

УДК 536.2:536.4

М.Б. Кравченко

Одесская государственная академия холода, ул. Дворянская, 1/3, г. Одесса, 65026, Украина
e-mail: Kravtchenko@i.ua

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОТДАЧИ ПРИ СУБЛИМАЦИИ ИЛИ ПЛАВЛЕНИИ ХЛАДАГЕНТА НА СТЕНКЕ ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА

На основе анализа теплоотдачи от стенки теплообменного аппарата к сублимирующему или плавящемуся хладагенту создана простая и универсальная математическая модель этого процесса. Выработана система безразмерных критериев и найдена форма критериального уравнения, позволяющая описывать широкий круг процессов с плавлением или сублимацией хладагента на рабочей поверхности. Путём сопоставления экспериментальных и расчётных данных подтверждается хорошее их соответствие. Применение полученных уравнений позволит усовершенствовать конструкции теплообменных аппаратов.

Ключевые слова: Теплообмен при плавлении. Теплообмен при сублимации. Критериальное уравнение. Диоксид углерода.

М.В. Kravchenko

RESEARCH OF HEAT EMISSION DURING SUBLIMATION OR FUSION OF REFRIGERANT ON A WALL OF HEAT EXCHANGE APPARATUS

On the base of analysis heat exchanging process from a wall of the heat-exchanging device to sublimating or melting refrigerant the simple and universal mathematical model of this process is created. The system of dimensionless criteria is produced and the form of the criterion equation, allowing describe a wide circle of processes with sublimating or melting of a refrigerant on a working surface is found. By comparison of the experimental and settlement data the good conformity of results of accounts and experiment is confirmed. The application of the received equations will allow improving designs of heat-exchanging devices.

Keywords: Heat exchanging with melting. Heat exchanging with sublimation. Criterion equation.

1. ВВЕДЕНИЕ

Теплообмен между твёрдой поверхностью и поверхностью плавящегося или сублимирующего хладагента давно и широко используется в низкотемпературной технике. Сама история холодильной техники началась с применения водного льда для охлаждения и сохранения продуктов питания. Действие такой системы охлаждения основано на теплоотдаче при плавлении льда на твёрдой поверхности.

В установке К. Ольшевского и З. Вроблевского, на которой в 1883 г. впервые был получен жидкий кислород, уже использовалось охлаждение газа за счёт сублимации твёрдого диоксида углерода на стенке теплообменника [1].

Первыми системами охлаждения, работающими в космосе, также были сублимационные охладители с твёрдым диоксидом углерода, выведенные на орбиту в 1972 г. [2]. Позже стали в таких охладителях применять твёрдые метан, аргон, водород и др. вещества [3].

В настоящее время сублимационное охлаждение находит применение для термостатирования приемников излучения, охлаждения фотоэлектронных умножителей, в теплозащитных костюмах горноспасателей и в других областях техники.

При такой богатой истории сублимационных охладителей не может не вызывать удивление тот факт, что до сих пор так и не были разработаны универсальные и надежные методики расчёта теплообменных аппаратов, в которых теплота от стенки теплообменника отводится за счёт сублимации или плавления твёрдого хладагента. В солидных монографиях по теплообмену просто отсутствуют разделы, посвященные теплообмену при плавлении или сублимации.

При всём разнообразии конструкций сублимационных охладителей, в абсолютном большинстве случаев они работают по одной и той же схеме. Имеется теплоизолированный контейнер с запасом твёрдого хладагента, теплообменник и хладопровод, на котором установлен охлаждаемый объект. Для интенсифика-