

Отзыв

официального оппонента профессора, доктора технических наук Юрия Александровича Гудима на диссертацию Антона Михайловича Кобелева «Комбинированный способ переработки реакторного графита в водяном паре и оксидно-солевых расплавах», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03 – Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации.

Диссертационная работа А. М. Кобелева посвящена теоретическому и экспериментальному исследованию процессов, протекающих при комбинированном способе переработки реакторного графита и разработке рациональных технологических схем переработки облученного реакторного графита.

Тема диссертационной работы, несомненно, актуальна в связи с необходимостью скорейшей переработки большого количества облученного графита выводимых из эксплуатации уран-графитовых реакторов. Полученные диссертантом расчетные и экспериментальные данные о параметрах, протекающих при переработке реакторного графита процессов, облегчают разработку способов переработки такого графита.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, библиографического списка и приложений.

Во введении обоснована актуальность выполненных диссертантом исследований, сформулирована цель работы, изложены научная новизна и практическая значимость работы, положения и результаты, выносимые на защиту. Также приведены данные по апробации диссертационной работы.

Первая глава содержит обзор литературных данных по характеристике графита ядерных реакторов АЭС России и его радиационному состоянию, а также предлагаемых способов переработки облученного графита, выводимых из эксплуатации уран-графитовых ядерных реакторов. Приведенные в обзоре данные свидетельствуют о том, что реально осуществимые способы утилизации облученного реакторного графита до сих пор не созданы. На основании этого сделано заключение о необходимости исследования физико-

химических процессов, происходящих при переработке графита, и уточнения температурных параметров процесса переработки.

Во второй главе методами термодинамического моделирования исследовано поведение радионуклидов при нагревании радиоактивного графита в различных средах при температурах от 373 до 3273 К для установления возможного состава получаемых конденсированной, газо-конденсированной и газовой фаз.

В соответствии с полученными данными определены возможные химические реакции, протекающие при нагревании рассматриваемых систем и рассчитаны константы равновесия этих реакций. Показано что добавление солевых систем позволяет снизить температуру окисления углерода графита.

В третьей главе описаны результаты экспериментов по изучению процессов, протекающих в смесях $\text{CuO-C-NaCl-KCl-Na}_2\text{CO}_3\text{-K}_2\text{CO}_3$ и смесях, содержащих NiO вместо CuO , при нагревании. На основании полученных результатов определены значения энтальпий изученных процессов.

В четвертой главе приведены результаты экспериментов по исследованию механизма процессов окисления графита в системах CuO-C- солевой расплав, NiO-C- солевой расплав методом термогравиметрии при нагревании в закрытой муфельной печи. Полученные результаты вполне достоверны.

В пятой главе предложена укрупненная технологическая схема переработки реакторного графита комбинированным способом. Высокоактивный наружный слой графита предлагается перерабатывать в расплавленном окисдно-солевом расплаве, основную часть реакторного графита предложено перерабатывать в газогенераторной печи, окисляя графит перегретым водяным паром. Управление процессом предусмотрено с помощью специально разработанной программы.

Произведен оценочный расчет общего количества радиоактивных отходов, получаемых при использовании предлагаемого способа переработки реакторного графита.

В заключении подведены итоги выполненной диссертантом работы.

Научная новизна диссертационной работы А. М. Кобелева заключается в том, что:

- изучены новые составы оксидно-солевых систем, пригодных для переработки облученного реакторного графита;
- получены новые данные о химических соединениях радионуклидов, образующихся при нагревании реакторного графита в изученных оксидно-солевых системах, и температурных интервалах фазовых состояний этих соединений;
- получены новые данные о влиянии состава изученных оксидно-солевых систем на рациональный температурный режим переработки реакторного графита;
- получены новые данные о скорости окисления графита в изученных оксидно-солевых системах.

Практическая значимость диссертационной работы А. М. Кобелева заключается в том, что:

- определен равновесный состав систем графит-пары воды, графит-оксидно-солевые расплавы-пары воды (воздух, аргон);
- результаты выполненных экспериментов позволили определить основные параметры будущих способов переработки реакторного графита;
- разработана и предложена укрупненная технологическая схема комбинированного способа переработки реакторного графита в перегретом водяном паре и оксидно-солевых расплавах;
- разработаны основные принципы конструирования установок по переработке реакторного графита;
- разработана компьютерная программа «Модель процесса переработки радиоактивного графита в газогенераторной печи (ГРАФИТ-ГАЗ)», которая уже используется при подготовке специалистов направления «Пожарная безопасность» Уральского института ГПС МЧС России.

