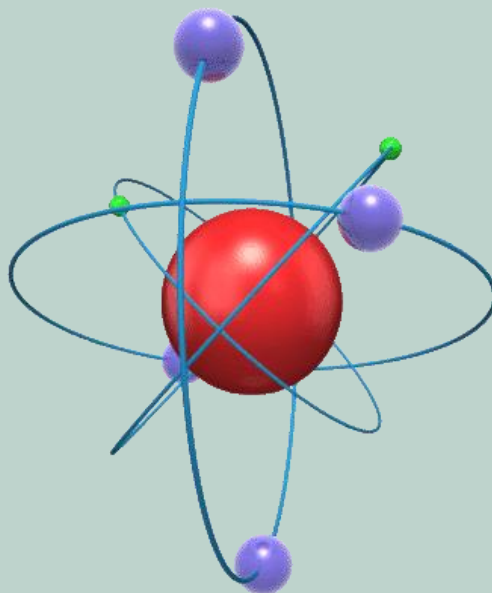


«АНАЛІЗ НАДІЙНОСТІ ТЕПЛООБМІННИКА АВАРІЙНОГО РОЗХОЛОДЖУВАННЯ ПРИ АВАРІЙНИХ РЕЖИМАХ РОБОТИ РЕАКТОРНОЇ УСТАНОВКИ ВВЕР-1000»

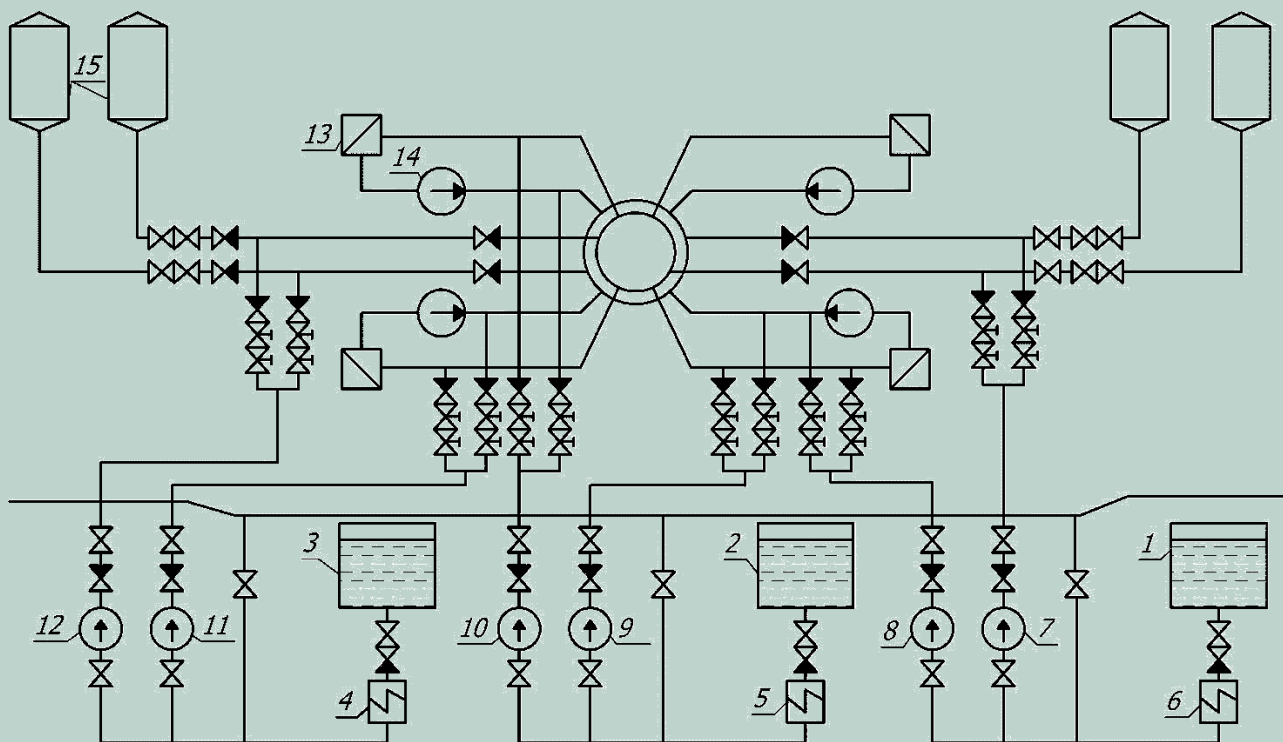
О.В. Корольов, В.В. Інюшев, Т.В. Пирогов, А.С. Колядюк



