

Международный Кооператив Социально-Экономических и Экологических программ "Новый Мир"



Академия Организационного Управления проектами и технологиями "Новый Мир"

<http://amir.mirimc.com/ru/> Email: infomir35@gmail.com 8 (909) 769 3727

141720, Московская Обл., г. Долгопрудный, мкр. Шереметьевский, ул Южная 1/13

КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ БЕЗОТХОДНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕЙ И ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Содержание:

1. Комплексные решения на базе технологии производства моторного синтетического топлива
2. Комплексные решения на базе электроимпульсной технологии с производством легкой нефти
3. Комплексные решения на базе технологии восстановительного быстрого пиролиза с производством легкой нефти.
4. Описание базовых технологий, входящих в комплексные решения
 - 4.1. Технология производства синтетического моторного топлива
 - 4.2. Технология электроимпульсного ожигения углей и горючих сланцев
 - 4.3. Технология восстановительного быстрого пиролиза
 - 4.4. Технология сверхкритической конверсии
 - 4.5. Технология очистки газов от серы
 - 4.6. Технология извлечения металлов из углей, сланцев или их минерального остатка
 - 4.7. Технология производства минеральных вяжущих
 - 4.8. Паровые машины для производства электроэнергии
 - 4.9. Расширенное описание переработки золы

1. Комплексные решения на базе технологии производства моторного синтетического топлива

На рис.1 приведена общая схема комплексной переработки углей или горючих сланцев. В качестве сырья могут быть использованы горючие сланцы, бурые и каменные, в т.ч. низкосортные угли. Конечными продуктами переработки сырья являются:

- синтетические моторные топлива с улучшенными эксплуатационными и

экологическими характеристиками;

- драгоценные и редкоземельные металлы, выделяемые из минерального остатка;
- глинозем (опционально, если его концентрация выгодна для извлечения);
- минеральные вяжущие для строительства (производятся из минерального остатка после извлечения из него наиболее ценных компонентов);
- электроэнергия (в процессе утилизации избыточного технологического тепла).

Угли или сланцы вначале подвергаются мокрому помолу на типовом узле гидромолла, что позволяет избежать образования пыли и взрывоопасных смесей. Полученную водную суспензию

подвергают *газификации* путем реакции *углерод-содержащего вещества и воды в сверхкритических условиях* (см. п.4.4). Продуктом газификации является сырой синтез-газ, преимущественно состоящий из водорода и монооксида углерода и содержащий газообразные соединения серы. Сырой синтез газ *очищают от серы с производством товарной концентрированной серной кислоты* (см. п.4.5) и направляют в реактор с суспензионным катализатором с целью *производства моторных топлив* (см. п.4.1.). Также, опционально, возможны иные варианты переработки синтез-газа в конечные продукты (более подробно см. схему на рис. 1). Побочным продуктом газификации является минеральный остаток, который используется в качестве сырья для *производства металлов* (см. п.4.6) и *минеральных вяжущих* (см. п.4.7). В процессе синтеза выделяется достаточно большое количество тепла, которое отводится посредством охлаждающего водяного пара и утилизируется в процессе производства электроэнергии. Для выработки электроэнергии могут быть использованы не только классические паровые турбины, но и нами разработанные *паровые машины, описание которых представлено в п. 4.8*

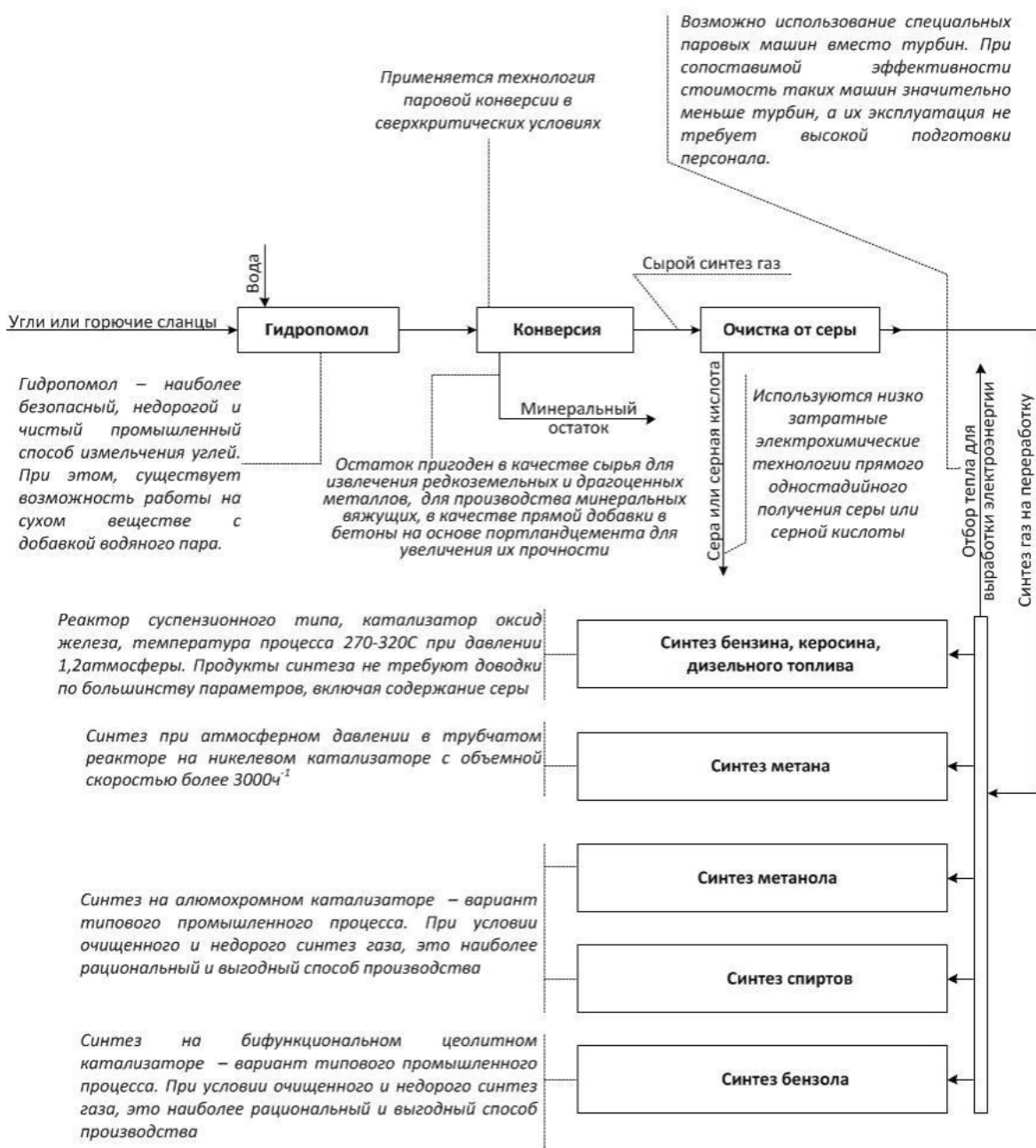


Рис. 1. Блок схема реализации комплексного решения переработки углей и сланцев на базе технологии производства синтетического топлива

2. Комплексные решения на базе электроимпульсной технологии с производством легкой нефти

На рис.2 приведена общая схема комплексной переработки углей или горючих сланцев. В качестве сырья могут быть использованы горючие сланцы, бурые и каменные, в т.ч. низкосортные угли. Конечными продуктами переработки сырья являются:

- синтетическая легкая нефть, которая является аналогом природной нефти и может быть переработана теми же способами на существующих НПЗ;
- драгоценные и редкоземельные металлы, выделяемые из минерального остатка;
- глинозем (опционально, если его концентрация выгодна для извлечения);
- минеральные вяжущие для строительства (производятся из минерального остатка после извлечения из него наиболее ценных компонентов).

