



Технически Университет - София



ЕНЕРГОМАШИНОСТРОИТЕЛЕН ФАКУЛТЕТ



Катедра "Топло- и Ядрена Енергетика"

:

"

"

Изготвил: Георги Иванов Вълчков

София  
2016г.

Въведение .....	3
1. Корпус на ядрен реактор и вътрешно корпусни устройства .....	5
2. Алой 600/182/82 използван като основен материал в ЯЕЦ.....	7
3. Стрес корозивни пукнатини.....	10
3.1 Материал.....	10
3.2 Заобикаляща среда .....	12
3.3 Несходни метални заварки:.....	13
3.4 Ограничаване, ремонт и подмяна.....	14
4. Подмяна и ремонт на основно оборудване в ядрена енергийна централа с реактор с вода под налягане. ....	16
4.1 Компенсатор на налягането.....	16
4.2 Капак с горен блок на реактора.....	17
4.3 Крекинг корозия на болтовете на ограничителя на активната зона.....	19
4.3 Крекинг корозия на болтовете на ограничителя на активната зона.....	20
Списък на съкращенията.....	23
Използвана литература .....	24

- 1.
- 2.
- 3.

20-30

( 30 )

(PWR )



# 1.

( 30 )

1.

6%,

(Fea)

( )

7%.

2.

08 18 10

50-100

12-14%.

5-

(Fey)

5-6  
 - , 12-18%.  
 , 08 18 10 ,  
 160 Gy 360 16 %.  
 ,  
 - ,  
 ,  
 580 , - 20 , 100 150 400-  
 15 20 ,  
 20 300 30  
 100 .  
 , -  
 ,  
 , -  
 1010 1038 ,  
 90 60 .  
 , -  
 ,  
 ,  
 975 1025  
 120-130 .

18H10 , 115 Gy

	,	h ,	%
1	-	-	8.2
2	450	10	8.1
3	600	10	8.2
4	700	10	6.7
5	800	10	4.8

6	800	70	4
7	900	10	4.2
8	900	70	2.3
9	900	120	2
10	1000	10	1.7
11	1000	120	0,83
12	1100	10	0.78

**2. A 600/182/82**

600

82/182 J-

82/182

600 82/182

25 :

- 1991 - - Bugey 3
- 2000 - 182,
- 2002 - - 4( ) VC Summer
- 2003 - Tsuruga 2 ( )
- 2005 - ( )  
182/82

(yield strength) –

;

;

;- (upper yield strength) ReH -

;-

(lower yield strength) ReL – -

;

;

600/82/182

:

;

;

;

