації і повзучості в різних межах властиві всім матеріалам і добре вивчені, як для металів так і для багатьох пластмас, гуми та кормових компонентів. Вивченням цих явищ займались такі вчені, як В. Вебер, Г. Відеман, Л. Больцман, А. П. Бронський, В. І. Особов, Г. К. Васильєв, А. В. Голяновський, Г. Я. Фарбман, Л. И. Седов, Ф. Ф. Гігіняк, А. О. Лебедев, О. К. Шкодзінський, М. Г. Чаусов та інші. Для теоретичного розгляду впливу часу протягом якого діє навантаження на ущільнення кормових компонентів використовуємо післядію. З усіх запропонованих теорій, як відмічав в своїй роботі А. П. Бронський теорія післядії Людвіга Больцмана є найбільш загальною.

Стосовно кормової сировини теорію післядії можна охарактеризувати такими положеннями:

- кормовий матеріал, який був один раз деформований, повторно деформується з іншою закономірністю ніж перший раз (обробка кормів при підготовці кормової суміші);

- зменшення напружень при повторній деформації тим більші, чим більшою була перша деформація (пресування грубих кормів при заготівлі та довготривалі зберігання) і чим довший час вона діяла та тим менші, чим більше пройшло часу з моменту першої деформації;

За нашими дослідженнями та результатами інших дослідників слід відмітити, що в процесі змішування (приготування кормової сировини) при наявності в кормових компонентах в минулому багаторазових різних деформацій змінюються їх фізико-механічні властивості. На підставі цього можна стверджувати, що кормову суміш у змішувачах порційної дії слід завжди розглядати, як двокомпонентну тобто таку, яка утворилась внаслідок змішування попередніх компонентів із добавленим кормовим компонентом.

Для обґрунтування часу на зменшення об'єму кормових компонентів при завантаженні в бункер розглянемо процес приготування кормових компонентів до згодовування з використанням моделювання механічних властивостей кормової суміші.

Моделювання полягає в тому, що шляхом відповідної фізично обґрунтованої комбінації пружних, в'язких та інших елементів можна достатньо точно описати механічні властивості будь-якого матеріалу. При складанні моделі необхідно ідеалізувати властивості реального матеріалу і звертати увагу на ті

механічні властивості, які мають суттєвий вплив для поставленого завдання. При розгляді тривалості дії зусилля на кормові компоненти, які входять до складу кормової суміші бачимо, що такими властивостями є пружність, в'язкість, пластичність.

Відомі три реологічні моделі ідеалізованих властивостей реальних матеріалів: модель ідеально пружного тіла (тіло Гука), яке має вигляд пружини; модель ідеально пластичного тіла (тіло Сан-Венана), позначається в вигляді пари ковзання, і модель ідеально в'язкого тіла (тіла Ньютона) у вигляді циліндра з в'язкою рідиною, в якому переміщається поршень з калібрувальним отвором у його дні.

З'єднуючи елементи паралельно або послідовно можна імітувати різні властивості будь-яких кормових сумішок та отримувати їх моделі і прослідкувати за протіканням в них деформаційних процесів.

В результаті дослідження процесу приготування кормової суміші у подрібнювачах-змішувачах-роздавачах для великої рогатої худоби із різних кормових компонентів можна, визначити науково-обґрунтований порядок завантаження кормів, а відповідно, відмітити етапи, які відбуваються у бункері машини. На першому етапі відбувається стискування кормової сировини, а сама деформація відбувається при порівняно малих зусиллях завантаження кормових компонентів (у випадку зняття зусилля деформація незначна та цілком не щезає). Кормові компоненти завантажують в бункер де вони взаємодіють із робочим органом (шнеком) відбувається рух кормових компонентів по стінці бункера до його днища.