Харьков, 2020

**доп. Т.В. Пирогов
T.V.Pirogov@gmail.com**

Система аварійного охолодження зони (САОЗ)



Принципова схема системи САОЗ

1,2,3 – Бак аварійного запасу бору TQ10,20,30B01 (бак-прямок); 4,5,6 - теплообмінники аварійного розхолодження (ТОАР) TQ10(20,30)W01; 7,10,12 - насоси САОЗ НД TQ12(22,32)D01; 8,9,11 - насоси САОЗ ВД TQ13(23,33)D01; 13 – парогенератори; 14 – головні циркуляційні насоси (ГЦН); 15 – гідроємності САОЗ.

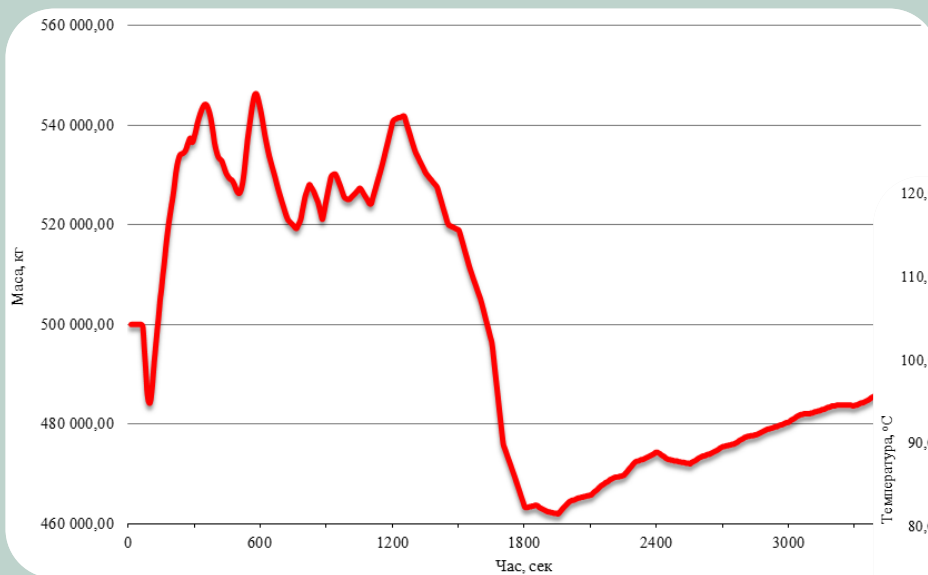


Аварійні ситуації РУ ВВЕР-1000, у яких задіяні теплообмінники ТОАР

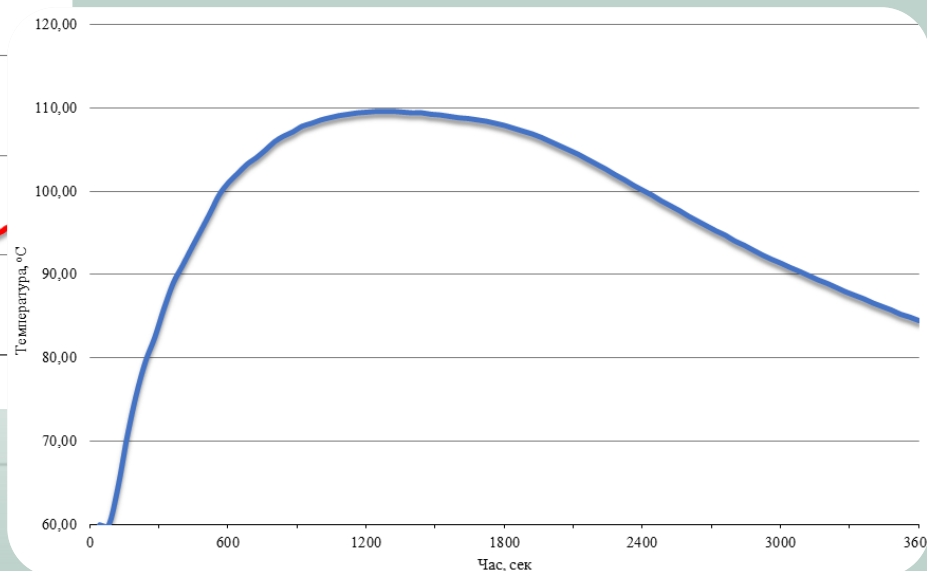
- 1. Малі течії теплоносія першого контуру (еквівалентний діаметр течії до 50 мм): розрив дренажного трубопроводу Ду32.**
- 2. Середні течії теплоносія першого контуру (еквівалентний діаметр течії 50–200 мм):**
 - розрив напірного трубопроводу САОЗ високого тиску;
 - розрив трубопроводу системи продувки-підживлення;
 - ненавмисне відкриття імпульсно-запобіжних пристроїв компенсатору тиску (ІЗП КТ);
