

Ю.Б. ДАНИЛОВ, докт. техн. наук,
В.В. ДРОЗДОВ, канд. техн. наук, ОАО «УкрНИИХиммаш»,
г. Харьков, Украина

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛАСТИНЧАТЫХ ПЕРЕКРЕСНОТОЧНЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

Стаття присвячена підвищенню теплової ефективності пластинчастих перехресноточних теплообмінників. Розглянута та проаналізована конструкція пакету теплообмінних пластин, сформованого гофрованими пластинами з різними кутами нахилу гофр щодо напрямку руху теплоносіїв.

Статья посвящена повышению тепловой эффективности пластинчатых перекрестноточных теплообменников. Рассмотрена и проанализирована конструкция пакета теплообменных пластин, сформированного гофрированными пластинами с разными углами наклона гофр относительно направления движения теплоносителей

The article is devoted to increase the thermal efficiency of plate Cross-exchangers. Considered and analyzed the design of a package of heat exchange plates, formed by corrugated plates with different corrugation angles to the direction of motion of coolants.

В нефтеперерабатывающей промышленности многих стран мира все большее распространение приобретают пластинчатые теплообменники с разборным корпусом и перекрестноточным движением теплоносителей. Самыми известными аппаратами такого типа являются теплообменники «Компаблок» (фирма Альфа-Лаваль), которые, обладая высокой теплогидравлической эффективностью и компактностью, успешно заменяют традиционные кожухотрубчатые теплообменники с 2,5 – 3 раза большей площадью поверхности теплообмена и 3 – 5 раза большей массой.

Разборный корпус таких аппаратов состоит из плоских толстостенных стальных элементов. В качестве теплопередающих элементов в теплообменниках типа «Компаблок» применяются квадратные гофрированные пластины из коррозионностойких металлов и сплавов. При этом углы наклона гофр к направлению движения обоих теплоносителей, движущихся друг относительно друга в перпендикулярном (перекрестном) направлении, одинаковы и равны 45° – пластина $45^\circ \times 45^\circ$ (рисунок).

В ОАО «УкрНИИХиммаш» разработана конструкция перекрестноточно-

го пластинчатого теплообменника, имеющего ряд преимуществ по сравнению с аппаратами фирмы «Альфа-Лаваль». Так, боковые стенки разборного корпуса выполнены в виде элементов цилиндрической обечайки, что позволило снизить массу аппарата за счет уменьшения толщины стенок корпуса. Кроме того, цилиндрическими элементами стенок корпуса сформированы коллекторные камеры для входа и выхода теплоносителей, имеющие в поперечном сечении форму сегмента, что обеспечивает равномерное распределение теплоносителей по всей ширине теплообменных каналов, и, в конце концов, эффективное использование теплообменной поверхности.

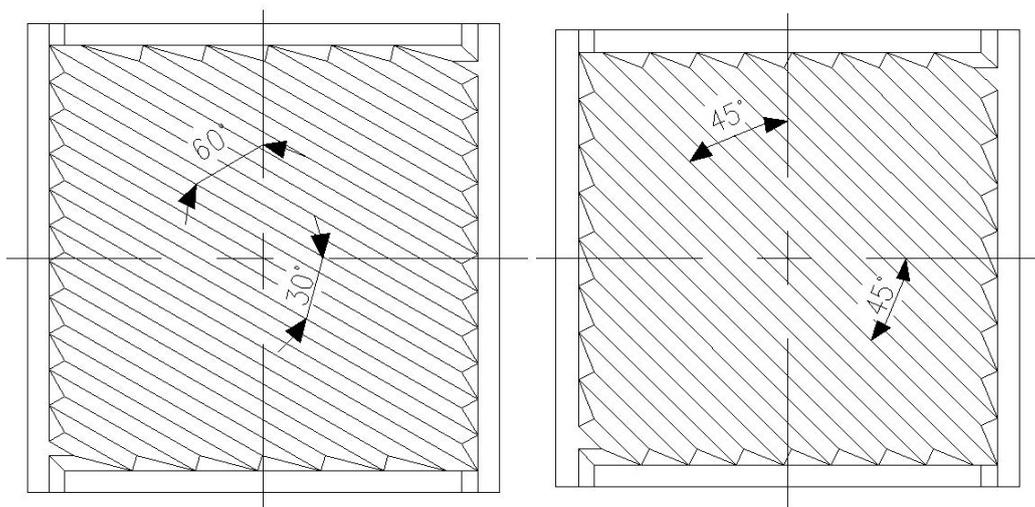


Рисунок – Теплопередающие элементы в теплообменниках типа «Компаблок»

