

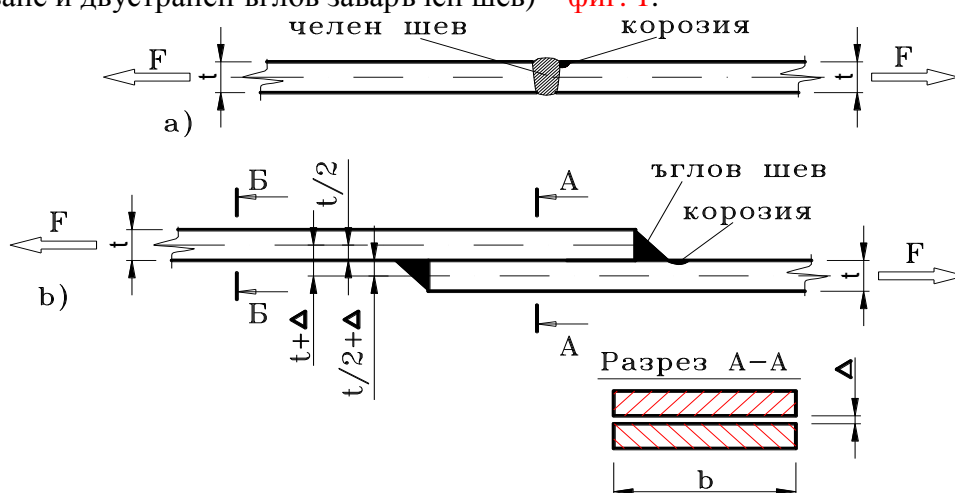
ПРЕМАХВАНЕ НА СЪЩЕСТВУВАЩИТЕ ВЕРТИКАЛНИ МОНТАЖНИ ШЕВОВЕ В  
КОРПУСА НА СТОМАНЕНИ ВЕРТИКАЛНИ РЕЗЕРВОАРИ, КОИТО СА ИЗПЪЛНЕНИ С  
ПРЕПОКРИВАНЕ И НОВО ТЯХНО ИЗПЪЛНЕНИЕ КАТО ЧЕЛНИ, С ПЪЛНО  
ПРОВАРЯВАНЕ

ст.н.с. II ст. д-р инж. Св. Русев, инж. Л. Здравков

При голяма част от резервоарите в България, чиито корпуси са изпълнени от рулони, монтажният вертикален шев е изпълнен с препокриване. Това е в противоречие с изискването вертикалното монтажно съединение на корпусните рулони на резервоарите да се реализира чрез челно двустранно заваряване с пълно проваряване. Необходимо е ремонтно-възстановителните работи по резервоарите да обхващат подмяна на изпълнените с препокриване и двустранни ъглови монтажни шевове на рулоните на корпуса.

При монтиран щитов покрив и добро качество на изпълненото с препокриване монтажno съединение, ремонтно-възстановителните работи по вертикалните съединения могат да не обхващат последните пояси, чиято дебелина е конструктивна и не е получена по изчисление. Усилията в долните пояси съществено нарастват и с цел премахване на допълнителните напрежения, които са резултат от геометричните несъвършенства на съединенията с препокриване и възникващите от тях огъващи моменти, заваръчните съединения в поясите трябва да се изпълняват като челни.

Ще разгледаме корозията под напрежение, явяваща се при заваръчни съединения (челни и с припокриване и двустранен ъглов заваръчен шев) – **фиг. 1.**



а – Челен заваръчен шев;

б – Заваръчен шев с припокриване и ъглови шевове

**фиг. 1.** Корозия под напрежение при заваръчни съединения.

За различните сечения, при линейна постановка на задачата се получават следните напрежения:

За сечение А – А:

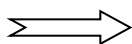
$$\sigma = \frac{F}{A} + \frac{M}{W}$$

$\Delta = 0$  – разстояние между листовете

$$M = F \cdot t$$

$$A = 2 \cdot b \cdot t$$

$$W = \frac{2}{3} \cdot b \cdot t^2$$



$$\sigma = \frac{F}{2 \cdot b \cdot t} + \frac{F \cdot t}{\frac{2}{3} \cdot b \cdot t^2} = \frac{F}{b \cdot t} \quad (1)$$

$$\sigma = \frac{F}{A} + \frac{M}{W}$$

$\Delta \neq 0$  – разстояние между листовете

$$M = F \cdot (t + \Delta)$$

$$A = 2 \cdot b \cdot t$$

$$W = \frac{1}{6} \cdot [b \cdot t^2 + 3 \cdot b \cdot (t + \Delta)^2]$$

$$\Rightarrow \sigma = \frac{F}{2 \cdot b \cdot t} + \frac{6 \cdot F \cdot (t + \Delta)}{[b \cdot t^2 + 3 \cdot b \cdot (t + \Delta)^2]} \quad (2)$$

