

Характер распределения контактного давления подтверждает, что углы поворота фланца и шпильки отличаются друг от друга.

Выводы.

В результате расчета получены распределение контактного давления на прокладке, напряженное состояние фланцевого кольца, полукольца и шпилек, контактное давление между поверхностями гайки и фланца, а также трубной решетки и полукольца.

Список литературы: 1. Басовч К. ANSYS: справочник пользователя / [К. Басовч]. – М.: ДМК-Пресс, 2005. – 640 с. 2. Товажнянский Л.Л. Расчет и конструирование разъемных герметичных систем химической техники / Л.Л. Товажнянский, Л.П. Перцев. – Х.: НТУ «ХПИ», 2006. – 268 с. 3. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность и герметичность фланцевых соединений: ГОСТ Р 52857.4-2007. – [Введен в действие от 27.12.2007]. – М.: Стандартинформ, 2008. – 38 с. 4. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Теплообменные аппараты: ГОСТ Р 52857.7-2007. – [Введен в действие от 27.12.2007]. – М.: Стандартинформ, 2008. – 48 с

Поступила в редколлегию 25.03.10

УДК 621.129.12

В.М. ДОЛИНСКИЙ, канд. техн. наук,

М.В. КРАВЕЦ, ОАО "УкрНИИхиммаш", г. Харьков, Украина

РАСЧЕТ ПЛОСКИХ КРЫШЕК С ДОПУСКОМ ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ

Запропонована методика розрахунку плоских круглих днищ. Методика базується на деформаційній теорії пластичності, що дозволило повніше використати резерви міцності металу порівняно із застосуванням в нормативній документації методом граничної рівноваги. Подані приклади розрахунків, що показали ефективність запропонованої методики.

Предложена методика расчета плоских круглых днищ. Методика базируется на деформационной теории пластичности, что позволило более полно использовать резервы прочности металла по сравнению с использованным в нормативной документации методом предельного равновесия. Приведены примеры расчетов, которые доказали эффективность предложенной методики.

The method of calculating the flat round bottoms. The method is based on the deformation theory of plasticity, allowing fuller use of reserve strength of the metal, as used in the regulations limit equilibrium method. Examples of calculation, which showed the effectiveness of the proposed method.

Расчет плоских крышек сосудов и аппаратов производится в соответствии с ГОСТ [1].

Концепция расчета крышек осталась неизменной и в ГОСТ [2] и распространяется на ряд конструкций (рис. 1 рис. 2).

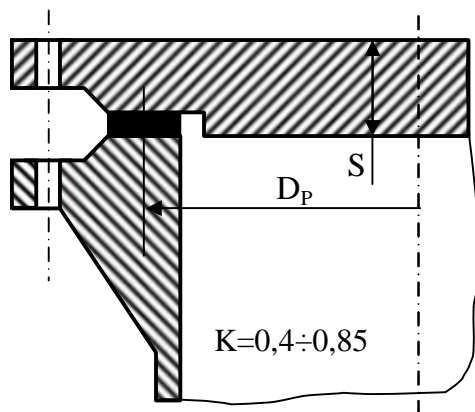


Рис. 1. Плоские круглые крышки с дополнительным краевым моментом.

