



ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
"ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ  
ОБЪЕДИНЕНИЕ  
"МАЯК"

ФГУП «ПО «МАЯК»

пр. Ленина, д.31, г. Озерск, Челябинская обл., 456780

тел. (35130) 2 50 11, факс (35130) 2 38 26,

e-mail: [mayak@po-mayak.ru](mailto:mayak@po-mayak.ru)

ОКПО 07622740, ОГРН 1027401177209,

ИНН/КПП 7422000795/741301001

20.06.2014 № 193-д.з.1/3162

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Российский химико-  
технологический университет  
им. Д.И. Менделеева

Ученому секретарю диссертацион-  
ного совета Д 212.204.05

О.В. Яровой

Миусская площадь д. 9  
г. Москва  
125047

Отзыв на автореферат диссертации  
Зо Йе Наинг «Разделение изотопов азота  
методом химобмена с термическим  
обращением потоков»

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Зо Йе Наинг «Разделение изотопов азота  
методом химобмена с термическим обращением потоков», представленной на  
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
02.00.04 – Физическая химия

Диссертационная работа Зо Йе Наинг посвящена исследованию  
образования молекулярных комплексных соединений аммиака и метиламина с  
органическими комплексообразователями, изучению их физико-химических  
свойств и поведения применительно к разделению изотопов азота.

Основная цель работы – поиск и исследование химобменных систем для  
разделения изотопов азота с термическим (безреагентным) обращением потоков  
фаз.

Выбранная автором тема диссертации и направление исследований  
представляют несомненный научный и практический интерес, прежде всего, с  
точки зрения разработки и реализации перспективных технологий производства  
изотопа азота  $^{15}\text{N}$ .

Диссертационная работа Зо Йе Наинг состоит из пяти глав.

В первой главе – литературном обзоре по теме диссертации, автор рассмотрел основные области практического использования стабильных изотопов азота, физические методы разделения изотопов азота, физико-химические методы разделения изотопов азота, а так же методы химического изотопного обмена в целом и применительно к разделению изотопов азота. Подробно рассмотрены процессы химического обмена с термическим обращением потоков, влияние на основные характеристики процесса разделения температуры и вида используемого комплексообразователя. По результатам литературного обзора автор сделал выводы, определяющие цель работы и обосновывающие задачи исследования.

Во второй главе автор представил результаты исследований процесса образования молекулярных комплексов вида  $NX \cdot D$  (где  $X$  – необменоспособная часть азотсодержащей молекулы,  $D$  – молекула комплексообразователя) для ряда потенциальных комплексообразователей. Были определены: значения емкости растворов жидкой фазы по отношению к  $NH_3$  и  $CH_2NH_3$  при различных температурах, определены значения наблюдаемой энтальпии образования молекулярных комплексов. По результатам исследований сделан выбор наиболее перспективных систем для разделения изотопов азота методом химического обмена – комплексные соединения на основе аммиака.

В третьей главе Зо Йе Наинг представил результаты экспериментов по исследованию физико-химических свойств комплексных соединений аммиака: плотности и динамической вязкости. На основании результатов экспериментов автор выбрал для дальнейших исследований систему аммиак – молекулярный комплекс аммиака с пентанол-1 как наиболее подходящую по характеристикам для реализации на её основе процесса разделения изотопов азота.

В четвёртой главе Зо Йе Наинг представил результаты экспериментального определения однократного коэффициента разделения изотопов азота и исследования термического обращения потоков в системе  $NH_{3(r)} - NH_3 \cdot \text{пентанол-1}_{(ж)}$ . Однократный коэффициент разделения изотопов  $^{14}N$ - $^{15}N$  в указанной системе измерен методом однократного уравнивания. При температуре 293 К было получено среднее значение коэффициента разделения

$\alpha=1,01$ . Для исследования термической диссоциации комплекса  $\text{NH}_3 \cdot \text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$  автором разработана методика фотометрического определения микроконцентраций аммиака в пентаноле-1. Результаты исследований термической диссоциации в статических условиях показали, что при нагревании комплекса  $\text{NH}_3 \cdot \text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$  и последующем его кипячении концентрация аммиака резко снижается, составляя после 20 минут кипячения  $(0,54 \pm 0,03) \text{ мкг/см}^3$ , после 30 минут –  $(0,32 \pm 0,03) \text{ мкг/см}^3$ , а по истечении 50 минут – малое значение на уровне  $0,01 \text{ мкг/см}^3$ . В динамических условиях указанная величина составила от 0,2 до 0,4  $\text{ мкг/см}^3$ . Найденные в динамических условиях значения остаточной концентрации аммиака в пентаноле-1 позволяют рассчитывать на получение продукта, обогащенного по  $^{15}\text{N}$  до 99 %.

Пятая глава работы – итоговая, посвящена вопросам практического использования системы  $\text{NH}_{3(\text{r})} - \text{NH}_3 \cdot \text{пентанол-1}_{(\text{ж})}$  для концентрирования  $^{15}\text{N}$ . В главе представлены результаты испытаний противоточной установки с колонной изотопного обмена и нижней системой обращения потоков фаз, работающей по открытой. На основании результатов эксперимента дана оценка высоте эквивалентной теоретической ступени разделения, соответствующей 2,3 см.

Представленная диссертационная работа Зо Йе Наинг является законченным научным исследованием, по результатам которого автор обосновал возможность и эффективность практического использования системы  $\text{NH}_{3(\text{r})} - \text{NH}_3 \cdot \text{пентанол-1}_{(\text{ж})}$  для промышленного концентрирования изотопа азота  $^{15}\text{N}$ .

Вместе с тем необходимо отметить, что основные выводы по главе 5 работы, согласно тексту автореферата, сделаны по результатам единичного эксперимента, что может оказать влияние на их практическую значимость.

Указанное замечание ни в коей мере не умаляет ценности работы и не снижает её общей высокой оценки, актуальности, научного и практического значения.

Считаем, что диссертационная работа Зо Йе Наинг «Разделение изотопов азота методом химобмена с термическим обращением потоков» выполнена на высоком уровне в полном соответствии с целью и задачами исследований и

полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а Зо Йе Наинг заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности – 02.00.04 – «Физическая химия».

Заместитель технического директора  
по науке и экологии  
д-р. техн. наук



Ю.Г. Мокров

Исполняющая обязанности начальника  
центральной заводской лаборатории  
канд. техн. наук

М.Г. Нагорная

Заместитель начальника центральной  
заводской лаборатории по науке  
канд. техн. наук

М.В. Логунов