

ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ

Большинство процессов химической технологии протекает в заданном направлении только при определенной температуре, которая достигается путем подвода или отвода тепловой энергии (теплоты). Процессы, скорость протекания которых определяется скоростью подвода или отвода теплоты [нагревание, охлаждение, испарение (или кипение), конденсация и др.], называют *тепловыми*. Движущей силой тепловых процессов является разность температур более нагретого и менее нагретого тела. Аппараты, в которых осуществляются тепловые процессы, называют *теплообменниками*.

Исследования показали, что перенос теплоты является сложным процессом, поэтому при изучении тепловых процессов его расчлениют на более простые явления. Различают три вида переноса теплоты: теплопроводность, тепловое излучение и конвекция.

Явление теплопроводности состоит в том, что перенос теплоты происходит путем непосредственного соприкосновения между микрочастицами (молекулами, атомами, электронами) — от частиц с большей энергией к частицам с меньшей энергией, т.е. процесс переноса теплоты теплопроводностью протекает по молекулярному механизму. В подвижных средах (жидкость, газ) при турбулентном режиме движения потока молекулярный механизм переноса теплоты, т.е. теплопроводность, имеет существенное значение в тонких, пограничных с твердой стенкой слоях. При ламинарном движении потока или в неподвижной жидкости теплопроводность может быть основным видом переноса теплоты. Поскольку теплопроводность — явление молекулярное, то на скорость процесса переноса теплоты теплопроводностью существенное влияние оказывают структура и свойства вещества (например, для подвижных сред — вязкость, плотность и др.). В твердых телах, например в диэлектриках, перенос энергии осуществляется фононами, в металлах — электронами.

Явление теплового излучения — это процесс распространения энергии с помощью электромагнитных колебаний. Источником этих колебаний являются заряженные частицы — электроны и ионы, входящие в состав излучающего вещества. Твердые тела и жидкости излучают волны всех длин, т.е. дают сплошной спектр излучения. При переносе теплоты излучением тепловая энергия вначале превращается в лучистую, а затем обратно: встречая на своем пути какое-либо тело, лучистая превращается в тепловую.

Явление конвекции состоит в том, что перенос теплоты осуществляется вследствие движения и перемешивания макроскопических объемов жидкости или газа. При этом очень большое значение имеют состояние и характер движения жидкости или газа. Наряду с этим в движущейся жидкости из-за наличия градиента температур происходит перенос теплоты перемещающимися частицами жидкости из зоны с большей температурой в зону с мень-

шей, т.е. за счет теплопроводности. Таким образом, *конвекция всегда сопровождается теплопроводностью*. Если массовое перемещение жидкости вызвано разностью плотностей в различных точках жидкости или газа (вследствие разности температур в этих точках), такую конвекцию называют *естественной*. Если же перемещение жидкости или газа возникает вследствие затраты на это механической энергии (насос, мешалка и т.п.), такую конвекцию называют *принудительной*, или вынужденной.

Обычно в теплообменниках происходит сочетание рассмотренных видов переноса теплоты, причем в разных частях аппарата это сочетание может происходить по-разному. Например, в паровом котле от топочных газов к поверхности кипятильных трубок теплота передается всеми видами переноса – тепловым излучением, конвекцией, теплопроводностью; от внешней поверхности через слой сажи, металлическую стенку и слой накипи – только теплопроводностью и, наконец, от внутренней поверхности к кипящей воде теплота передается в основном конвекцией. Следовательно, отдельные виды теплопереноса в теплообменной аппаратуре протекают в самом различном сочетании, и разделить их между собой зачастую очень сложно. Поэтому в инженерных расчетах обычно рассматривают процесс переноса теплоты как одно целое.

ГЛАВА 11

ОСНОВЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ

Перенос теплоты от более нагретой среды к менее нагретой через разделяющую их стенку называют теплопередачей. Оба вещества, участвующих в теплопередаче, называют *теплоносителями* (один, более нагретый, – горячим, а другой, менее нагретый, – холодным теплоносителем).

Иногда в случае возможности смешения теплоносителей теплопередачу осуществляют непосредственным соприкосновением (смешением) этих теплоносителей. При этом процесс теплопередачи протекает значительно эффективнее, а аппаратное оформление процесса существенно упрощается. Поскольку в технике перенос теплоты при непосредственном контакте теплоносителей встречается довольно редко, то в дальнейшем основное внимание будет уделено теплопередаче от одной среды к другой через разделяющую их стенку.

Различают установившийся и неуставившийся процессы теплопередачи. При *установившемся* (стационарном) процессе температура является функцией только системы координат, т.е. $t = f(x, y, z)$ и не зависит от времени. При *неустановившемся* (нестационарном) процессе температура изменяется в пространстве и времени, т.е. $t = f(x, y, z, \tau)$.