

# РЕМОНТ НА НИТОВАН РЕЗЕРВОАР С ОБЕМ $V = 5000 \text{ m}^3$

Любомир А. Здравков<sup>1</sup>

Научна конференция УАСГ' 2008

**Ключови думи:** цилиндричен стоманен резервоар, нитован корпус, дъно, обследване, корозия, ремонт

Стоманените цилиндрични резервоари за съхраняване на нефт и нефтопродукти имат ограничен срок за експлоатация. Под въздействието на вътрешни ( съхраняван продукт ) и външни ( климатични процеси, слягане на фундамента) фактори, тяхното експлоатационно състояние непрекъснато се влошава. Поради тази причина те трябва периодично да се обследват, тяхното състояние да се анализира и ако е необходимо – да се ремонтират или бракуват.

При адекватно и навреме проведени мероприятия по обследване и анализ на реалното състояние на стоманените резервоари, повредените елементи могат да бъдат ремонтирани или подменени. По този начин срокът на експлоатация на съоръжението се удължава и той може неколкократно да надхвърли заложения по проект.

## 1. ВЪВЕДЕНИЕ

Разглежданият стоманен цилиндричен резервоар е с обем  $V = 5000 \text{ m}^3$  и се намира в база на „Петрол” – Варна, приблизително на 100 m от морето. Предназначението му е да съхранява нефтопродукти. Покривът му е сферичен, като носещата му конструкция е от пълностенни дъги с обтегачи. Обшивката не е свързана към покривната конструкция. Вероятно това е направено за да се осигури крехко разрушение на покрива в случай на пожар и взрив в резервоара. Всички листови конструктивни елементи в резервоара (дъно, корпус, покривна обшивка) са снабдени чрез нитове. Съществуващата стълба за достъп до покрива е вертикална

Стените на предпазния събирателен басейн около резервоара са били от тухлена зидария, която в последствие е разрушена.

Съоръжението е експлоатирано успешно дълги години, докато не е забелязан теч и поради тази причина не е изпразнено и изведено от експлоатация. След това резервоарът е стоял празен без всякаква поддръжка. Състоянието му преди ремонта може да се види на (фиг. 1).



фиг. 1 Състояние на резервоара преди ремонта

За този резервоар липсват всякакви проектни данни – вид на съхранявания продукт, максимално ниво на запълване, свръхналягане и подналягане в резервоара, използвана стомана,

<sup>1</sup> Любомир Ангелов Здравков, гл. ас. д-р инж., УАСГ, София 1046, бул. „Христо Смирненски” N1, корпус «Б», ет. 7, каб. 733, e-mail: [zdravkov\\_fce@uacg.bg](mailto:zdravkov_fce@uacg.bg)

дебелини на конструктивните елементи. Неизвестна е също годината на въвеждане в експлоатация. Изхождайки единствено от факта, че дъното, корпусът и покривът са нитовани (фиг. 2), може да се предположи, че този резервоар е поне на 60 г.



фиг. 2 Снаждане на листове чрез нитоване

## 2. ОБСЛЕДВАНЕ И РЕЗУЛТАТИ ОТ НЕГО

След изпразването на резервоара, той е почистен и е направено обследване [1]. То е било концентрирано върху визуален оглед на елементите на резервоара и последващо определяне на дебелините на дъното, 1-и и 2-и пояс на корпуса, и покривната обшивка. Не е направена пълна дебелометрия на всички пояси, не са измерени отклоненията на корпуса от проектната цилиндрична форма, както и слягането на фундамента.

Извършен е химически анализ на използваната стомана. Съгласно него тя отговаря на СтЗкп.

Направени са проверовъчни изчисления за определяне на максималната височина на запълване на резервоара, при отчитане на измерените дебелини на 2-та пояс на корпуса. Поради липса на наш нормативен документ, тези изчисления са съгласно [3]:

$$(1) \quad H_t = \frac{t_{\min} \cdot E \cdot S}{4,9 \cdot D \cdot G + 0,3},$$

където:

$H_t$  е височината от максималното ниво на течността до долния ръб на изследвания пояс, m;

$D = 23,5$  m - номиналният диаметър на резервоара, m;

$t_{\min}$  - най-малката измерена дебелина в съответния пояс на корпуса. Отделните корозионни язви, намиращи се на голямо разстояние една от друга, не се отчитат;

$G = 1,0$  t/m<sup>3</sup> – изчислителното специфично тегло на съхранявания нефтопродукт;

$S = 148$  МПа – изчислителното съпротивление на материала в корпуса на резервоара;

$E = 0,6$  – коефициент на ефективност на вертикален шев в корпуса с 2-а реда нитове [3].