Угли или сланцы подвергаются грубому гидрополю и смешению с углеводородами рецикла. Полученную смесь обрабатывают *электроимпульсными разрядами согласно технологии, описание которой представлено в п.4.2.* Продукт ожигения методом ступенчатого сепарирования разделяют на углеводородную и минеральную части. Углеводородная часть является синтетической нефтью. Минеральная часть после ее прокаливания или отпарки (для извлечения остатков синтетической нефти) перерабатывается в *минеральные вяжущие (см. п.4.7)* после предварительного *извлечения наиболее ценных металлов (см. п.4.6).*

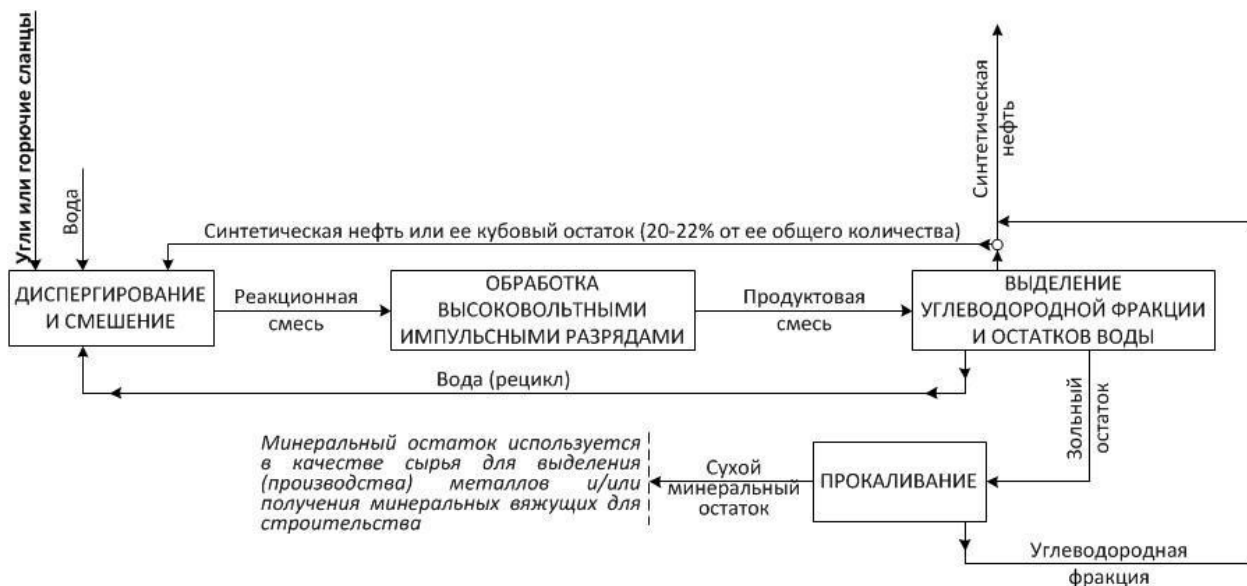


Рис. 2. Блок-схема реализации комплексного решения переработки углей и сланцев на базе электроимпульсной технологии

3. Комплексные решения на базе технологии восстановительного быстрого пиролиза с производством легкой нефти.

На рис.3 приведена общая схема комплексной переработки углей или горючих сланцев. В качестве сырья могут быть использованы горючие сланцы, бурые и каменные, в т.ч. низкосортные угли. Конечными продуктами переработки сырья являются:

- синтетическая легкая нефть, которая является аналогом природной нефти и может быть переработана теми же способами на существующих НПЗ;
- драгоценные и редкоземельные металлы, выделяемые из минерального остатка;
- глинозем (опционально, если его концентрация выгодна для извлечения);

- минеральные вяжущие для строительства (производятся из минерального остатка после извлечения из него наиболее ценных компонентов).

Угли или сланцы подвергаются сухому помолу, после чего подаются в реактор быстрого восстановительного пиролиза (см. п.). Из реактора выводится два потока. Поток минерального остатка используется в качестве сырья для *производства металлов (см. п.4.6)* и минеральных *вяжущих (см. п.4.7)*.

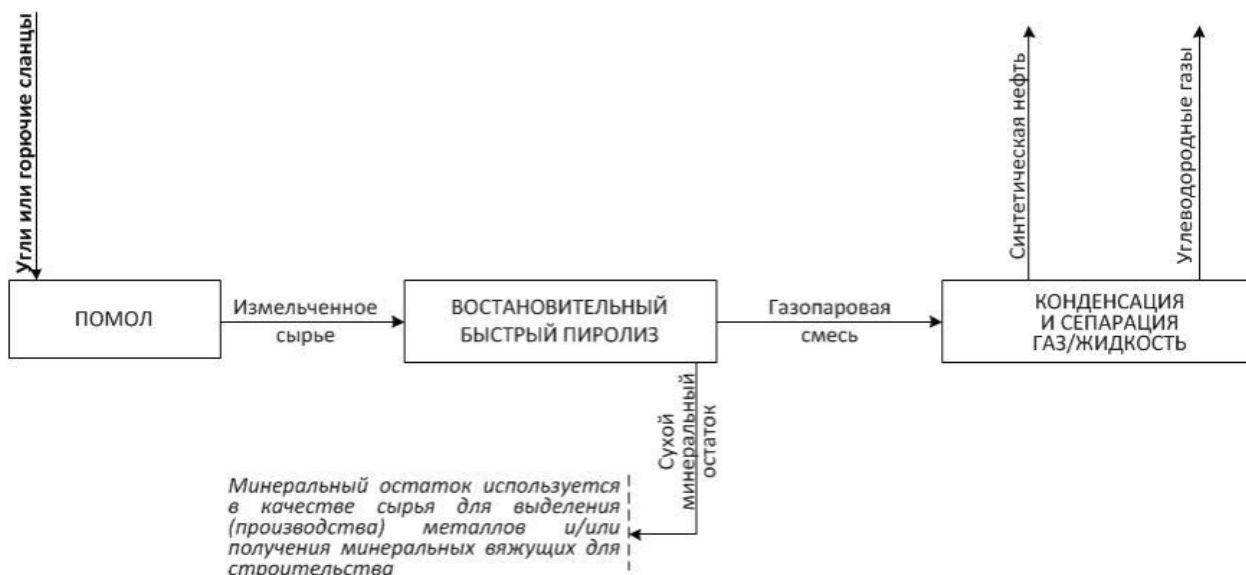


Рис. 3. Блок-схема реализации комплексного решения переработки углей и сланцев на базе технологии восстановительного быстрого пиролиза