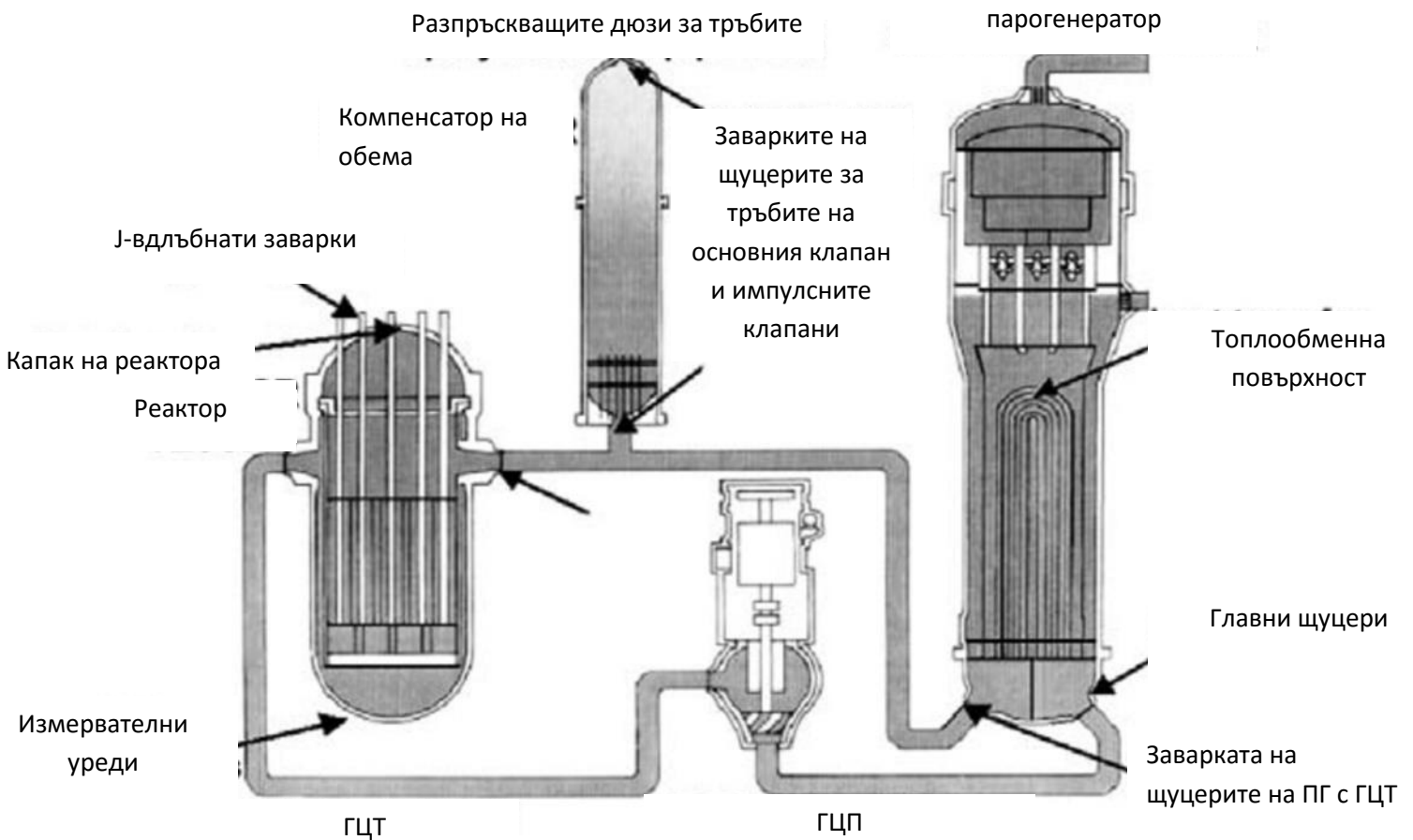
;

;

;