От направените проверовъчни изчисления и от анализа на останалите конструктивни елементи на резервоара, е установено следното:

- максимално ниво на запълване  $H_{\max} = 9,35$  m при съхраняван продукт с плътност  $G \leq 1,0$  t/m<sup>3</sup>;

- необходима е цялостна подмяна на дъното;

- покривната обшивка трябва да бъде подменена;

- необходима е замяна на съществуващата вертикална стълба със спирална стълба.

Отчитайки моралната остарялост на конструкцията, същественото износване на основни конструктивни елементи и необходимостта от подмяна на значителна част от резервоара, което е свързано с големи разходи, препоръчително е това съоръжение да бъде бракувано и разрушено.

След това на негово място ще бъде изграден нов резервоар, съгласно последните конструктивни и технологични изисквания.

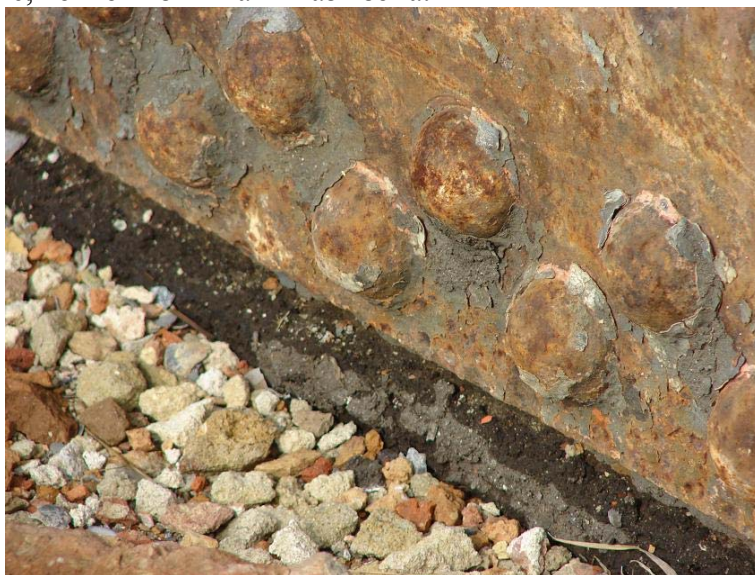
Собственикът на съоръжението, фирма „Петрол”, не е пожелал резервоарът да бъде разрушен и да бъде подменен с нов. Това налага най-износените елементи на резервоара да бъдат подменени поради невъзможността им за частичен ремонт.

### 3. РЕМОНТ НА РЕЗЕРВОАРА

За отстраняване на установените повреди в резервоара са извършени посочените по-горе необходими ремонтни дейности – подмяна на силно износените дъно и покривна обшивка, поставяне на спирална стълба.

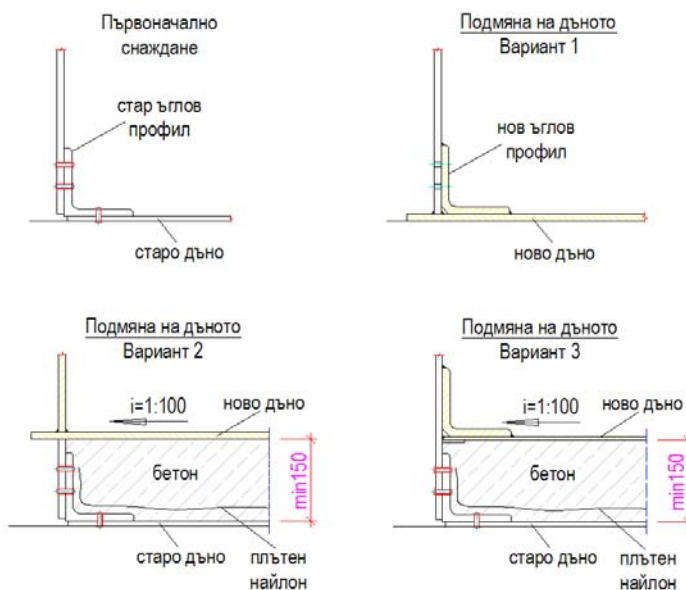
От тях съществен интерес представляват операциите по подмяна на дъното.

Долният опорен възел, където чрез нитове се съединяват корпуса и дъното (фиг.3), е изпълнен с помощта на допълнителен ъглов профил, поставен от вътрешната страна на корпуса (фиг. 4). Този ъглов профил поема допълнителните усилия от промяната на напрегнатото и деформирано състояние, които възникват в тази зона.