4. Описание базовых технологий, входящих в комплексные решения

4.1. Технология производства синтетического моторного топлива

Процесс синтеза жидких углеводородов реализуется в колонном реакторе с суспензионным катализатором (размер частиц мене 64нм). В качестве катализатора используется ультрадисперсная суспензия частиц оксида железа в масле или мазуте, промотированных оксидом иттрия. Процесс осуществляют при температуре от 280 до 350°С. При температуре 280°С преимущественно образуются жидкие углеводороды бензиновой фракции, с ростом температуры до 350°С преобладают углеводороды дизельной и масляной фракций. Образование дизельной фракции вызвано вторичным распадом более тяжелых первичных парафинов. Т.о. регулируя параметры процесса в реакторе возможно получать как до 98% бензиновой фракции, так и до 96% дизельной. При этом выход неконденсирующихся газов составляет не более 2%. Состав продуктов практически полностью зависит от условий проведения процесса, а не от состава сырья.



Рис. 4 Схема реактора синтеза

и

Экспериментальная установка

Преимущества технологии:

- Каталитическая система - подвижная жидкая суспензия, что облегчает решение проблемы теплосъема и значительно упрощает конструкцию реактора;
- Барботаж синтез-газа сквозь жидкую каталитическую систему исключает локальные перегревы;
- Возможность ввода в каталитическую систему дополнительных суспензий катализаторов;
- В зависимости от поддерживаемой в реакторе температуры можно получать как бензин, так и дизельное топливо, а также масла;
- Толерантность каталитической системы к балластным азоту и углекислоте. Может использоваться синтез-газ с практически любым соотношением водорода и монооксида углерода. Балластные компоненты практически не влияют на эффективность работы реактора, хотя увеличивают габариты оборудования.

4.2.Технология электроимпульсного ожижения углей и горючих сланцев

Органическое вещество в ожижаемом сырье (угли и горючие сланцы), представлено твердыми полимерами, сконденсированными сопряженными соединениями циклической и ароматической природы, связанными между собой силами межмолекулярного взаимодействия. Задачей процесса ожижения является в проведение реакций деполимеризации сконденсированного вещества и гидрирования продуктов деполимеризации.

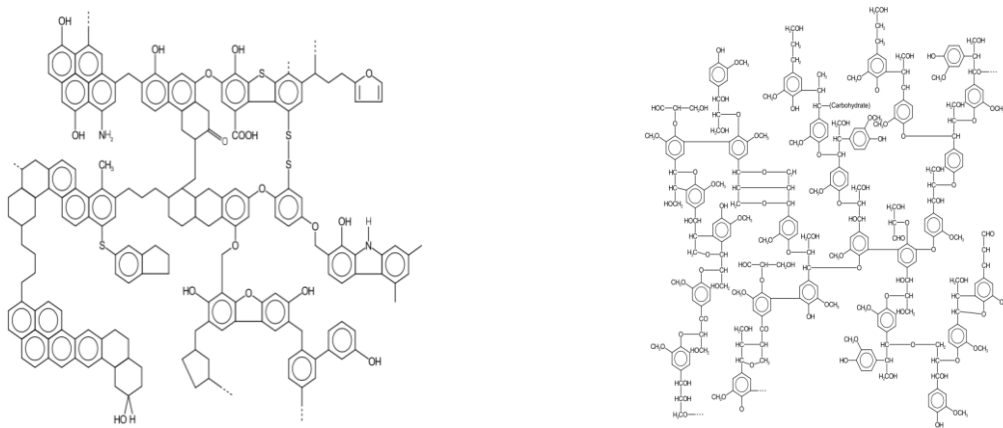


Рис.5. Органическое вещество углей и горючих сланцев

В момент высоковольтного импульсного разряда в смеси сырья, органического растворителя (его рецикла) и воды протекают следующие процессы:

- В канале разряда происходит разогрев вещества до сотен тысяч градусов Кельвина и его резкое расширение. Резкое расширение вещества создает высокие давления до нескольких тысяч МПа внутри канала разряда и в локальной области непосредственно с ним. Все это, включая непосредственную эмиссию быстрых электронов в процессе разряда, приводит к образованию активных частиц: собственно быстрых электронов (e) с энергией более 5кэВ и временем жизни до 400мкс, частиц радикалов: $*O$, $*H$, $*OH$. Активные частицы взаимодействуют с твердым органическим веществом оживаемого сырья по радикальному механизму и механизму электронного удара с образованием низкомолекулярных жидких органических продуктов.
- Вследствие быстрого расширения вещества внутри канала разряда возникает ударная волна, которая вызывает кавитационные явления во всем объеме реакционной смеси. Процесс кавитации характеризуется возникновением паровых микрополостей и быстрым их схлопыванием. Во время схлопывания кавитационных полостей также достигаются экстремально высокие значения давлений и температур с переводом локальной части вещества в сверхкритическое состояние. В свою очередь некоторое количество сверхкритического вещества позволяет проводить ожижение угля без прямого воздействия активных частиц (e , $*O$, $*H$, $*OH$).
- Возникновение ударной волны и обусловленных ее действием кавитационных явлений также обуславливают протекание процессов, не связанных с ожижением органической массы твердого сырья, но способствующих этому – это процессы дробления, процессы интенсификации диффузии вещества реакционной смеси в центр частицы сырья и продуктов ожижения обратно.

Ключевым моментом процесса ожижения твердых органических субстанций является жидкая среда, в которой осуществляется импульсный высоковольтный разряд. В качестве такой среды наилучшим образом подходит смесь воды и углеводородов (кубового остатка ректификации полученной в процессе ожижения углеводородной смеси).

Роль воды сводится главным образом к следующему:

- Вода является «поставщиком» активных частиц-радикалов: $*O$, $*OH$, $*H$. Радикалы кислорода и наиболее долгоживущий гидроксил-радикал, наряду с электронным ударом – преимущественно запускают реакции деполимеризации органического вещества сырья, в то время, как атомарный водород участвует в реакции гидрирования, в т.ч. низкомолекулярных соединений в момент их образования.
- Наличие воды необходимо в качестве одного из компонентов сверхкритической жидкости, локально образующейся в процессе кавитации.
- Наличие воды существенно уменьшает диэлектрическую прочность среды и облегчает возникновение высоковольтного разряда в слое жидкости с частицами оживаемого сырья.

