

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ КОНСОЛИДАЦИИ ПОРОШКОВОГО МАТЕРИАЛА

¹Григорьев Е.Г., ^{1,2}Олевский Е.А., ¹Юдин А.В., ¹Юрлова М.С.

¹*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,
г. Москва, Россия*

²*Калифорнийский государственный университет, г. Сан-Диего, США*

Метод высоковольтной консолидации (ВЭК) состоит в одновременном воздействии на порошковую заготовку механическим давлением (50 – 500 МПа) и коротким (менее 300 мкс) высоковольтным (свыше 1 кВ) импульсом тока амплитудой несколько сотен кА/см². Важен правильный совместный выбор величины прикладываемого давления и параметров импульсов тока (амплитуды, длительности). Методом высокоскоростной киносъемки исследована кинетика уплотнения консолидируемого порошкового образца при ВЭК на примере промышленного железного порошка при различных амплитудах высоковольтного импульса тока и давления. Обнаружено, что высоковольтный импульс тока воздействует на порошок до начала движения электродов-пуансонов. Интегральная температура образца имеет максимальное значение в начале процесса уплотнения. Процесс уплотнения при всех исследованных значениях параметров консолидации длится менее 16 мс. Кратковременность этого процесса по сравнению со временем охлаждения образца обеспечивает постоянство температуры в течение всего процесса уплотнения.

Процесс уплотнения консолидируемого образца происходит с постоянной скоростью движения пуансонов вплоть до их остановки. Значения постоянной скорости пуансонов в проведенных экспериментах изменялись в пределах от 0,5 м/с до 2 м/с. При постоянном давлении экспериментальные результаты показали увеличение, как скорости уплотнения, так и конечной плотности консолидированного материала при возрастании амплитуды импульса тока до определенной величины.

На основе анализа экспериментальных результатов сформулирована математическая модель процесса высокоскоростного уплотнения порошкового материала при высоковольтной консолидации. Уравнение состояния консолидируемого материала основано на экспериментальных данных и учитывает пластическое течение вещества порошка при захлопывании межчастичных пор. Результаты численного моделирования высоковольтной консолидации выявили оптимальные значения безразмерных параметров определяющих процесс высокоскоростного уплотнения.