600/82/182

. 2.1

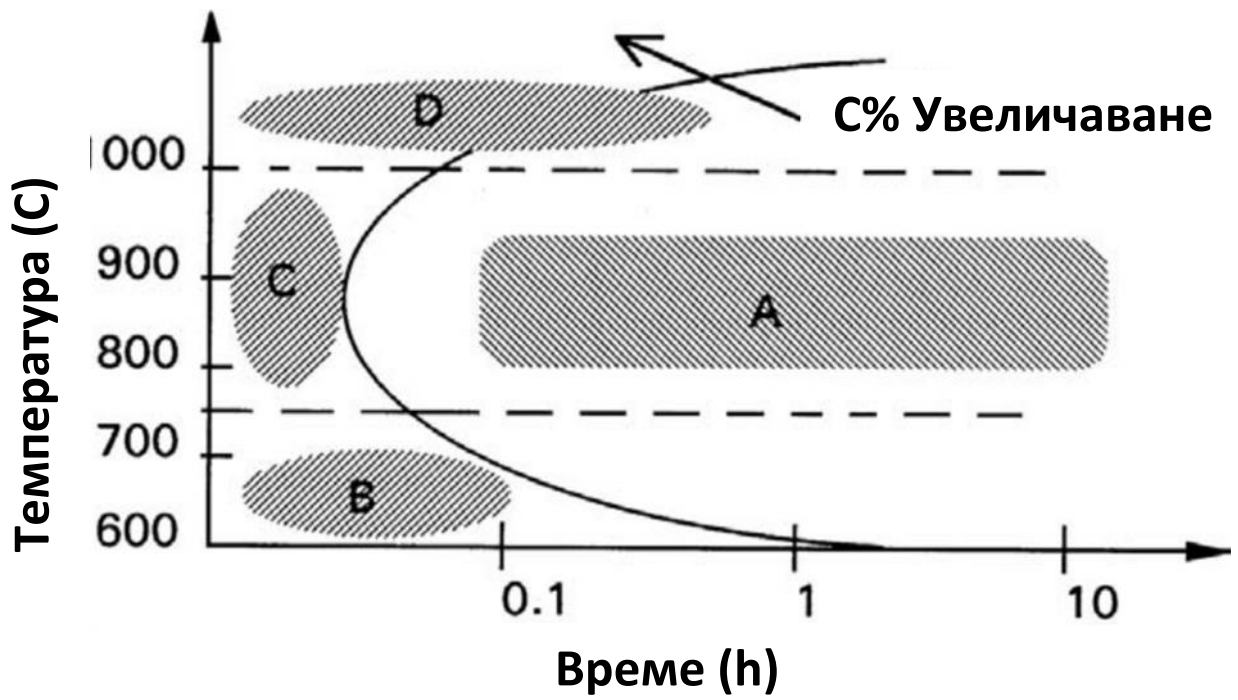


Фиг. 2.1 места където се използва Алой 600/82/182

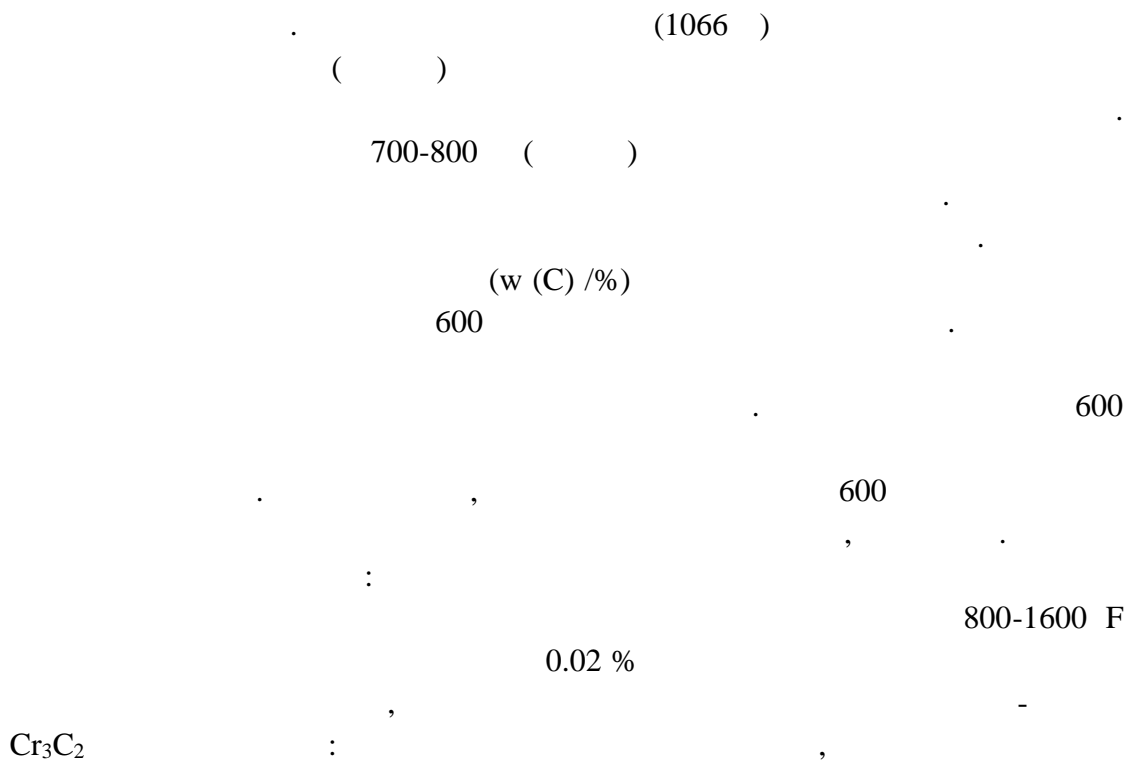




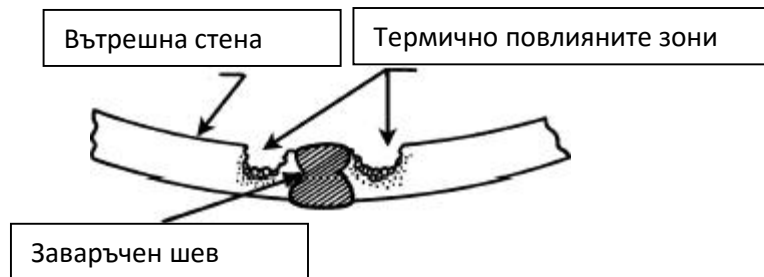




Фиг. 3.1.1. Диаграмата температура-време на карбидното отлагане



: 3.1.2



Фиг. 3.1.2 Развитие на интеркристална корозия

### 3.2

- =  $\chi_p(-Q/R.T)$
- -
- Q-
- R-
- -
- -

PH

Ni/NiO

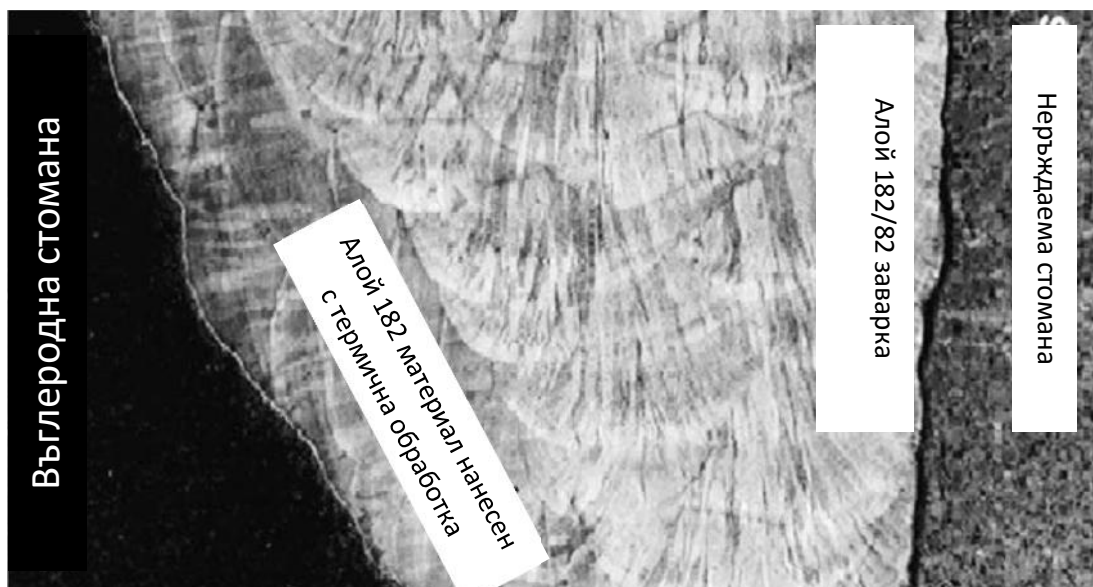
### 3.3

82/182  
600  
182  
(13-17%) 82 (18-22%)

	Ni	Cr	Fe	Ti	Ni+Ta	C
Алой 182	$\geq 59$	13-17	$\leq 10$	$\leq 1$	1-2.5	$\leq 0.1$
Алой 82	$\geq 67$	18-22	$< 10$	$\leq 0.75$	2-3	$\leq 0.1$
	Mn	S	Si	Cu	P	Co
Алой 182	5-9.5	$\leq 0.015$	$\leq 1$	0.5	$\leq 0.03$	$\leq 0.12$
Алой 82	2.5-3.5	$\leq 0.015$	$\leq 0.5$	0.5	$\leq 0.03$	$\leq 0.10$

182/82

#### 3.2.1



Фиг. 3.2.1 Несходна метална заварка

$$= \exp(-Q_g(1/T - 1/T_{ref})/R) f_{alloy} f_{orient} K$$

:

- - /
- $Q_g = 130 \text{ kJ/mol}$
- $R = 8.314 \cdot 10^{-3} \text{ kJ/(mol.K)}$
- $T =$
- $= 598.15$
- $= 1.5 \cdot 10^{-12}$
- $f_{alloy} = 1 \quad 182 \quad 0.385 \quad 82$
- $f_{orient} = 1 - 0.5$
- $=$  ( Pa  $\text{m}^{1/2}$ )
- $= e \quad 1.6$