Роль углеводородов обусловлена тем, что:

- Углеводороды являются дополнительным источником водорода, а их рецикл обеспечивает лучшее соотношение Н:С в получаемых продуктах, сводя к минимуму содержание непредельных соединений и смол, вредных для моторных топлив.
- Также как и наличие воды, наличие углеводородов необходимо в качестве одного из компонентов сверхкритической жидкости, локально образующейся в процессе кавитации. Процесс ожижения в сверхкритической среде идет наилучшим образом при наличии органических углеводородов и воды, хотя может протекать только в среде воды или углеводорода, находящихся в сверхкритическом состоянии.

Процесс электроимпульсного ожижения осуществляется в специальном многосекционном реакторе, состоящим из отдельных секций, количество которых определяется его производительностью.

Рис.6 Вид секции и пример их компоновки

Конструкция реактора имеет ряд отличительных признаков, среди которых:

- Модульность конструкции, что позволяет унифицировать конструкцию реакторов на разные мощности по углю, упростить их обслуживание и ремонт.
- Многоразрядный электрод, позволяющий увеличить длину разряда при той же его мощности, тем самым уменьшить энергозатраты в процесс ожижения за счет большей площади соприкосновения поверхности разряда с сырьем и меньших потерь активных частиц на рекомбинацию.

Свойства синтетической нефти полученной из угля на экспериментальной установке (пример):

Параметр	Значение
Выход фракций до температуры:	
- 200 ⁰ С	13,8
- 300 ⁰ С	34,7
- 350 ⁰ С	87,5
Давление насыщенных паров, кПа (мм.рт.ст.)	66,7
Плотность при 20 ⁰ С, кг/м ³	832
Вязкость при 20 ⁰ С, мПа*с	14,7

4.3. Технология восстановительного быстрого пиролиза

Особенность технологии восстановительного быстрого пиролиза (ВБП) в том, что собственно быстрый пиролиз (БП) протекает в среде восстановительного газа насыщенного реакционноспособными частицами – радикалами CO^* и H^* . В этом случае, продукты БП в момент образования взаимодействуют с восстановительной средой вступая в химические реакции восстановления и приводящих к повышенному выходу углеводородов, а не их производных. На рисунке ниже представлена схема реактора для реализации процесса ВБП.

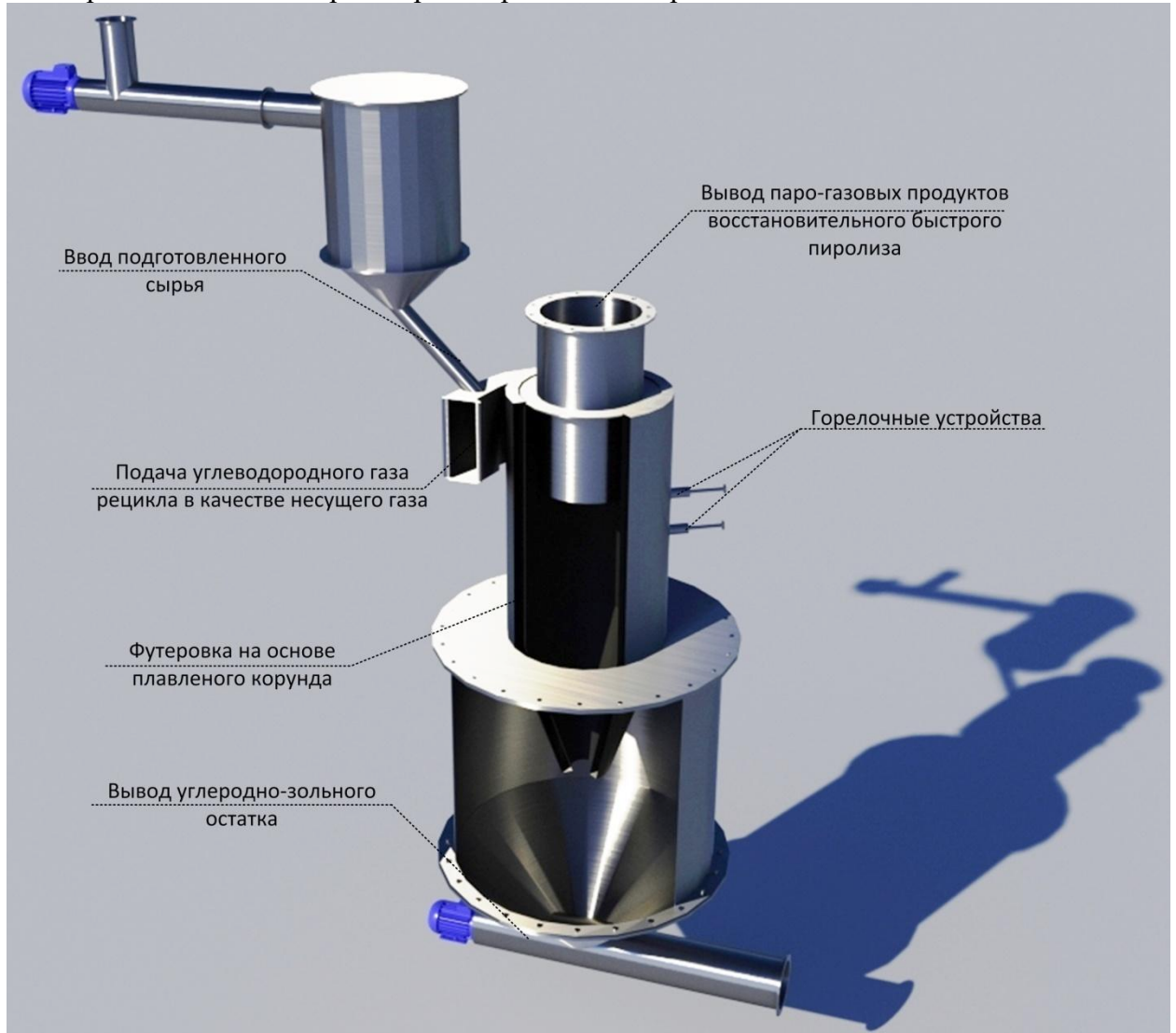


Рис.7 Схема реактора ВБП

Реактор для ВБП выполнен в форме циклонного аппарата с теплоотводами для захлаживания продуктов на выходе (на схеме не показаны) и футерованного внутри абразивостойким материалом на основе плавленного корунда с добавкой в него соединений обладающих каталитическими свойствами. Измельченное сырье тангенциально подается в реактор потоком углеводородных газов рецикла. Внутри реакционной камеры реактора размещены горелочные устройства, обеспечивающие неполноту сгорания газов и образование восстановительной среды. Стенки реактора нагреваются за счет лучистого нагрева от горения газов. Нагрев частицы угля происходит преимущественно в момент удара о стенку реактора, реализуя абляционный механизм быстрого пиролиза. Общее время пребывания продуктов пиролиза в реакторе около одной секунды. Это достаточно много, но наличие активной восстановительной атмосферы (продуктов неполного сгорания части подаваемых газов БП – радикалов CO^* и H^*) позволяет стабилизировать продукты распада. Кроме того, наличие реакционноспособных CO^* и H^* снижают количество

оксигенатов, серосодержащих и азотсодержащих органических соединений. Конструкция реактора в форме циклона позволяет непосредственно на стадии самого процесса разделить продукты БП.

