

УДК 621.436

ПЕЧЕРИЦА М.А., аспирант гр. 23-АО-МА1 (КубГТУ)
Научный руководитель СТЕПАНОВА Е.Г., к.т.н., доцент (КубГТУ)
г. Краснодар

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ТЕПЛОВОГО НАСОСА НА ПОКАЗАТЕЛЬ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Возрастание потребности в разработке и применении отечественного теплонасосного оборудования требует от ученых и проектировщиков проведения всесторонних исследований, направленных на повышение технико-экономических показателей работы тепловых насосов [1]. Их применение позволяет сократить общие затраты энергии на производство и улучшить экологическую безопасность регионов [2]. Внедрение теплонасосных технологий требует значительных финансовых вложений за счет переоснащения тепловых схем промышленных предприятий [3, 4].

Задачей настоящего исследования является установление влияния отдельных параметров процесса ТНУ: температур испарения и конденсации, а также степени сжатия фреона R134a на изменение коэффициента преобразования теплоты. Исходные данные приняты по термодинамическим расчетам.

Для моделирования зависимости параметра коэффициента преобразования теплоты от указанных входных переменных использовался план полного трехфакторного эксперимента.

Полиномиальное уравнение регрессии для расчетного значения целевой функции имеет вид (1). Значения коэффициентов уравнения регрессии сведены в таблицу 1.

$$Z(x, y) = a + b_1x + b_2y + b_3xy + b_4y^2 \quad (1)$$

Таблица 1. Коэффициенты уравнения регрессии

a	b_1	b_2	b_3	b_4
-5,213	5,005	2,739	-1,438	0,065

Коэффициент детерминации (R-square) $R^2 = 0,9972$, скорректированный коэффициент детерминации $R^2_{adj} = 0,9964$.

Преобразованное уравнение регрессии получено при расчете целевой функции с измененными значениями температур испарения и конденсации, а также степени сжатия фреона R134a (формула (2)) с коэффициентами регрессии согласно уравнению (2) и таблице 2:

$$Z(x_1, x_n) = a + b_1x_1 + b_2x_1 + b_3x_3 \quad (2)$$

Таблица 2. Коэффициенты уравнения регрессии

a	b_1	b_2	b_3
4,922	-1,4743	-0,1149	-0,0046

Коэффициент детерминации (R-square) $R^2 = 0,9896$

Графическое изображение полученных уравнений регрессии в виде трехмерных графиков представлено на рисунках 1 и 2.

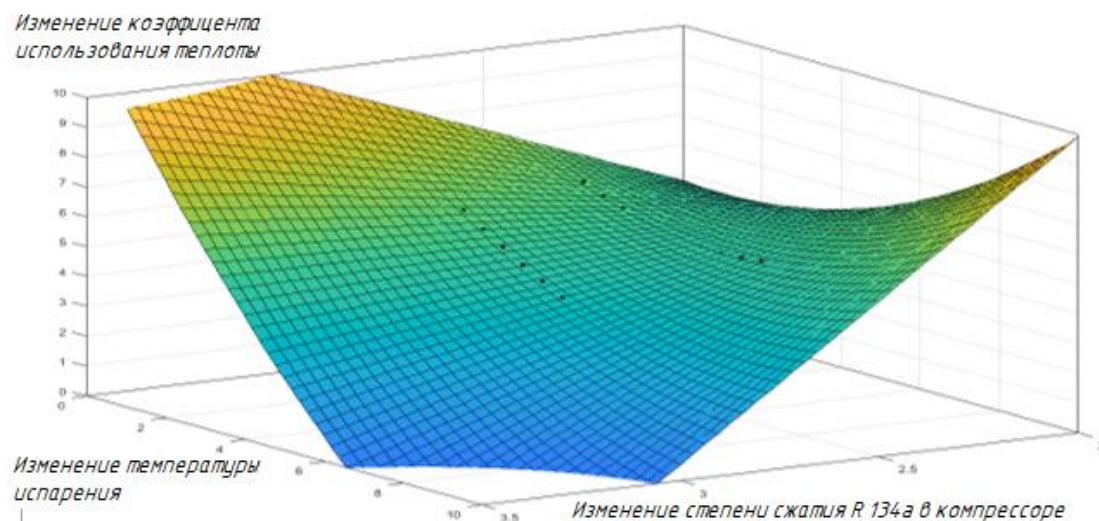


Рисунок 1. Зависимость коэффициента использования теплоты от изменения температуры испарителя и степени сжатия в компрессоре

