

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА БОЛЬШОЙ ПЛОТНОСТИ В КАЧЕСТВЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ БРИКЕТИРОВАНИЯ МЕТАЛЛООТХОДОВ

Современное производство нуждается в принципиально новых технологических процессах: высокопроизводительных, энергосберегающих, экологически чистых. Одна из возможностей создания таких технологий – использование технологических инструментов с высокой плотностью энергии, например, лазерных и электронных лучей, потоков плазмы и т.п. Примерами новых технологий могут служить лазерная и плазменная резка металлов, электроннолучевая плавка. Одним из таких технологических инструментов является электрический ток большой плотности. Электрический ток большой плотности широко используется в науке, технике и технологии, а для некоторых отраслей промышленности, в частности, для металлургии лёгких сплавов он является основным технологическим инструментом, например, он используется в электродуговых и канальных печах. Однако, электрический ток, протекающий по металлу, в отличие от других технологических инструментов воздействует на весь объём, по которому течёт ток, и это воздействие не ограничивается разогревом металла. Одна из предлагаемых новых технологий технология брикетирования или окускования металлоотходов, в частности, металлической стружки.

Предлагаемый метод брикетирования металлической стружки состоит в том, что стружку сжимают в электроизолированной пресс-форме при сравнительно небольших давлениях (до 50 МПа для высокопрочных сплавов и пористости брикетов порядка 50%), а затем, не снимая давления, пропускают импульс электрического тока большой плотности, что позволяет связать спрессованную стружку в брикет. Исходный материал после сжатия не приобретает механической прочности, и после снятия давления рассыпается на исходные фрагменты. Прочные образцы образуются только в результате пропускания электрического тока.

Протекание тока большой плотности по смеси проводящих и диэлектрических частиц может приводить к соединению отдельных проводящих фрагментов между собой и, как следствие, к возникновению нового материала, обладающего механической прочностью и увеличенной электропроводностью. Электропроводность исходной смеси пространственно неоднородна – электрическое сопротивление определяется главным образом контактами между частицами металла. Поэтому достаточно короткий импульс электрического тока позволяет вводить энергию в основном в зону контактов между частицами металла. При достаточной величине этой энергии происходит сварка контактов и формируется прочный образец – брикет. При этом разогрев всей массы материала может быть незначительным. Такой процесс с одной стороны энергетически выгоден, а с другой позволяет осуществить брикетирование материалов, которые окисляются при нагреве (например, титановых сплавов). При существенно большей плотности тока будет происходить разрушение тонких контактных мостиков, которое приводит к деструкции – снижению прочности и проводимости, возникновению «трещин» и даже диспергированию исходных фрагментов.

Процесс спекания осуществляется с помощью генератора импульсного тока, в котором в качестве накопителя используются высоковольтная конденсаторная батарея. По нашим оценкам плотность тока в контакте может достигать 10^6 А/см², удельное сопротивление титана $50 \cdot 10^{-6}$ Ом см. Можно оценить удельную мощность, выделяющуюся в единице объема контакта $P \approx 5 \cdot 10^7$ Вт/см³.

Высокая удельная мощность позволяет осуществлять технологический процесс очень быстро (время воздействия импульса тока менее 1 мс), а это с одной стороны

обеспечивает высокую производительность, а с другой – позволяет избежать потерь энергии, т.к. энергия не успевает уходить из зоны контакта за время обработки током, а главное, это позволяет избежать ухудшения качества металла.

Оценка температуры, до которой нагревается весь брикет после обработки, позволяет сделать заключение о том, что для брикетов большой плотности (25% металла) эта температура не превышает 200°С. При таком нагреве не происходит ухудшения качества металла, что подтверждают и результаты химического анализа. Кроме того, это показывает, что данная технология является энергосберегающей, что также подтверждается расчетами и другими экспериментальными данными.

Данная технология (по сравнению с существующими методами) позволяет существенно снизить усилие прессования и отказаться от нагрева металла, в том числе для высокопрочных сплавов. Брикеты могут использоваться в качестве шихты для переплава, полуфабрикатов и лигатуры, а также в качестве специальных материалов: противопожарных, строительных, отделочных и конструкционных; вибро-, звуко- и радиопоглощающих фильтров, гетеров, накопителей водорода.

В ходе экспериментов получены брикеты из стружки и отходов ряда материалов, в том числе окрашенных. Установлено, что в процессе брикетирования не происходит окисления и загрязнения металла. А также описанным выше образом можно получать брикеты с большой прочностью на разрыв.

Результат всего комплекса исследований, описанных выше, состоит в том, что предложен и опробован новый метод брикетирования легковесных отходов. Отличие электроимпульсного метода брикетирования от существующих способов состоит в том, что прочность брикетов обеспечивается за счет импульсной электрической сварки контактов между частицами металла. Технология является энерго- и ресурсосберегающей и экологически чистой.

Ранее была изготовлена и испытана опытно-промышленная установка для брикетирования стружки титановых сплавов БТ-80, которая позволяет брикетировать и другие металлоотходы. Однако сейчас у нас появилась новая идея, позволяющая оптимизировать прессовую часть установки. Гидравлический пресс с двумя пресскамерами предлагается заменить быстроходным кривошипно-шатунным прессом с одной камерой, а загрузку стружки осуществлять с помощью дозатора, аналогичного тем, которые используются для дозирования круп. Это требует изменений в электрической части установки, но даёт возможность более полно использовать возможности современных элементов: конденсаторов, ключей (тиристоры, вакуумные разрядники или тиратроны), скоростного механического привода. Эти изменения позволяют в несколько раз снизить стоимость установки, которая в этом варианте близка к стоимости брикет-прессов соответствующей производительности.