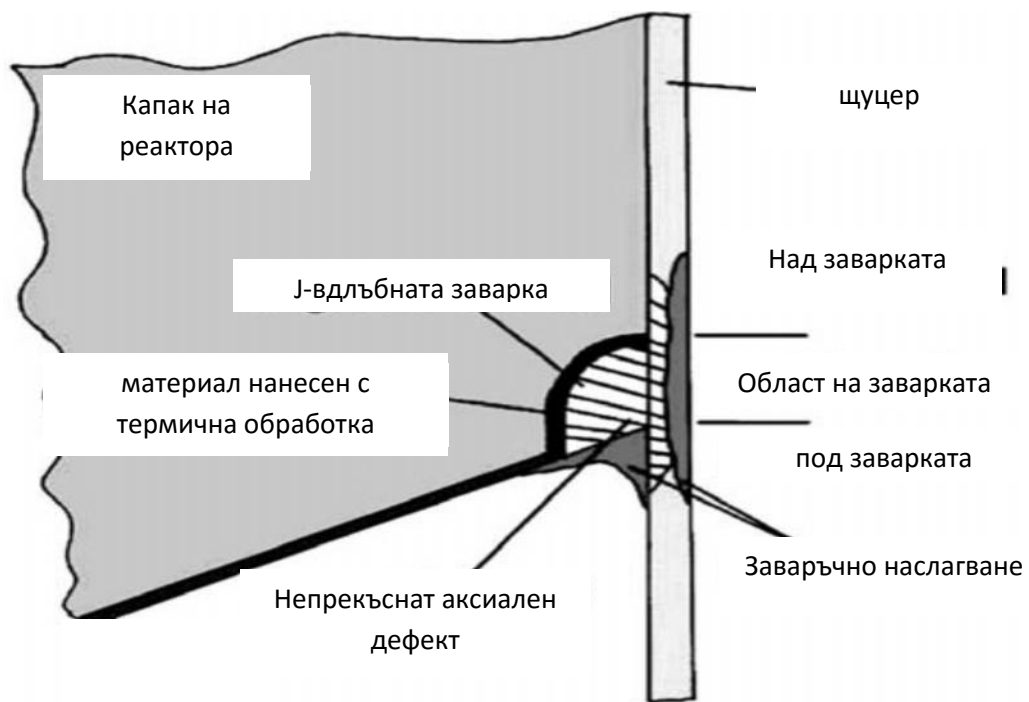
### 3.4

- 
- 
-

52

182/82

. 3.4.1



Фиг. 2.3.2.1 Заваръчно наслагване

690

52 152.

