СВЕРДНИИХИММАШ
атомэнергомаш
НАУЧНО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

Акционерное общество

Свердловский научно-исследовательский институт химического машиностроения
(АО «СвердНИИхиммаш»)

ул. Грибоедова, 32, г. Екатеринбург, 620010
тел. (343) 258-55-10, факс (343) 258-55-05
e-mail: niihm@ural.ru, www.sverd.ru
ОКПО 07625080, ОГРН 1026605756100
ИНН/КПП 6664003909/667401001

_____№ _____
Отзыв на диссертацию Д.Ю. Белкина

РХТУ им. Д.И. Менделеева

Ученому секретарю
диссертационного совета
Д.212.204.09

И.Л. Растуновой

rastunov@rchu.ru

Отзыв

на диссертационную работу Белкина Дмитрия Юрьевича «Изотопная очистка теплоносителя промышленного тяжеловодного реактора ЛФ-2», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.02 – «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов»

1При эксплуатации тяжеловодных реакторов важнейшей задачей является очистка теплоносителя – тяжелой воды от протия и трития. В созданной в советское время на ФГУП «ПО Маяк» установке очистки от протия тяжелой воды реактора ЛФ-2 используется метод ректификации в каскаде тарельчатых колонн диаметром от 250 до 700 мм и высотой более 40 м. В ФГУП ПО «Маяк» накоплен огромный практический опыт не только эксплуатации, но и оптимизации, ранее созданного оборудования на основе творческого поиска нескольких поколений сотрудников. Однако до последнего времени на установке очистки тяжелой воды не была решена задача переработки слабых тяжеловодных сливов, которые накапливались в баках. Также для реактора ЛФ-2 не была предусмотрена задача очистки тяжелой воды от трития. В настоящее время для очистки тяжелой воды от трития внедряется метод химического изотопного обмена, однако данных по эксплуатации оборудования, требуемого для этого метода – электролизеров для разложения воды, горелок для верхнего узла обращения потоков, пока недостаточно. Поэтому особый интерес вызывает возможность использования для очистки тяжелой воды от трития хорошо освоенного метода ректификации тяжелой воды под вакуумом. В этом плане диссертационная работа Д.Ю. Белкина, посвященная исследованиям технологических процессов, которые имеют место при изотопной очистке теплоносителя промышленного тяжеловодного реактора методом ректификации, является актуальной научно – исследовательской работой. Ее результаты будут востребованы при разработках современного технологического оборудования.

2 **Значимость результатов диссертационной работы для науки**.

Научная значимость работы Д.Ю. Белкина заключается:

- в изучении влияния способа упаковки и режима смачивания насадки регулярного и нерегулярного типа на эффективность процесса ректификации воды под вакуумом;

- в систематизации гидродинамических и массообменных параметров спирально-призматических и регулярных насадок применительно к процессу ректификации тяжелой воды;

- в математическом моделировании и оптимизации расчетов каскада насадочных колонн для разделения изотопов водорода методом ректификации.

Во Введении и в главе 1 диссертации приведены и обоснованы цель, научная новизна, актуальность и практическая значимость работы. Приведен обзор литературы по проблемам использования тяжелой воды в качестве замедлителя и теплоносителя тяжеловодных ядерных реакторов и по технологиям для очистки тяжелой воды. Представлены характеристики различных массообменных устройств ректификационных колонн. Проанализированы математические модели процессов ректификации в насадочных колоннах.

Основные результаты работы изложены в главах 2, 3 и 4. В главе 2 представлена методика проведения экспериментальных исследований на лабораторных ректификационных колоннах диаметром 50 – 150 и 250 мм и высотой насадочной части 1 м, а также на экспериментальной установке ФГУП ПО «Маяк» с колонной диаметром 120 мм и высотой 10 м. В главе 3 приводятся результаты исследований гидродинамики и массообмена для нерегулярной спирально-призматической насадки в колоннах разного диаметра. При этом придается важное значение методике проведения экспериментов и порядку подготовки к работе насадок и самих колонн. Исследовано влияние предварительного затопления насадки и пускового «захлебывания» колонны на ВЭТС. В главе 4 приводится разработанная математическая модель процесса изотопной очистки, сведенная к решению задачи разделения бинарной смеси методом «от ступени к ступени». Приводятся способы расчета каскада колонн со ступенчатым сокращением потоков, с возможной заменой контактных устройств и удельной нагрузки при переходе от одной колонны каскада к другой. Верификация математической модели показала хорошее согласование между теорией и экспериментальными данными, полученными на каскаде депротизации тяжеловодного замедлителя на ФГУП ПО «Маяк».

3 **Практическое значение** результатов работы.

Полученные автором результаты исследований имеют актуальность и существенную практическую значимость:

- предложена схема модернизации действующего на ФГУП «ПО Маяк» каскада ректификационных колонн для депротизации тяжеловодного теплоносителя реактора ЛФ-2. Включение в каскад дополнительной колонны диаметром 120 мм и высотой 10 м, заполненной изготовленной в РХТУ им. Д.И. Менделеева спирально-призматической насадкой 3x3x0,2 мм, привело к увеличению КПД исчерпывающей части каскада, с получением дейтерия в отвале не более 0,1 ат. %. Это решение исключает накопление слабых тяжеловодных сливов на установке ректификации тяжелой воды на ФГУП «ПО Маяк»;

- на основании данных испытаний экспериментальной колонны диаметром 120 и перспектив использования колонн диаметром 200 и 250 мм разработана технологическая

схема и определены параметры для создания ректификационной установки для получения кондиционной тяжелой воды из исходного сырья, содержащего 42 % тяжелой воды;

- разработана технологическая схема и определены параметры для создания установки детритизации тяжеловодного теплоносителя реактора ЛФ-2 методом ректификации тяжелой воды под вакуумом, то есть технологическим методом, характеризующимся относительной простотой, высокой надежностью, безопасностью.

Обоснованность и достоверность содержащихся в диссертационной работе научных положений и практических рекомендаций подтверждаются результатами лабораторных исследований, а также на примерах эксплуатации действующего каскада депротизации тяжеловодного теплоносителя реактора ЛФ-2.

В качестве замечания к автореферату диссертации можно отметить, что было бы полезно включить в автореферат в виде иллюстрации принципиальную схему процесса детритизации теплоносителя тяжеловодного реактора методом ректификации с последующим концентрированием DTO.

Заключение. В целом диссертационная работа Дмитрия Юрьевича Белкина выполнена на высоком научном уровне, содержит объемный экспериментальный материал. Основные результаты опубликованы. Автореферат соответствует содержанию диссертации. По объему и структуре диссертационная работа отвечает нормам действующего Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.

На основании вышеизложенного считаем, что диссертационная работа Дмитрия Юрьевича Белкина «Изотопная очистка теплоносителя промышленного тяжеловодного реактора ЛФ-2», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует требованиям ВАК, а ее автор – Белкин Дмитрий Юрьевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.02 – «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов».

Заместитель генерального директора
АО «СвердНИИхиммаш»,
ученый секретарь НТС,
кандидат технических наук — Никулин Сергей Львович

Начальник группы АО «СвердНИИхиммаш»,
Лауреат Премии Правительства РФ — Вишнев Владимир Георгиевич

04.04.2017

АО «СвердНИИхиммаш» - г. Екатеринбург, 620010, ул. Грибоедова, 32,
тел. (343) 258-55-10, факс (343) 258-55-05, e-mail: niihm@ural.ru