

УДК 621.594

**ВЫБОР ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА  
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КРИОГЕННОГО ВЫМОРАЖИВАТЕЛЯ В  
УСТАНОВКАХ СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКИ**

**Кравченко Д.В.** (Университет ИТМО), **Баранов А.Ю.** (Университет ИТМО)

**Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Баранов А.Ю.**  
(Университет ИТМО)

**Введение.**

Сжиженный природный газ набирает популярность как альтернативный вид топлива, однако в сфере производства и использования СПГ наблюдается дефицит технологий пригодных для утилизации теплоты регазификации СПГ. В основном этот скрытый энергоресурс используется для выработки электроэнергии. Подобные процессы не эффективны, так как позволяют вернуть в хозяйственный оборот не более 10% энергии, затраченной на производство СПГ. Повышение энергоэффективности использования СПГ заключается в использовании теплоты регазификации СПГ на криогенных или умеренно низких температурных уровнях. Данное решение позволяет заменить дорогостоящее криогенное или холодильное оборудование, а также исключить энергозатраты на их эксплуатацию. Одной из технологий способных обеспечить тепловую нагрузку на низком температурном уровне является процесс сублимационной сушки сырья и полуфабрикатов. Обычно теплоту конденсации паров воды отводят с помощью многоступенчатых холодильных установок. Использование СПГ в качестве криоагента позволяет решить эту задачу с помощью технологий применяемых в криовакуумных насосах. Сочетание технологического и конструктивного опыта в криовакуумных насосах с технологиями, принятыми в области сублимационной сушки, позволят быстро перейти от идеи к созданию действующих криовакуумных установок использующих теплоту регазификацию СПГ.

**Основная часть.** Сублимационная сушка заключается в удалении влаги из продуктов путем их замораживания и последующего перехода льда в пар, минуя жидкую фазу. Замораживание происходит при температуре -38 С. Используя криогенный вымораживатель паров воды вместо многоступенчатых холодильных установок, температура вымораживания влаги будет в разы ниже, что позволит увеличить градиент парциальных давлений паров воды в 2-3 раза. Создав существенную разность парциальных давлений паров воды над поверхностью сырья и криогенной панелью охлаждаемой СПГ, можно ожидать больших технологических преимуществ. Регазификация 1 кг СПГ позволяет отвести 510 кДж теплоты на температурном уровне не выше 140 К. При перегреве паров СПГ до температуры окружающей среды можно отвести еще 400 кДж, что позволит выполнить подготовительные операции по замораживанию сырья, предназначенного для сублимационной сушки.

**Выводы.**

Построена и отработана математическая модель криогенного вымораживателя паров воды в установке сублимационной сушки. Создан математический аппарат для описания процесса кипения спг в трубах вымораживателя

**Список использованных источников:**

1. Напалков Г.Н. Тепломассоперенос в условиях образования инея. – М.: Машиностроение, 1983.
2. Тихонов А.И., Самарский А.А. Уравнения математической физики – М.: Наука, 1977.
3. Анфимов Н.А. Теплопередача при низких температурах. – М.: Издательство иностранной литературы, 1977.

4. Ривкин С.Л., Александров А.А. Термодинамические свойства воды и водяного пара. Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1984
5. Алексеев В.П. и др. Расчет и моделирование аппаратов криогенных установок/В.П. Алексеев, Г.Е. Вайнштейн, П.В. Герасимов. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. – 280 с.: ил.