

зазора між накладним вихорострумовим вимірювальним перетворювачем і поверхнею феромагнітного виробу, що контролюється.

Запропонований спосіб може бути використаний для забезпечення більш точного визначення дефектів типу "тріщина" при виготовленні та експлуатації металевих виробів незалежно від впливу зазора між накладним ВСП і поверхнею, що контролюється.

ЛИТЕРАТУРА

1. Неразрушающий контроль металлов и изделий. Справочник Под ред. Самойловича Г.С. М.: Машиностроение, 1976. – 456 с.
2. Гамалій В.Ф., Трушаков Д.В. До вибору методики автоматизації неруйнівного контролю відповідальних деталей гідронасоса/Збірник наукових праць КДТУ/техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація/ – Кіровоград: КДТУ, 2002. – Випуск 11. – С. 247-250.
3. Дорофеев А.Л., Казаманов Ю.Г. Электромагнитная дефектоскопия. – М.:Машиностроение, 1980. – 232 с.
4. Деклараційний патент України 34933 А, G 01N 27/86. Спосіб повного відстроювання від впливу проміжку у вихорострумовій дефектоскопії феромагнітних виробів/ Ващенко Б.І., Трушаков Д.В. №99074185. Заявл. 20.07.1999. Зарег. 15.03.2001.
5. Деклараційний патент України 34934 А, G 01N 27/00. Вихорострумовий дефектоскоп для контролю феромагнітних виробів/ Ващенко Б.І., Трушаков Д.В. №99074186. Заявл. 20.07.1999. Зарег. 15.03.2001.

УДК 621.775.8

Н.В. Шепельский, В.В. Свяцкий, Л.П. Лукьяненко

ОСОБЕННОСТИ ПЛАСТИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ ГРАНУЛ ПРИ ПРЕССОВАНИИ ВОЛОКОН ЧЕРЕЗ КРИВОЛИНЕЙНЫЕ МАТРИЦЫ

Методы порошковой металлургии позволяют изготавливать обладающие сложным сочетанием свойств высокопористые материалы, которые другими способами получить невозможно. Среди них особое место занимают материалы волокнистого строения, отличающиеся более высоким по сравнению с порошковыми уровнем прочностных, структурно-гидродинамических и других характеристик. Широкое распространение уже имеют изделия из волокон меди, алюминия, никеля, никрома, коррозионно-стойкой стали и других металлов и сплавов.

Однако отсутствие высокопроизводительных, энергоемких, экологически чистых методов получения качественных и дешевых волокон сдерживают развитие волокнутой металлургии. Сказанное в полной мере относится к свинцовым волокнам, используемых как исходное сырье в производстве пористых систем фильтрации агрес-

сивных сред и которые невозможно получить с помощью традиционных технологий (например, волочением).

С целью устранения недостатков при производстве волокон в Кировоградском государственном техническом университете был разработан принципиально новый, дешевый и эффективный технологический процесс получения металлических волокон методом прессования литых гранул [1]. Однако одной из проблем при получении волокон из литых гранул является неустойчивость процесса получения разобщенных волокон, вызванная их схватыванием по мере выхода из очага деформации (объем брака составляет до 15% от объема получаемых волокон). По этой причине получение „распушенных” волокон приобретает большое научное и практическое значение при решении задачи производства дешевых металлических нитей.

В работах [2, 3] проведено исследование влияния геометрии очага деформации на процесс получения разобщенных волокон и показано, что напряженное и деформированное состояние металла, размеры очага деформации и распределение результирующих деформаций в выпрессовке при прессовании существенно зависят от профиля матричной воронки и величины калибрующего пояска матрицы. Результаты теоретических и экспериментальных исследований показали, что оптимальные энергосиловые условия, а также гарантированное получение разобщенных волокон достигаются при прессовании через матрицу, имеющую профиль, выполненный по линии скольжения.

