

М.В.ШЕПЕЛЬСЬКИЙ, проф., д-р техн. наук; В.В.СВЯЦЬКИЙ,
Л.П.СВЯЦЬКА, асистенти; В.В.ПУКАЛОВ, доцент, канд. техн. наук

Кіровоградський національний технічний університет

ОСОБЛИВОСТІ КОНТАКТНОГО СХОПЛЮВАННЯ ПРИ ЗСУВНИХ ДЕФОРМАЦІЯХ АДГЕЗІЙНО-СУМІСНИХ МЕТАЛІВ

*Розглянуто механізм контактного захоплення адгезійно-сумісних металів на
зразку пресування дискретного середовища.*

Адгезія, дискретне середовище, поверхня контакту, пресування, захоплення

Методи порошкової металургії дозволяють виготовляти високопористі матеріали, що володіють складним поєднанням властивостей та які іншими способами одержати неможливо. Серед них особливе місце займають матеріали волокнової будови, відмінні вищим в порівнянні з порошковими рівнем міцності, структурно-гідродинамічних та інших характеристик. Широке розповсюдження вже мають вироби із волокон міді, алюмінію, нікелю, ніхрому, корозійно-стійкої сталі та інших металів і сплавів.

Проте відсутність високопродуктивних, енергоємних, екологічно чистих методів отримання якісних і дешевих волокон стримують розвиток волокнової металургії. Сказане повною мірою відноситься до свинцевих волокон, що використовуються як первинна сировина у виробництві пористих систем фільтрації агресивних середовищ і які неможливо одержати за допомогою традиційних технологій (наприклад, волочінням).

З метою усунення вказаних недоліків при виробництві металевих волокон в Кіровоградському національному технічному університеті був розроблений принципово новий, дешевий і ефективний технологічний процес отримання металевих волокон методом пресування литих гранул [1]. Проте, однією з проблем при отриманні волокон з литих гранул є нестійкість процесу одержання роз'єднаних волокон, викликана їхнім захопленням у міру виходу із вогнища деформації. З цієї причини отримання роз'єднаних волокон набуває великого

наукового та практичного значення при вирішенні задачі виробництва дешевих металевих ниток.

Складність реологічних процесів, які проходять на поверхнях контакту дискретних частинок при їхній сумісній пластичній деформації, недостатнє знання фізичної природи утворення з'єднання металів в твердій фазі не дозволяють в даний час одержати універсальну аналітичну залежність, придатну для розрахунків технологічних параметрів вказаного процесу. Наприклад, для прогнозу величини адгезійного зв'язку в залежність повинні були б входити фактори, пов'язані з природою матеріалів, що взаємодіють, станом їхніх контактних поверхонь, швидкістю, тривалістю та температурою взаємодії, станом навколишнього середовища, геометричними характеристиками тощо. Деякі з цих факторів впливають не тільки на міцність з'єднання, але і складно взаємодіють один з одним. Рішення цієї задачі простим емпіричним підбором технологічних параметрів не може забезпечити максимальної реалізації всіх існуючих можливостей процесу сумісної пластичної деформації дискретних частинок або може бути дуже коштовним.

Внаслідок цього, метою даного дослідження є отримання аналітичних залежностей, придатних для практичних розрахунків технологічних режимів пресування гранул на волокна і визначення таких параметрів пластичної течії дискретного середовища, які забезпечують інтенсивну пластичну деформацію і запобігають всякого роду схоплюванню.

Для прогнозування величини схоплювання поверхонь частинок, які контактують при зсувних деформаціях, скористаємося формулою розрахунку міцності з'єднання на зсув:

$$\tau = k_{зч} \cdot \tau_s, \quad (1)$$

де $k_{зч}$ – коефіцієнт міцності зчеплення поверхонь контактуючих гранул;

τ_s – межа текучості поверхні контакту дискретних ниток.

У залежності (1) параметр $k_{зч}$ може приймати значення від нуля до одиниці ($0 \leq k_{зч} \leq 1$): $k_{зч} = 0$, коли зв'язок між дискретними нитками відсутній взагалі; $k_{зч} = 1$, коли цей зв'язок ідеальний; всі проміжні значення цього параметра характеризують деякий зв'язок між деформованими волокнами. Проведення кількісної оцінки параметра $k_{зч}$ можливе тільки на основі знань про

фізичну природу і механізм утворення з'єднання металів в твердій фазі в процесі сумісної пластичної деформації.

У роботі [2] показано, що опір зсуву в контактному прошарку можна визначити виразом, одержаним на основі моделі [3]:

$$\tau = \tau_s \cdot \left(1,5 - \exp \frac{\Lambda_{\text{вт}} - \Lambda}{2} \right),$$

де $\Lambda_{\text{вт}}$ – гранична степінь деформації зсуву вторинної структури;

Λ – степінь накопиченої пластичної деформації зсуву металу волокна.

Приймаючи до уваги (1), одержуємо коефіцієнт міцності з'єднання поверхонь контакту або відносну міцність з'єднання поверхонь, які контактують:

$$k_{\text{зч}} = 1,5 - \exp \frac{\Lambda_{\text{вт}} - \Lambda}{2}. \quad (2)$$

Експериментальні значення $\Lambda_{\text{вт}}$ для вторинних структур (а при пресуванні гранул на волокна без розділового середовища – окисної плівки) різної товщини h залежно від показника жорсткості напруженого стану наведені в роботі [4] у вигляді аналітичної залежності:

$$\Lambda_{\text{вт}} = (2 - 0,1h) \exp \left(-0,5 \frac{\sigma}{T} \right). \quad (3)$$

Показник жорсткості напруженого стану $k = \sigma/T$ визначений в роботі [5]:

$$k = \frac{\sigma}{T} = -\frac{\sqrt{3} \cdot q}{\sigma_s} + \frac{1}{\sqrt{3}}. \quad (4)$$

де q – середнє контактне напруження по вогнищу деформації;

τ_s – межа текучості поверхні контакту дискретних ниток.