Из практического использования теплообменных аппаратов известно, что в 95 % случаев теплоносители отличаются друг от друга как расходами, так и теплофизическими свойствами, что заведомо обуславливает различные значения теплоотдачи. Известно также, что коэффициент теплопередачи, а, следовательно, и площадь поверхности теплообмена определяются преимущественно меньшим из двух значений коэффициентов теплоотдачи. Регулирование уровней теплоотдачи с помощью изменения количества ходов по трактам теплоносителей с целью повышения коэффициента теплопередачи без существенного увеличения потерь давления удастся лишь в исключительных случаях.

Угол наклона гофр к направлению движения теплоносителя существенно влияет на интенсивность теплообмена, причем с ростом угла наклона это влияние увеличивается. Поэтому применение теплообменных пластин с гофрировкой $30^\circ \times 60^\circ$, имеющих различную теплофизическую эффективность

по полостям теплоносителей позволяет регулировать уровень теплоотдачи по обоим теплоносителям с целью достижения максимального значения коэффициента теплопередачи k_{\max} .

В качестве теплопередающих элементов разработаны пластины с разными углами наклона гофр к направлению движения каждого из теплоносителей – пластина $30^\circ \times 60^\circ$ (рисунок).

Применение пластин $30^\circ \times 60^\circ$ в сравнении с пластиной $45^\circ \times 45^\circ$ приводит к повышению коэффициента теплоотдачи теплоносителя, направляющего в полость с углом наклона гофр 60° , на 60 %, а величина снижения коэффициента теплоотдачи другого теплоносителя, направленного в полость с углом наклона гофр 30° , составляет 30 %.

При этом теплоноситель с заведомо меньшим коэффициентом теплоотдачи (например, бензин, нефть, мазут, газ с одной стороны, вода с другой) направляется в каналы с углом наклона гофр 60° .

Разработанная конструкция пластин имеет особое значение при ее использовании в аппаратах, где осуществляются процессы конденсации или испарения. При этом конденсирующиеся или испаряющиеся рабочие среды направляются в каналы с углом наклона гофр 30° , что также приводит к некоторому повышению $\alpha_{\text{конд}}$ или $\alpha_{\text{исп}}$. Этот эффект объясняется тем, что снижение угла наклона гофр в теплообменных каналах, в которых осуществляются процессы конденсации или испарения, способствует более быстрому отводу образующегося конденсата или газа от теплообменной поверхности. При этом пакет ориентирован таким образом, что теплообменные пластины, а, следовательно, и теплообменные каналы расположены вертикально.

Для достижения максимальной тепловой эффективности аппарата, что определяется условием $(\alpha_1 + \alpha_2)_{\max}$ в разработанной конструкции предлагается использование также комбинации двух пластин, чередующихся в пакете друг с другом, например, пластины $30^\circ \times 60^\circ$ и $45^\circ \times 45^\circ$ (средний угол $37,5^\circ$). При сравнении с традиционным пакетом с пластинами $45^\circ \times 45^\circ$, комбинированный пакет позволяет увеличить теплоотдачу в каналах со средним углом наклона гофр $52,5^\circ$ – на 20 %, а в каналах со средним углом гофров $37,5^\circ$ снижение теплоотдачи составляет 16 %.

Таким образом, применение пластин с разными углами наклона гофр в поперечном и продольном направлениях в перекрестноточных теплообменниках позволяет существенно снизить площадь поверхности теплообмена аппаратов, а также их массу.