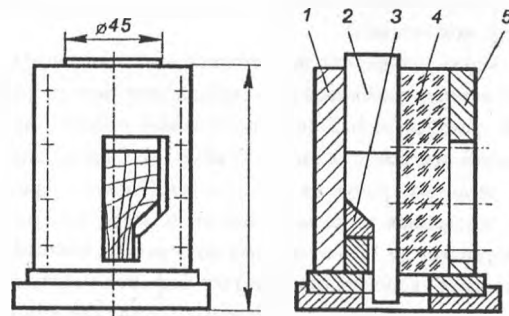
Данная работа является продолжением изучения влияния различных профилей матричных воронок на геометрию очага деформации при прессовании гранул на волокна [2] и, как следствие, определение условий гарантированного получения разобщенных волокон.

Напряженно-деформированное состояние исследовалось усовершенствованным визиопластическим методом (рисунок 1), при котором через пластину из оргстекла с помощью видеосъемки непрерывно в процессе деформирования фиксировались перемещения узловых точек исходной квадратной координатной сетки, наносимой на меридиональную плоскость полуцилиндрического образца, предварительно сбрекированного из гранул.

Достоинствами метода являются непрерывность регистрации перемещений узловых точек за весь процесс прессования, возможность повышения достоверности данных посредством регулирования скорости видеосъемки в соответствии со скоростями смещений точек, а также исключение влияния неточности нанесения исходной координатной сетки на результаты экспериментов. В дальнейшем видеоматериал оцифровывался на персональном компьютере для последующей статистической обработки данных экспериментов.

По координатам z и r каждой выбранной узловой точки на двух последующих кадрах видеосъемки (измерения выполнялись покадрово при тысячекратном увеличении) рассчитывались смещения:

$$\Delta S_z = z_i - z_{i-1}; \quad \Delta S_r = r_i - r_{i-1},$$



1 – контейнер; 2 – пуансон; 3 – матрица; 4 – пластина из оргстекла; 5 – элемент крепления

Рисунок 1 – Пресс-форма для исследования кинематики течения гранул

которые при известном времени Δt перемещения узловых точек (определяется скоростью видеосъемки) позволяют определить средние значения составляющих скоростей вдоль линии тока:

$$v_z = \frac{\Delta S_z}{\Delta t}; v_r = \frac{\Delta S_r}{\Delta t}$$

Составляющие скоростей деформаций при этом выражаются в виде $\varepsilon_r = \frac{\Delta v_r}{\Delta r}$

при $z = \text{const}$ вдоль горизонталей; $\varepsilon_z = \frac{\Delta v_z}{\Delta z}$ при $r = \text{const}$ в вдоль вертикалей;

$$\chi_{rz} = \frac{\Delta v_z}{\Delta r} + \frac{\Delta v_r}{\Delta z}$$

При расчете полей интенсивностей скоростей деформаций ε_i [4] полученные значения компонента скорости деформаций „сглаживались” вдоль линии тока.

Результаты обработки экспериментальных данных приведены на рисунках 2 и 3. Визуопластическим методом установлены поля относительных осевых v_z/v_0 и радиальных v_r/v_0 скоростей перемещения частиц металла, изолинии которых показаны на рисунке 2. Объемы очагов деформации при различных формах матричных воронок приблизительно одинаковы и определяются общей деформацией. В местах перехода от контейнера к матричной воронке во всех случаях имеются зоны с осевой скоростью, меньшей, чем скорость деформирования. Наименьшие значения осевых скоростей и наибольшие области с их пониженными значениями характерны для вогнутых воронок. Наиболее равномерное увеличение осевых скоростей по сечениям металла наблюдается для выпуклых воронок (особенно на половине, прилежащей к очковой части – рисунок 2, б). Радиальные скорости в горизонтальных сечениях воронок изменяются от определенного значения на поверхности воронок до нулевого по оси симметрии, т.е. в направлении, обратном увеличению осевых скоростей. В направлении течения металла радиальные скорости сначала увеличиваются до наибольше-

го значения, а затем быстро уменьшаются у очковой части. Наиболее равномерное увеличение осевых и уменьшение радиальных скоростей наблюдается у выпуклых воронок. Соотношения между осевыми и радиальными скоростями смещения точек металла определяют сдвиговую деформацию.