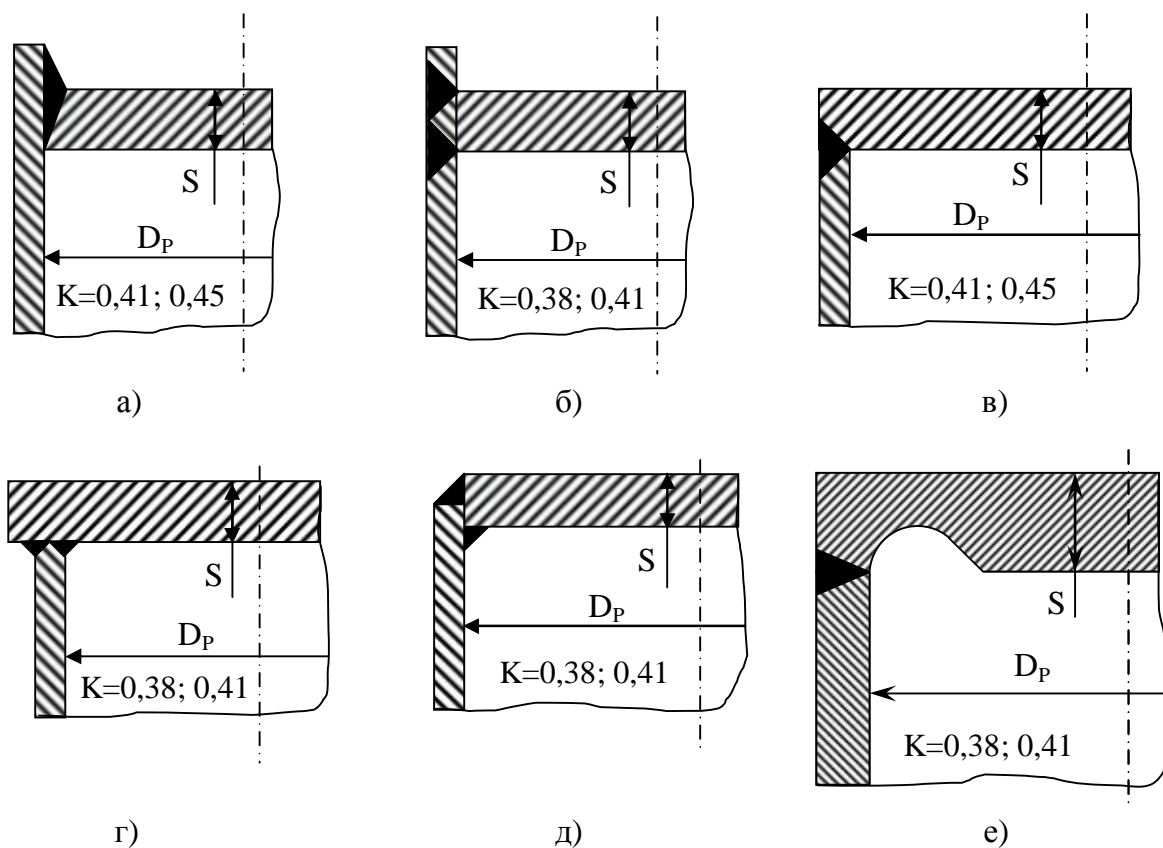


Рис. 2. Типовые конструкции сварных плоских днищ

Расчетные зависимости, приведенные в ГОСТ [1], базируются на теории предельного пластического течения, что не позволяет достаточно полно использовать резервы прочности металла. Основываясь на деформационной теории пластичности, получено решение [3], которое дает возможность построить расчетные зависимости, позволяющие более глубоко выявить несущую способность конструкции, а также снизить ее материалоемкость.

В формулах (1, 4) приведены расчетные зависимости ГОСТ [1] для определения расчетной толщины и допустимого давления для крышки, а в формулах (2, 3, 5, 6) зависимости для определения этих величин, предложенные нами.

$$S_{1P} = KD_P \sqrt{\frac{p}{[\sigma]}} \quad (1)$$

$$S_{1P} = \max(S_\varepsilon, S_v) \quad (2)$$

$$\begin{cases} S_\varepsilon = \frac{D_P}{2} \sqrt{\frac{\Phi p}{A} \left(\frac{28 - 16\psi}{[\varepsilon]} \right)^{n/2}} \\ S_v = \frac{D_P}{2} \left(\frac{\Phi p}{A} \right)^{1/2n+2} (11 - 8\psi)^{n/2n+2} \end{cases} \quad (3)$$

В формулах (1, 4) приведены расчетные зависимости ГОСТ [1] для определения расчетной толщины и допустимого давления для крышки, а в формулах (2, 3, 5, 6) зависимости для определения этих величин, предложенные нами.

$$[p] = \left(\frac{S}{KD_P} \right)^2 [\sigma] \quad (4)$$

$$[p] = \min(p_\varepsilon, p_v) \quad (5)$$

$$\begin{cases} p_\varepsilon = \frac{A}{\Phi \gamma^{n+2}} \left(\frac{\gamma [\varepsilon]}{28 - 16\psi} \right)^n \\ p_v = \frac{A}{\Phi \gamma^{n+2}} \left(\frac{1}{\gamma (11 - 8\psi)} \right)^n \end{cases} \quad (6)$$

В формулах (1-6): S_{1P} – расчетная толщина крышки; K – коэффициент зависящий от конструкции крышки (см. рис. 1, 2); p – давление среды; $[\sigma]$ – допускаемые напряжения для материала крышки; D_p – расчетный диаметр крышки; S_e, p_e – расчетная толщина и допускаемое давление для крышки, определенные из условий прочности; S_v, p_v – расчетная толщина и допускаемое давление для крышки, определенные из условий жесткости; ψ – коэффициент зависящий от конструкции крышки, определяется по формуле

$$\psi = \frac{1}{2} \left\{ \frac{1}{2\hat{E}^2} - 2 \ln \left(\frac{1}{\sqrt{6K}} \right) - 3 \right\};$$

$\gamma = D_p/(2S)$ – податливость крышки; S – фактическая толщина крышки; Φ – определяется по графику на рис. 3 или по формуле

$$\Phi = \frac{\frac{n+1}{2} \int_0^1 yx dx + \frac{\psi}{8} y'(1)}{\int_0^1 |e|^{\frac{n+1}{2}} x dx} = \frac{\frac{n+1}{2} (n+2) (2,5 - 4\psi + 2\psi^2)}{\int_0^1 |e|^{\frac{n+1}{2}} x dx},$$

где функции y и e

$$y = 11 - 14x^2 + 3x^4 - 8\psi(1 - x^2)$$

$$e = \left(\frac{d^2y}{dx^2} \right)^2 + \frac{1}{x} \frac{dy}{dx} \frac{d^2y}{dx^2} + \left(\frac{1}{x} \frac{dy}{dx} \right)^2;$$

A и n – характеристики материала

$$n = 0,75 \frac{\ln \left(\frac{R_m}{R_e} \right)}{\ln \left(\frac{E \varepsilon_p}{R_e} \right)}$$

$$A = R_e^{1-n} E^n,$$

где R_m , R_e , E , ε_p – предел прочности, предел текучести, модуль упругости и деформация при разрыве материала крышки.

