

3. Евдокимов А.Ю., Фалькович М.И. Старение и регенерация синтетических масел // Там же – 1980, № 3. – С. 30 - 38.
4. Евдокимов А.Ю., Эльтеков Ю.А. Оценка активности сорбентов для регенерации масел // Там же – 1990, № 10. – С.6 - 8.
5. Ковтун Г.А. Антиокислительные свойства металлосодержащих присадок // Долговечность трущихся деталей машин: Сб. науч. ст., вып.5 – М.: Машиностроение, 1990. – С.122 – 135.
6. Ковтун Р.А., Плужников В.А. Химия ингибиторов окисления органических соединений. – К.: Наукова д/мка, 1995. – 296 с.
7. Ковтун Г.А., Плужников В.А. Химия и технология металлокомплексных стабилизаторов окисления. – К.: ИБОНХ АН Украины, 1994. – 240 с.
8. Регенерация отработанных масел и их повторное использование: Обзор, инф. // Сост. К.В.Рыбаков, В.П.Коваленко. – М.: Агро НИИ ЭИИТО, 1989. – 44 с.

УДК 621.775.8

М. Шепельський, В. Свяцький, В. Пукалов, В. Пукалов

Умова пластичної течії металу волокон при зсувних деформаціях

Волокнові пористі та насичені композиційні матеріали в теперішній час є одними із перспективних матеріалів в сучасному машинобудуванні, зокрема в створенні нових сільськогосподарських машин. Так, використання бункерів з волокнових матеріалів дозволяє значно зменшити вагу сільськогосподарських машин, а експлуатація робочих органів (наприклад, лемехів) із насичених композиційних матеріалів дозволяє збільшити термін їх служби в ґрунтооброблюючих сільськогосподарських машинах. Фільтри, які виготовлені з волокнових матеріалів, із-за своїх високих технічних та експлуатаційних характеристик можуть бути використані при розробці фільтрувальних елементів для очищення паливно-мастильних матеріалів в агрегатах та вузлах комбайнів, тракторів тощо. Але стримуючим фактором розширення областей і обсягів їх використання є висока собівартість вихідного матеріалу – металевих волокон, які отримують в основному з тонкого холоднотянутого дроту. В роботі [1] запропоновано отримувати волокна методом пресування гранул способом, який не має аналогів у світовій практиці. Ця стаття є продовженням аналітичного дослідження реології системи "метал волокна – вторинна структура", наведеного в [2].

Розглянемо другу стадію деформації – пластичну течію металу волокна, який заточений в оболонку вторинної структури (див. [2]). Приймаємо наступні граничні умови:

- деформація ідеально пластична;
- поперечні напруження (як показано вище) в пружній зоні надто малі та ними можна знехтувати;
- волокно та його оболонка працюють як система, коли головне напруження деформації (в нашому випадку – напруження пресування) задовольняє критерію пластичності.

Для даної стадії деформації перетворимо рівняння, що характеризує зміщення металу волокна (див. [2], рівняння (9)), у вигляді:

$$\theta = C_5 \rho + \frac{C_6}{\rho}. \quad (1)$$

Для визначення постійних інтегрування C_5 та C_6 приймаємо наступні граничні умови:

$$\sigma_\rho = 0 \text{ при } \rho = R; \quad \theta = \theta' \text{ при } \rho = r.$$

Для головної деформації зсуву умови ідеальної пластичності або постійності об'єму відповідає обмеженій поперечній деформації. Якщо знехтувати змінами поперечних розмірів, які відбуваються в процесі пружної деформації системи, то для волокна одиничної довжини ($l = 1$) закон збереження об'єму означає, що вихідний об'єм рівний кінцевому об'єму, тобто

$$\pi r^2 = \pi (r + \theta' \rho)^2 (1 + de_x) \quad \text{та} \quad \theta' \rho = rA, \quad (2)$$

$$\text{де } A = \frac{1}{\sqrt{1 - de_x}} - 1.$$

Величина $\theta' \rho$ характеризує радіальне зміщення металу волокна на поверхні поділу системи "волокно – вторинна структура". Елемент de_x означає в цьому випадку приріст осової деформації всієї системи, які задовольняють умові постійності об'єму. З урахуванням граничних умов і підстановки (2) в (1), отримуємо:

$$\left. \begin{aligned} C_5 &= \frac{\xi A - \mu de_x}{1 + \xi} \\ C_6 &= \frac{r^2 (A - \mu de_x)}{1 + \xi} \end{aligned} \right\}, \quad (3)$$

$$\text{де } \xi = (1 - 2\mu) \frac{r^2}{R^2}.$$

Тоді в рівнянні (1) радіальне зміщення в волокні можна визначити як

$$\theta = \frac{\rho(\xi A - \mu de_x) + \frac{r^2}{\rho}(A + \mu de_x)}{1 + \xi} \quad (5)$$

