

УДК 621.565

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АБСОРБЦИОННОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ И ПАРОВОЙ КОМПРЕССИОННОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Андрей Анатольевич Попов

студент

popovandruha33@gmail.com

Галина Александровна Леденева

старший преподаватель

g.a.ledeneva@yandex.ru

Сергей Юрьевич Щербаков

кандидат технических наук, доцент

scherbakov78@yandex.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В данной статье рассмотрены назначение, правила эксплуатации и принципы работы холодильных установок, приводятся сравнительные характеристики абсорбционной холодильной установки и паровой компрессионной холодильной машины.

Ключевые слова: холодильные установки, абсорбционная холодильная установка, паровая компрессионная холодильная установка, холод, хладагент.

Агрегаты охлаждения представляют собой комплексные устройства, спроектированные для извлечения тепловой энергии из изолированного объема или материи с целью снижения и стабилизации температуры на заданном уровне. Они востребованы в разнообразных секторах экономики, начиная с пищевой и заканчивая энергетической сферами [1, 2].

Функционирование холодильных установок базируется на термодинамических процессах, гарантирующих передачу тепла от охлаждаемого тела к окружающей среде. Наиболее часто используется цикл с применением хладагента – соединения, способного к кипению при низких температурных режимах, абсорбируя при этом значительный объем тепла. Компрессор увеличивает давление хладагента, переводя его в газовую фазу с повышенной температурой. В конденсаторе хладагент охлаждается и преобразуется в жидкость, высвобождая тепло в окружающую среду. Далее расширительное устройство уменьшает давление хладагента, подготавливая его к процессу испарения. В испарителе хладагент закипает, забирая тепло от охлаждаемого объекта и завершая цикл [3].

Нынешние холодильные системы отличаются улучшенной производительностью, долговечностью и автоматизированным управлением. Они оборудованы управляющими системами, позволяющими с высокой точностью поддерживать заданную температуру и отслеживать параметры работы оборудования. Существенным фактором является выбор хладагента, который должен обладать оптимальными термодинамическими характеристиками, быть экологически чистым и соответствовать нормативным требованиям.

Абсорбционная холодильная установка (АБХУ) представляет собой холодильную машину, в которой для производства холода используется тепловая энергия, а не механическая работа. Ее функционирование базируется на принципе поглощения хладагента абсорбентом с последующим разделением этих компонентов посредством нагрева [4].

Рабочий цикл начинается в абсорбере, где происходит поглощение хладагента, например, аммиака, абсорбентом, скажем, водой, формируя насыщенный раствор. Этот раствор перекачивается насосом в генератор, где под воздействием тепла хладагент отделяется от абсорбента. Пары хладагента направляются в конденсатор, где охлаждаются и конденсируются, выделяя тепло в окружающую среду.

Далее, жидкий хладагент проходит через дроссель, где его давление резко снижается, и поступает в испаритель. В испарителе хладагент испаряется, забирая тепло от охлаждаемого объекта. Пары хладагента возвращаются в абсорбер, замыкая цикл. Абсорбент, лишенный большей части хладагента в генераторе, возвращается в абсорбер для поглощения новой порции хладагента. АБХУ находят широкое применение в промышленности и системах кондиционирования, особенно там, где имеется доступное "отработанное" тепло.

Паровая компрессионная холодильная машина. Холодильная установка компрессионного типа, функционирующая на основе пара (ПКХМ), представляет собой систему, в которой тепло переносится от охлаждаемого объекта к окружающей среде посредством циклического сжатия и расширения рабочего вещества – хладагента. Ключевые узлы ПКХМ – это компрессор, конденсатор, дросселирующее устройство и испаритель [6, 8].

Компрессор увеличивает давление и нагревает газообразный хладагент. Далее, нагретый газ поступает в конденсатор, где происходит теплоотдача и переход в жидкое состояние. После конденсатора хладагент проходит через расширительный клапан, где его давление резко снижается, что приводит к частичному испарению и значительному понижению температуры.

Образовавшаяся холодная парожидкостная смесь направляется в испаритель, где поглощает тепло из охлаждаемого пространства, полностью переходя в газообразное состояние. Газообразный хладагент возвращается обратно в компрессор, и цикл повторяется. Рабочие характеристики ПКХМ определяются свойствами используемого хладагента и параметрами

функционирования каждого из компонентов. Оптимальный выбор и настройка данных параметров позволяют добиться максимальной производительности охлаждения при минимальном потреблении энергии.