## 4.

### 4.1

( ),

I

16

347 °

5,45

I -

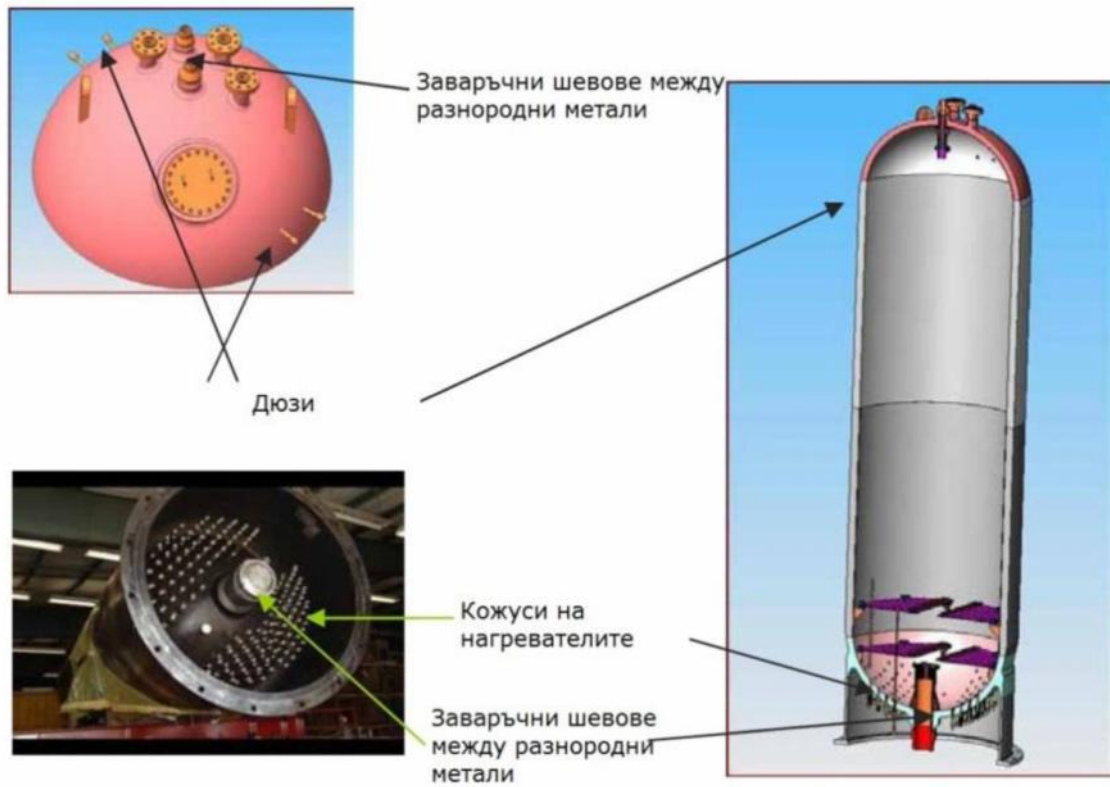
PWR

Alloy 600

Alloy 82/182,

Alloy 600,





Фиг. 4.1.1 Компенсатор на обема PWR

## 4.2

37

600

(72%

, 14-17% Cr, 6-10% Fe)

PWR BWR. PWR ,  
,  
International Nickel Corporation (INCO)  
600, .

1950-1960 :

- ,
- , ,
- ,
- 
- ,
- / ,

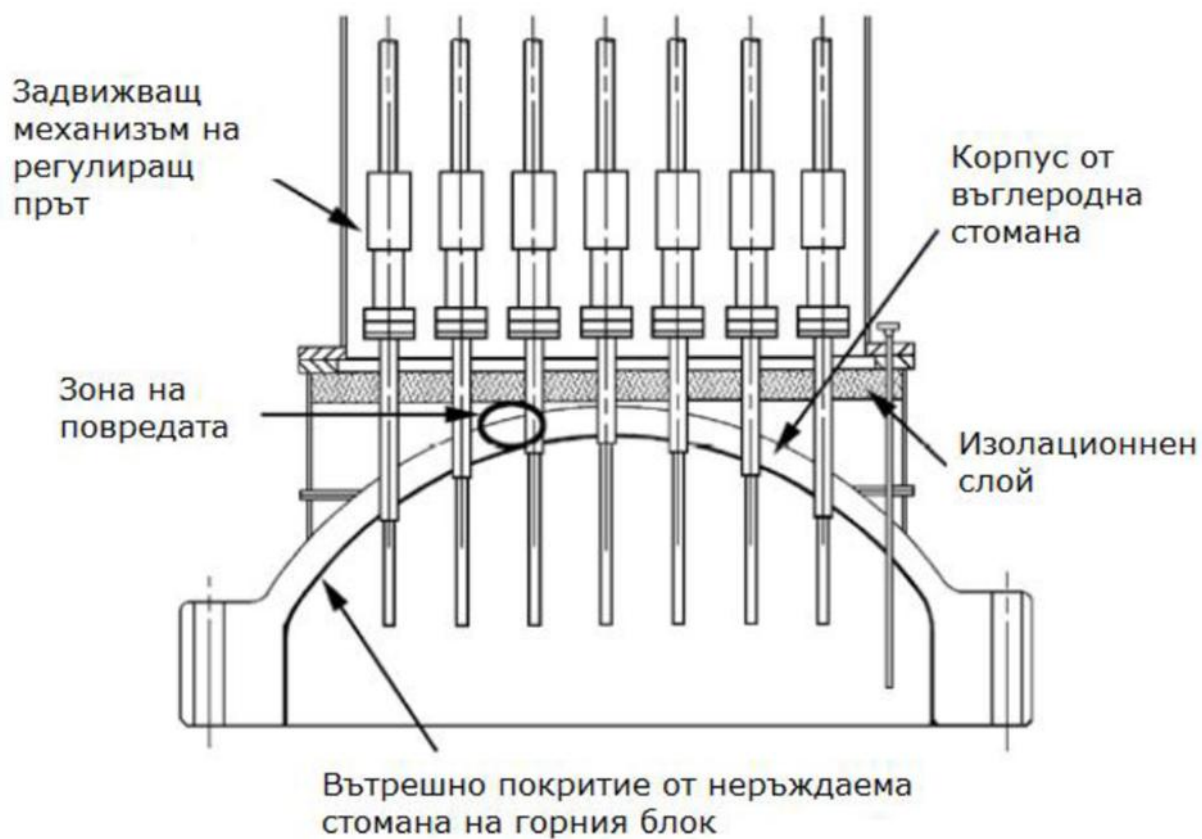
1991 . Bugey 3, ,  
( .4.2.1).