4.4.Технология сверхкритической конверсии

Технология является know-how компании EMQU Technology и оптимальна для осуществления водной конверсии твердых видов сырья, таких как уголь и сланец. В основе технологии нагрев в специальных трубчатых реакторах суспензии угля или горючего сланца в воде при высоком давлении и осуществления реакций конверсии: $C+H_2O=CO+H_2$. Высокое давление, отвечающее критической точке, создается за счет теплового расширения воды. Способ кратно более экономичен чем другие известные способы, а за счет смещенного равновесия в сторону продуктов, данная технология не приводит к выбросу углекислого газа в процессе конверсии.

4.5.Технология очистки газов от серы

Газ, содержащий сероводород и меркаптаны, пропускается через реактор, схожий по своему устройству и протекающим химическим реакциям со свинцовым аккумулятором. Сернистые соединения окисляются ионами свинца Pb^{2+} и Pb^{4+} , которые присутствуют на поверхности электродов и в электролите при его заряде и разряде.

EMQU Technology показало на основе эксплуатации опытной установки, спроектированной и созданной на основе экспериментальных данных, что все серосодержащие соединения, адсорбированные на положительных электродах, окисляются до сульфата, так как их окислительный потенциал в процессе заряда может достигать 2,5В. На отрицательных электродах возможно восстановление ионов водорода, в то время как восстановление серосодержащих соединений не происходит, так как их восстановительный потенциал не превышает 0,2В. Присутствие органических соединений в очищаемом газе предотвращает пассивацию электродов и образование водорода. Очищаемый газ кондиционируется по содержанию влаги, для этого предусмотрены узел адсорбции воды и узел увлажнения газа. Как видно из описания, для функционирования технологии не требуются поддержание определённого расхода газа или температуры реакционной зоны. Вследствие простоты технических решений установка может работать в диапазоне 0-100% от проектной производительности. Для работы установки не требуются высокие температуры.

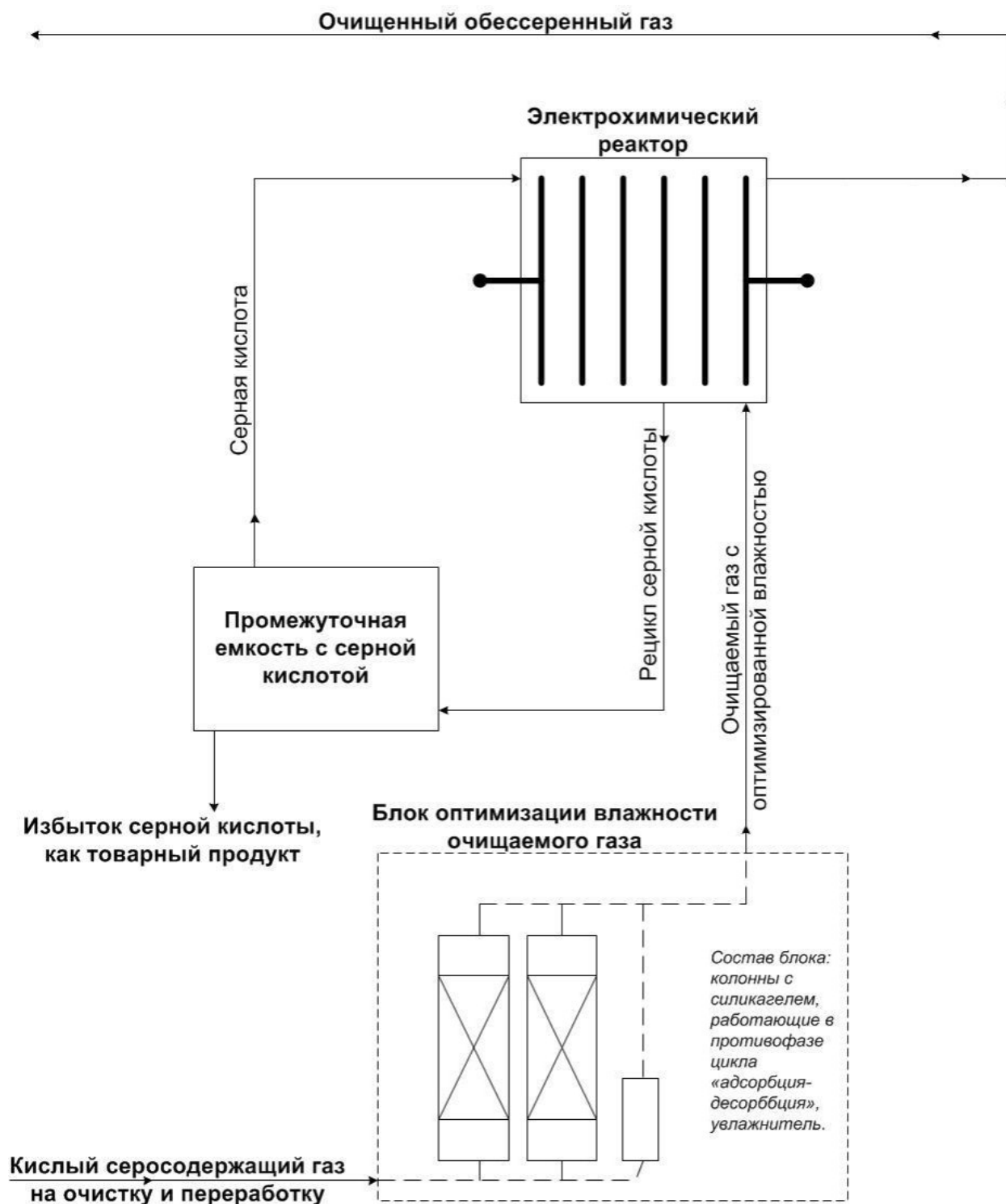


Рис.8 Упрощенная схема предлагаемого решения

Преимущества предлагаемого решения:

- Продуктом является концентрированная серная кислота, востребованный продукт с высокой стоимостью.
- Отсутствие дополнительных реагентов, единственным потребляемым ресурсом является электроэнергия.
- Технология безотходная. Серосодержащие соединения окисляются до серной кислоты, которая является товарным продуктом.
- Установка компактна и может быть смонтирована в морские контейнеры, что обеспечивает начало работы сразу после ее подключения к коммуникациям.
- Стабильная работа в широком диапазоне расходов кислого газа.

4.6. Технология извлечения металлов из углей, сланцев или их минерального остатка

Технология является know-how компании EMQU Technology и может быть применена как для исходных углей или горючих сланцев, так и для минерального остатка, образующегося при их комплексной переработке или сжигании (использование золошлаковых отвалов угольных электростанций).

Технология основана на двух основных процессах: процессе активационного экстрактивного выщелачивания редкоземельных металлов и процессах образования мицелярных коллоидных растворов металлов платиновой подгруппы в оборотной воде.