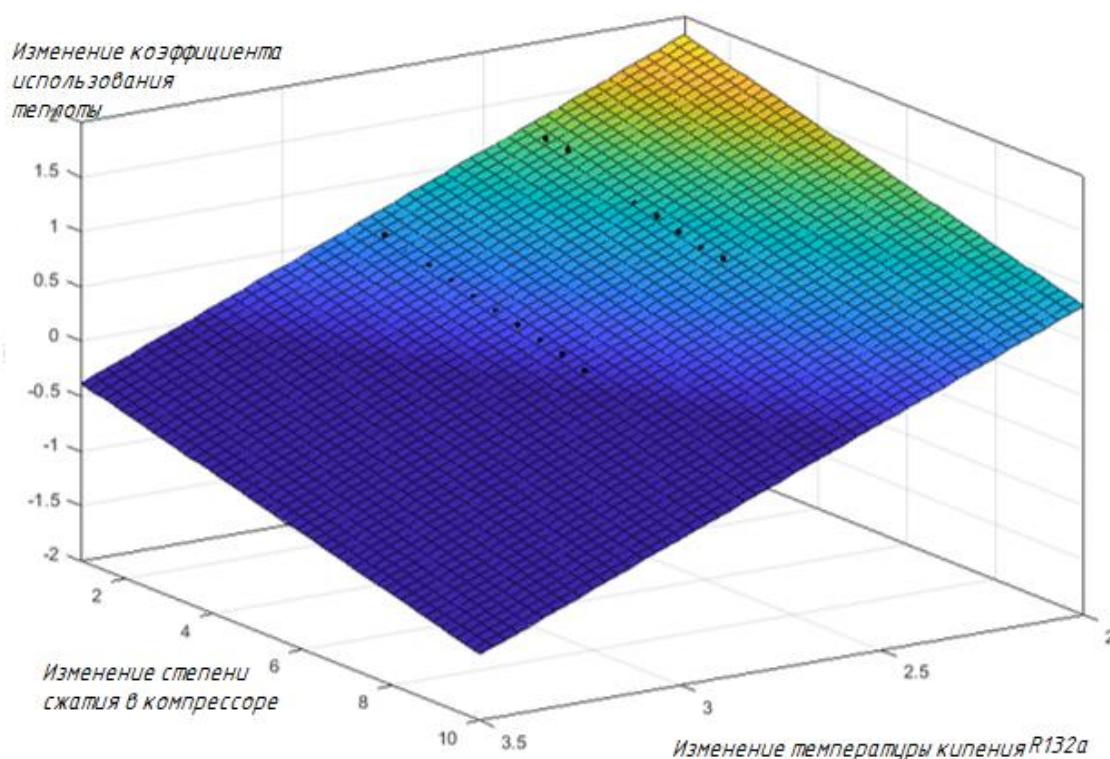


Рисунок 2. Зависимость коэффициента использования теплоты от изменения температуры кипения и степени сжатия в компрессоре

Исходя из полученных коэффициентов регрессии и данных, приведенных на рисунке 1, можно заключить, что на целевую функцию более чем вдвое влияет фактор степени сжатия. Для достижения максимального значения коэффициента преобразования теплоты в рассматриваемом численном эксперименте в большей степени важно максимальное снижение температуры испарения, чем повышение температуры конденсации. Это обстоятельство важно учитывать при назначении режимов работы ТНУ.

Графическое изображение полученного уравнения регрессии с тремя независимыми переменными приведено на рисунке 3 в виде четырехмерного графика, построенного с помощью пакета MatLab [6].

