

Б.П. Сафонов
 Новомосковский институт РХТУ им. Д.И.Менделеева
 301665 Новомосковск Тульской области, ул.Дружбы 8
bsafonov@dialog.nirhtu.ru

О приведённой функциональной эффективности цельносварных стальных кожухотрубчатых теплообменников

На предприятиях химической отрасли удельный вес теплообменного оборудования составляет порядка 20% по номенклатуре [1]. В общем выпуске теплообменных аппаратов для химической и смежных отраслей промышленности России около 80% занимают КТТ. Поэтому исследование металлоёмкости теплообменников этого вида представляет интерес с точки зрения оптимизации типоразмеров выпускаемых теплообменников.

По ГОСТ 9929-82 КТТ изготавливают с диаметром кожуха от 159 мм (наружный диаметр) до 3000 мм (внутренний диаметр) и длиной труб 1000...9000 мм. Для изготовления трубных пучков теплообменников этого типа используются стальные бесшовные холоднодеформированные трубы следующих размеров (наружный диаметр × толщина стенки, мм): 16×1,5; 16×2; 20×2; 25×1,5; 25×2; 25×2,5; 38×2; 57×3.

Цельносварной одноходовой теплообменник имеет следующие основные элементы: теплообменные трубы, кожух, трубные решётки, днища (рис. 1). Масса элементов теплообменного аппарата определяется его конструктивными размерами (диаметр кожуха и длина труб) и технологическими параметрами рабочих сред (давление в трубном и межтрубном пространстве).

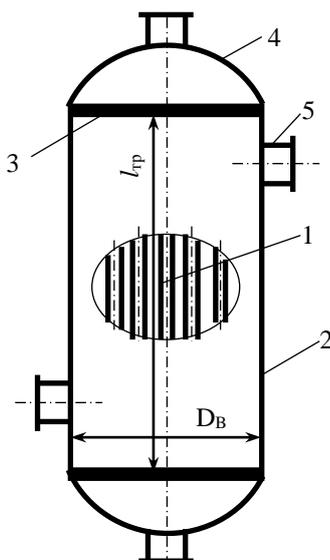


Рис. 1. Конструктивная схема одноходового КТТ жёсткой конструкции: 1- теплообменные трубы; 2-кожух; 3-трубная решётка; 4-днище

Для получения сопоставимых значений по металлоемкости аппарата рассмотрим условный кожухотрубчатый теплообменник (КТТУ), у которого перфорированный участок поверхности трубной решётки составляет $F_{п.р} = 1 \text{ м}^2$. Тогда диаметр $D_{0,y}$ перфорированного участка трубной решётки КТТУ будет равен

$$D_{0,y} = (1,274 \cdot F_{п.р})^{0,5} = (1,274 \cdot 1)^{0,5} = 1,129 \text{ м} \quad (1)$$

При этом внутренний диаметр $D_{в,y}$ условного теплообменника будет равен (см. ГОСТ 15118-79)

$$D_{в,y} = D_{0,y} + 0,014 = 1,129 + 0,014 = 1,143 \text{ м} \quad (2)$$

Дальнейшие выкладки в статье привязаны к условному теплообменному аппарату, имеющему $D_{в,y} = 1,143 \text{ м}$.

Секция 13. Приборы и системы

Под функциональной эффективностью теплообменного аппарата $\Phi_{\text{эф}}$ ($\text{м}^2/\text{кг}$) будем понимать площадь теплообмена аппарата $F_{\text{т.о.}}$, отнесённую к массе аппарата M_{Σ} . Приведённая функциональная эффективность $\Phi_{\text{эф.пр}}$ - то же для условного теплообменного аппарата, т.е.

$$\Phi_{\text{эф.пр}} = F_{\text{т.о.пр}} / M_{\Sigma.пр}, \quad (3)$$

здесь $F_{\text{т.о.пр}}$ -поверхность теплообмена КТТУ; $M_{\Sigma.пр}$ -масса КТТУ

Масса КТТУ определяли как сумму масс его элементов

$$M_{\Sigma.пр} = M_{\text{тр.пр}} + M_{\text{к.пр}} + 2 \cdot M_{\text{р.пр}} + 2 \cdot M_{\text{дн.пр}}, \quad (4)$$

здесь $M_{\text{тр.пр}}$ – масса труб; $M_{\text{к.пр}}$ – масса кожуха; $M_{\text{р.пр}}$ – масса трубной решётки; $M_{\text{дн.пр}}$ – масса отбортованного эллиптического днища.

