

XXII-14. Шнековые (см. XXII-14, а) или ленточные (см. XXII-14, б) завихрители, установленные по всей длине трубы, обеспечивают закрутку потока, что является одним из эффективных способов интенсификации теплообмена в трубах. Широкое распространение из-за простоты изготовления получили ленточные завихрители. Наиболее эффективная закрутка потока при этом реализуется, если лента вставлена в трубу практически без зазора. Дополнительный эффект в этом случае заключается в том, что винтовая вставка увеличивает поверхность теплообмена и воспринятое ею тепло посредством теплопроводности передается в стенку трубы.

Отечественные машиностроительные заводы освоили производство диафрагмированных труб, которые изготавливаются путем нанесения на гладкие трубы поперечных вертикальных (см. XXII-14, в) или наклонных спиральных (см. XXII-14, г) канавок. Вместо наклонных канавок можно устанавливать внутри труб турбулизаторы, представляющие собой спиральную проволоку (см. XXII-14, д). На рис. XXII-14, е приведен турбулизатор, применяемый при движении внутри трубы вязких продуктов или тогда, когда при необходимости требуется обеспечить на большой длине небольшое гидравлическое сопротивление.

Недостатками теплообменных аппаратов типа «труба в трубе» по сравнению с кожухотрубчатыми аппаратами являются большие габариты, а также более высокий расход металла на единицу поверхности нагрева.

Теплообменные аппараты типа «труба в трубе» жесткой конструкции, так же как и кожухотрубчатые с неподвижными решетками, используются при сравнительно небольшой разности температур теплообменивающихся сред и при теплообмене незагрязненных жидкостей (частая очистка кольцевого пространства не требуется).

В теплообменных аппаратах типа «труба в трубе» разборной конструкции сравнительно легко очищаются внутренняя и наружная поверхности труб; эти аппараты обладают высоким коэффициентом теплопередачи и являются надежными в эксплуатации.

*Кристаллизатор типа «труба в трубе»* широко распространен на установках депарафинизации масел. Кристаллизатор предназначен для получения и роста кристаллов, поэтому в аппарате должен быть обеспечен оптимальный тепловой и гидродинамический режим. Температурный напор, скорость движения и продолжительность пребывания охлаждаемого продукта в кристаллизаторе выбирают с таким расчетом, чтобы обеспечить в аппарате оптимальную скорость охлаждения данного продукта, необходимую для роста его кристаллов (быстрое охлаждение обычно сопровождается образованием мелких кристаллов).

В кристаллизаторах по внутренней трубе движется охлаждаемый раствор масла, из которого выкристаллизовываются парафиновые углеводороды, а по кольцевому пространству — охлаждающая среда: для регенеративных кристаллизаторов это холодный раствор депарафинированного масла, для собственно кристаллизаторов — специальный хладагент (испаряющийся аммиак, пропан и др.).

Во избежание отложения парафина на внутренней поверхности трубы кристаллизаторы снабжены вращающимся валом со скребками, удаляющими парафин. Это необходимо, чтобы повысить эффект теплообмена, значительно ухудшающийся вследствие низкого коэффициента теплопроводности слоя парафина.