

УДК 621.59.04(075.8)

**И. В. Горенштейн**

Украинская ассоциация производителей технических газов «УА-СИГМА», а/я 271, 65026, г. Одесса, Украина

## ОСОБЕННОСТИ РАСЧЁТА ТЕПЛООБМЕННИКОВ С КИПЕНИЕМ ИЛИ КОНДЕНСАЦИЕЙ ОДНОЙ ИЗ СРЕД

*В современных системах производства технических газов, химико-технологических и энергетических установках находят широкое применение теплообменники для нагрева (или охлаждения) одних потоков газов или жидкостей за счет теплоты фазовых превращений в других потоках. Обязательной принадлежностью холодильных паровых компрессорных машин, а также криогенных воздуходелительных установок являются различные по конструкциям конденсаторы и испарители. Расчеты таких аппаратов осложняются тем, что локальные коэффициенты теплоотдачи при кипении или конденсации нелинейно зависят от температурных напоров между стенкой и средой, претерпевающей фазовый переход. В связи с этим расчеты конденсаторов или испарителей проводят с использованием трудоемких графо-аналитических методов или методов последовательных приближений. В данной статье излагается достаточно строгая и обоснованная методика расчета двухпоточных аппаратов для нагрева (охлаждения) однофазных сред конденсующимися (кипящими) потоками. Данная методика в качестве модели теплообмена при фазовых превращениях использует зависимость коэффициента теплоотдачи от плотности теплового потока. Приводится пример расчета поверхности теплообмена переохладителя производственного азота установки разделения воздуха КжАр-2.*

**Ключевые слова:** теплообменник; тепловой поток; конденсация; кипение; поверхность теплообмена; конденсатор; испаритель; криогенная воздуходелительная установка; переохладитель производственного азота.

*The heat exchangers for heating (or cooling) for one flows of gases or liquids at the expense of a heat of phase transformations in other flows find bright application in the modern systems of industrial gases production, chemical-technological and powerplants. A obligatory accessory of refrigerating steam compressor machine and also cryogenic air separation units are different by structures the capacitors and evaporators. The calculations of such apparatuses are complicated by that the local coefficients of a heat emission at boiling or condensation nonlinear depend on temperature pressures between a wall and environment undergoing phase transfer. In this connection the calculations of capacitors or evaporators will make with usage of labour-consuming graph-analytic methods or method of sequential approximations. The enough strict and reasoned method of calculations of two-line apparatuses for heating (cooling) of the single-phase environments condensed (boiling) streams is stated in the given article. The given method as model of heat exchange at phase transfers uses dependences of coefficient of a heat emission on density of heat flux. The example of calculation of a heat-exchange surface of production overcooler of nitrogen for air separation unit КжАр-2 is reduced.*

**Key words:** heat exchanger; heat flux; condensation; boiling; heat-exchange surface; capacitor; evaporator; cryogenic air separation unit; overcooler of nitrogen.

### I. ВВЕДЕНИЕ

В современных воздуходелительных установках применяются различные теплообменники для охлаждения или нагрева однофазных потоков за счет теплоты фазовых превращений в других потоках [1]. Например, для охлаждения производимых жидких криопродуктов (кислорода, азота и аргона) используют кипящий азот или обогащенный воздух. Охлаждение же сжатого воздуха производят кипящими хладагентами [2]. Для подогрева потоков регенерирующего газа в системах адсор-

бционной очистки применяют конденсирующийся водяной пар [3]. Насыщенным паром подогревают также поток разделяемого газа перед мембранами.

В расчётной практике нередко не учитывают зависимость коэффициента теплоотдачи при кипении или конденсации от разности температур. Это может приводить к значительным ошибкам при проектировании теплообменников, в которых один из потоков кипит или конденсируется. Методика приближённого расчёта теплообменников с кипением или конденсацией одного из теплообмениваемых потоков приведена в [4]. В тех случаях, когда принимают во внимание