Предварительные расчёты включали в себя расчёт величин $F_{\text{т.о.пр}}$, и компонентов $M_{\Sigma.пр}$ (из-за ограниченности объёма тезисов опущены).

На рисунке 2 показано изменение показателя $\Phi_{\text{эф.пр}}$ в зависимости от длины труб для уровня давления в аппарате 0,6 МПа. Представленные результаты показывают, что использование показателя $\Phi_{\text{эф.пр}}$ дает возможность сравнить эффективность применения труб разного сортамента. Для исследованных уровней давления и длин труб наиболее эффективными являются трубы 16×1,5 и 25×1,5. Применение труб других размеров будет обусловлено дополнительными эксплуатационными и технологическими требованиями.

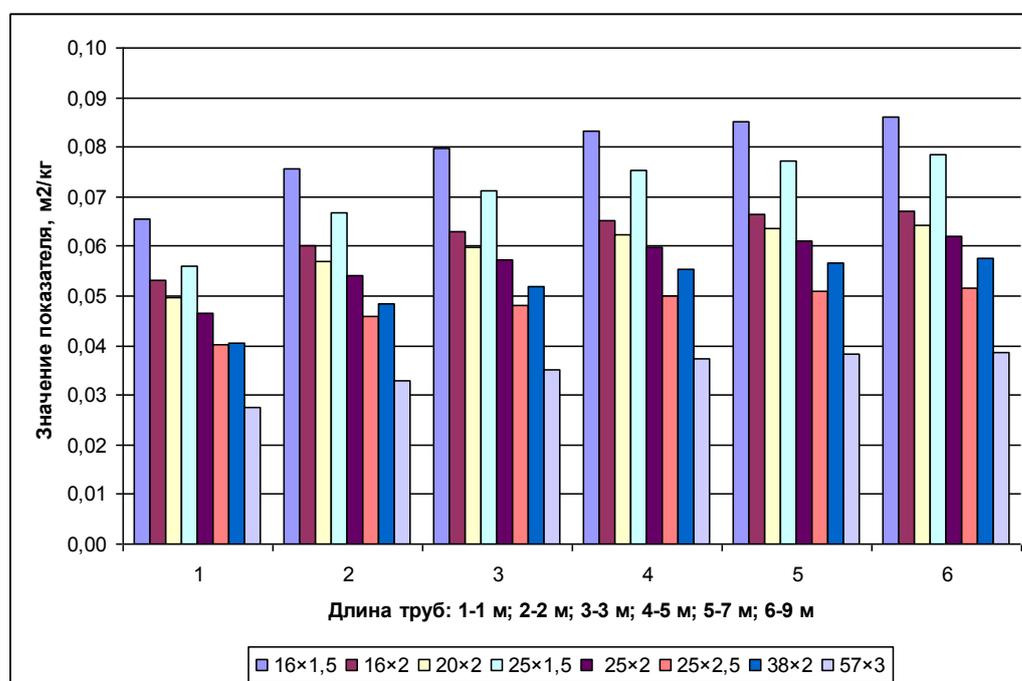


Рис. 2. Приведённая функциональная эффективность цельносварных стальных КТТУ для давления $p=0,6$ МПа

Таким образом, полученные результаты позволяют утверждать, что предложенный методический подход к оценке функциональной эффективности КТТ, основанный на использовании понятий условный кожухотрубчатый теплообменник (КТТУ) и приведённая функциональная эффективность, может быть признанным заслуживающим внимания и требующим дальнейшей проработки.

Литература

1. Машины и аппараты химических производств /И.И.Поникаров, О.А.Перельгин, В.Н.Доронин, М.Г. Гайнуллин. - М.: Машиностроение, 1989. - 368 с.