600 82/182.

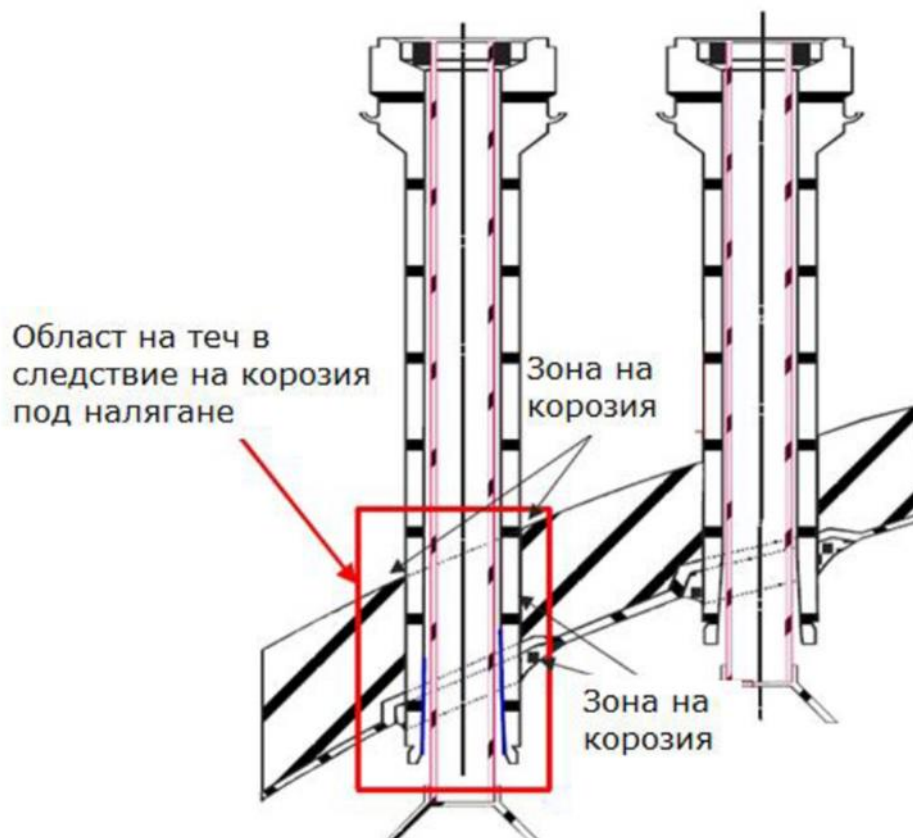
, , ,

, ,  
600.  
- 1992 1994 ( .4.2.2).

1994 ,  
20 900 1300 MW, 34 3  
4 .



Фиг. 4.2.1 Горен блок , теч на вода от основен контур



Фиг. 4.2.2 Горен блок , област на корозия

### 4.3

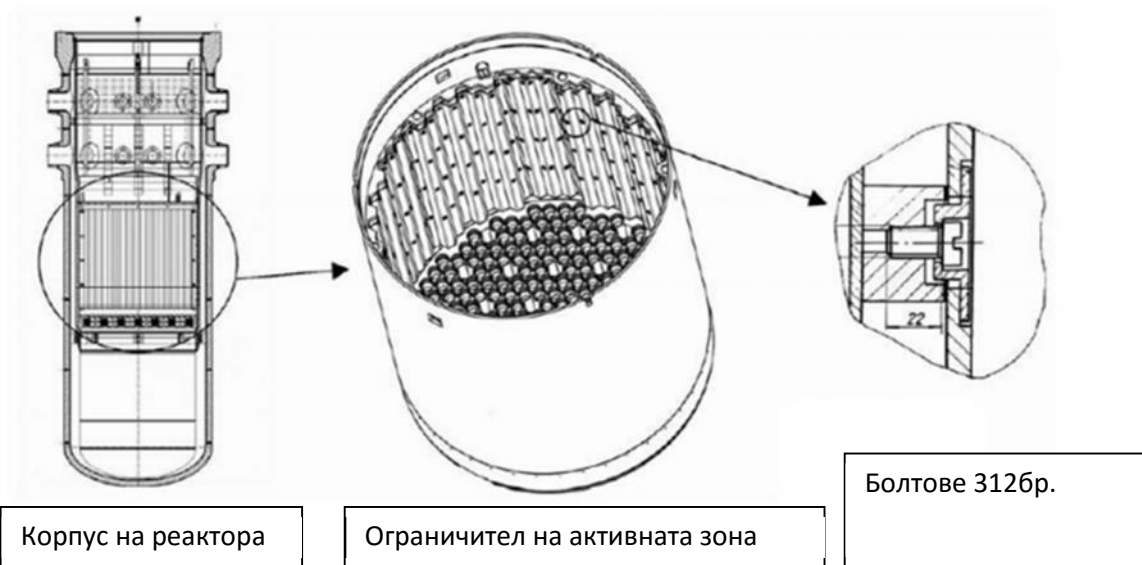
Loviisa 1 2, irradiation-assisted stress corrosion cracking (IASCC )-

