

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ МАГНЕТИТОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ДРЕВЕСНЫМ СЫРЬЕМ

Бородин В. И.

*Петрозаводский государственный университет,
Петрозаводск, Россия borvi@karelia.ru*

Целью работы является разработка высокотемпературной плазмохимической технологии, позволяющей решать одновременно две актуальные задачи: утилизировать органические отходы производств и перерабатывать минеральное сырье с получением металлов и сплавов.

С целью определения эффективного использования плазменных и топливно-плазменных технологий для решения указанной проблемы, было проведено физико-химическое моделирование высокотемпературных процессов переработки древесины, органических отходов деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, а также процессов восстановления оксидного минерального сырья на примере магнетитовых концентратов Костомукшского ГОКа.

Для получения информации о процессах переработки и оптимальных условиях их проведения были проведены термодинамические (ТД) расчеты реагирующих систем при различных параметрах состояний.

Для успешной реализации технологического процесса восстановления важно обеспечить не только достаточно полное восстановление железорудного сырья, но необходимо сделать это с минимальными затратами, из которых в первую очередь следует назвать затраты тепловой и электрической энергии. Metallургия является энергозатратным производством, и именно уровень энергозатрат определяет перспективность для практической реализации той или иной металлургической технологии.

Были рассчитаны удельные энергозатраты в различных вариантах восстановления магнетитовых концентратов древесными отходами различной влажности и с различным количеством воздуха, подаваемого в реакционный объем. На рис. 1 приведены результаты одного из расчетов для древесины реальной влажности.

Результаты расчетов показывают, что процессы восстановления, в принципе, можно проводить не только с поглощением, но и с выделением тепловой энергии. Поэтому для снижения потребления электроэнергии можно минимизировать роль плазмы в технологическом процессе (а точнее генераторов плазмы) и использовать ее только по необходимости для запуска и стабилизации технологического процесса.

Однако для проведения таких процессов требуется гораздо большее количество восстановителя (древесных отходов), часть из которого будет расходоваться на получение дополнительной энергии (табл. 1). Тем не менее, такой переход от чисто плазменной к топливно-плазменной технологии устранит основной недостаток плазменных технологий – потребление большого количества электроэнергии.

Необходимо отметить, что приведенные выше энергозатраты получены без учета рекуперации тепловой энергии после процесса восстановления. При организации такой рекуперации указанные выше энергозатраты можно существенно снизить. Реальное уменьшение энергозатрат за счет рекуперации зависит от многих факторов реализации технологического процесса и определится только после проведения экспериментальных работ по оптимизации технологии.

Близкие к приведенным выше результатам получают результаты для других отходов предприятий лесопромышленного комплекса, в том числе для технических лигносульфонатов (наиболее опасных отходов целлюлозно-бумажной промышленности после варки целлюлозы), поскольку варочные химикаты, присутствующие, в них составляют несколько процентов, а содержание углерода и водорода, определяющее энергетический потенциал, в таких отходах, близко к соответствующему их содержанию в древесине.

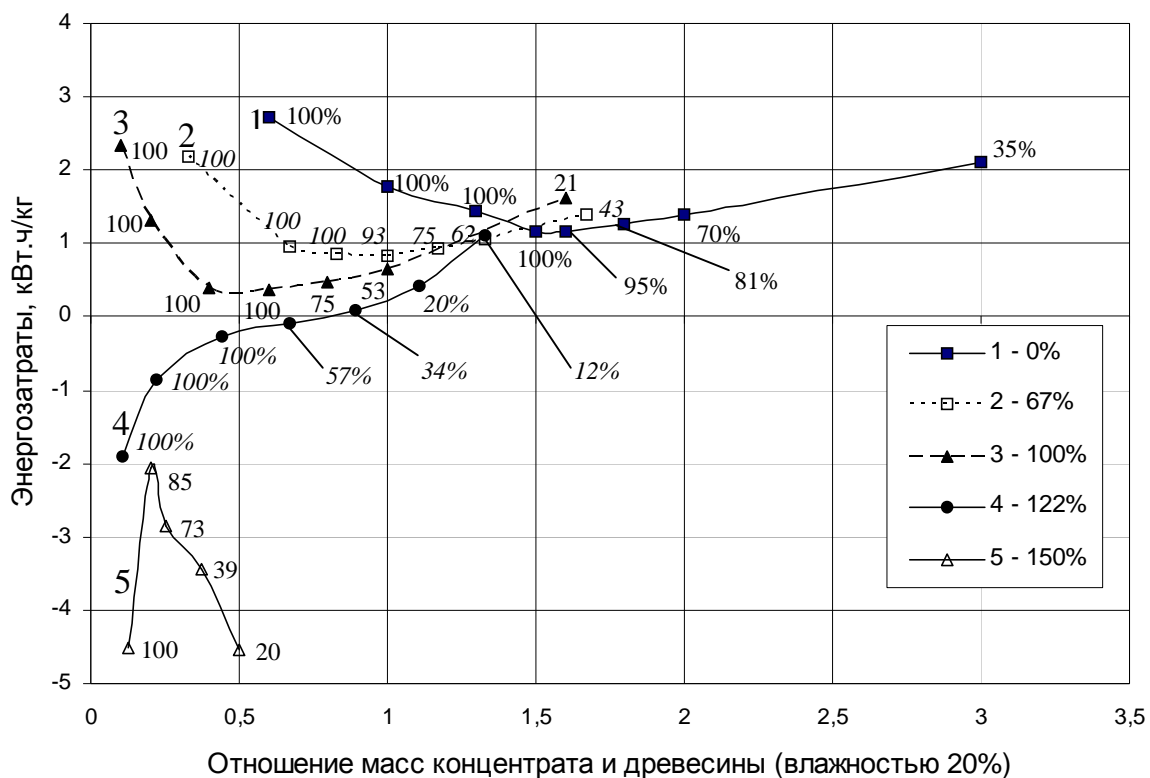


Рис. 1 Энергозатраты на получение 1 кг железа при восстановлении магнетитового концентрата (67% Fe) влажной древесиной с добавлением воздуха. Цифры у маркеров графиков обозначают степень восстановления железа.

Таблица 1
Соотношение затрат электроэнергии и сухой древесины на восстановление 1 кг железа из магнетитового концентрата (67% Fe) с воздушным дутьем при 100% восстановлении

Масса древесины на 1 кг Fe (кг)	Масса древесины на 1 кг концентрата (кг)	Содержание воздуха (в массовых % к древесине)	Соотношение масс концентрата и древесины	Потребление электроэнергии (кВт-ч/кг Fe)
0,50	0,33	0	3,0	1,1
0,68	0,45	25	2,2	0,8
0,84	0,56	67	1,8	0,7
1,07	0,71	100	1,4	0,5
1,16	0,77	122	1,3	0,3
1,50	1,00	150	1,0	0
2,10	1,40	186	0,7	-1,1