Достоверность результатов, полученных А. М. Кобелевым, не вызывает сомнений. Она обеспечена применением современных математических методов и программных комплексов, надежных апробированных методик измерений при проведении экспериментов и подтверждается хорошим согласованием полученных результатов с экспериментальными данными других исследователей.

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. Очень большой объем литературного обзора для кандидатской диссертации (Глава 1 и вступления во всех последующих главах).
2. В заключении очень много пунктов выводов, поэтому им не хватает четкости, в некоторых случаях достаточного обоснования.
3. В выводах к главе 4 вполне обоснованно утверждается, что при увеличении температуры изученных систем и продолжительности нагрева степень окисления графита увеличивается. Но ниже указаны далеко не самые высокие температуры нагрева систем, при которых наблюдается максимальное окисление графита, а также временные интервалы, в которых окисление углерода протекает наиболее интенсивно. Очевидная неувязка или очевидное противоречие.
4. Непонятно происхождение очень интересной таблицы 5.1 (гл.5, стр.140). По-видимому, это результаты расчетов, выполненных соискателем. Тогда это следовало бы подчеркнуть либо в названии таблицы, либо в тексте. От этого диссертация бы только выиграла.
5. При восстановлении оксидов меди или никеля, протекающем в оксидно-солевом расплаве, восстановленные металлы выделяются в виде мелких капелек, которые постепенно оседают в расплавленную металлическую фазу, находящуюся на дне огнеупорного тигля. Опыт металлургов показывает, что не все такие капельки металла успевают укрупниться и осесть на металлический расплав. Поэтому в солевом расплаве всегда находится некоторое количество металла в виде мелких капелек в том числе и во время слива отработанного солевого расплава. Поэтому количество радиоактивных отходов процесса будет несколько больше расчетного.
6. Принятое количество (масса) радионуклидов в удаляемом отработанном солевом расплаве (10% от массы солевого расплава)

существенно завышено. В таком случае удаляемый солевой расплав будет представлять собой не просто высокоактивные отходы (ВАО), а очень высокоактивные отходы. Это сильно затруднит работу предприятия по переработке реакторного графита и значительно увеличит затраты на строительство и эксплуатацию предприятия.

7. Предусмотренная соискателем очистка выделяющихся в процессе переработки графита газов в циклоне не обеспечивает полной очистки газов от пыли, так как степень очистки в циклоне находится в пределах 70-80%. Циклоны улавливают частицы пыли размером не менее 10 мкм.
8. Производить технико-экономическую оценку процесса комбинированного способа переработки реакторного графита не имеет особого смысла. Такой процесс всегда будет убыточным экономически, вследствие очень больших затрат на строительство цеха (участка), эксплуатацию оборудования и сравнительно небольшой производительности цеха.

Имеет смысл говорить об экологической эффективности предлагаемого процесса, которая несомненно присутствует.

Приведенные выше замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы А. М. Кобелева. Диссертация А. М. Кобелева полностью соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней в ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет первого Президента России Б. Н. Ельцина». Автореферат диссертации достаточно точно отражает содержание диссертации и выполнен с соблюдением установленных требований. Диссертационная работа А. М. Кобелева является вкладом в развитие технологических схем переработки облученного реакторного графита и накопления базы данных о протекании процессов переработки реакторного графита.

Считаю, что диссертационная работа полностью соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ», а ее автор Антон Михайлович Кобелев заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.03 – Ядерные энергетические установки, включая проектирование, эксплуатацию и вывод из эксплуатации.

Официальный оппонент

Заместитель генерального директора по научной работе
ООО Промышленная компания «Технология металлов»
доктор технических наук по специальности 05.16.02, профессор

Гудим Юрий Александрович



« 30 » 03 2021 г.

454090, Россия, г. Челябинск, ул. Свободы, дом 83, офис 307-308
тел./факс: тел: (351) 217-10-15
e-mail: mail@metalstech.ru

Подпись д.т.н., проф. Ю. А. Гудима удостоверяю:

Начальник отдела кадров

ООО Промышленная компания

«Технология металлов»



А. А. Козлова

Я, Гудим Юрий Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Кобелева Антона Михайловича, и их дальнейшую обработку.