фиг. 3 Снаждане на корпуса с дъното на резервоара

Поради силната корозия на снаждания ъглов профил в долния опорен възел, не може да се разчита на неговата носеща способност. Той трябва да бъде премахнат или подходящо усилен. Схема на първоначалното снаждане корпус – дъно, както и разглежданите варианти за подмяна на дъното са показани на фиг. 4:



фиг. 4 Варианти за ново снаждане на дъното с корпуса



Подмяната на дъното е извършена съгласно Вариант 3, чиито особености на изпълнение са:

- дебелина на листовите в новото дъно е  $t_b = 6 \text{ mm}$  и е определена съгласно [2];
- стоманата за листовите на окрайката е S355, а за централната част – S235;
- листовите от дъното се заваряват към корпуса с челен шев с пълно проваряване.

Използвана е подложна шина, за осигуряване на проваряването на корена на шева;

- новото снаждане на корпуса с дъното е усилено чрез допълнителен ъглов профил L120x10, който трябва да намали напреженията от огъване във възела корпус – дъно. Краят на профила се скосява, за да може челният шев корпус – дъно да се изпълни с плавен преход към корпуса.

Предимствата на подобно решение са:

- корпусът не се реже;
- опасността от разместване на нитовите в корпусните шевове и поява на теч е сведена до минимум;
- чрез новоположения бетон може да се осигури нов наклон на дъното, който е различен от първоначалния по проект или реално замерения.

Като недостатъци могат да бъдат посочени:

- над старото дъно е необходимо да бъдат поставени допълнително пласт бетон с минимална дебелина от 150 mm и плътен найлон. Тяхното предназначение е да разделят новото от старото дъно, за да се предотвратят ускорените корозионни процеси между тях, които ще доведат до много бързо износване на новото дъно [4];
- всеки периферен лист от новото дъно трябва да се реже по индивидуален радиус, съгласно реалния радиус на участъка от корпуса, към който ще се заварява;
- заваръчният шев между корпуса и новото дъно ще се изпълнява с пълно проваряване, което изисква строг контрол на технологичните процеси и на изпълнените шевове.

След завършване на ремонтните операции, нитованият резервоар е напълнен с вода и е направена с водна проба. Целта е да се провери пригодността на резервоара за експлоатация.

Съоръжението почти успешно преминало този тест. Забелязаното отклонение от нормата е лек теч около някои нитове в корпуса. Вероятната причина за този теч е голямата износеност на резервоара, при която и най-леките вибрации и / или температурни въздействия от заваряването водят до отваряне на нитованите шевове, респективно теч.

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При стари нитовани резервоари, които са силно износени от дълга експлоатация, всякакви вибрации от ремонт и / или температурно въздействие от заваръчни процеси могат да доведат до разместване на нитовите и поява на теч. Поради тази причина всички ремонтни дейности в корпуса трябва да бъдат с възможно най-малка интензивност и влияние върху околните елементи.

Показаното решение за снаждане на новото дъно с корпуса е принудено, наложено от необходимостта разместването в корпуса да бъде минимално. От друга страна, то се явява като алтернатива на детайла, посочен в [3]. Чрез подходящо подбрани дебелини на новото дъно, усиловащ ъглов профил и заваръчни материали, не е необходимо корпусът да се реже, което ще облекчи поставянето на ново дъно.

#### Литература :

1. Състояние на основен метал и нитови съединения на Резервоар №3 – 5000 куб. м – Петролна база – Варна, АД „ПЕТРОЛ” – София – Писмо – заявка №245/28.01.2002 г.
2. API Std 650, Welded Steel Tanks for Oil Storage, Tenth Edition, Addendum 1÷4, December 2005.
3. API Std 653, Tank Inspection, Repair, Alteration and Reconstruction, 2001.
4. MYERS P. E., Aboveground Storage Tanks, McGraw-Hill, 1997.

## REPAIRING WORKS IN RIVETED STEEL TANK WITH 5000 m<sup>3</sup> CAPACITY

Lyubomir A. Zdravkov

**Key words:** *cylindrical steel tank, riveted shell, bottom, inspection, corrosion, repair*

**Abstract:** *Cylindrical steel tanks for oil and oil products storage have limited time for exploitation. Under the influence of the storage product, external environment, settlement of foundation, their working condition continuously goes to be worse. In this case the tanks should be periodically inspected, analyzed and if it is necessary – to be repaired or to be out of service.*

*When the steel tanks are inspected and analyzed correctly and on time, damaged elements could be repaired or replaced. The time for exploitation could be elongated and could be several times bigger than design period of exploitation.*