

УДК 620.1 + 539.3 + 539.4

О. Ясній, канд. техн. наук, доц., Ю. Пиндус, канд. техн. наук, доц., В. Ясній  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## РОЗРАХУНОК ПОПРАВКОВОЇ ФУНКЦІЇ КОЕФІЦІЄНТА ІНТЕНСИВНОСТІ НАПРУЖЕНЬ НА ФРОНТІ ПІВЕЛІПТИЧНОЇ ТРІЩИНИ КОЛЕКТОРА ПАРОПЕРЕГРІВНИКА КОТЛА ТЕС

О. Yasniy, Yu. Pyndus, V. Iasnii

### ESTIMATION OF THE STRESS INTENSITY FACTOR CORRECTION FUNCTION AT THE FRONT OF SEMI-ELLIPTICAL CRACK IN THERMAL POWER PLANT STEAM SUPERHEATER BOILER COLLECTOR

У результаті огляду відомих літературних джерел, а також на основі власних досліджень експлуатаційного пошкодження колекторів різних конструкцій і різних виробників, виявлено, що півеліптичні тріщини зароджуються від центрального отвору перфорованої ділянки, перпендикулярно до осі колектора пароперегрівника [1, 2, 3].

Методом скінченних елементів у пружній постановці обчислено поле напружень у колекторі пароперегрівника ТЕС під дією внутрішнього тиску і різного перепаду температур  $\Delta t$  між його зовнішньою і внутрішньою (рис. 1).

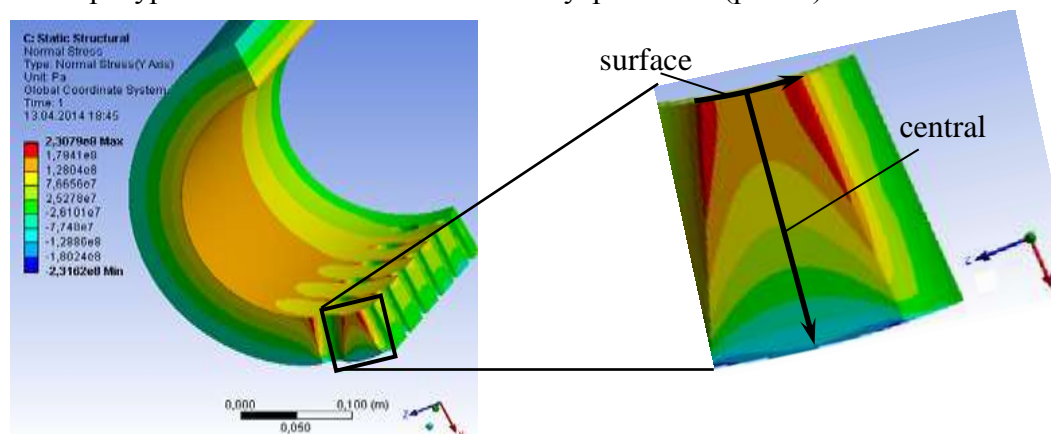


Рис 1. Розподіл нормальних напружень  $\sigma_{yy}$  у колекторі пароперегрівника за внутрішнього тиску 14 МПа та температури внутрішньої поверхні 500 °С, зовнішньої - 560 °С

Виявлено, що для дослідженого проміжку температур (20–600°C) напруження, які виникають у пароперегрівнику за сталого тиску перегрітої пари, визначаються тільки різницею температур внутрішньої та зовнішньої поверхонь і не залежать від максимальних та мінімальних значень температури.

Найнебезпечнішими для експлуатації колектора пароперегрівника є режими, коли температура його внутрішньої поверхні нижча від зовнішньої. Із збільшенням вказаної різниці температур від 0 до 100 °С нормальні напруження на внутрішній поверхні містка між отворами пароперегрівника зростають у 5 разів і сягають 230 МПа, що перевищує умовну межу текучості матеріалу за температури 500 °С.