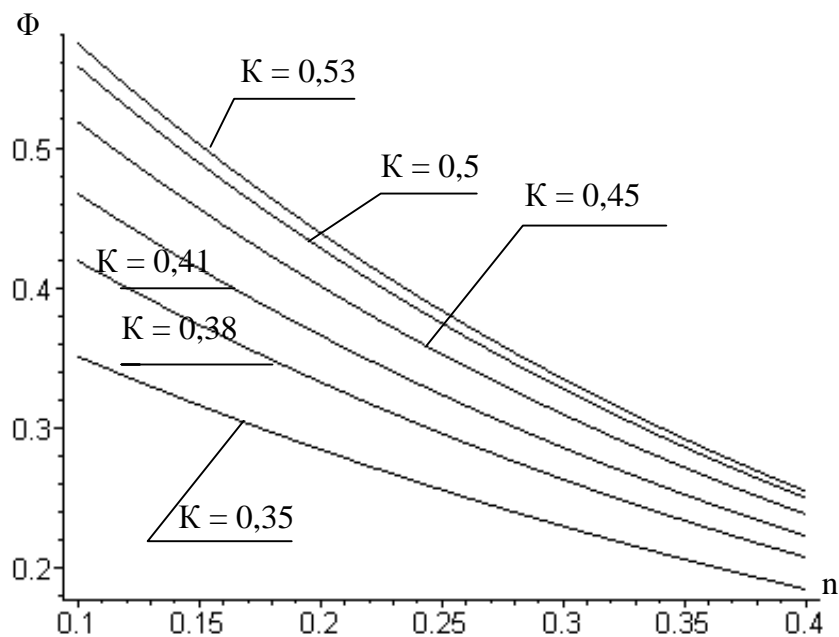


Рис. 3. Зависимость $\Phi(K, n)$.

Пример расчета.

Проиллюстрируем предложенную методику на примере оценки работоспособности днища холодильника воздуха, эксплуатируемого на АО «Черкасское химволокно».

Исходные данные: расчетное давление – $p = 2,0$ МПа; расчетная температура – 180 °С; толщина днища по результатам замеров – $S = 22,0$ мм; расчетный диаметр – $D_p = 414$ мм; материал днища – ВСтЗ; допускаемые напряжения – $[\sigma] = 128$ МПа [1]; $K = 0,45$ [1]; $A = 539,8$ МПа; $n = 0,18$; $[\varepsilon] = 1$ %.

Результаты расчета: по формулам (1, 4) $S_{IP} = 23,3$ мм, $[p] = 1,78$ МПа. Расчет по [1] показывает, что днище не удовлетворяет условиям прочности и должно быть отбраковано. По формулам (2, 5): $S_{IP} = 18,4$ мм, $[p] = 3,06$ МПа.

Расчет по деформационной теории показал, что днище имеет достаточные резервы прочности и может быть допущено к дальнейшей работе. Практика эксплуатации холодильника подтверждает сделанный вывод.

Список литературы: 1. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность: ГОСТ 14249-89. – [Дата введения 01.01.90]. – Издательство стандартов, 1989. – 79 с. 2. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность: ГОСТ Р 52857.2-2007. – [Дата введения 2008.04.01]. – М.: Стандартинформ, 2007. – 45 с. 3. Долинский В.М. О возможности продления ресурса теплообменных аппаратов с плоскими крышками при допуске ограниченных пластических деформаций

УДК 696.41

Ю.Б. ДАНИЛОВ, докт. техн. наук, ОАО "УкрНИИхиммаш",
А.В. КОШЕЛЬНИК, канд. техн. наук,
Институт проблем машиностроения им. акад. А.Н. Подгорного, НАНУ,
А.Е. МОРОЗОВ, аспирант, НТУ «ХПИ», г. Харьков, Украина

ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПЛАСТИНЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИХ КОНСТРУКЦИЙ

В статті представлена історія виникнення пластинчастого теплообмінного устаткування, його розвитку і сфери застосування. Розглянуті потенційні перетини в міжпластинному просторі сітчастого потокового теплообмінника, які дозволяють знімати низькопотенційне тепло.

В статье представлена история возникновения пластинчатого теплообменного оборудования, его развития и области применения. Рассмотрены потенциальные сечения в межпластинном пространстве сетчато-поточного теплообменника, позволяющие снимать низкопотенциальное тепло.

In the article presented history of origin plate heat-exchange equipment, his development and application domain. Potential sections are considered in interhalf-moon space of reticulated-stream heat-exchange, allowing to take off a potential heat.

Пластинчатые теплообменные аппараты являются одной из новейших разновидностей поверхностных рекуперативных теплообменных аппаратов с поверхностью теплообмена, изготавливаемой из тонколистового проката.