З урахуванням закону Гука та залежності між пружними напруженнями деформаціями знаходимо для головних напружень в оболонці вторинної структури:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\sigma_\rho}{\psi} &= (A + \mu de_x) \left[\xi - (1 - 2\mu) \frac{r^2}{\rho^2} \right] (1 + \xi) \\ \frac{\sigma_r}{\psi} &= (A + \mu de_x) \left[\xi + (1 - 2\mu) \frac{r^2}{\rho^2} \right] (1 + \xi) \\ d\sigma_r &= \frac{E de_x + 2\mu \psi \xi (A + \mu de_x)}{1 + \xi} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Величина de_x представляє собою приріст головного напруження в процесі пластичної течії металу волокна. Підстановка співвідношень, які характеризують поперечні деформації в циліндричних координатах (див. [2], рівняння (5)), в рівняння (4) визначає приріст поперечних деформацій в оболонці вторинної структури:

$$\left. \begin{aligned} d\sigma_\rho &= \frac{(\xi A - \mu de_x) - \frac{r^2}{\rho^2} (\xi + \mu de_x)}{1 + \xi} \\ d\sigma_r &= \frac{(\xi A - \mu de_x) - \frac{r^2}{\rho^2} (\xi + \mu de_x)}{1 + \xi} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Рівняння (5) та (6) визначають повздовжні та поперечні напруження та деформації, що виникають тільки в оболонці вторинного шару із-за приросту головної деформації зсуву (напрямок пресування) всієї системи.

На наступному етапі розглянемо розподіл напружень і деформацій в металі волокна. Для виявлення цього розподілу в умовах головної деформації пресування скористаємося встановленими співвідношеннями на межі поділу системи. За умовою адгезійної сумісності двох металів, які контактують, і внаслідок утворення на їх межі шару вторинної структури тангенційні деформації на межі поділу вторинної структури та металу волокна рівні, а величина визначається рівнянням (6). Також (як було показано вище), що і в волокні по його перерізу тангенційні та радіальні компоненти деформації рівномірно розподілені і рівні.

Пластична течія металу волокон в процесі їх пресування стримується силами зовнішнього (по поверхні інструмента) та силами міжчасткового контактного тертя, а також силами пружного опору вторинної структури. З урахуванням цих чинників вирази

залежності між повздовжніми напруженнями (напрямок пресування) та деформацією волокна. Критерій Губера-Мізіса для деформаційної енергії та пластичної течії можна представити в вигляді [3]:

$$\sigma_T = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[(\sigma'_x - \sigma'_\rho)^2 + (\sigma'_\rho - \sigma'_r)^2 + (\sigma'_r - \sigma'_x)^2 \right]^{1/2} \quad (7)$$

Так як компоненти поперечних напружень в волокні рівні одна одній, а для ідеально пластичного металу міцність на зсув постійна, то

$$\sigma'_x = \sigma_T + \sigma'_\rho = \sigma_T + \sigma'_r \quad (8)$$

Тоді напружений стан волокна представляє собою осьове напруження розтягування, яке еквівалентне напруженню текучості металу волокна в сумі з накладеною компонентою гідростатичного напруження розтягування.

На третій стадії аналітичного дослідження розглянемо пластичну течію оболонки вторинної структури. Для цього скористаємося критерієм максимальних дотичних напружень (теорія Трески-Сен-Венана):

$$\begin{aligned} \sigma_1 - \sigma_3 &= \sigma_T \\ \text{або} \quad (\sigma_{x0} + d\sigma_x) - \sigma_r &= \sigma_T, \end{aligned} \quad (9)$$

де σ_{x0} – напруження в оболонці вторинної структури в напрямку пресування.

З рівнянь (5) та (9) отримуємо:

$$\sigma_T = E(e_{x0} + de_x) + \frac{2\mu \psi \xi (A + \mu de_x)}{1 + \xi} - \frac{\psi (A - \mu de_x) \left[\xi + (1 + 2\mu) \frac{r^2}{\rho_0^2} \right]}{1 + \xi} \quad (10)$$

де ρ_0 – радіус зони течії в оболонці вторинної структури.

Вирішуючи (10) відносно ρ_0 , знаходимо:

$$\rho_0 = \left\{ \frac{r^2 \psi (A + \mu de_x) (1 - 2\mu)}{[E(e_{x0} + de_x) - \sigma_T] (1 + \xi) + \psi \xi (A + \mu de_x) (2\mu - 1)} \right\}^{1/2} \quad (11)$$

Аналіз рівняння (11) показує, що максимальне значення de_x досягає при $\rho_0 = r$, отже, течія в оболонці вторинної структури починається на її межі з волокном.