- 3. Великі течії теплоносія першого контуру (еквівалентний діаметр течії більше, ніж 200 мм):**
 - двосторонній розрив головного циркуляційного трубопроводу;
 - розрив сполучного трубопроводу компенсатору тиску;
 - розрив сполучного трубопроводу гідроємностей САОЗ;
 - розрив трубопроводу уприскування компенсатору тиску;
 - розрив сполучного трубопроводу ІЗП КТ.
- 4. Розрив паропроводу та трубопроводу живильної води парогенератора у межах гермооб'єму.**

Аварійні ситуації РУ ВВЕР-1000, у яких задіяні теплообмінники ТОАР

- Серед аварій з втратою теплоносія першого та другого контуру, найгіршими з точки зору зростання температури у теплообміннику ТОАР є миттєвий двосторонній розрив головного циркуляційного трубопроводу Ду 850 мм.



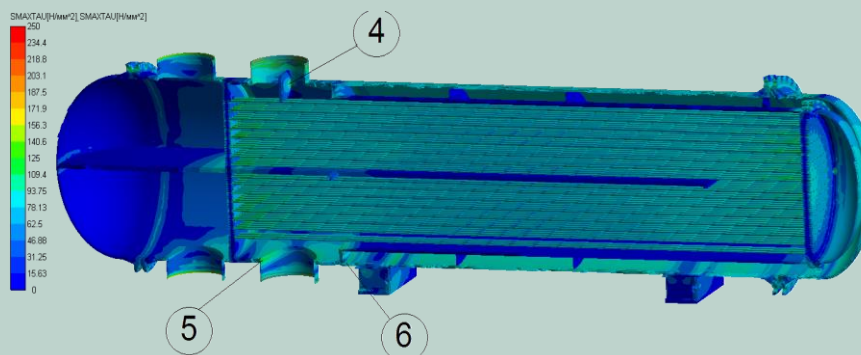
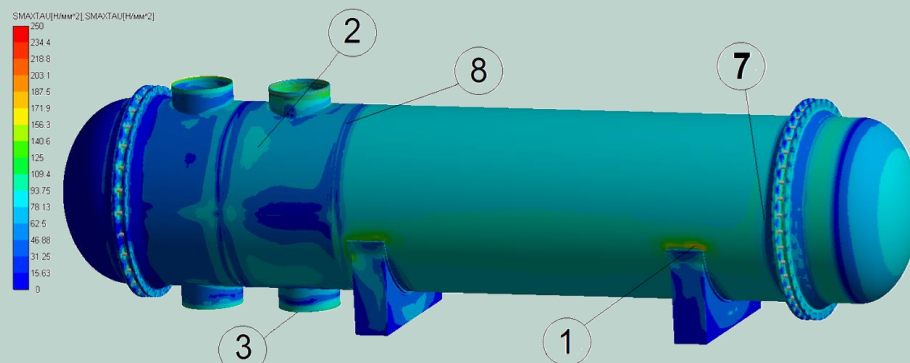
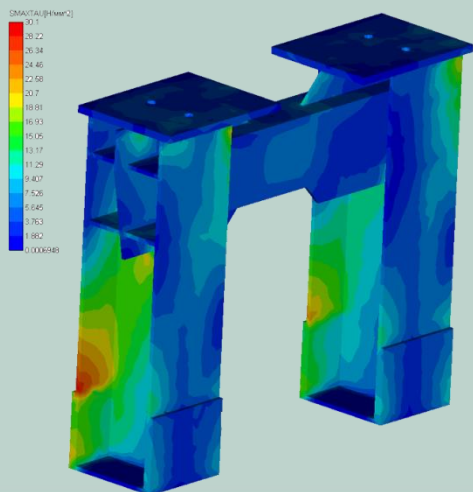
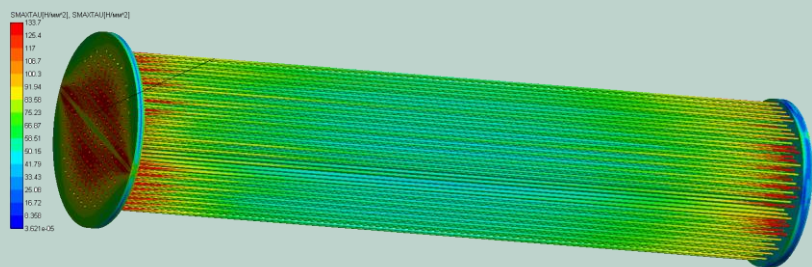
Маса води бака-приямка, що потрапляє у ТОАР