Напруження у колекторі пароперегрівника, які спричинюються тільки внутрішнім робочим тиском (14 МПа) перегрітої пари за  $\Delta t = 0$  °С значно менші від межі текучості матеріалу, зокрема, між суміжними отворами колектора пароперегрівника напруження  $\sigma_{int} < 75$  МПа (рис. 2).

Авторами оцінено поля напружень колектора пароперегрівника з тріщиною, врахувавши експлуатаційні режими його навантаження, а саме – тиск пари та різницю температур  $\Delta t = |t_{\text{ext}} - t_{\text{int}}|$  між зовнішньою та внутрішньою поверхнями, за умови  $t_{\text{int}} \leq t_{\text{ext}}$ . Визначено коефіцієнти інтенсивності напружень нормального відриву ( $K_I$ ) вздовж фронту півеліптичної тріщини різної глибини прямим методом, який ґрунтується на числових розрахунках напружень у вістрі тріщин. Виявлено, що із збільшенням  $\Delta t$  від 0 до 60 °С значення  $K_I$  за однакових глибин тріщин та сталого внутрішнього тиску пари зростають майже у 4 рази (рис. 2).

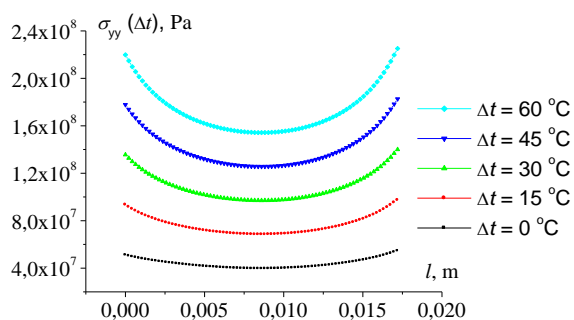


Рис. 2. Розподіл нормальних напружень вздовж відрізка "surface" (рис.1) для різних  $\Delta t$

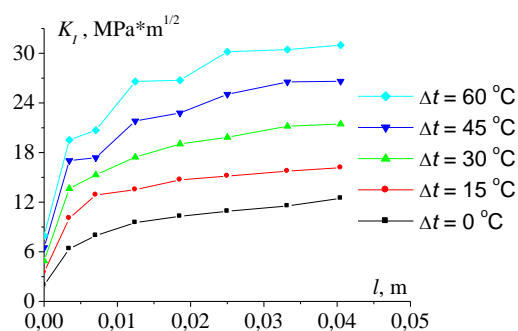


Рис. 3. Залежності  $K_I$  від глибини тріщини  $l$  для різних  $\Delta t$

Апроксимувавши числові дані, отримані МСЕ, побудовано поправкову функцію КІН вздовж фронту півеліптичної тріщини колектора пароперегрівника:

$$Y(l/w; \Delta t) = 0,87 + 0,32e^{(-\Delta t/15,62)} \cdot (l/w)^{0,295} \quad (7)$$

де  $l$  – глибина тріщини;  $w$  – товщина стінки колектора.

Функція враховує глибину тріщини та різницю температур між зовнішньою та внутрішньою поверхнями колектора пароперегрівника за сталого внутрішнього тиску пари. Вказане відображення добре узгоджується з результатами числових розрахунків, отриманими МСЕ.

## Література

1. Механіка руйнування і міцність матеріалів: довідн. посібник [Текст] / за заг. ред. Панасюка В.В. – Том 7: Надійність та довговічність елементів конструкцій теплоенергетичного устаткування / І.М. Дмитрах, А.Б. Вайнман, М.Г. Стащук, Л. Тот; за ред. І.М. Дмитраха. – Київ: ВД "Академперіодика", 2005. – 378 с.
2. Пошкодження внутрішньої поверхні ділянки колектора пароперегрівника під час експлуатації [Текст] / О.Ясній, А. Собчак, В. Ясній, Н. Луцик // *Машинознавство*. – 2011 – № 1–2. – С.16–19.
3. Оцінка експлуатаційної деградації матеріалу колектора пароперегрівника [Текст] / О. Ясній, Т. Вухерер, В. Ясній, А. Собчак, А. Сорочак // *Вісник Тернопільського національного технічного університету*. – 2011. – № 1. – С. 7–15.