Сечение Б-Б:

$$\sigma = \frac{F}{A} + \frac{M}{W}$$

$\Delta = 0$  – разстояние между листовете

$$M = F \cdot t$$

$$A = b \cdot t$$

$$W = \frac{1}{6} \cdot b \cdot t^2$$

$$\Rightarrow \sigma = \frac{F}{b \cdot t} + \frac{6 \cdot F \cdot t}{b \cdot t^2} = \frac{7 \cdot F}{b \cdot t} \quad (3)$$

$$\sigma = \frac{F}{A} + \frac{M}{W}$$

$\Delta \neq 0$  – разстояние между листовете

$$M = F \cdot (t + \Delta)$$

$$A = b \cdot t$$

$$W = \frac{1}{6} \cdot b \cdot t^2$$

$$\Rightarrow \sigma = \frac{F}{b \cdot t} + \frac{6 \cdot F \cdot (t + \Delta)}{b \cdot t^2} \quad (4)$$

Сечение В-В – намиращи се на голямо разстояние от препокриването на листовете:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{b \cdot t}$$

При линейна постановка на задачата, когато не се отчита завъртането на сеченията, и когато няма разстояние между листовете ( $\Delta = 0$ ), резултатните напрежения са следните:

- напреженията в участъка с препокриване (сечение А-А) са равни на напреженията в достатъчно отдалечен участък на корпуса (сечение В-В);
- напреженията в сечението близо до участъка с препокриване (сечение Б-Б) се получават 7 пъти по-големи от напреженията в сечение В-В;

При разстояние между снажданите листове ( $\Delta \neq 0$ ), напреженията в мястото на препокриване и съседните, близко разположени сечения, нарастват.

За да се изследва поведението на заваръчното съединение, изпълнено с препокриване, то беше компютърно моделирано от инж. Здравков чрез ANSYS и решено многократно, за да се избегнат възможните грешки при отчитане на резултатите. Накрая те бяха обработени статистически.

Изследването за определяне на напреженията в снаждането е проведено при следните условия:

а) листовете на корпуса са от стомана, със следните качества:

- граница на провлачане  $R_{yn} = 200 \div 375 \text{ MPa}$

- модул на Юнг  $E = 2,1 \cdot 10^8$  КПа;
- коефициент на Поасон  $\nu = 0,3$ ;

б) заложените опънни напрежения в листовете  $\sigma_2$  са пропорционални на границата на провлачане на стоманата  $R_{yn}$ , като заложените напрежения  $\sigma_2 \approx 0,25 \cdot R_{yn}$ ;