Середнє контактне напруження q по вогнищу деформації [5]:

$$q = p \cdot \frac{\lambda}{\lambda - 1},$$

де p – тиск пресування;

λ – логарифмічна витяжка.

Межу текучості на зсув для окисної плівки визначимо згідно методики вказаної в роботі [4], в якій приведена графічна залежність мікротвердості оксидів від їх товщини на металевій основі:

$$\sigma_s = 0,333 \cdot H_{\mu},$$

де H_{μ} – мікротвердість окисної плівки.

Степінь сумісної пластичної деформації зсуву металу волокна Λ по перетину волокнової випресовки визначимо із роботи [6] за умови пресування гранул через конічну матрицю із кутом заходу утворюючої 60° :

$$\lambda = \sqrt{3} \left\{ \ln \left[\mu \left(1 + \frac{0.08r_x^2}{(1-0.75r_x^2)^3} + \frac{0.5r_x^2}{(1-0.75r_x^2)^2} + \frac{0.75r_x^2}{1-0.75r_x^2} \right)^{1/2} \right] \right\},$$

де r_x – поточний радіус волокнової випресовки.

За результатами аналізу моделі схоплювання (1)–(4) побудована графічна залежність коефіцієнта міцності зчеплення поверхонь деформованих гранул по перетину волокнової випресовки (рис. 1) в умовах пресування свинцевих гранул при куту заходу матриці 60° і коефіцієнті витяжки $\mu = 81$. Фізико-механічні характеристики окисної плівки свинцю вибирали за даними роботи [7].

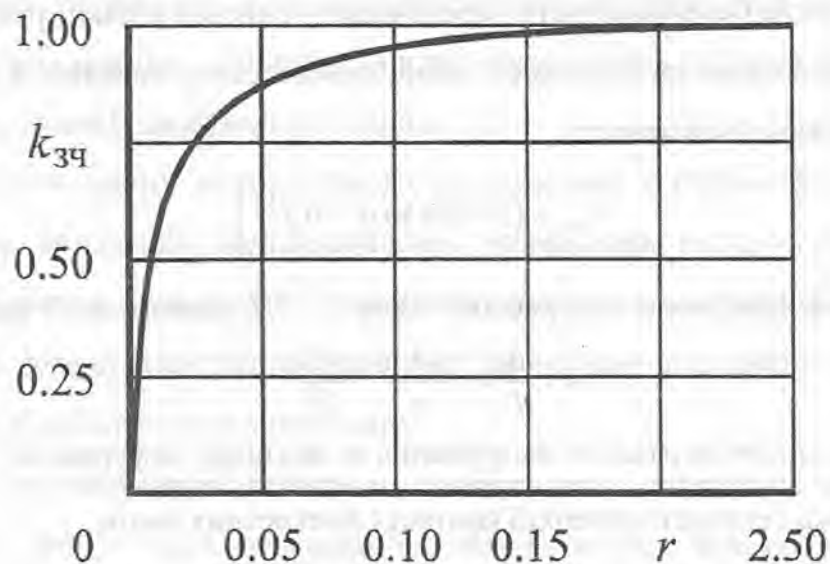


Рисунок 1 – Характер розподілу коефіцієнту міцності зчеплення поверхонь деформованих свинцевих волокон по перетину волокнової випресовки

Графічна залежність показує, що коефіцієнт міцності зчеплення $k_{зч}$ поверхонь деформованих волокон при пресуванні гранул без розділового середовища зростає від центру прутка до його периферії, і на периферії при даній ступені витяжки досягає граничного значення – одиниці.

Таким чином, для стійкого процесу отримання роз'єднаних волокон пресуванням гранул необхідно додатково вводити розділові середовища на поверхні контакту дискретних частинок, що деформуються.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Шепельский Н.В., Пукалов В.В., Свяцкий В.В. Разработка технического задания на проектирование опытно-промышленной установки непрерывного получения металлических волокон // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Зб. науков. праць КДТУ. – Кіровоград: КДТУ. – 2001. – Вип. 31. – С. 141 – 145.
 2. Давиденко А.А., Орлов Д.В., Сарры Е.А., Бейгельзимер Я.Е. Прогноз прочности соединения составляющих при гидропрессовании биметаллов // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в машинобудуванні і металургії: Зб. науков. праць ДДМА. – Краматорськ-Слов'янськ, 2000. – С. 227 – 233.
 3. Некоторые актуальные задачи теории обработки металлов давлением / В.Л. Колмогоров. М.: ВИЛС, 1979. – 124 с.
 4. Колмогоров В.Л., Щеголев Г.А. Уточненная методика экспериментального определения диаграмм пластичности окисных пленок // Изв. ВУЗов. Черная металлургия. – 1979. – №12. – С.47 – 51.
 5. Давиденко А.А., Бейгельзимер Я.Е. Анализ образования связей между составляющими биметалла в процессе пластической деформации // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском у металургії і машинобудуванні: Зб. науков. праць ДДМА. – Краматорськ, 2001. – С. 377 – 380.
 6. Пукалов В.В. Розвиток теорії деформації дискретних тіл і розробка технологічного процесу пресування свинцевих волокон. Автореферат дис. канд. техн. наук 05.03.05. – Донецьк, 1999. – 18 с.
 7. Физико-химические свойства окислов: Справочник / Под ред. Г.В. Самсонова. – М.: Металлургия, 1978. – 471 с.
- Одержано 10.03.04