



## **ОТЗЫВ**

на автореферат диссертации Нафталя Михаила Нафтольевича  
**«Научное обоснование и разработка усовершенствованной  
технологии автоклавной переработки платиносодержащих никель-  
пирротиновых концентратов»**,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких  
металлов

Нарастающие требования к экологической безопасности металлургического производства и вовлечение в переработку всё более сложного по составу полиметаллического сырья способствуют значительному повышению внимания к малоотходным комбинированным технологиям, основанным на процессах автоклавной гидрометаллургии сульфидных продуктов.

Особенно актуальны эти технологии для географически обособленных территорий, таких как Норильский промышленный район, где исключена возможность утилизации больших объёмов диоксида серы в виде серной кислоты. В частности, запущенная в 1979 г. на Надеждинском металлургическом заводе (НМЗ) автоклавная технология для переработки никель-пирротинового концентрата, формирующегося при обогащении медно-никелевых руд Талнахского и Октябрьского месторождений, решает одновременно две задачи:

- массовое выведение пирротина из медного и никелевого концентратов на стадии обогащения руды в никель-пирротинный концентрат, что позволяет минимизировать объём диоксида серы, образующегося на пирометаллургических переделах НМЗ и Медного завода;

- химическое обогащение никель-пирротинового концентрата с получением богатого автоклавного сульфидного концентрата (степень обогащения по никелю 5-7) с переводом ~ 85-90 % серы пирротина в товарную серу и сульфаты (с выводом последних в виде гипса в отвальные хвосты).

Строительство в Заполярье объектов для утилизации диоксида серы из газов и вывоз серы на «материк» требуют колоссальных инвестиций. Поэтому поэтапное снижение содержания основного серосодержащего минерала – пирротина – во флотационных концентратах, направляемых на пиromеталлургические переделы, представляет собой основной путь снижения выбросов диоксида серы и затрат на его утилизацию. Соответственно, повышение качества целевых флотоконцентратов, получаемых при обогащении пирротинсодержащих руд Талнахского и Октябрьского месторождений, определено приоритетным направлением улучшения показателей экономической эффективности и экологической безопасности металлургических предприятий.

При переходе к высокотемпературному режиму выщелачивания и исключению операции «автоклавная агрегация» из схемы автоклавной технологии НМЗ показатели переработки никель-пирротинового концентрата по сравнению с проектным уровнем заметно упали. Возникли также ограничения по максимальному содержанию серы в перерабатываемом сырье. При выщелачивании высокосернистых концентратов (содержащих серы более 31 %) в автоклавах стали образовываться серосульфидные гранулы и плавы, вызывающие аварийную остановку автоклавного агрегата. Вместе с тем, как показано диссертантом, потенциальные резервы варианта «короткой» схемы автоклавной гидрометаллургии пирротинов, особенно в части целевого извлечения металлов платиновой группы, были раскрыты далеко не полностью. Также не были изучены возможности «короткой» схемы и найдены необходимые решения в отношении переработки «упорного» пирротинового сырья – высокосернистых и «лежалых» концентратов. Данный фактор являлся серьезным препятствием для дальнейшего развития технологий всего обогатительно-металлургического комплекса Заполярного филиала ГМК «Норильский никель» (ЗФ, Норникель).

Исходя из вышеизложенного, результаты исследований, приведённые в диссертационной работе, несомненно, актуальны, а постановка задачи отвечает принятой Норникелем стратегии в области повышения комплексности переработки уникальных руд месторождений Талнаха и снижения нагрузки на экологию территории Норильского промрайона.

В диссертации представлены основные закономерности автоклавно-окислительного выщелачивания различных платиносодержащих никель-



пирротиновых концентратов (низко- и высокосернистых, а также «лежалых») при использовании различных ПАВ (эмульгаторов и деэмульгаторов серных эмульсий) в сочетании с минеральными стабилизирующими добавками.

Предложенный совмещённый процесс «автоклавно-окислительного выщелачивания - автоклавной микроагрегации», базирующийся на сочетании комбинированного ПАВ и минеральной стабилизирующей добавки, научно обоснован автором. Соответственно и усовершенствованную автоклавную технологию, основанную на этом процессе, существенно расширившем возможности по переработке пирротинового сырья и обеспечившем повышение извлечения цветных и драгоценных металлов в сульфидный концентрат, также следует считать научно обоснованной. Новизна разработки подтверждена патентами РФ, авторскими свидетельствами СССР и свидетельствами о «ноу-хау» ЗФ Норникеля (всего по рассматриваемой теме создано 16 изобретений). Представленные данные полномасштабных промышленных испытаний и размер полученного экономического эффекта (35 млн. долларов США), говорят о практической значимости диссертационной работы. Научные результаты исследований и промышленных испытаний положены в основу усовершенствованной автоклавной технологии переработки пирротинсодержащей шихты на НМЗ в ЗФ Норникеля.

Вопросы и замечания по автореферату:

1. Какой вариант агрегации серосульфидной фазы, формирующейся в операции выщелачивания, более предпочтительный с точки зрения аппаратного оформления и достигаемого конечного результата: макроагрегации (проектный) или микроагрегации, предложенный в диссертационной работе?

2. В материалах автореферата приведены данные об извлечении только основных металлов платиновой группы (платины, палладия) и суммы платиновых металлов. А насколько предлагаемый вариант усовершенствованной технологии позволяет повысить извлечение редких платиновых металлов (родия, иридия, рутения и осмия), извлечение которых в сульфидный концентрат до внедрения результатов рассматриваемой работы составляло только 20-30 %?

3. В автореферате отсутствуют сведения о влиянии окислительного режима выщелачивания никель-пирротинового сырья на характер распределения драгоценных металлов по классам крупности при использовании комбинированного ПАВ. Проводились ли исследования по изучению влияния окислительного потенциала пульпы при высокотемпературном автоклавно-окислительном выщелачивании на

