

## РАБОЧИЕ ВЕЩЕСТВА ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

**Будников А.В.** (Университет ИТМО, Санкт-Петербург), **Кашурин А.И.** (Университет ИТМО, Санкт-Петербург), **Фофанов В.С.** (Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

**Научный руководитель – доктор технических наук Цветков О.Б.** (Университет ИТМО, Санкт-Петербург), **кандидат технических наук Митропов В.В.** (Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

### Аннотация

В настоящей работе рассмотрены эффективные рабочие вещества, эксплуатируемые в парокомпрессионных тепловых насосах, на предмет их технических характеристик, а также безопасности по отношению к экологии и человеку. Проанализирована актуальность использования теплонасосных установок в условиях российских реалий. Рассчитан отопительный коэффициент теоретического цикла парокомпрессионного теплового насоса для некоторого перечня хладагентов.

### Введение.

Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов – одна из глобальных задач мирового сообщества, решение которой послужит не только повышению экономического потенциала человечества, но и сохранению его среды обитания. Одним из перспективных путей решения этой проблемы является использование инновационных энергосберегающих технологий, работающих посредством использования низкопотенциальной энергии – нетрадиционные возобновляемые источники энергии (НВИЭ). В России высокими темпами развивается использование децентрализованных источников теплоснабжения, что связано как с ростом числа жилых домов и общественных зданий в сельской местности, пригородах, малых городах и поселках городского типа, так и с переходом к индивидуальному теплоснабжению в крупных мегаполисах. Строительство протяженных теплотрасс к удаленным объектам, а также к объектам в районах с малой плотностью застройки, сопряжено со значительными капитальными вложениями и большими тепловыми потерями на трассе. Для их эксплуатации впоследствии также требуются большие затраты. В этом и ряде других случаев целесообразно использование теплового насоса, как систему децентрализованного отопления.

### Основная часть.

1) Выбор рабочего вещества – основополагающий этап создания теплонасосных установок, оказывающий влияние на все ее характеристики. Существует ряд требований к рабочим веществам (экологические, термодинамические, эксплуатационные, экономические). Вместе с тем большое количество специфических требований, предъявляемых к рабочим веществам теплонасосных установок, и ограничений, накладываемых Монреальским и Киотским протоколами, существенно снижают спектр выбора.

2) Исследование рабочих веществ идет уже более 100 лет. Цель таких исследований – найти «идеальное» рабочее вещество, которое будет удовлетворять всем критериям. В попытках открыть «идеальное» рабочее вещество ученые создают новые хладагенты. С каждым разом они имеют более сложную конфигурацию молекул, что связано с увеличением количества атомов углерода. Однако попытки синтезировать «идеальное» рабочее вещество пока что не увенчались успехом и ведутся по сей день.

3) В зависимости от состава рабочих веществ, их делят на несколько групп. Далее представлены основные из них с наиболее известными и распространенными их представителями.

- Гидрохлорфторуглероды (R114)
- Гидрофторуглероды (R245fa; R236fa; R236ea; R365mfc)
- Фторуглероды (R31-10; R41-12)
- Гидрофторолефины (R1234yf; R1234ze(E); R1336mzz(Z))
- Гидрохлорфторолефины (R1233zd(E))
- Гидрофторэфиры (RE347mcc)
- Натуральные рабочие вещества (R718; R717; R744)
- Углеводороды (R600a; R601; циклопентан)

Рассчитав отопительный коэффициент теоретического цикла парокомпрессионного теплового насоса для ряда рабочих веществ, получили значения отопительного КПД, варьирующиеся в диапазоне: 5.91– 6.62.

### **Выводы.**

На данный момент большинство используемых рабочих веществ являются либо экологически небезопасными, либо обладают неподходящими техническими характеристиками. Потому в настоящее время ведутся активные поиски рабочего вещества, которое бы удовлетворяло экологическим, термодинамическим, экономическим, эксплуатационным требованиям.