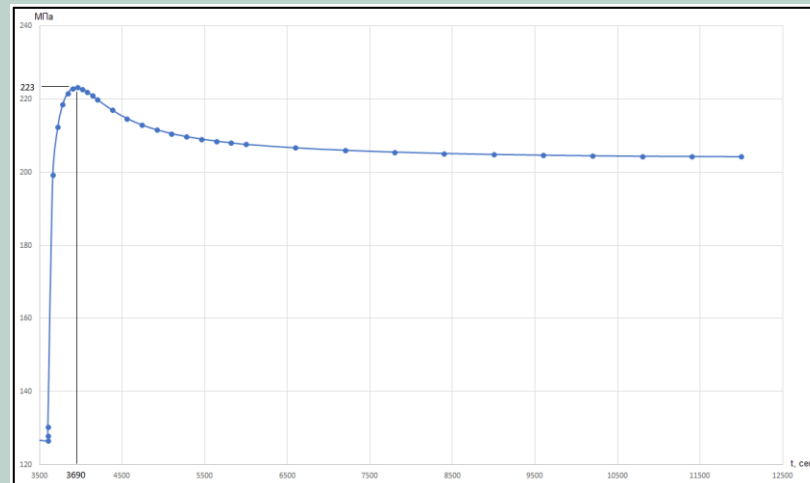
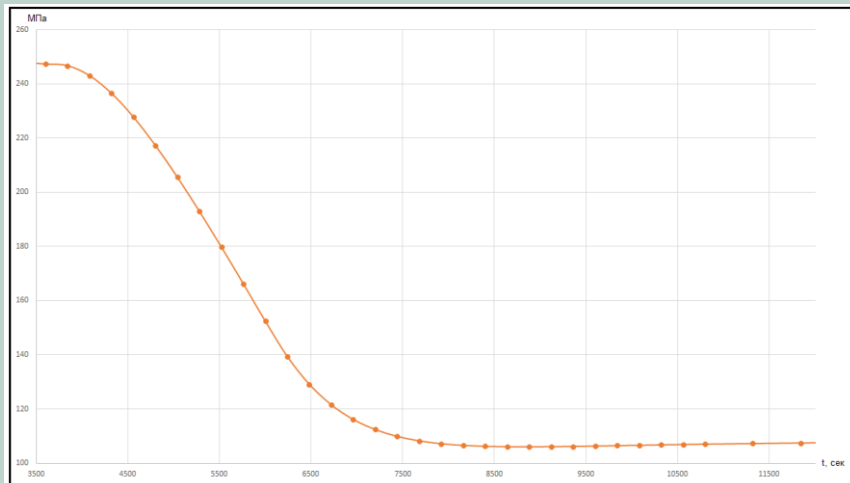
Температура теплоносія теплообмінника ТОАР

