

## ОТЗЫВ

об автореферате диссертации Зиновеева Д.М.

«Физико-химические основы процессов переработки красных шламов по схеме твёрдофазное восстановление – солянокислотное выщелачивание»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 2.6.2 – металлургия черных, цветных и редких металлов

В настоящее время на территории России хранится порядка 600 млн. т отходов глинозёмного производства в виде так называемых красных шламов. Проблема ликвидации опасных с точки зрения экологии хранилищ красных шламов, характеризующихся высокой дисперсностью и высокой щелочностью ( $\text{pH}=10\dots 12$ ), является не только остро актуальной, но даже давно перезревшей. Поскольку в красных шламах содержится много оксидов железа и присутствуют оксиды ценных цветных металлов, то их необходимо рассматривать как комплексное техногенное сырьё и для чёрной и для цветной металлургии. Однако возможности прямого использования шламов в существующих технологических процессах чёрной металлургии ограничены присутствием в них оксидов цветных металлов, а в металлургии цветных металлов возникают трудности, обусловленные высоким содержанием в шламах оксидов железа.

В связи с этим диссертантом совершенно обоснованно решаются задачи последовательного извлечения сначала методами чёрной металлургии наиболее массово представленного в шламах железа, а затем из оксидного остатка методами гидрометаллургии извлечение других металлов. Попытка комплексного решения таких крупных и важных вопросов для чёрной и цветной металлургии в рамках одной диссертационной работы не может не вызывать уважения. Следует отметить, что в целом эта попытка оказалась достаточно успешной – диссертанту удалось вполне убедительно продемонстрировать возможность положительно решить поставленные задачи. При этом в диссертации присутствуют как технические решения, что подтверждает практическую значимость работы, так и новые научные результаты.

Вместе с тем, необходимо отметить, что предложенный метод формирования более крупных металлических частиц при восстановлении железа путём введения в шихту значительного количества (13,65%) сульфата натрия вряд ли может быть реализован в промышленных масштабах. Во-первых, потому что в известных металлургических агрегатах технически весьма сложно реализовать пограничный твёрдофазно-жидкофазный процесс, а во-вторых, вследствие появления новых экологических проблем, связанных с выделением в газовую фазу сернистых соединений.

Кроме того, в автореферате недостаточно чётко представлены и научные предпосылки образования более крупных частиц восстановленного железа в результате введения добавок сульфата натрия. При описании этого процесса диссертант использует различные термины: «рост», «укрупнение», «рекристаллизация». Под укрупнением частиц обычно понимают их коалесценцию или коагуляцию, но эти процессы вряд ли возможны в граничной области твёрдой и жидкой фаз. Рекристаллизация предполагает растворение и повторное выделение частиц металла, что также невозможно в условиях эксперимента. В восстановительных условиях металлическое железо не может раствориться в оксидной фазе, поскольку растворение привело бы к нарушению баланса электронов между оксидной и металлической фазами – в результате растворения в оксидной фазе появились бы лишние «свободные» электроны. Непонятны представления автора и о диффузионном росте частиц. Так, на стр. 11 написано: «Механизм действия сульфата натрия на ускорение роста зёрен железа заключается в увеличении количества жидкой фазы, а также образовании легкоплавкой эвтектики FeS (кстати, эвтектика – это не химическое соединение FeS, а механическая смесь Fe–FeS) по границам восстановленного железа, что ускоряет диффузию частиц железа и их агрегацию». Диффундировать могут катионы железа к частицам железа и анионы кислорода от поверхности частиц, но не частицы железа. А на

