

УСИЛВАНЕ НА ВРЕМЕНЕН ОТВОР В КОРПУСА НА ЦИЛИНДРИЧЕН РЕЗЕРВОАР

Любомир А. Здравков *

„Адакта Проект 2006” – София

REINFORCING OF TEMPORARY OPENING IN SHELL OF CYLINDRICAL TANK

Lyubomir A. Zdravkov

Abstract: By the erection of isothermal steel tank was necessary to remain temporary opening in the shell. The opening has to be reinforced to be reduced arising stresses and deflections.

Radial shifts of shell around the opening and lifting of bottom are most important and have to be limited with appropriate frame structure.

Key words: shell, opening, stress, deflection, reinforcing

Изотермичните резервоари са съдове, които имат дублирани дъно, корпус и покрив. В пространството между тези конструктивни елементи по време на монтажа се поставя топлоизолация, чиято функция е да спомага температурата на съхранявания продукт да остане много ниска и постоянна.

1. Общи положения

Във връзка с изграждането на изотермичен резервоар и поставянето на топлоизолация между двете стоманени дъна, е възникнала необходимостта да се остави временен отвор във външния корпус. Отворът трябва да бъде с размери 2540x4000 mm, колкото половин поясен лист, и ще бъде затворен след изграждането на целия външен резервоар – дъно, корпус и покрив.

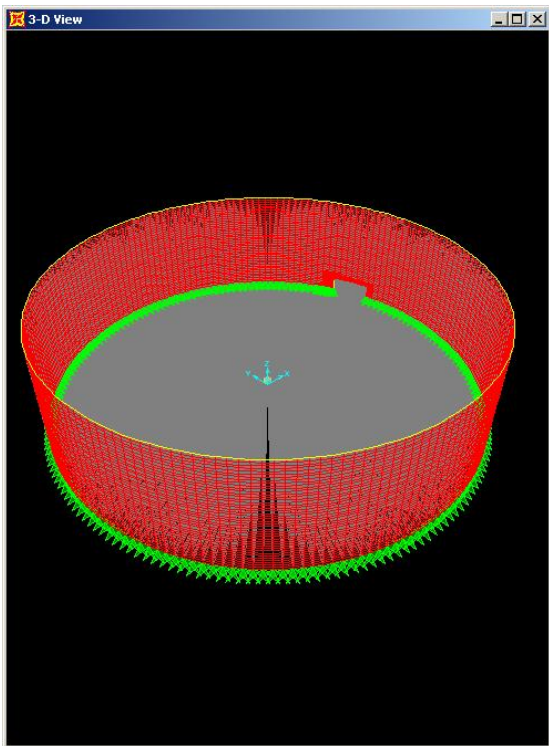
Корпусът има размери диаметър $D = 40,0$ m и височина $H = 20,98$ m. Изграден е от стомана 52.3 с граница на провлачане $R_y^n = 355$ MPa. Всички пояси са с височина 2540 mm, без последния. Дебелината на корпуса са изменя по височина, както следва: $t_{is} = 12,11,9,9,8,8,8,8,8$ mm. Покривната обшивка на външния резервоар е с тегло 69 t, а покривната конструкция – 105 t.

2. Изследване на отвора

Целта на направеното изследване е да се определи необходимото усиление на временния отвор в корпуса. То трябва да компенсира възникващите премествания и напрежения в зоната на отвора.

За цялостно изследване на проблема е създаден тримерен компютърен модел, в който резервоарът е описан със своите реални геометрични размери и дебелини (фиг. 1).

* Любомир Ангелов Здравков, д-р инж. , „Адакта Проект 2006”, София 1606, ул. „Камен Андреев” N24, ет.4, e-mail: L_Zdravkov@mail.orbitel.bg



фиг. 1 Компютърен модел на резервоара с отвор в корпуса

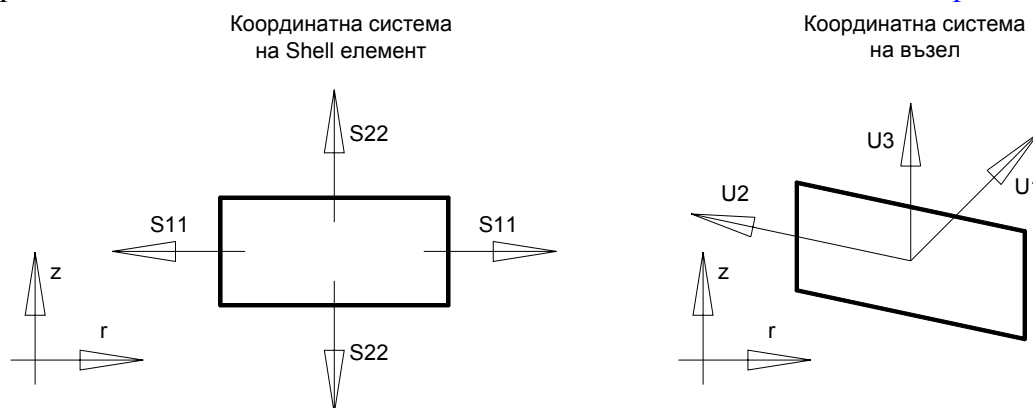
Приетият материал е стомана с граница на провлачане $R_y^n = 355 \text{ MPa}$ и модул на еластичността $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ MPa}$.

