

ТЕПЛООБМЕН ПРИ КОНДЕНСАЦИИ ЧИСТОГО ОЗОНОБЕЗОПАСНОГО ХЛАДАГЕНТА ФРЕОНА R404A НА ОХЛАЖДАЕМЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ

П. С. КОЛМАЧЁВА

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – А. В. ОВСЯННИК, ДОКТОР ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОР

Проведены теоретические и экспериментальные исследования теплообмена при конденсации пара и гравитационном ламинарном течении пленки конденсата на вертикальной поверхности. Проверка полученных экспериментальных результатов, рассчитанных по найденным зависимостям, осуществлена расчетным путем по формулам Нуссельта с помощью сравнения представленных результатов с экспериментальными исследованиями процесса конденсации озонобезопасного фреона R404A на наклонных поверхностях с вертикальными и относительно вертикальными ребрами.

Ключевые слова: конденсация; хладагент; теплообмен; фреон; эксперимент.

Конденсация пара рабочих тел встречается во всех теплоэнергетических установках – в конденсаторах паросиловых установок, холодильниках и многочисленных теплообменниках (парожидкостные подогреватели). В большинстве случаев она протекает на охлаждаемых поверхностях, и выделяемая при фазовом переходе теплота передается через эти поверхности нагреваемой среде. Работа конденсаторов возможна в разных режимах. В расчетном режиме весь подводимый пар конденсируется на заданной площади теплообмена. В нерасчетных режимах отводимый тепловой поток может быть меньше или больше теплового потока, соответствующего установленной площади; знания этих параметров важны для расчета и работы приборов и средств автоматики. В работе рассматривается конденсация пара хладагента R404A и ламинарное течение образующейся пленки по вертикальной поверхности.

Проведены теоретические и экспериментальные исследования при конденсации пара и гравитационном ламинарном течении пленки конденсата на вертикальной поверхности. Эксперименты проводились при произвольных значениях температуры охлаждающей воды на входе в конденсационную камеру.

Получены зависимости, которые могут быть использованы для определения коэффициентов теплоотдачи при конденсации, конвективной теплоотдаче, толщины образующегося слоя жидкости, плотности теплового потока как в расчетном, так и в эксплуатационных режимах работы конденсаторов.

Проверка полученных экспериментальных результатов, расчетных по найденным зависимостям проводилась расчетным путем по формулам Нуссельта путем сравнения полученных результатов с экспериментальными исследованиями процесса конденсации озонобезопасного фреона R404A на наклонных поверхностях с вертикальными и относительно вертикальными ребрами.

В результате проведенных экспериментальных исследований процесса конденсации пара установлены гидродинамические характеристики конденсата, плотность теплового потока и интенсивность процесса теплоотдачи гравитационно стекающей пленки. Экспериментально полученные данные хорошо согласуются с расчетными данными, вычисленными по формуле Нуссельта в диапазоне плотностей тепловых потоков 5000–28000 Вт/м²; максимальная величина неопределенности по толщине пленки конденсата составила $\pm 30\%$, а по коэффициентам теплоотдачи – $\pm 17\%$. Полученные результаты исследований позволят определять наиболее оптимальные режимы работы конденсаторов и конденсационных аппаратов.