Из рисунка 2, б следует, что у выпуклых воронок радиальные смещения частиц металла начинаются на значительном расстоянии от входа в матричную воронку. Характер распределения v_z/v_0 и v_r/v_0 показывает, что при большей протяженности очага деформации (по сравнению с конической и вогнутой воронками) наибольшие значения сдвиговой деформации наблюдаются задолго до входа металла в очковую часть.

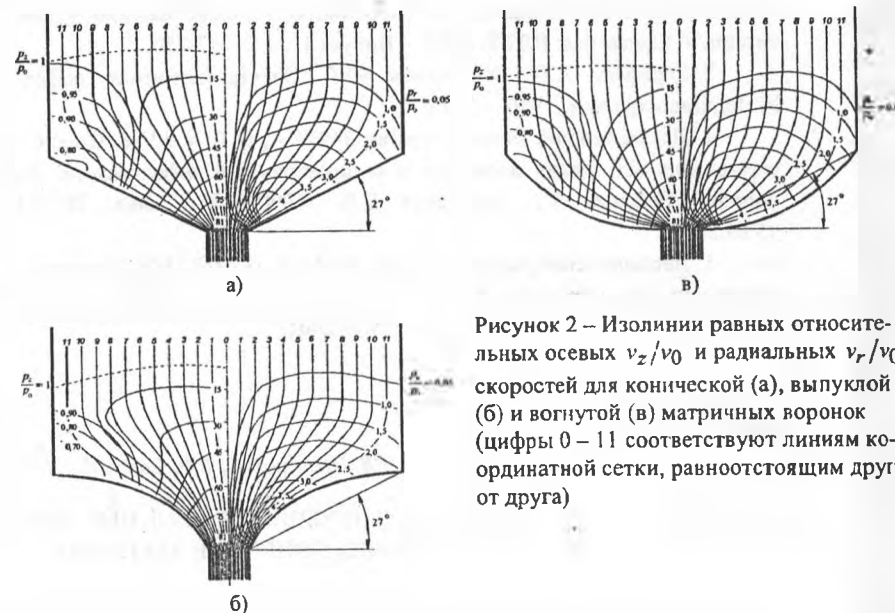


Рисунок 2 – Изолинии равных относительных осевых v_z/v_0 и радиальных v_r/v_0 скоростей для конической (а), выпуклой (б) и вогнутой (в) матричных воронок (цифры 0 – 11 соответствуют линиям координатной сетки, равноотстоящим друг от друга)

У вогнутых воронок неравномерность распределения v_z/v_0 и v_r/v_0 возрастает от начала матричной воронки в направлении прессования, принимая наибольшие значения в непосредственной близости от очковой части (рисунок 2, в). При этом резко увеличивается значения v_z/v_0 и сдвиговых деформаций χ_{rz} непосредственно у поверхности воронки перед завершением оформления пресс-изделия. Значительные сдвиговые деформации на входе в очковую часть матрицы могут явиться источником нарушения целостности выпрессовки.

На рисунке 3 представлены расчетные значения интенсивностей скоростей деформаций ε_i/v_0 вдоль линий тока x , расположенных на различных расстояниях от оси

симметрии, как определяющих механические свойства металла изделий. Наибольшая неравномерность максимальных значений ε_i имеет место для вогнутых воронок. Учитывая то, что

$$\sigma_s = \sigma_{s0} \cdot \left(\frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_{i0}} \right)^m$$

где $m = f(T)$; ε_i и ε_{i0} – интенсивности скоростей деформаций при стандартных испытаниях и процессе прессования; σ_s и σ_{s0} – соответствующие им пределы текучести; T – температура деформируемого металла), такой перепад значений ε_i/ν_0 по сечению вызывает существенную неравномерность механических свойств металла в выпрессовке. Меньший перепад значений ε_i/ν_0 в сечениях характерен для конических воронок, и практически отсутствие неравномерности показывают выпуклые воронки. Обращает на себя внимание плавный характер нарастания и постоянство интенсивности увеличения ε_i/ν_0 вдоль всех линий тока для выпуклых воронок.