Процесс активационного экстрактивного выщелачивания редкоземельных металлов позволяет извлечь до 96.7% содержащихся в сырье металлов (иттрий, лантан, церий, диспрозий, иттербий и др.). Для выщелачивания используется слабый раствор азотной кислоты с экстрактивным извлечением солей редкоземельных металлов и их последующим разложением до металлов. Особенностью процесса являются использование полевой активации процесса выщелачивания определенным спектром УЗ излучения, что обуславливает мягкие условия, возможность регенерации реагентов и как следствие позволяет организовать экологически чистое безотходное производство. Эксплуатационные затраты могут быть предварительно оценены как \$1.5-2 на 1т золы.

Процесс образования мицелярных коллоидных растворов металлов платиновой подгруппы в оборотной воде не подразумевает использование жестких реагентов и каких-либо отходов. В основе процесса промывка сырья водным раствором солей (преимущественно 2% раствором хлорида натрия) в условиях гидродинамического ультразвукового воздействия. В результате такой промывки металлы платиновой подгруппы переходят в коллоидный раствор, который осаждают и выделяют металлический концентрат.

Типовой пример теста по выделению металлов платиновой подгруппы на примере золы из горючего сланца (месторождение в Эстонии) приведен ниже. Аналогичные результаты были получены для различных бурых и каменных углей, что говорит о универсальности технологии.

Пробу минерального остатка (золы от сжигания) промывали рециркулирующим водным раствором солей (преимущественно 2% раствором хлорида натрия) в условиях гидродинамического ультразвукового воздействия. Полученный таким образом раствор очищали методом центрифужной сепарации от грубых частиц минерального остатка и фильтровали через фильтр из активированного угля. По завершению фильтрации, материал фильтра (активированный уголь) сушили, прокаливали при 200С и определяли содержание некоторых элементов масс-спектральным методом

ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ

Name	C, %	Pd, %	Pt, %	S, %	O, %
Slanez (EE)					
Mean Value	45.16	0.790	5.750	0.000	—
Deviation, abs.	0.250	0.041	0.030	0.000	—
Delta (%)	0.350	0.057	0.040	0.000	—

Извлечение металлов из активированного угля не представляет сложности и может быть достигнуто сжиганием углеродной матрицы. Содержание металлов в углеродной матрице: 1.52%Pd(15.2кг/т), 11.12%Pt(111.2г/т). Сланцевая зола на одну тонну содержит 2.36г платины, 1.42г палладия, а также в меньших количествах другие металлы платиновой подгруппы. Эксплуатационные затраты могут быть предварительно оценены как \$11-12 на 1т золы.

4.7. Технология производства минеральных вяжущих

Технология является know-how компании EMQU Technology и позволяет получать минеральные вяжущие для производства бетонов с прочностью M1000 и более. Технология

предполагает использование типового коммерчески доступного автоклавного оборудования и достаточно проста в реализации.

4.8. Паровые машины для производства электроэнергии

Паровые машины для производства электроэнергии, разработанные нашей компанией представлены двумя типами машин:

4.8.1. Радиальный паровой двигатель с псевдовынужденным расширением рабочего тела



Рис. 9 Внешний вид радиального парового двигателя

Назначение

Паровой двигатель предназначен для использования в энергетике для выработки электроэнергии в паровом цикле. Двигатель перспективен для использования в малой энергетике в диапазоне мощностей от 5 кВт до 1 МВт.

Особенности конструкции

В основе конструкции двигателя – радиальная схема расположения цилиндров. Конструкция двигателя позволяет достичь высокой степени расширения пара в цилиндре за счет возможности его полезного расширения, даже если энергии частично уже расширенного пара не хватает для самостоятельного перемещения поршня в крайнее положение сброса пара. Это достигается за счет согласованной работы с другими поршневыми группами, в которые подается пар с начальным рабочим давлением, а также особенностями общего распределения и подачи и отвода пара.

Диапазон мощности и требования к пару

Номенклатура изделий позволяет поставить моторы с мощностью от 5 до 1000 кВт рассчитанные на давления пара от 4,5 до 167 атм. При этом возможна работа на влажном не перегретом паре.

Обслуживание. Ресурс и надежность

Моторы не требуют смазки и циркуляции масла и какого-либо специфического обслуживания кроме замены уплотнительных колец раз в 10.000 часов. Расчетный срок эксплуатации – 50 лет.

Преимущества

- Высокая надежность;
- Простота обслуживания;
- КПД сопоставимый с турбиной при меньшей стоимости;
- Возможность использования в системе ORC.

4.8.2. Лопастной паровой двигатель с экранным эффектом рабочего тела



Рис. 10 Внешний вид лопастного парового двигателя

Назначение

Паровой двигатель предназначен для использования в энергетике для выработки электроэнергии в паровом цикле. Двигатель перспективен для использования в малой энергетике в диапазоне единичных мощностей от 50 кВт до 250МВт.

Особенности конструкции

В основе конструкции двигателя – лопастная схема ротора вращающегося внутри статора с оптимизированной геометрией. Конструкция двигателя позволяет достичь высокой степени расширения пара и высокого КПД сопоставимого с КПД турбины за счет реализации экранного эффекта. Энергия пара преобразуется непосредственно в энергию вращения вала.

Диапазон мощности и требования к пару

Номенклатура изделий позволяет поставить моторы с мощностью от 50 кВт до 250МВт рассчитанные на давления пара от 7 до 243ати. При этом возможна работа на влажном не перегретом паре.

Обслуживание. Ресурс и надежность

Моторы не требуют смазки и какого-либо специфического обслуживания кроме замены лопаток раз в 20.000 часов. Расчетный срок эксплуатации – 50 лет.

Преимущества

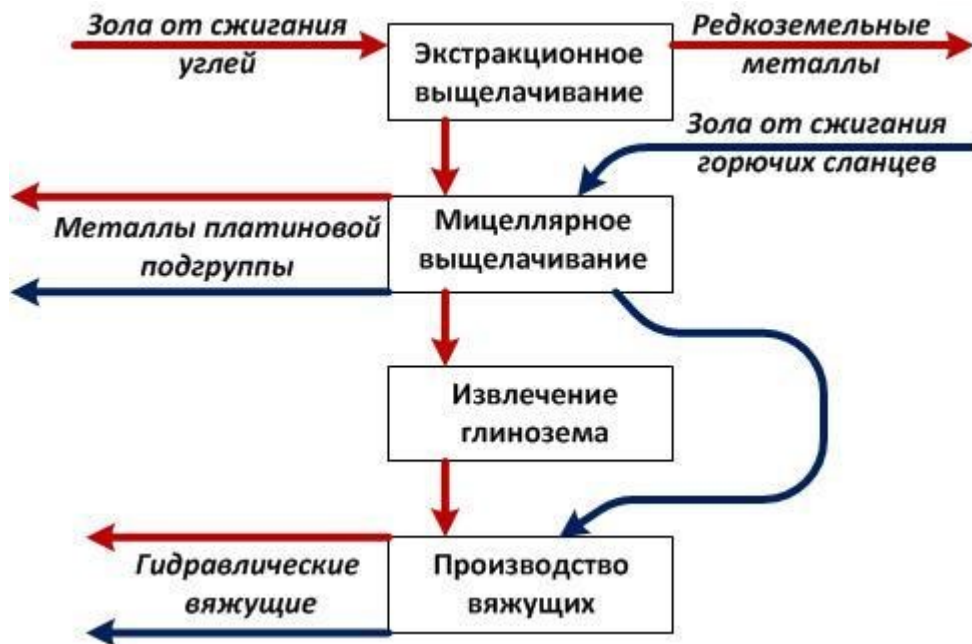
- Высокая надежность;
- Простота обслуживания;
- КПД сопоставимый с турбиной при меньшей стоимости;
- Возможность унификации с моторами аналогичной конструкции, работающими на газовом топливе;
- Возможность использования в системе ORC.

