

- щин. Сообщение 2. Модели класса M_T / С.Д.Волков // Проблемы прочности. – 1981. – №2. – С.38-42.
18. Popovics S.A. Complete averages for the estimation of deformability of composite materials / S.A.Popovics // физ.-хим. Мех (НРБ). – 1981. – №3. – С. 31 – 36.
 19. Гарагаш И.А. Модель дилашансионного растрескивания упругой среды / И.А.Гарагаш, Е.Ч.Агжигов // Математика и механика: 9 респ. межвуз. науч. конф., 12-15 сент. 1989 г.: тезисы докл. – Алма-Ата, 1989. – Ч.3. – С.55.
 20. Яшин А.В. Прочность и деформация бетона при кратковременной длительной нагрузках. / А.В.Яшин // Структура и строительно-технические свойства гидротехнического бетона. – 1973. – №1 – С.148-152.
 21. Виноградов В.В. Геомеханика управления состоянием массива вблизи горных выработок / Виноградов В.В. – К.: Наук. думка, 1989. – 192с.
 22. Nozomi Komatsubara The modeling of $\varepsilon - \sigma$ dependency of multiphase steels / Nozomi Komatsubara // Curc. Adv. Mater. and Proc. – 1990. – №3 – P.874.
 23. Берг О.Я. Физические основы теории прочности бетона и железобетона / Берг О.Я – М.: Гос. изд-во литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1961. – 96с.
 24. Попов В.Н. Динамика разрушения деформируемого тела / В.Н.Попов, В.В.Селиванов. – М.: Машиностроение, 1987. – 272с.
 25. Czkwianianc A. Zaleznosc $\sigma - \varepsilon$ betonu zwyklego I plaskowego w swietle badan eksperymentalnych / A.Czkwianianc., A.Nowakowski // Archiwum inzynieri ladowej. – 1990. – Т. 36., вып. 1-2. – С.103-119.

Поступила в редколлегию 26.07.2012.

УДК 624.074.4

ПЕРЕМІТЬКО В.В. к.т.н., доцент
РЕЙДЕРМАН Ю.І., к.т.н., доцент
ЧЕРЕДНИК Є.О., ст. викладач
ЗАВАДСЬКИЙ А.В., магістр
КЛОЧКО К.І., магістр
ТАБЕРКО Л.М., інженер

Дніпродзержинський державний технічний університет

РОЗРАХУНОК РОЗПІРНИХ ШПАНГОУТІВ

Вступ. При застосуванні оболонкових конструкцій у місці з'єднання днища з корпусом виникає підвищення напружень. Це явище, що зветься концентрацією напружень в окремих перерізах, обумовлює необхідність виконувати всю конструкцію збільшеної товщини. Але є можливість збільшити товщину тільки частини корпусу, а решту конструкції зробити зварною з кількох частин, передбачаючи, що більшу товщину буде мати тільки та частина, де діють підвищені напруження, або виготовляти її з більш міцного матеріалу. Ця частина зветься шпангоутом. На рис.1 представлена схема розрахунку конструкції, що включає в себе розпірний шпангоут.

З точки зору тих, хто розраховує таку конструкцію на міцність, вона статично невизначена. Невідомими є перерізувальні сили та згинальні моменти.

Постановка задачі. При виконанні розрахунку конструкції на міцність постає задача ліквідації статичної невизначеності.

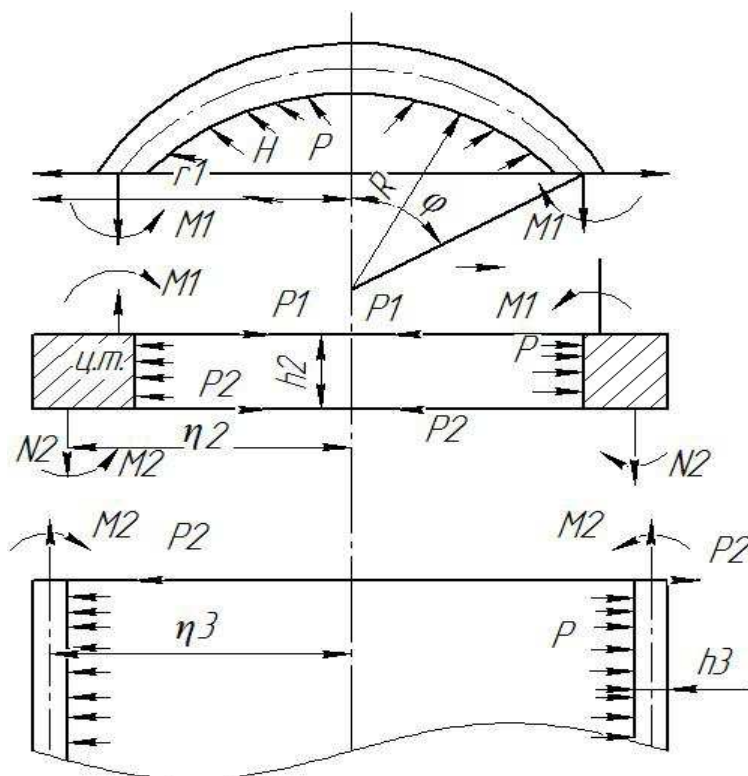


Рисунок 1 – Розрахункова схема

Результати роботи. Для розв'язання поставленої задачі складають 4 рівняння нерозривності, а саме, відображають твердження, що в тотожних перерізах переміщення в радіальному напрямі і кути повороту правої і лівої частини тотожно однакові. Отже для ліквідації статичної невизначеності конструкції складають 4 рівняння нерозривності. Рівняння вирішують відносно сил і моментів. Розрахунок починають з визначення площі перерізу шпангоута за формулою:

$$F = \frac{1}{\delta E} [C_2 r_2 r_1 - C_4 r_2 r_3 - r_2^2 h_2 P - \delta r_2 r_1 (a_4 + b_4)], \text{ см}^2. \quad (1)$$