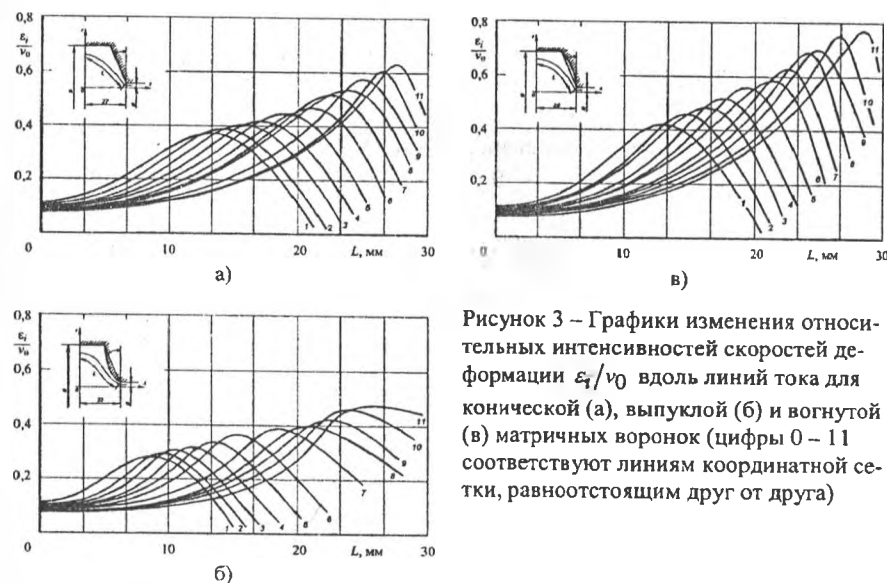


Рисунок 3 – Графики изменения относительных интенсивностей скоростей деформации ε_i/ν_0 вдоль линий тока для конической (а), выпуклой (б) и вогнутой (в) матричных воронок (цифры 0 – 11 соответствуют линиям координатной сетки, равноотстоящим друг от друга)

Таким образом, использование вогнутых воронок дает получение металлических волокон не только с минимальными энергосиловыми параметрами процесса, но создает условия разрушения волокнутой выпрессовки (системы „металл – вторичная структура” [5]) при выходе из очага деформации, и тем самым значительного снижения (или полного устранения) брака при прессовании гранул на волокна.

В целом указанная методика теоретических и экспериментальных исследований может успешно применяться при анализе технологических процессов прямого и обратного прессования с целью прогнозирования качества пресс-изделий и снижения вероятности их разрушения.

ЛИТЕРАТУРА

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: Загальнодерж. міжвідомч. науково-техн. зб. – Кіровоград: КДТУ, 2001. – Вип. 31. – С. 141 – 145.
2. Шепельский Н.В., Свяцкий В.В. Влияние геометрии очага деформации на процесс получения разобренных волокон при прессовании литых гранул // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в металургії та машинобудуванні: Збірн. науков. праць ДДМА. – Краматорськ-Слов'янськ, 2000. – С. 242 – 248.
3. Шепельский Н.В., Свяцкий В.В. Оптимизация профиля матричной воронки для прессования // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2000. – №8. – С. 10 – 12.
4. Томсен Э., Янг Ч., Кобаяши Ш. Механика пластических деформаций при обработке металлов. – М.: Машиностроение, 1968. – 504 с.
5. Шепельський Н.В., Свяцький В.В., Пукалов В.В., Пукалов В.П. Умова пластичної течії металу волокон при зсувних деформаціях системи // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Збірник наукових праць. – Кіровоград: КІСМ. – 1998. – Вип. 27. – С. 92 – 96.