

Национальный исследовательский университет ИТМО

(Университет ИТМО)



На правах рукописи

Аль Фурайджи Муштак Аббас Ораиби

**Развитие систем охлаждения на базе
абсорбционных бромистолитиевых холодильных
машин на возобновляемых источниках энергии**

Диссертация на соискание учёной степени

кандидата технических наук

Национальный исследовательский университет ИТМО
(Университет ИТМО)



На правах рукописи

Аль Фурайджи Муштак Аббас Ораиби
Развитие систем охлаждения на базе
абсорбционных бромистолитиевых холодильных
машин на возобновляемых источниках энергии

Специальность 2.4.8.

«Машины и аппараты, процессы холодильной и криогенной техники (технические науки)»

Диссертация на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук, профессор
Бараненко Александр Владимирович

Диссертация подготовлена в: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО».

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Бараненко Александр Владимирович

Официальные оппоненты: Бабакин Борис Сергеевич, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств», профессор кафедры «Инженерия процессов, аппаратов, холодильной техники и технологий»

Байрамов Джамиль Загидович, кандидат технических наук, Общество с ограниченной ответственностью "ХПСИ", Руководитель отдела проектирования инженерных сетей

Защита состоится 27.06.2024 г. в 14:00 часов на заседании диссертационного совета 08.22.12 Университета ИТМО. Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9, Университет ИТМО, ауд. 3410.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Университета ИТМО по адресу: Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, д. 9 и на сайте <https://dissovet.itmo.ru>.

Ученый секретарь диссертационного совета 08.22.00 Университета ИТМО, доктор технических наук, Сулин Александр Борисович.

ITMO University



As a manuscript

Al-Furajji Mushtaq Abbas Oraibi

**Development of cooling systems based on lithium
bromide absorption refrigeration systems powered
by renewable energy sources**

Speciality 2.4.8.

Machines, Devices, and Processes of Cryogenic and Refrigeration Systems (Engineering)

Academic dissertation candidate of engineering

Supervisor:
Doctor of Technical Sciences, Professor
Baranenko Aleksandr V.

Saint-Petersburg 2024

The research was carried out at: ITMO University.

Supervisor: Doctor of Technical Sciences, Professor
Baranenko Aleksandr V.

Official opponents: Babakin Boris S., Doctor of Technical Sciences, Moscow State University
of Food Production, Professor Department "Engineering of processes,
apparatus, refrigeration equipment and technologies"

Bairamov Dzhamil Z., PhD, "HPSE" LLC, Head of the Engineering
Network Design Department

The defense will be held on 27.06.2024 at 14:00 at the meeting of the ITMO University Dissertation
Council 08.22.12.

The thesis is available in the Library of ITMO University, Lomonosova St. 9, Saint-Petersburg, Russia and
on <https://dissovet.itmo.ru> website.

Science Secretary of the ITMO University Dissertation Council 08.22.00, Doctor of Science, Sulin
Alexander B.

Оглавление

Реферат	8
Synopsis	41
Введение	73
ГЛАВА 1. Современное состояние исследований систем холодоснабжения на базе абсорбционных бромистолитиевых холодильных машин.	80
1.1 Системы холодоснабжения на базе абсорбционных бромистолитиевых холодильных машин и методики анализа их эффективности.	80
1.2 Циклы абсорбционных бромистолитиевых холодильных машин	88
1.3 Развитие систем охлаждения в комплексных установках когенерации и тригенерации.	96
1.4 Выводы по главе 1	102
ГЛАВА 2. Методики и средства проведения теоретических и экспериментальных исследований	105
2.1 Методики расчета и анализа показателей действительных циклов абсорбционных бромистолитиевых холодильных машин.	105
2.1.1 Комбинированный цикл абсорбционных бромистолитиевых холодильных машин с двухступенчатой генерацией (тип 1)	106
2.1.2 Комбинированный цикл абсорбционных бромистолитиевых холодильных машин с двухступенчатой генерацией (тип 2)	110
2.2 Методика анализа эффективности газотурбинных установок в Ираке в зависимости от температуры воздуха перед компрессором	114
2.2.1 Состояние энергетической отрасли ирака.	114
2.2.2 Анализ эффективности газотурбинных установок в Багдаде в зависимости от температуры воздуха перед компрессором.	116
2.3 Методика анализа эффективности систем охлаждения воздуха перед компрессором газотурбинных установок	123

2.4	Алгоритм моделирования солнечной системы охлаждения абсорбционными бромистолитиевыми холодильными машинами	127
2.5	Выводы по главе 2.	130
ГЛАВА 3. Результаты исследований термодинамических циклов и эффективности газотурбинных установки и солнечных охлаждающих систем в Ираке.		132
3.1	Комбинированный термодинамический цикл абсорбционных бромистолитиевых холодильных машин с двухступенчатой генерацией (тип 1)	132
3.2	Комбинированный термодинамический цикл абсорбционных бромистолитиевых холодильных машин с двухступенчатой генерацией (тип 2)	144
3.3	Влияние температуры воздуха перед компрессором на эффективность газотурбинных установок в Ираке.	155
3.4	Эффективность систем охлаждения на базе абсорбционных бромистолитиевых холодильных машин на солнечной энергии в Ираке.	158
3.5.	Выводы по главе 3.	174
ГЛАВА 4. Анализ эффективности разработанных систем холодоснабжения на базе абсорбционных бромистолитиевых холодильных машин с приводом от возобновляемых источников энергии.		177
4.1	Эффективность системы охлаждения установки тригенерации газотурбинных установок на базе абсорбционных бромистолитиевых холодильных машин.	178
4.2	Технико-экономический анализ системы охлаждения воздуха газотурбинных установок.	185
4.3	Технико-экономические показатели солнечной системы охлаждения.	192
4.4	Рекомендации по применению разработанных систем охлаждения.	197
4.5	Выводы по главе 4.	200
Заключение.		203
Список сокращений и условных обозначений		206