

## Отзыв

на автореферат диссертации Когана Иоанна Лазаревича «Методика выбора параметров неизотермического каталитического реактора гидрирования межпланетного пилотируемого аппарата на основе имитационных математических моделей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 — «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

Актуальность темы исследования.

Реакция гидрирования диоксида углерода водородом с получением метана и воды была впервые проведена нобелевским лауреатом Полем Сабатье более ста лет назад, но долгое время не находила себе применения в промышленности. Ее перспективность в замыкании цикла по воде в изолированных обитаемых объектах была подтверждена на заре освоения космоса, но из-за отсутствия высокоселективных поглотителей диоксида углерода разрабатываемые системы утилизации так и не были установлены на борту, а исследования в этой области практически были прекращены к середине 80-х годов. Успешная разработка на базе АО «Корпорация «Росхимзащита» хемосорбента на основе гидроксида циркония, обеспечивающего после стадии регенерации чистоту получаемого диоксида углерода более 98% позволило вернуться к созданию летного образца блока гидрирования, методике выбора технологических параметров которого, и посвящена данная работа. Ранее описанные математические модели процессов, протекающих в реакторе, имели общее упрощение в виде постулата изотермичности – протекания реакции при постоянной температуре во всем объеме катализатора, что значительно упрощало машинный счет в то время, давая приемлемую точность моделирования, а выбранная конструкция реактора требовала постоянного подогрева электронагревателем для поддержания заданного теплового режима. Исходя из жестких ограничений по энергетике для оборудования, работающего на борту МКС, и требований к перспективным КА, процесс требовалось реализовать в самоподдерживающемся режиме, используя тепло, образующееся в ходе химической реакции. Разработанная автором математическая модель позволяет описать

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

«01» 06 2021 г.

течение реакции в автотермическом режиме, выбрать соответствующие параметры блока реактора и сопутствующих устройств, служащих для агрегации с бортовыми системами, исходя из условий, накладываемых параметрами миссии. На американском сегменте уже проходят испытания системы утилизации диоксида углерода NASA и ESA, основанные на том же принципе, но имеющие, в обоих случаях, изотермические реакторы. Разработка автотермического реактора с заявленной производительностью станет качественным шагом вперед в развитии регенерационных систем жизнеобеспечения, обеспечивая сокращение запасов воды для воспроизводства кислорода для дыхания при минимальном энергопотреблении.

К достоинствам работы следует отнести изучение кинетики реакции Сабатье на основе проведенных лично автором экспериментальных исследований. Проверка адекватности математической модели реальному процессу, осуществляемому на экспериментальной установке, показала: максимальное рассогласование параметров адекватности не превышает 2 -5%, что практически в 2 раза превосходит приемлемую для практики точность расчетов.

Основные результаты исследований опубликованы в четырех рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, обсуждались на множестве конференций.

Научную новизну работы представляет предложенная математическая модель неизотермического реактора гидрирования диоксида углерода и построенная на ее основе имитационная модель блока гидрирования, как части системы жизнеобеспечения космического аппарата.

Практическая значимость работы заключается в том, что предложенная автором методика является высокоточным инструментом выбора технологических параметров блока гидрирования, применение которой ускорит и удешевит его разработку, определив оптимальные параметры функционирования под условия конкретной миссии с проведением минимального количества натуральных экспериментов.

При этом имеется несколько замечаний:

1. В автореферате не представлена реакция гидрирования диоксида углерода водородом, что затрудняет восприятие представленного автором материала.

2. Графические зависимости в автореферате следует выполнять в едином стиле. Рисунок 5 сложен для восприятия представленных данных.

В качестве пожелания считаю уместным предложить автору рассмотреть возможность при дальнейшей оптимизации математической модели рассмотреть влияние на реакцию Сабатье качества диоксида углерода после его регенерации из поглотителя. Следует учитывать, что концентрация получаемого  $\text{CO}_2$  может меняться в процессе длительной эксплуатации поглотителя, что может привести к увеличению расхождения математических расчетов и натуральных экспериментов.

Тем не менее, выявленные в процессе рассмотрения автореферата замечания не влияют на положительную оценку работы, которая выполнена на хорошем научном уровне и содержит все необходимые разделы.

В целом, диссертация Когана И.Л. является законченной научно-исследовательской работой, соответствующей требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 — «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

Главный конструктор по направлению -  
начальник отдела химии и  
новых химических технологий  
АО «Корпорация «Росхимзащита»,  
Почетный химик РФ,  
кандидат технических наук  
по специальности 05.17.01  
12.05.2021 г



Ю.А. Ферапонтов

АО «КОРПОРАЦИЯ «РОСХИМЗАЩИТА»  
392000, Россия, г. Тамбов, Моршанское шоссе, д.19  
8 (4752) 53-79-04; mail@krhz.ru