Розрахункове обґрунтування безпечної експлуатації теплообмінника ТОАР

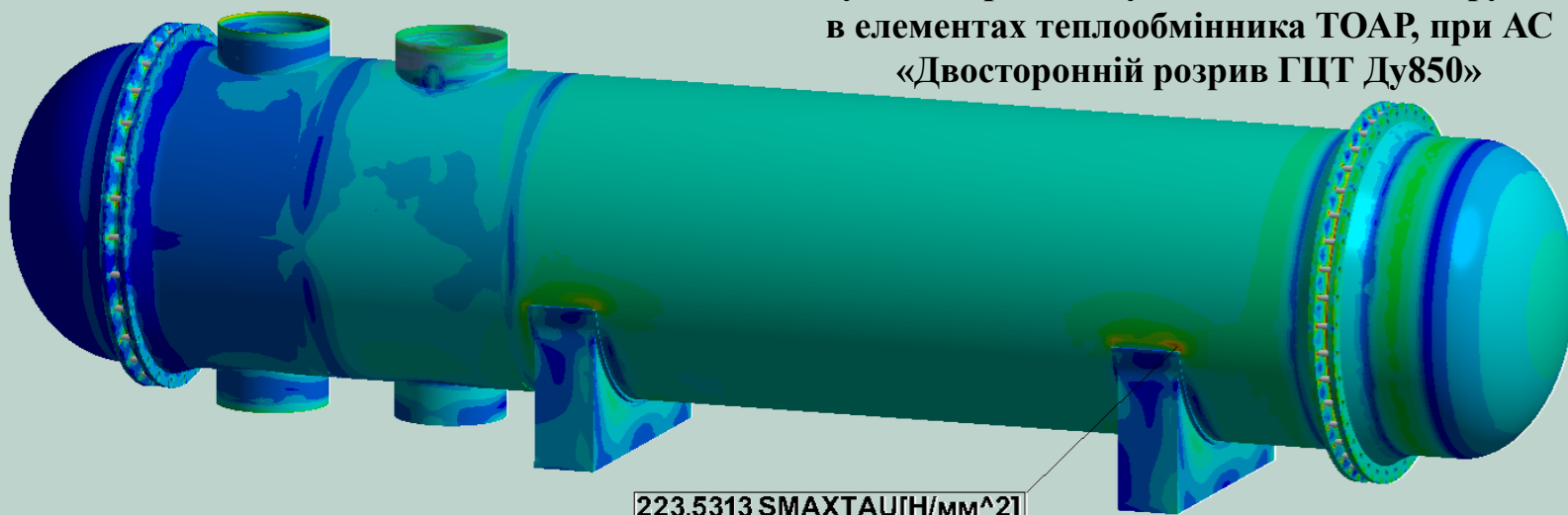
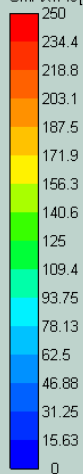
- Аналіз статичної міцності при НЕ та ГВ
- Аналіз міцності під час протікання АС
- Аналіз циклічної міцності
- Аналіз міцності на сейсмічні навантаження



Аналіз міцності теплообмінника ТОАР під час аварійних ситуацій РУ ВВЕР-1000



SMAXTAU[H/MM^2], SMAXTAU[H/MM^2]