-440

Westinghouse Loviisa

4

312

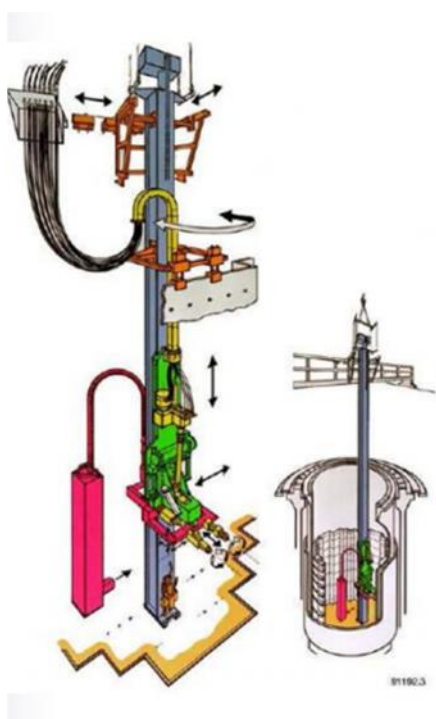


Фиг. 4.3.1 Ограничител на активната зона ВВЕР-440

westDyne  
(ROSA robotic arm)



*Фиг. 4.3.2 westDyne потопяема платформа*



- За първи път подмяна на болтовете на ограничителя на АЗ на ВВЕР
- Адаптация на съществуващия манипулатор към дизайна на централата.
- Различен дизайн на системата за фиксиране

*Фиг. 4.3.3 Подмяна на болтовете*

- 312 болта на ограничителя инспектиран с ултразвуково и визуално изпитване
- 3 дефектни болтове са открити
- 4 болта са подменени
- 3-те дефектни болтове са изпратени за анализ в лаборатория

ПРЕДИ

СЕГА



*Фиг. 4.3.4 След подмяна на болтовете*

–

ЯППУ – ядрена паропроизводителна установка

СУЗ – система за управление и защита

ВРК – вътрешнореакторен контрол

КИП – контролно измервателни прибори

ВКУ – вътрешно корпусни устройства

ПГ – парогенератор

АЗ – активна зона

ВХР – водохимичен режим

ГЦК – главен циркуляционен контур

КН – компенсатор на налягане

ТЕН – тръбни електронагреватели

РУ – реакторна установка

МРЗ – максимално разчетено земетресение

ГЦП – главна циркуляционна помпа

ТОТ – топлообменни тръби

ВВЕР – водо-воден енергиен реактор

PWR - Pressurized water reactor

BWR - Boiling water reactor (кипящ реактор)

- 1) “ ”, ” ”
- 2) ,
- 3) ,
- 4) „ . , , „ , 1983.
- 5) . „ , „ , 1986
- 6) . „ , „ , 1994
- 7) . „ . . . . .  
The International Nuclear Forum "Nuclear Energy - Challenges and Prospects",Warna, Bulgaria, June 2003.
- 8) R.W.Staele, J.A.Gorman. Quantitative assessment of submodes of stress corrosion cracking on the secondary side of steam generator tubing in pressurized water reactors. Corrosion, 2003, Vol 59, 11.
- 9) . „ . „ . „ . „  
-1500
- 10) «  
-1000 » , 1998 .