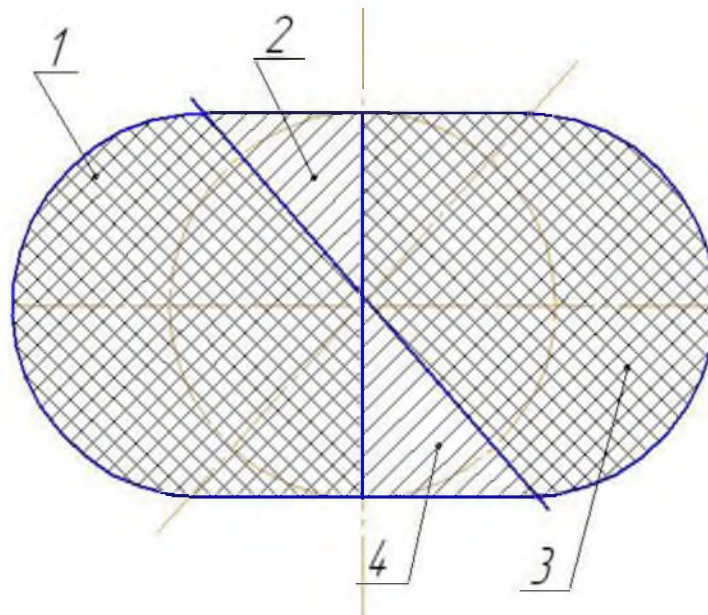


Рис. 1. Робочі зони бункера мобільного комбінованого кормоприготувального агрегату: 2, 4 – зони подрібнення; 1, 3 – зони змішування.

Другий етап характерний інтенсивним розвитком пружно-пластичних деформацій і швидким збільшенням ущільнення компонентів шнеком. За короткий період часу у цьому етапі відбувається перерозподіл вологи між

кормовими компонентами та при досягненні межі текучості продовжується стискання (кормові компоненти потрапляють у зону змішування рис. 1 та поступово переходять у зону подрібнення).

Третій етап забезпечує максимальну деформацію кормових компонентів при різному зусиллі, та формується моноліт в якому переважають пластичні деформації (зона подрібнення, процес подрібнення або доподрібнення).

Четвертий етап характеризується поступовим зняттям зусилля та транспортування кормових компонентів по поверхні шнека у верхню частину бункера. Після зняття зусилля, деформація зменшується з деяким запізненням у часі, це зв'язано із наявністю залишкової пружної післядії.

Для описання процесу приготування кормової суміші для великої рогатої худоби розглянемо модель (рис. 2).

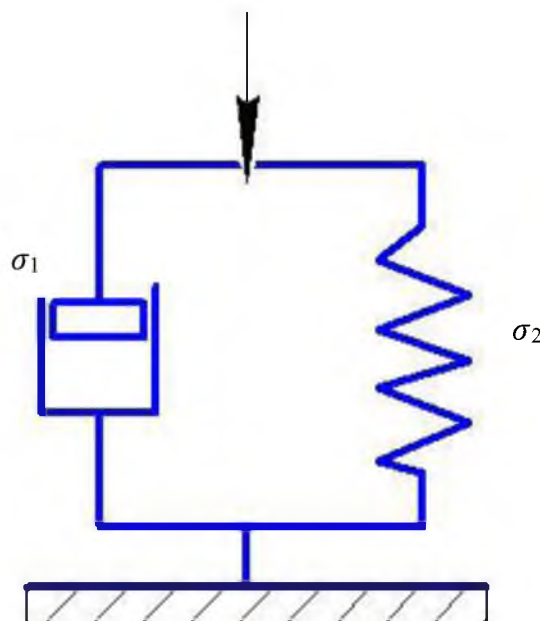


Рис. 2. Реологічна модель кормових компонентів.

Процес деформування протікає відповідно залежності

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2$$

Враховуючи, що $\sigma_1 = \varepsilon \cdot E$, а $\sigma_2 = \eta \frac{d\varepsilon}{dt}$, отримаємо вираз

$$= \varepsilon \cdot E + \eta \frac{d\varepsilon}{dt},$$

Звідси

$$\eta \frac{d\varepsilon}{dt} = \sigma - \varepsilon \cdot E$$

тоді

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{1}{\eta} (\sigma - \varepsilon \cdot E)$$

Виразивши

$$d\varepsilon = \int \frac{1}{\eta} (\sigma - \varepsilon \cdot E) dt$$

Шлях пройдений порцією матеріалу під дією навантаження в процесі приготування кормової суміші становить довжині шнека.

$$\int \frac{d\varepsilon}{S_{\text{дш}}} = \int \frac{1}{\eta} (\sigma - \varepsilon \cdot E) dt$$

де $S_{\text{дш}}$ – шлях пройдений матеріалом порцією матеріалу під дією навантаження, м.