4.9. Расширенное описание переработки золы

Назначение технологии – комплексная переработка золы от сжигания углей и горючих сланцев. Зольный остаток от углей является сырьем для производства ряда редкоземельных металлов и металлов платиновой подгруппы. Зола от сжигания горючих сланцев в основном является источником металлов платиновой подгруппы. После извлечения наиболее ценных компонентов (редкоземельных металлов и металлов

платиновой подгруппы) обедненный зольный остаток угля может быть сырьем для извлечения глинозема (оксида алюминия), после чего использован для производства гидравлических вяжущих. Обедненный остаток сланцевой золы, в большинстве случаев, не пригоден для извлечения оксида алюминия из-за его малого содержания и может быть сразу направлен в качестве сырья на производство гидравлических вяжущих.

5.



Упрощенный вариант схемы переработки золы угля и горючих сланцев

Выше приведенная схема намерено, упрощена с целью сокращения объема описания. Зольные остатки твердых горючих ископаемых как правило содержат значительно большее содержание полезных компонентов, включая ряд ценных цветных металлов. Однако извлечение иных компонентов золы однотипно с нижеприводимыми технологическими концепциями и могут быть извлеченными схожими способами. Более подробно о таких возможностях сообщается в конце этого описания.

Стадия экстракционного выщелачивания

Процесс активационного экстрактивного выщелачивания позволяет извлекать из угольных зол ряд редкоземельных металлов (иттрий, лантан, церий, диспрозий, иттербий и др.) со степенью извлечения до 96.7%. Для выщелачивания используется слабый раствор азотной кислоты с экстрактивным извлечением солей редкоземельных металлов и их последующим разложением до металлов. Особенностью процесса являются использование полевой активации процесса выщелачивания определенным спектром УЗ излучения, что обуславливает мягкие условия, возможность регенерации реагентов и как следствие позволяет организовать экологически чистое безотходное производство.

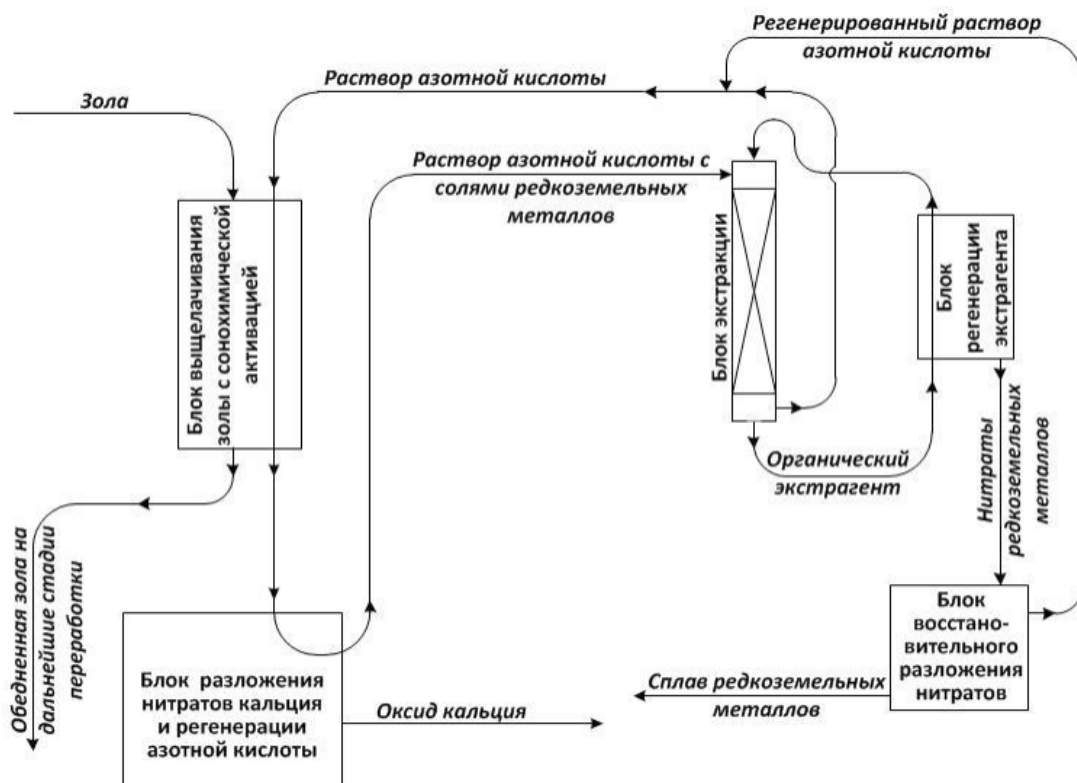


Схема процесса экстракционного выщелачивания

Мицеллярное выщелачивание

Угольная или сланцевая зола в промывочном блоке смешивается с рециркулирующим водным раствором солей (преимущественно 2% раствором хлорида натрия) в условиях гидродинамического ультразвукового воздействия. В результате такого воздействия, основная часть металлов платиновой подгруппы переходит в раствор в форме коллоидных частиц. Раствор очищают комбинированным способом фильтрации и центрифужной сепарации от грубых частиц минерального остатка с получением осушенного остатка обедненной золы и обогащенного металлами коллоидного раствора. Обедненная зола является сырьем для производства минерального вяжущего или иных строительных материалов. Обогащенный металлами раствор поступает на угольный фильтр, заполненный древесным активированным углем. Уголь задерживает частицы металлов, которые оседают в его порах, а раствор на выходе из угольного фильтра используется повторно для извлечения металлов из золы. После предельного насыщения угольного фильтра металлами платиновой подгруппы его увлекают и сжигают в специальном концентраторе печного типа, конструкция которого предотвращает унос золы. Продуктами сгорания угольного фильтрующего материала является расплавленный зольный остаток, состоящий из сплава металлов платиновой подгруппы – основной целевой продукт.