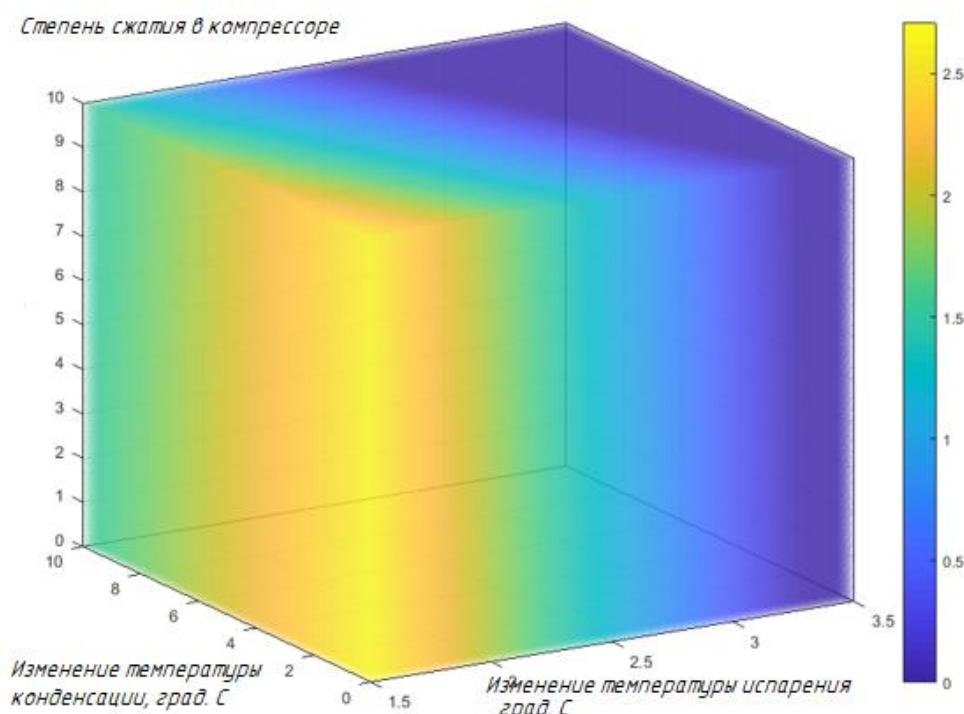


Рисунок 3. Зависимость коэффициента использования теплоты от изменения температур кипения и конденсации

Как видно из рисунка 3, режим максимального значения целевой функции находится в области, отмеченной желтым цветом.

Очевидно, что на величину коэффициента преобразования теплоты влияют и другие факторы, не затронутые в данном исследовании.

Список литературы:

1. Влияние температур низкопотенциального источника и потребителя теплоты на эффективность теплового насоса / Ю.А. Антипов и др.-Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. 2019 Том 20 № 1 С. 14—19
2. Степанова Е.Г., Беркут Д.В., Беззаботов Ю.С., Баженов С.Г. Оценка энергоэффективности работы парокомпрессионного теплового насоса. - В сборнике: Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Сборник статей по материалам V Международной научно-практической конференции, посвященной 15-летию кафедры технологии хранения и

переработки животноводческой продукции Кубанского ГАУ. Отв. за вып. А.А. Нестеренко. 2019. С. 588-591.

3. Степанова Е.Г., Шамаров М.В., Жлобо Р.А., Мойдинов Д.Р., Печерица М.А., Зайцев А.С. Энергосберегающие и экологические аспекты применения теплонасосных установок в процессе экстрагирования сахара // Экологический Вестник Северного Кавказа. 2022. Т. 18. № 4. С. 47-53.

4. Степанова Е.Г., Жлобо Р.А., Орлов Б.Ю., Шамаров М.В., Мойдинов Д.Р., Печерица М.А., Зайцев А.С. возможности применения теплонасосных технологий на предприятиях пищевой промышленности // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2022. № 4. С. 361-380.

5. Мироновский Л.А., Петрова К.Ю. Введение в MATLAB. Учебное пособие. СПбГУАП. СПб., 2005.