Собственото тегло на корпуса и покрива е включено в натоварването.

В корпуса е създаден отвор с размери 2540x4200 mm. Той има пълната височина на 1-и пояс.

Корпусът се опира непрекъснато върху дъното.

Координатните системи на Shell елементите и на възлите са показани на [фиг. 2](#):



фиг. 2 Координатни системи в 3D модела

Първоначално са изследвани напреженията и преместванията в зоната на отвора, когато той не е усилен. Получените резултати са следните показани в [Таблица 1](#):

ТАБЛИЦА 1

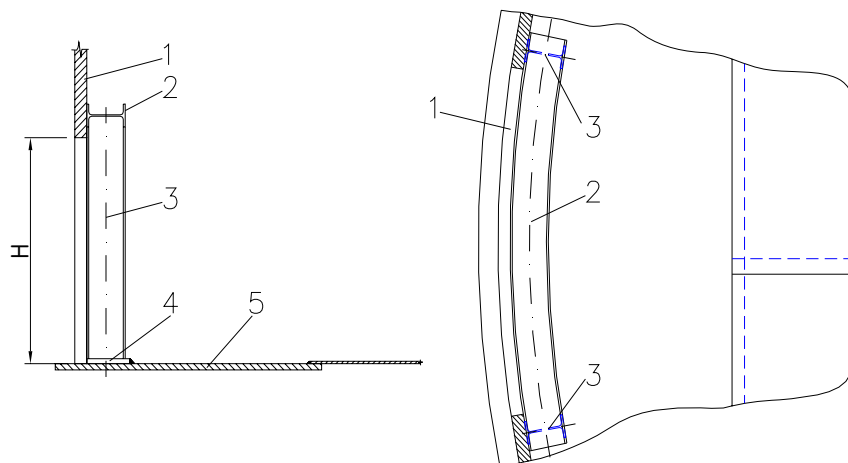
Напрежения, МПа	S ₁₁	S ₂₂
в средата на отвора	2,5	0
в ъгъла	-86,68	-76,42

Премествания, mm	U ₁	U ₂	U ₃
в средата на отвора	-7	0	-0,9
в ъгъла	8	2	-0,2

От резултатите в [Таблица 1](#) се вижда, че максималните напрежения в корпуса в зоната на отвора $\sigma_{\max} \approx 0,25 \cdot R_y^n$. Те са малки и не са меродавни при определяне на укрепването.

Определящи са радиалните премествания на свободните краища на листовите. Поради тази причина укрепващите отвора елементи трябва да се поставят така, че да възпрепятстват това

преместване, т.е. силната им инерционна ос да е перпендикулярна на корпуса. Схемата на поставяне на елементите е показана на [фиг. 3](#):



фиг. 3 Схема на усилящите корпуса профили

- | | | |
|---------------------------|----------------------|-----------------------------|
| 1. Корпус на резервоара | 3. Стойка на рамката | 5. Периф. пръстен на дъното |
| 2. Укрепващ дъгов елемент | 4. Опорна планка | |

При направеното усиляване на отвора с различни горещовалцувани профили, в корпуса се получават следните напрежения и премествания ([Таблица 2](#)):

ТАБЛИЦА 2

Профили IPE160

Напрежения, МПа	s_{11}	s_{22}
в средата на отвора	1,63	0
в ъгъла	-62,55	-81,09

Премествания, mm	U1	U2	U3
в средата на отвора	-1	0	-0,7
в ъгъла	2	1	-0,2

Профили IPE200

Напрежения, МПа	s_{11}	s_{22}
в средата на отвора	1,14	0
в ъгъла	-49,62	-71

Премествания, mm	U1	U2	U3
в средата на отвора	-0,4	0	-0,7
в ъгъла	1	0,5	-0,1

3. Изводи

- при временен правоъгълен отвор в корпуса меродавни са радиалните премествания на листовите. По тази причина укрепването трябва да възпрепятства радиалните деформации;
- обрамчването на отвора с профили с по-голяма коравина силно намалява преместванията, но по-слабо влияе върху напреженията.

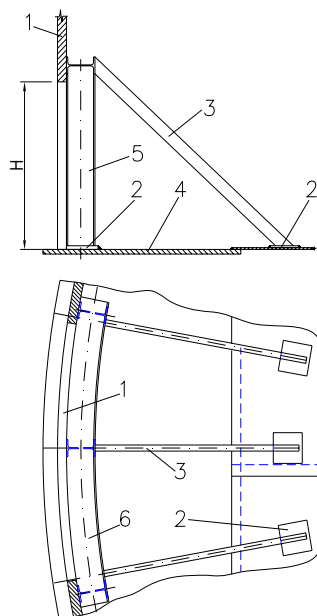
4. Препоръки за начина на изпълнение на укрепването

По време на изграждането на корпуса по височина и нарастването на натоварването върху земната основа е възможно повдигане на крайката ([фиг.4](#)).



фиг. 4 Повдигане на дъното

Неизбежната поява на деформации в стоманеното дъно трябва да бъде възпрепятствана чрез крикове или подходящо укрепване (фиг.5).



фиг. 5 Временни, укрепяващи корпуса и дъното ребра

- | | | |
|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 1. Корпус на резервоара | 3. Подпорно ребро | 5. Укрепваща стойка |
| 2. Подложна планка | 4. Периф. пръстен на дъното | 6. Укрепващ дъгов елемент |