$$\ln|S| = \frac{1}{\eta} (\sigma - \varepsilon \cdot E)t + \ln|C|$$

де C – стала інтегрування, яка за початкових умов дорівнює 1.

$$\ln|S| = \frac{1}{\eta} (\sigma - \varepsilon \cdot E)t$$

Час зменшення об'єму кормових компонентів при завантаженні в бункер визначаємо:

$$t = \frac{\eta \ln|S|}{\sigma - \varepsilon \cdot E} = \frac{\ln|S|^\eta}{\sigma - \varepsilon \cdot E}$$

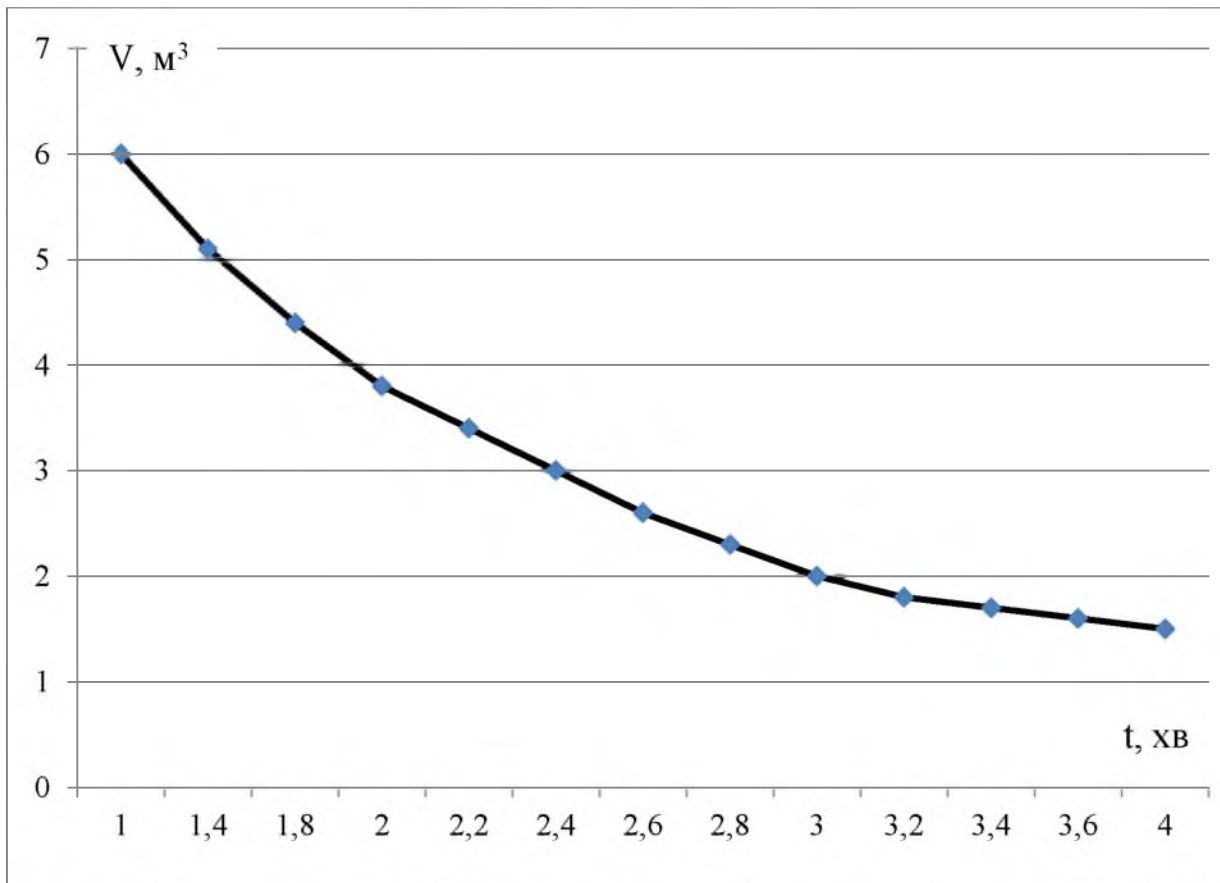


Рис. 3. Зменшення об'єму грубих кормів в бункері, залежно від часу обробки.

Час на зменшення об'єму кормових компонентів завантажених в бункер в значній мірі буде залежати від шляху, який пройде порція кормового матеріалу та від кількості отриманої деформації, яка повторюється.