

ОТЗЫВ

зарубежного научного консультанта на диссертационную работу
Утеевой Райсы Акылбеккызы по теме «Комплексная переработка фосфоритов с
извлечением фосфора и получением карбида кальция, ферросилиция»,
представленной на соискание степени доктора философии (PhD)
по образовательной программе 8D07160-Химическая технология
неорганических веществ

В последние годы в фосфорной промышленности наблюдается тенденция дефицита высококачественного богатого фосфатного сырья. Поэтому переработка значительной части сырья традиционными методами становится экономически нецелесообразной. Ситуация осложняется тем, что традиционная технология характеризуется высокой энергоемкостью, образованием отходов (в том числе шлака) загрязняющих окружающую среду и низкой степенью комплексного использования сырья.

Прогнозные запасы фосфоритов бассейна Каратау оцениваются в 12-13 млрд. тонн по руде или в 2,5 млрд. тонн по P_2O_5 . В Актюбинском фосфоритоносном бассейне сосредоточено около 10 млрд.т. фосфоритов с содержанием 7-12% P_2O_5 и характеризующихся высоким содержанием SiO_2 - 52-55%. Актюбинские фосфориты не могут быть использованы в электротермии фосфора в виду низкого содержания в нем P_2O_5 . По запасам фосфатного сырья Казахстан входит в десятку стран, обладающих 90% всех мировых фосфатных ресурсов.

Эффективное использование уникальной Казахстанской сырьевой фосфоритной базы во многом будет зависеть от создания новой технологии, позволяющей значительно повысить степень комплексного использования не только кондиционных фосфоритов но и некондиционных (в том числе Актюбинского бассейна).

В представленной диссертационной работе Утеевой Р.А. приводятся результаты теоретических и прикладных исследований по созданию новой безшлаковой технологии переработки рядовых фосфоритов Чулактау и некондиционных Чилисайских фосфоритов с получением карбида кальция, ферросплава и возгонки фосфора.

С использованием современного программного комплекса HSC-10 соискателем определено влияние температуры количество углерода, железа, давления соотношения фосфоритов на одновременное максимальное извлечение фосфора в газовую фазу, кремния в сплав и кальция в карбид кальция.

Используя рототабельное планирование второго порядка электроплавкой фосфоритов Чулактау, Чилисай, получены математические модели и найдены оптимальные технологические параметры извлечения $\geq 98\%$ фосфора, получения кремнистого ферросилиция марок ФС25, ФС 45 (при степени извлечения $\geq 65\%$ Si) и технического карбида кальция литражом от 152 до 230 $дм^3/кг$ (с извлечением $\geq 60\%$ кальция в карбид).

Укрупнено-лабораторными испытаниями электроплавки фосфоритов Чулактау получен ферросилиций марки FeSi25 со степенью извлечения Si 80% в

сплав и карбида кальция литражом 190 дм³/кг со степенью извлечения Са до 65%. При плавке фосфорита Чилисай происходит образование ферросилиция двух марок FeSi25 и FeSi45 со степенью извлечения 82-85% Si и карбид кальция литражом > 160 дм³/кг со степенью извлечения в карбид до 60-65% кальция. При электроплавке смеси фосфоритов Чулактау и Чилисай, частичная замена фосфорита Чулактау на фосфорит Чилисай позволяет повысить содержание кремния в ферросплаве до 41,4-42,6%, и получить ферросилиций марки FeSi45. Такая замена позволяет вовлечь в производство фосфориты Чилисай, которые из-за низкого содержания P₂O₅ не перерабатываются традиционной электроплавкой.

Выполненные расчеты экономических показателей переработки фосфоритов Чулактау и Чилисай по предлагаемой технологий позволили установить, что получить прогнозируемая прибыль составит от 65,7 до 156,2 тыс. тенге на 1 т фосфорита. Кроме того, отсутствие образования шлаковых и вывоз их в отвалы позволит значительно улучшить экологическую обстановку региона.

Необходимо отметить, что достаточную степень научной новизны диссертационной работы. Установлено, что температура начала совместного образования фосфора, карбида кальция и силицидов железа в системе Ca(PO₃)₂ - C - Fe - SiO₂ повышается с 1557 °C до 1631 °C при увеличении мольной доли кремния в силициде железа от 0,375 до 0,66. Продукты восстановления SiO₂ в присутствии Fe реагируют с трикальцийфосфатом, образуя газообразный фосфор. Их реакционная способность при 1600 °C убывает в ряду: (SiOg, Si) > SiC > FeSi₂ > FeSi > Fe₂Si. Углерод менее реакционно способен, чем SiOg, Si и SiC. Равновесное восстановление фосфоритов углеродом с железом начинается при 900 °C с образованием фосфидов Fe, а при 1100 °C - фосфора. Максимум выхода фосфидных фаз (FeP, Fe₂P, Fe₃P) наблюдается при 1200–1300 °C.

Прикладная новизна диссертационной работы подтверждена получением патента РК на изобретение № 35033, «Способ переработки фосфорита» и патента на полезную модель №8853 KZ «Способ переработки рядового фосфорита электроплавкой».

Результаты исследований соискателя Р.Утеевой были опубликованы в журналах входящих в базу данных Web of Science, Scopus с высокими процентиями. По теме диссертации издана монография, опубликованы статьи в международных журналах, входящие в перечень КОКСНВО МНВО РК. Кроме того, результаты исследований были обсуждены на научно-практических конференциях в городах Шымкент, Алматы, Ташкент, а также в России.

Обращаю внимание на то, что в период стажировки в СПбГТУ(ТИ) Утеева Р.А. не только провела исследования по влиянию давления на степень распределения кремния из фосфоритов в сплав, кальция в карбид кальция и возгонку фосфора, но и завершила аналитический обзор по переработке фосфоритов, используя библиотечные фонды университета и Российской национальной библиотеки. Общаясь с Утеевой Р.А. хочу отметить, что за период обучения она в полной мере овладела алгоритмами и навыками

постановки проведения научной работы, анализу полученных результатов и выводов по ним. Работая над диссертацией систематически и вдумчиво приобрела необходимые компетенции исследователя.

Диссертационная работа соискателя Утеевой Р.А. является завершенным научным исследованием, которое соответствует всем требованиям предъявляемым к докторским диссертациям. Соискатель Утеева Р.А. заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07160-Химическая технология неорганических веществ.

Зарубежный научный консультант,
доктор технических наук, профессор кафедры
«Общей химической технологии и катализа»,
СПбГТИ(ТУ), Россия



Лавров Б.А.

Подпись Лаврова Б.А. удостоверяю
Начальник отдела кадров И.Ю. Крохотова

