

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПЛОТНЕНИЯ ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА УВЛАЖНЕННУЮ ПОРОШКОВУЮ СРЕДУ

Краснов Константин Евгеньевич<sup>(1)</sup>, Викторов Алексей Вячеславович<sup>(1)</sup>, Сизов Николай Александрович<sup>(2)</sup>, Малевский Алексей Евгеньевич<sup>(3)</sup>, Боронина Екатерина Николаевна<sup>(3)</sup>

Студент 5 курса<sup>(1)</sup>, аспирант 3 года<sup>(2)</sup>, студент 4 курса<sup>(3)</sup>,  
кафедра «Материаловедение и ОМд»

Ульяновский государственный технический университет

Научный руководитель: В. Н. Кокорин,

доктор технических наук, профессор, и заведующий кафедры «Материаловедение и ОМд»

Порошковые детали конструкционного назначения должны обладать высокой плотностью и прочностью, приближающимися к плотности и прочности деталей, изготовленных из проката и литья.

Разработан способ прессования металлического порошка в присутствии жидкой фазы [1] при получении порошковых структур плотностью, приближенной к теоретической в результате перемещения одной из фаз структурнонеоднородного гетерофазного материала. Установлено, что при введении жидкости малой вязкости (например, воды, ацетона) в количестве 10...15 % массовой доли создаются условия формирования высокоплотных деталей с остаточной пористостью, не превышающей 3 %, что позволит использовать данную технологию для изготовления сильно нагруженных изделий машиностроительного назначения.

Предложена новая технология прессования увлажненных механических смесей с наложением ультразвуковых колебаний [2], позволяющая интенсифицировать процесс уплотнения дисперсных материалов. Установлено, что при статическом уплотнении гетерофазных увлажненных механических систем с наложением на дисперсную структуру внешнего УЗ-воздействия в процессе уплотнения создается условие гомогенного распределения частиц порошка, при этом НДС пористого металла характеризуется однородностью.

Экспериментально установлены общие закономерности постадийного уплотнения гетерофазных увлажненных механических систем.

По экспериментальным данным построены графики изменения плотности структуры в процессе нагружения (рис. 1), при анализе которых, отмечено существенное отличие от статического уплотнения увлажненных гетерофазных механических смесей, а также установлено изменение границ стадий прессования, определена стадийность уплотнения с использованием метода фиксирования характерных этапов структурообразования [2].

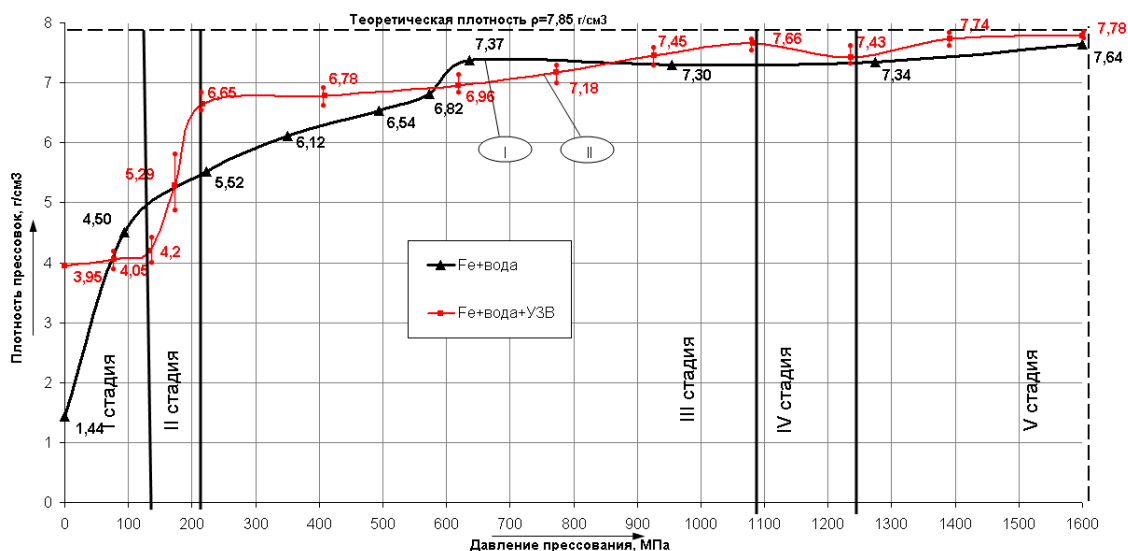


Рис. 1. Кривые уплотнения

На второй стадии прессования наблюдается резкое увеличение плотности прессуемого изделия до  $6,5 \text{ г/см}^3$  при давлении 200 МПа, протяженность стадии сократилась с 600 до 200 МПа. При статическом уплотнении данный уровень плотности достигается лишь на третьей стадии при давлении 700 МПа, что позволяет существенно снизить энергосиловые параметры используемого оборудования при изготовлении деталей ответственного назначения.

На пятой стадии прессования достигается плотность  $7,78 \text{ г/см}^3$ , что соответствует 99% от теоретической плотности компактного материала. Плотность на завершающей стадии уплотнения сопоставимая со статическим прессованием ( $7,64 \text{ г/см}^3$ ), достигается при усилии прессования 1300 МПа, что на 20% сокращает требуемые усилия.

Был поставлен и реализован полнофакторный эксперимент по изучению уплотнения завершающей стадий прессования: основные технологические характеристики: коэффициент полезного действия УЗ генератора, начальная влажность механической смеси, относительный межинструментальный односторонний зазор, откликом принята – остаточная пористость механической смеси.

Получена комплексная параметрическая модель в виде полиномов множественного порядка, определяющая влияние мощности, зазора и влажности на плотность 5-ой стадии прессования железосодержащих порошков: (факторы включенные в модель – статистически значимы, гипотезы об информационной способности и адекватности полиномиальной модели со всеми значимыми коэффициентами регрессии проверялись по критерию Фишера).

$$P = 8.403 - 5.556 \frac{N_g}{N_n} - 12.5W - 100 \frac{Z}{D},$$

где  $P$  - остаточная пористость,  $N_g$  - выходная мощность УЗ-генератора,  $N_n$  - потребляемая мощность УЗ-генератора,  $W$  - начальная влажность механической смеси,  $Z$  - односторонний зазор,  $D$  - диаметр прессовки.

Для получения структур теоретической плотности при изготовлении деталей конструкционного назначения с высоким уровнем физико-механических свойств наиболее целесообразным является применение методов интенсивного структурообразования с использованием гетерогенных механических увлажненных систем.

Предложенный способ прессования позволяет получать изделия, остаточная пористость которых составляет 1-2% от теоретической, что дает возможность достигать механических свойств сопоставимых с литыми структурами.

Установлены общие закономерности постадийного уплотнения гетерогенных механических систем с различным фазовым состоянием, установлены технологические и деформационные характеристики изменения порошкового состояния. Разработана физическая постадийная модель структурообразования, получена комплексная параметрическая модель.

## Литература

1. Кокорин, В.Н. Разработка технологии прессования гетерофазных увлажненных механических смесей на основе железа для получения высокоплотных заготовок: дис. ... докт. тех. наук: 05.16.06 / Кокорин Валерий Николаевич. – Санкт-Петербург., 2011. – 336с.
2. Кокорин В.Н. Способ прессования с наложением уз-воздействия увлажненных механических смесей на основе железа / В.Н. Кокорин, В.И. Филимонов, Н.А. Сизов, Д.П. Груздев // Вестник УлГТУ. – Ульяновск: УлГТУ, 2012. – С. 24-27.