Сравнительная характеристика

Для создания искусственного холода широко применяются абсорбционные холодильные установки (АХУ) и парокомпрессионные холодильные машины (ПКХМ). Их главное отличие – способ компрессии хладагента. В ПКХМ для этого используется механический компрессор, требующий электроэнергии, тогда как в АХУ повышение давления достигается за счет термохимического процесса, использующего тепло [5, 7].

Важным достоинством АХУ является возможность утилизации низкотемпературного тепла от промышленных источников или солнечной энергии, что делает их более экологичными и экономически эффективными в ряде случаев. ПКХМ, в свою очередь, потребляют больше энергии, но характеризуются большей производительностью холода и компактными размерами.

Решение о выборе между АХУ и ПКХМ определяется конкретными условиями применения, наличием тепловой энергии, необходимым уровнем холодопроизводительности и экологическими аспектами. Как правило, АХУ более предпочтительны при доступности недорогой тепловой энергии, а ПКХМ – когда приоритетны небольшие габариты и высокая холодопроизводительность.

В будущем развитие холодильной техники ориентировано на увеличение энергетической эффективности, снижение негативного воздействия на экологию и расширение сфер использования. Научные изыскания сосредоточены на создании новых хладагентов с минимальным или отсутствующим влиянием на глобальное потепление и разрушение озонового слоя, а также на совершенствовании рабочих процессов и конструкций устройств.

Применение передовых технологий, таких как магнитное и термоэлектрическое охлаждение, открывает перспективы для разработки компактных, тихих и экологически безопасных холодильных систем. Магнитное охлаждение использует магнитокалорический эффект, основанный на нагреве и охлаждении материала при его намагничивании и размагничивании [8]. Термоэлектрическое охлаждение функционирует на основе эффекта Пельтье, заключающегося в возникновении температурной разницы при прохождении электрического тока через термоэлектрические элементы.

Совершенствование интеллектуальных систем контроля и управления позволяет оптимизировать работу холодильных установок в режиме реального времени, подстраиваясь под меняющиеся условия и потребности. Это способствует сокращению энергопотребления, повышению надежности и увеличению срока службы оборудования [8, 9].

В заключение, холодильная техника продолжает играть важную роль в различных отраслях и в быту, обеспечивая необходимые условия для хранения, транспортировки и технологических процессов. Будущие исследования и разработки направлены на создание более эффективных, экологически чистых и интеллектуальных холодильных систем, отвечающих современным требованиям.

Список литературы:

1. Аметов И.М. Холодильная техника. СПб.: Лань. 2017. 368 с.
2. Криогенная техника / Архаров А.М., Крутов, В.И., Лукьянов, А.В., и др. / М.: Машиностроение. 2005. Том 1. 648 с.
3. Калугин В.В., Кузнецов В.В. Холодильные машины и установки / М.: Академия. 2006. 336 с.
4. Плаксин Ю.М., Павлов, А.В. Абсорбционные бромистолитиевые холодильные машины / СПб.: СПбГУНиПТ. 2004. 104 с.

5. Малинина Л.Л., Колик В.Л. Основные типы чиллеров / М.: Лег. и пищ. пром-сть, 2020. 152 с.
6. Котова О. Б. Назначение чиллеров. Холодильная техника. 2022. 28 с.
7. Кольцов Р.П., Иосифов А.И., Щербаков С.Ю. Особенности вакуумной сушки плодов и овощей // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 2.
8. Стукалова Е.В., Криволапов И.П., Щербаков С.Ю. Расчет основных элементов системы вентиляции для оптимизации микроклимата на рабочем месте бандажника колесных пар// В сборнике: Техногенная и природная безопасность. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. 2017. С. 352-356.
9. Коротков А.А., Криволапов И.П., Щербаков С.Ю. Определение мощности системы кондиционирования воздуха // Наука и Образование. 2020. Т. 3. № 3.

UDC 621.565

**COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF AN ABSORPTION
REFRIGERATION UNIT AND A STEAM COMPRESSION
REFRIGERATION MACHINE**

Andrey An. Popov

student

popovandruha33@gmail.com

Galina Al. Ledeneva

senior lecturer

g.a.ledeneva@yandex.ru

Sergey Yu. Shcherbakov

candidate of technical sciences, associate professor

scherbakov78@yandex.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. This article discusses the purpose, operating rules and principles of refrigeration units, provides comparative characteristics of an absorption refrigeration unit and a steam compression refrigeration machine.

Keywords: refrigeration units, absorption refrigeration unit, steam compression refrigeration unit, cold, refrigerant.

Статья поступила в редакцию 10.05.2025; одобрена после рецензирования 20.06.2025; принята к публикации 30.06.2025.

The article was submitted 10.05.2025; approved after reviewing 20.06.2025; accepted for publication 30.06.2025.