Попередньо задаємо величину δ переміщення центра тяжіння шпангоута, яку обираємо з урахуванням умов надійності роботи шпангоута:

$$\delta = \frac{\sigma_T r_2}{K_c E}, \text{ см},$$

де K_c – коефіцієнт запасу міцності; E – модуль пружності, кг/см^2 ; σ_T – границя текучості матеріалу, кг/см^2 ; r_2 – відстань від центра тяжіння перерізу шпангоута до осі циліндра, см ;

$$C_2 = \frac{PR_1 \cos \varphi}{2} - \frac{(1-\mu)PR_1}{2K \sin \varphi},$$

де P – величина внутрішнього тиску, кг/см^2 ; R_1 – радіус круга, по якому сферичний сегмент з'єднується зі шпангоутом, см ; φ – половина центрального кута, який обмежує сферу днища, рад .; μ – коефіцієнт Пуасона;

$$K = \sqrt[4]{3(1-\mu^2)} \sqrt{\frac{R_1}{h_1}};$$

де h_1 – товщина сферичної оболонки, см ;

$$C_4 = \frac{(2-\mu)P}{2}, \text{ кг/см}^2;$$

r_3 – радіус циліндричної частини, см; h_2 – ширина шпангоута, см;

$$\alpha_4 = \frac{h_1 E}{R_1 K \cdot \sin^2 \varphi}; b_4 = \frac{h_3 E}{K_1^2 r_3^2};$$

h_3 – товщина циліндричної частини, см;

$$K_4 = \frac{\sqrt[4]{(3-\mu^2)}}{\sqrt{\tau_3 h_3}}.$$

Після визначення площі поперечного перерізу шпангоута отримують остаточні його розміри та перевіряють на міцність, не нехтуючи кутом повороту шпангоута:

$$\delta_{\text{ уточ.}} = \frac{a_3 r_2 r_1 + b_3 r_2 r_3}{\frac{1}{d_1} + a_4 r_2 r_1 + b_4 r_2 r_1} v_1^{(2)} - \frac{(c_4 r_2 r_3 - c_1 r_1 r_1 + k_3)}{\frac{1}{d_1} + a_4 r_2 r_1 + b_4 r_2 r_1}, \text{ см}; \quad (2)$$

де $v_1^{(2)} = \frac{4k_1^3 r_3^2}{h_3 E}$ – кут повороту точки шпангоута, рад.;

$$a_3 = -\left(\frac{h_1 E}{2k^2 \sin \varphi} + \frac{l_1 h_1 E}{R_1 k \sin^2 \varphi}\right);$$

$$b_3 = \left[\frac{l_2 h_3 E}{k_1^2 r_3^2} + \frac{h_3 E}{2k_1^2 r_3^2}\right];$$

l_1, l_2 – відстань від центра тяжіння перерізу шпангоута до напрямку дії сил P_1, P_2 відповідно, см;

$$d_1 = \frac{1}{EF};$$

$$K_3 = r_2^2 h_2 P; \quad (3)$$

$$M_2 = b_1 v_1^{(2)} - b_2 \delta - C_3;$$

$$P_2 = b_3 v_1^{(2)} - b_4 \delta - C_4; \quad (4)$$

$$b_1 = \frac{h_3 E (1 + l_2)}{2k_1^3 r_3^2};$$

$$b_2 = \frac{h_3 E}{2k_1^3 r_3^2};$$

$$C_3 = \frac{(2-\mu)P}{4k_1};$$

$$M_1 = a_1 v_1^{(2)} - a_2 \delta - C_1; \quad (5)$$

$$P_1 = a_3 v_1^{(2)} - a_4 \delta + C_2; \quad (6)$$

$$a_1 = -\left(\frac{h_1 E R_1}{2k_3} + \frac{l_1 h_1 E}{2k^2 \sin \varphi}\right);$$

$$C_1 = \frac{(1-\mu) P R_1^2}{4k^2};$$

$$a_2 = \frac{h_1 E}{2k^2 \sin \varphi}.$$

Величини розпірних сил:

$$N_1 = \frac{P R_1}{2} \cos \varphi; \quad (7)$$

$$N_2 = \frac{1}{2} P r_3.$$

Висновки. Знаючи краєві сили та згинаючі моменти P_1, P_2, M_1, M_2 , розпірні сили N_1 та сили N_2 , визначаємо напруження в перерізах обчислення. Небезпечними в шпангоуті завжди є кільцеві напруги, які складаються з напруг, обумовлених переміщенням в радіальному напрямку та поворотом перерізу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Канторович З.Б. Основы расчета химических машин и аппаратов / Канторович З.Б. – М.: Машгиз, 1960. – 260с.
2. Кац А.М. Теория упругости / Кац А.М. – М.: Гостехиздат, 1956. – 230с.
3. Напружено-деформований стан зварних оболонкових конструкцій: монографія / [Перемітько В.В., Носов Д.Г., Рейдерман Ю.І., Гамаза Е.О.]. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2011. – 231с.
4. Перемітько В.В. Напружено-деформований стан зварних конструкцій: навчальний посібник / Перемітько В.В., Рейдерман Ю.І. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2005. – 192с.

Надійшла до редакції 27.01.2012.