Підставляючи $\rho_0 = r$ і вирішуючи рівняння (11) відносно de_x , отримуємо:

$$de_x = (1 + de_x)^{-1/2} + (1 + \mu) \left[\frac{\sigma_T}{E} - e_{x0} \right] - 1 \quad (12)$$

Рівняння (12) одержано в неявному вигляді і його рішення можливе методом виключення.

Такий аналіз показує, що оболонка вторинної структури починає пластично деформуватися при деякому віддаленні від межі поділу та із зростанням зсувних напружень вона охоплює весь об'єм оболонки вторинної структури. Оскільки її величина мала в порівнянні з приростом пластичної деформації волокна. Тому в системі вона виконує гальмівну роль подовженню волокна. Крім того, з аналізу (11) та (12) випливає, що радіальні напруження на межі поділу ($\rho = r$) по мірі зростання товщини оболонки збільшуються, в той час як на поверхні оболонки ($\rho = R$) вони тотожно рівні нулю. Навпаки, дотичні стискаючі напруження зменшуються по мірі потовщення оболонки вторинної структури від максимального значення, наближаючись до нуля та нескінченно віддаленій поверхні системи, та досягають мінімального значення рівного за абсолютною величиною граничному напруженню на межі поділу системи. В цілому вплив компонент напружень на зменшення граничного напруження (для визначеного de_x) максимальний в випадку оболонки нескінченно малої товщини та становиться знехтувано малим при збільшенні її товщини.

На основі аналітичного дослідження (див. також [2]) можна зробити наступні висновки:

1. Радіальні та тангенціальні напруження в оболонці вторинної структури досягають максимальних значень на межі поділу системи "волокно – вторинна структура".

2. Величина цих напружень не залежить від межі текучості металу волокна, визначається величиною його деформації.

3. Зі зменшенням товщини оболонки вторинної структури радіальні напруження наближаються до нуля, в той час як тангенціальні стискаючі напруження наближаються до максимуму. В першому випадку зменшуються поперечні напруження в волокні, в другому відбувається послаблення дії напруження на оболонку вторинної структури.

4. Компонента гідростатичного напруження рівномірна по всьому перерізу кожної складової системи для всіх рівнів напружень.

5. Максимальна деформація волокна в процесі пресування можлива або досягненні мінімальної товщини оболонки вторинної структури, що важко досягти при великих зсувних деформаціях адгезійно сумісних металів, або введенням розділової фази на поверхні частинок металів, які контактують.

Література

1. Шепельський М.В., Пукалов В.П., Пукалов В.В. Перспективний процес отримання металевих волокон для композиційних матеріалів / Проблеми розробки, виробництва та

експлуатації сільськогосподарської техніки: Зб. наук. праць. – Кіровоград: КІСМ, 1995. – С. 7-10.

2. Шепельський М.В., Свяцький В.В., Пукалов В.В., Пукалов В.П. Реологічні особливості на поверхні адгезійно сумісних металів при пружній деформації системи / Зб. наук. праць КІСМ (техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматика). Вип. 2. – Кіровоград: КІСМ.-1998. – С. 133-139.

3. Томсен Э., Янг У., Кобаяши Ш. Механика пластических деформаций при обработке металлов. – М.: Машиностроение.-1969. – 505 с.

УДК 631.331.54

М. Косинов, С. Косинов, М. Васильковский, А. Ткач

Совершенствование коробок перемены передач (КПП) для пропашных сеялок.

В настоящее время пропашные сеялки отечественного производства: свекловичные (ССТ-12В), кукурузные (СУПН-6 и СУПН-8А) и овощные (СУПО-6А) оборудованы КПП цепного типа. Такие конструкции по сравнению с зубчатыми КПП имеют большую металлоемкость, меньшую надежность в работе, кроме того, они менее удобны в настройке и регулировке на заданную норму посева.

Учитывая сказанное, нами предлагается заменить цепные КПП зубчатыми, состоящими из двух блоков: основного - одноступенчатого зубчатого редуктора - и дополнительного - сменного одноступенчатого зубчатого редуктора (кассеты). Кинематическая схема такой КПП приведена в работе [1]. Основной редуктор КПП состоит из двух блоков шестерен: неподвижного и подвижного (по три шестерни в каждом) и позволяет получить три передаточных числа при одном положении кассеты и еще три - при перестановке ее (повороте на 180°). Таким образом, при наличии одной кассеты такая конструкция КПП позволяет получить шесть передаточных чисел, при двух - двенадцать и т.д.

Для обеспечения всех необходимых норм посева семян на перечисленных выше сеялках следует устанавливать зубчатую КПП, укомплектованную всего одной дополнительной кассетой. При этом в основном блоке устанавливаются зубчатые пары с количеством зубьев: 16/27, 21/22, 24/19, а в кассете - 15/19, 16/18. Численные значения всех передаточных чисел такой КПП приведены в таблице.

При формальном сравнении функциональных возможностей серийной (цепной) и экспериментальной (зубчатой) КПП можно отдать предпочтение первой, так как она