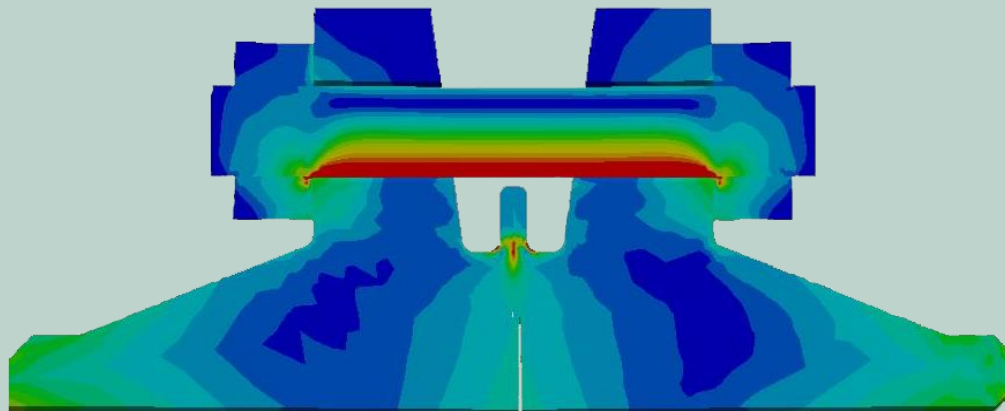
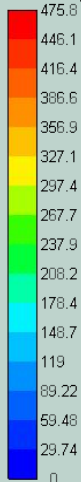
223.5313 SMAXTAU[H/MM^2]

Результати розподілу еквівалентних напружень в елементах теплообмінника ТОАР, при АС «Двосторонній розрив ГЦТ Ду850»

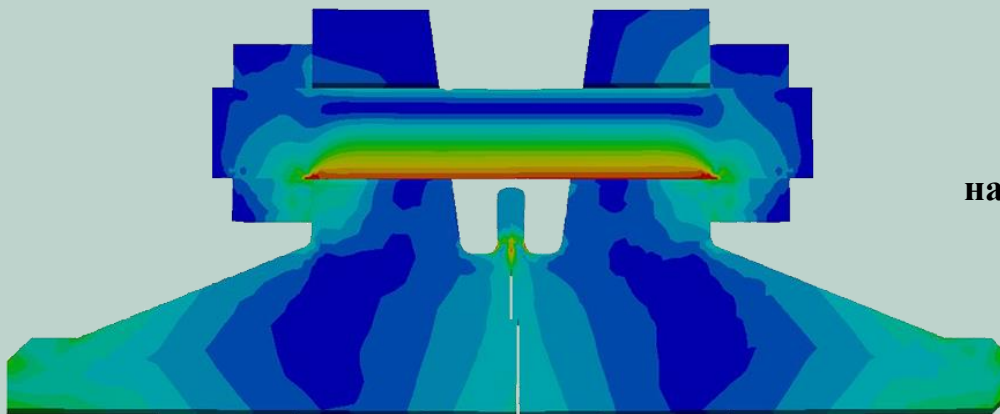
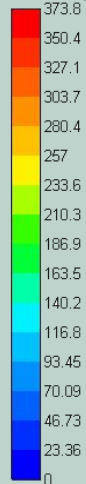
Аналіз міцності елементів фланцевих з'єднань теплообмінника ТООР під час аварійних ситуацій РУ ВВЕР-1000

Результати розрахунку еквівалентних напружень в елементах фланцевого з'єднання Дн2130, при силі затягу 22527 кгс

SMAXTAU[N/mm²], SMAXTAU[N/mm²]



SMAXTAU[N/mm²], SMAXTAU[N/mm²]



Результати розрахунку еквівалентних напружень в елементах фланцевого з'єднання Дн2130, при силі затягу 14600 кгс

Висновки

- **Теплообмінники аварійного розхолодження ТОАР, що входять до системи САОЗ, відіграють важливу роль у локалізації аварійних ситуацій реакторних установок ВВЕР-1000;**
- **Найгіршою з точки зору зростання параметрів теплоносія у теплообміннику ТОАР є АС «Миттєвий двосторонній розрив ГЦТ Ду 850 мм». При цьому спостерігається збільшення температури теплоносія з 60 °С до 110 °С.**
- **Було визначено що напруження у фланцевих елементах теплообмінника перевищують допустимі значення, при проектних моментах затягу шпильок. При цьому, визначення термонапруженого стану теплообмінника ТОАР показує, що під час протікання АС «Миттєвий двосторонній розрив ГЦТ Ду 850 мм» виконуються умови міцності та надійності в інших елементах.**



ДНІЦ СКАР

Дякую за увагу!