

жения твердой фазы различают теплообмен в движущемся сплошном слое, в слое пересыпающихся или падающих частиц, в псевдоожигенном слое твердых частиц, в процессе пневмотранспорта.

Примером теплообмена смешением при прямом токе является нагрев воздуха катализатором в процессе его транспортирования на установке каталитического крекинга. В этом случае воздух, необходимый для регенерации катализатора, нагревается при непосредственном смешении с катализатором и используется для перемещения катализатора из реактора в регенератор.

Таким же способом на установках каталитического крекинга часто нагревают и испаряют исходное сырье. В транспортный стояк сырье подается в жидком или парообразном состоянии, при смешении с катализатором оно испаряется и нагревается. В этом случае пары сырья являются транспортирующим агентом.

Однократное контактирование происходит при теплообмене между паром (или газом) и псевдоожигенным слоем твердого материала (см. гл. XVIII). Благодаря перемешиванию и большой поверхности частиц теплообмен в слое происходит весьма интенсивно и температуры во всем объеме слоя близки между собой.

НАГРЕВАЮЩИЕ И ОХЛАЖДАЮЩИЕ АГЕНТЫ

Нагревающие агенты. Основным источником тепла на нефтегазоперерабатывающих заводах является сгорание топлива. При этом тепло либо непосредственно используется для нагрева, либо передается при помощи специальных теплоносителей.

В первом случае топливо сжигают в аппарате, служащем непосредственно для нагрева, например в трубчатой печи. Во втором случае тепло сжигаемого топлива используется для нагрева теплоносителя, который далее транспортируется к месту потребления тепловой энергии.

Наиболее удобным и распространенным теплоносителем является водяной пар. Его легко транспортировать к месту потребления, а централизованное производство водяного пара в ТЭЦ или в крупной котельной позволяет наиболее эффективно использовать тепло топлива, совмещая производство водяного пара с выработкой электроэнергии (ТЭЦ). Достоинствами водяного пара как теплоносителя являются высокий коэффициент теплоотдачи при его конденсации, большие значения скрытой теплоты конденсации, возможность использования конденсата и др.

Обычно в качестве теплоносителя используется насыщенный водяной пар, так как расход перегретого водяного пара вследствие его малой теплоемкости высок, а коэффициент теплоотдачи от перегретого пара к теплообменной поверхности мал.

К недостаткам водяного пара как теплоносителя относится сравнительно низкая температура его при высоком давлении. Так, при абсолютном давлении $P = 0,98$ МПа температура конденсации пара равна 179 °С, и, следовательно, использовать его можно при нагреве до температуры не выше $160 - 170$ °С. Для нагрева среды до 200 °С требуется насыщенный пар подавать под давлением $2,5 - 3,0$ МПа.

При нагреве до высоких температур значительного снижения давления