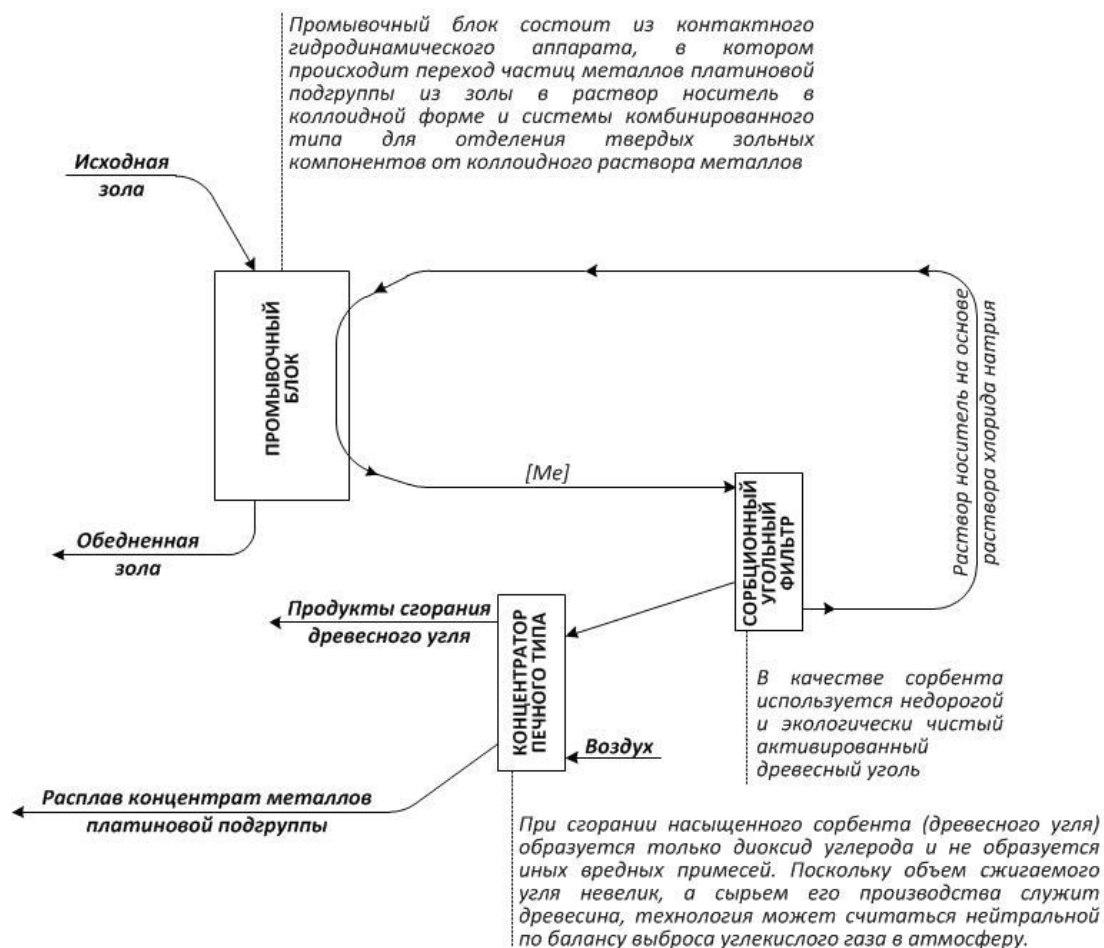


Схема процесса извлечения металлов платиновой подгруппы

Ниже приведен состав угольного фильтра на основании данных элементного анализа:

ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ

Name	C, %	Pd, %	Pt, %	S, %	O, %
Slanez (EE)					
Mean Value	45.16	0.790	5.750	0.000	—
Deviation, abs.	0.250	0.041	0.030	0.000	—
Delta (%)	0.350	0.057	0.040	0.000	—

Содержание металлов в углеродной матрице: 1.52%Pd(15.2кг/т), 11.12%Pt(111.2г/т). Сланцевая зола на одну тонну содержит 2.36г платины, 1.42г палладия, а также в меньших количествах другие металлы платиновой подгруппы.

Извлечение глинозема и производство гидравлических вяжущих

Извлечение глинозема возможно по модифицированной щелочной технологии извлечения глинозема из бокситного сырья. Одновременно с этим, угли могут содержать высокое содержание оксида кремния, пригодного для получения совместно с оксидом алюминия (глиноземом) – оксида кремния в форме высококачественной белой сажи. Так, на примере сжигания углей экибастузского угольного бассейна, содержание в золе отвала оксида кремния 58-63% и оксида алюминия 26-32%.

Гидравлическое вяжущее может быть получено по клинкерной или гидратационной технологии. Кроме вяжущего, могут быть получены различные строительные материалы, включая высокопрочные блоки из пеностекольной массы и ряд других строительных материалов.

Во многом выбор варианта технологии определяется составом сырья, существующей потребностью региона в том или ином виде продукции с учетом логистических факторов и определяется входе предТЭО.

Вариативность переработки минеральных остатков (золы) углей и горючих сланцев

Выше представлены основные подходы по извлечению наиболее ценных компонентов золы угля и сланцев. Одновременно с этим, технологии и компетенции команды *Quantum Industries* позволяют в каждом конкретном случае для золы от сжигания, например угля из определенного бассейна, извлекать ряд дополнительных ценных компонентов.

Большинство углей и их золы, богаты рядом цветных металлов. В таблице ниже приводится типичное содержание металлов в золах, на примере углей Кузбасса.

Справочно. На примере золы углей бассейна р.Чайдах-Юрях (РФ, Республика Саха-Якутия) относительно не богатый редкоземельными металлами суммарный извлекаемый запас редкоземельных металлов (церий, лантан, иттрий, диспрозий, иттербий и др.) составляет около 1%.

Металл	Содержание в углях, г/т	Максимальное содержание в золе, г/т	Справочно. Кондиции для руд, %
Титан	100–500	5600	10–15
Цирконий	100–300	3000	3
Медь	до 15	3700	0,5
Свинец	до 25	4800	2
Цинк	10–300	16000	1
Барий	200	5800	1
Ванадий	до 50	5000	1
Вольфрам	до 3	1500	0,5–1
Бериллий	до 1	430	0,1
Ниобий	1–3	3000	0,1
Галлий	1–3	3000	0,04
Германий	до 1	2700	0,1

Для извлечения прочих цветных металлов пригодны модифицированные технологии, представленные ранее в этом описании. Общим преимуществом технологий *Quantum Industries* является низкие эксплуатационные затраты, экологичность (за счет рецикла специальных реактивов и отсутствия загрязняющих выбросов), а также полная переработка зол в полезные продукты. Несмотря на то, что данная технология интегрируется в комплекс технологий переработки углей или горючих сланцев ее отдельно использование для ликвидации существующих золошлаковых отвалов ТЭС. Так на примере существующих запасов золы в России, Казахстане, США, запасов для выработки глинозема (оксида алюминия) при текущем темпе его потребления, каждой из стран хватит на период 120-160 лет.

Руководитель группы разработчиков
Виктор Алещанов
Email: infomir35@gmail.com