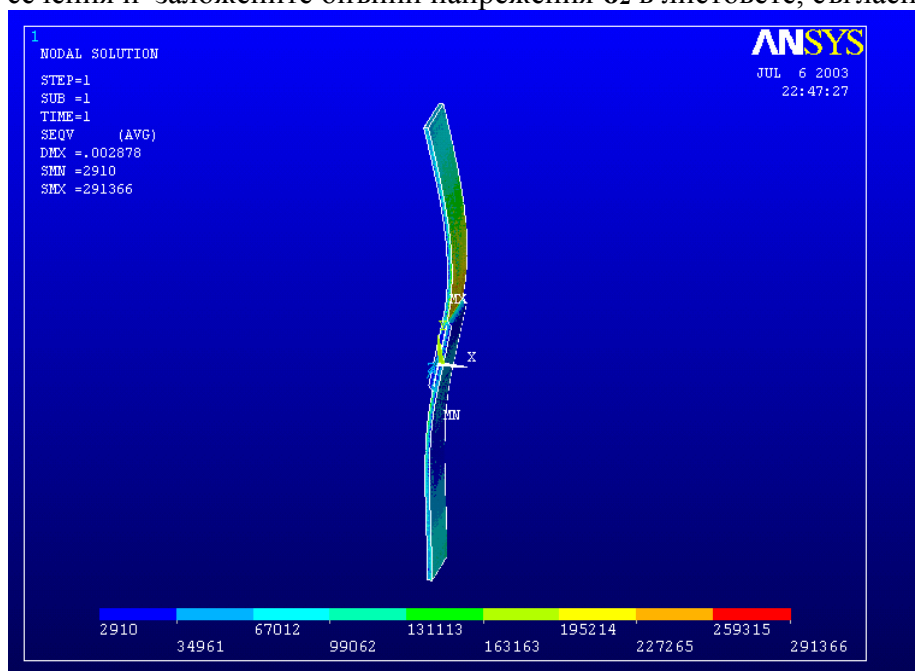
**ТАБЛИЦА 1**

$R_{yn}$ , МПа	200	225	250	275	300	325	350	375
$\sigma_2$ , МПа	50	57	63	69	75	82	88	94

- в) презастъпването на листовете се изменя в рамките на  $30 \div 100$  mm, през 10 mm;
- г) дебелината на листовете  $t_s = 4 \div 6$  mm;
- д) разстоянието между листовете  $\Delta = 0,5$  mm.

Анализ на получените резултати:

При нелинейна постановка на задачата, резултатните напрежения значително се различават от получените по теоретичен път при линейно решение. Благодарение на завъртането на сеченията на съединението (фиг. 2), напреженията съществено намаляват. Полученото превишение ( в пъти ) е показано за различните сечения на снаждането в Таблица 2. Превишението представлява отношението между резултатните главни напрежения  $\sigma_{red}$  в съответните сечения и заложените опънни напрежения  $\sigma_2$  в листовете, съгласно Таблица 2.



**фиг. 2.** Завъртане на сеченията при съединение, изпълнено с препокриване

**ТАБЛИЦА 2**

Сечение на снаждането, изпълнено с препокриване	В сечение, намиращо се на голямо разстояние от снаждането	В средата на презастъпването	В шева	В мястото на снаждане корпус-шев	В корпуса, до шева	В корпуса, на $\approx 70$ mm от шева	В корпуса, на $\approx 140$ mm от шева
Превишение в резултатните напрежения $\sigma_{red}/\sigma_2$ , пъти	1	0,6636	3,6385	3,883	3,9198	3,8145	2,9735

От Таблица 2 се вижда, че най-големите превишения на напреженията изпълняват условието:

$$(5) \quad \begin{aligned} \sigma_{red} &\approx 4 \cdot \sigma_2 \\ \sigma_{red} &< 4 \cdot \sigma_2 \end{aligned}$$

Съгласно направените изследвания на заваръчни съединения, изпълнени с препокриване и двустранен ъглов шев, максималните радиални опънни напрежения  $\sigma_2$  в листовите от корпуса, които са снабдени чрез препокриване, трябва да изпълняват условието:

$$(6) \quad \sigma_2 \leq \gamma_c \cdot R_y$$

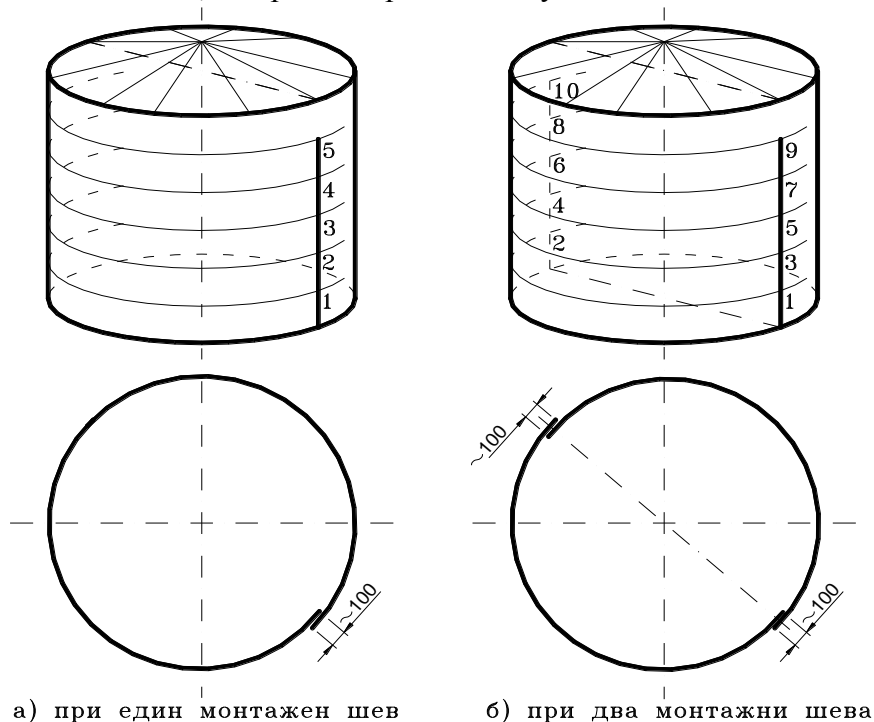
където:

- $\sigma_2$  – радиални напрежения в корпуса на резервоара;
- $\gamma_c = 0,25$  – коефициент на условие на работа на съединение, изпълнено с препокриване;
- $R_y$  – изчислително съпротивление по граница на провлачане на стоманата в корпуса;

Развиващата се корозия под напрежение именно е установената основна причина за аварията СВР за замърсен кондензат с  $V = 2000 \text{ m}^3$  на ТЕЦ ”Марица-Изток-III”

Технологичната последователност, приета при реализацията на ремонтните монтажно – заваръчни работи е следната:

- а) вертикалният монтажен шев по корпуса се разделя на участъци, като ремонтно-възстановителните работи започват от първи пояс;
- б) подготвя се, ремонтира се и се контролира участък от монтажния шев;
- в) след окончателното завършване и контрол на този участък, операцията се повтаря на:
  - на другия монтажен шев, ако монтажните шевове са по-вече от един,
  - на същия монтажен шев, над ремонтирания вече участък.



фиг. 3. Разположение и обхват на ремонтните работи по монтажните снаждания на корпуса

Големината на един участък от корпуса, където наведнъж ще се премахва монтажният шев с препокриване и ще се изпълни челен монтажен шев с пълно проваряване, не трябва да надхвърля следните стойности:

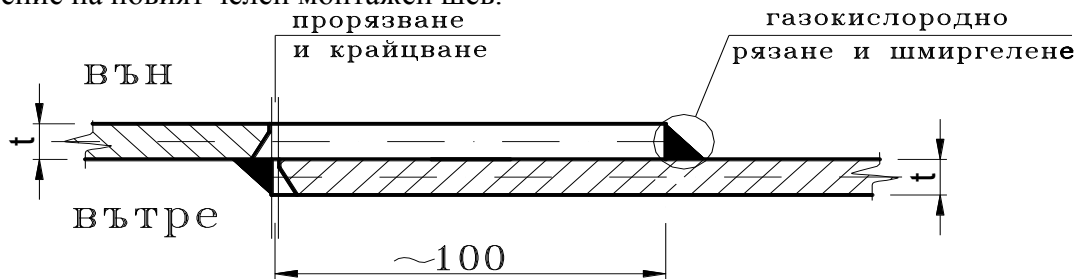
- а) дължина на участъка не по-голяма от 3 m;

- б) участъкът не трябва да обхваща по-вече от 2-а пояса наведнъж;
- в) дължината на участъка не трябва да надхвърля 1/3 от височината на корпуса.

Подготвителни работи

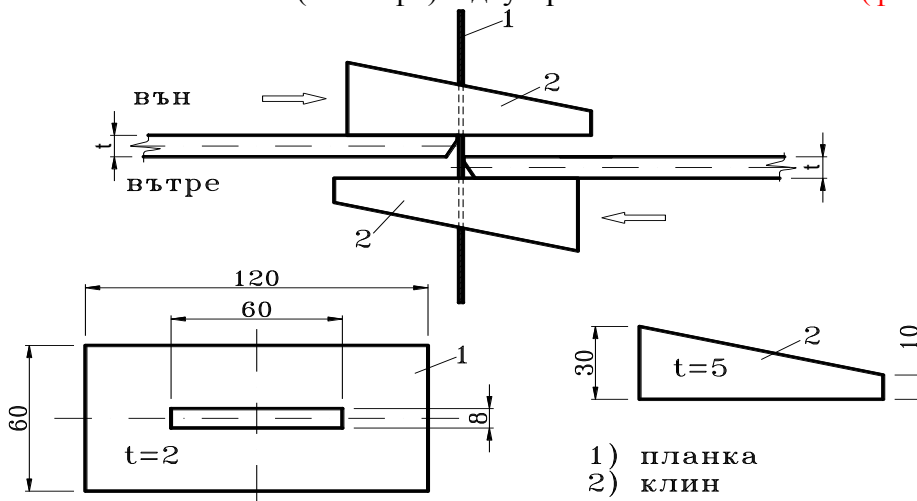
Подготвителните работи за всеки монтажен шев и за всеки участък от шева по височина включват ( фиг. 4 ):

- газокислородно рязане на външния ъглов заваръчен шев отгоре до долу в рамките на един участък, с последващо шмиргелене на повърхността;
- прорязване на корпуса срещу вътрешния ъглов заваръчен шев също отгоре надолу, в границата на участъка;
- скосяване на краищата, което се прави от към вътрешната страна и така се осигурява по-голяма точност на геометричната форма на резервоара при заваряването;
- грубо (приблизително) и точно (прецизно) срещуположно прилягане (напасване) на подготвените за заваръчен шев краища;
- прихващане на ръбовете чрез прихватки от вътрешната страна и поставяне на винтови скоби с траверси, ако е необходимо да се подобри геометрията на корпуса;
- изпълнение на новият челен монтажен шев.



фиг. 4. Схема за първоначална подготовка на съществуващото снаждане с прекриване за преминаване към челен монтажен шев

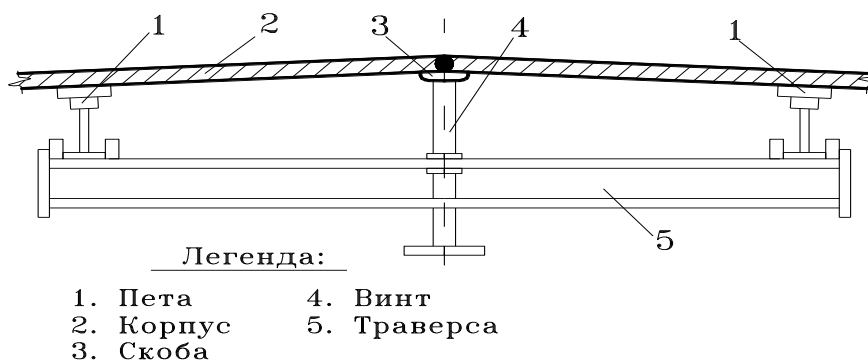
Точното срещуположно прилягане (напасване) на ръбовете се осигурява с помощта на дистанционни монтажни планки (клампфи) и двустранни плоски клинове (фиг. 5)



фиг. 5. Прецизно напасване на краищата на рулоните на корпуса

Когато след отстраняването на ъгловите шевове около вертикалните шевове се получи участък с хлътване на вътре ("чайка"), той се огъва навън, докато в него се получи изпъкналост от 5 – 10 mm.

Подготовката на вертикалното съединение за приблизително срещуположно прилягане (напасване) на ръбовете и за отстраняване на "чайките" се постига с помощта на винтова скоба с траверса (фиг. 6)



фиг. 6. Винтова скоба с траверса

След визуална проверка за съсност на краищата, ръбовете се прихващат чрез заварки от вътрешната страна през 200 – 300 mm. На приблизително същите разстояния се разполагат и винтовите скоби с траверса (фиг. 6)

Ремонтно – възстановителни работи

Същинските ремонтно-възстановителни работи по монтажните съединения обхващат заваряването на челните вертикални монтажни шевове.

Заваряването на челното монтажno съединение се извършва след проверяване на качеството и точността на проведените подготвителни работи.

С оглед намаляване на условията за деформации, при заваряването на всеки подготвен участък трябва да се спазва следната технологична последователност:

- броят на слоевете в заваръчния шев зависят от дебелината на корпусната ламарина;
- заваряването се извършва по **обратно-степенчат метод**: обща посока на нарастване отгоре – надолу с посока на степените отдолу нагоре.

Особено внимание трябва да се отдели на заваръчните шевове, оформящи началото и края на целия вертикален монтажен шев – връзката му с периферната зона на дъното и със монтажния шев в последния пояс, изпълнен с препокриване ( ако има такъв).