

УДК 621.311:621.882.626

МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛУ ЕКСПЛУАТОВАНОЇ КРІПИЛЬНОЇ АРМАТУРИ ПАРОВОЇ ТУРБИНИ ТЕС І ЇХ ВІДНОВЛЕННЯ ТЕРМІЧНИМ ОБРОБЛЕННЯМ

Л. Свірська

Інженер

О. Студент

Докт. техн. наук

Б. Рабик

Інженер

Фізико-механічний інститут
ім. Г. В. Карпенка
НАН України,
м. Львів

Внаслідок впливу впродовж $21 \cdot 10^4$ год жорстких температурно-силових умов експлуатації механічні характеристики металу кріпильної арматури циліндра високого тиску (ЦВТ) парової турбіни ТЕС перестають задовольняти регламентованим значенням. Це є ознакою деградації металу в часі експлуатації. Використання різних режимів термічного оброблення (в тому числі рекомендованих для сталі 25Х2М1Ф у вихідному стані) дало змогу покращити властивості експлуатованого металу кріпильної арматури. Отримані результати дають підстави рекомендувати термічне оброблення для відновлення механічних характеристик шпильок і гайок ЦВТ парових турбін ТЕС і продовження терміну їх експлуатації.

деградація металу, характеристики міцності і пластичності, відновлювальне термічне оброблення

Вступ. Одним з першочергових завдань для теплоенергетики України є продовження роботоздатності конструкційних елементів устаткування ТЕС та забезпечення їх надійної експлуатації. Адаже непрогнозовані пошкодження спричиняють значні економічні втрати та важкі екологічні наслідки. Крім того, пошкодження елементів кріплення циліндрів високого тиску (ЦВТ) парової турбіни ТЕС створює високу небезпеку через можливі масштаби руйнування і травмування персоналу [1]. Жорсткі температурно-силові умови експлуатації (високі температура і тиск (до 540°C і 24 МПа відповідно), значний градієнт термічних напружень, що виникають під час пусків та зупинок технологічного процесу тощо) і конструктивні особливості кріпильних деталей (гайки, шпильки, болти і хомути) зумовлюють особливо високі вимоги до властивостей сталей, з яких їх виготовляють (високі механічні властивості за розтягу і удару,

жароміцність, втомна міцність, стійкість до впливу корозивного середовища, стабільність структури і механічних характеристик за експлуатаційних температур тощо). Тому міцність і стабільність властивостей металу кріпильних деталей у часі тривалої експлуатації має важливе значення, оскільки відомо, що жорсткі температурно-силові умови експлуатації сприяють змінам структури [2] та погіршенню механічних властивостей [3, 4], зокрема, експлуатованих теплостійких сталей.

Задовільні механічні властивості і стабільність структури металу кріпильної арматури за експлуатаційних умов забезпечуються правильністю вибору його хімічного складу. Звичайно використовують сталі з вмістом вуглецю 0,2...0,4 %, леговані хромом і молібденом [5]. Функціональні властивості металу змінюють також правильним вибором технології виготовлення виробів, монтажу та (за

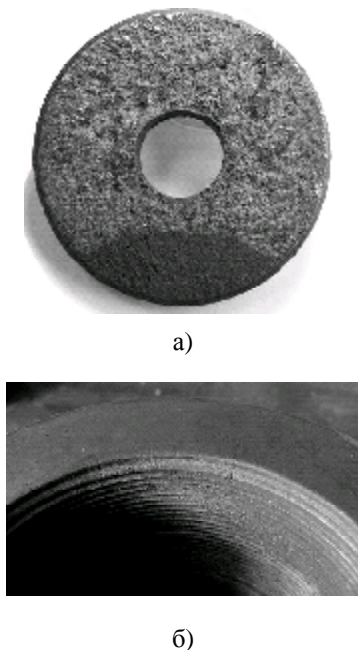


Рис. 1. Макрозлам шпильки з характерним серпоподібним підростанням втомної тріщини (а) та тріщини термічної втоми з боку внутрішньої різьби на гайці (б) після $21 \cdot 10^4$ год їх експлуатації у внутрішньому корпусі ЦВТ парової турбіни

потреби) їх термічного оброблення [6]. Завдяки цьому перед експлуатацією забезпечують відповідність металу кріпильної арматури вимогам щодо міцності, жаростійкості тощо [7].

Проте під час тривалої експлуатації цих конструкційних елементів властивості металу, що забезпечували їх роботоздатність на початку експлуатації, погіршуються, у них виникають різні дефекти і тріщини. Порядок періодичного контролю елементів кріплення регламентує галузевий нормативний документ [8], який передбачає контроль твердості та візуальний контроль елементів на наявність тріщин. Але цим документом не передбачено процедури відновлення властивостей металу термічним обробленням експлуатованої кріпильної арматури.

Хімічний склад сталі 25Х2М1Ф

C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Ni	Cu	S	P
0,27	0,22	0,5	2,4	0,95	0,4	0,2	0,1	0,02	0,025

Мета роботи – оцінити механічні властивості металу елементів кріплення ЦВТ парової турбіни ТЕС після їх тривалої експлуатації і можливість продовження їх ресурсу шляхом відновлювального термічного оброблення.

Матеріали і методика дослідження. Досліджували метал з експлуатованих гайки і шпильки, виготовлених зі сталі 25Х2М1Ф (хімічний склад якої наведено у табл. 1). Тривалість їх експлуатації становила $21 \cdot 10^4$ год. На одній зі шпильок виявили втомну тріщину, а на гайці – тріщини термічної втоми (рис. 1), що і послужило причиною їх зняття з експлуатації.

ЦВТ тиску складається з двох частин, з'єднаних між собою шпильками. Віддаль між шпильками приблизно однакова. Тиск і температура пари на вході і виході внутрішнього корпусу ЦВТ становлять 24 МПа і 540°C та 6,2 МПа і 360°C відповідно. Якщо припустити, що тиск і температура у ЦВТ змінюються за лінійним законом (від 24 МПа і 540°C на рівні першої шпильки до 6,2 МПа і 360°C на рівні одинадцятої), то можна визначити, що в області досліджуваної (дев'ятої) шпильки тиск і температура становили ~ 10 МПа і ~ 400 °C відповідно. За таких умов досліджувана шпилька експлуатувалась аж до виявлення на ній тріщини.

Про стан експлуатованого та термічно обробленого металу судили за характеристиками міцності (границі міцності σ_B та текучості $\sigma_{0,2}$) та пластичності (відносні видовження δ і звуження ψ), твердістю HB , ударною в'язкістю KCU та KCV та механізмами руйнування. Механічні характеристики визначали за одновісного розтягу гладких п'ятикратних циліндричних зразків діаметром 5 мм, орієнтованих вздовж осі кріпильних елементів. При цьому дотримувалися вимог ГОСТ 1497-84

Таблиця 2

Режими термічного оброблення

Ре- жим	Нормалізація			Відпуск		
	Температура, °C	Тривалість витр., год	Охолодження	Температура, °C	Тривалість витр., год	Охолод- ження
1	1000	1	повітря	680	6	з пічкою
2	Термічне оброблення за режимом 1, після чого:					
	960	1	повітря	680	3	з пічкою
3	Завантаження гайок до печі при 500 °C і нагрівання до 900 °C	2 при 900 °C	повітря	–	–	–
4	1040...1060	3	повітря	680...700	6	повітря
5	Нормалізація за режимом 4, після чого:					
	950...970	3	повітря	680...700	6	повітря

[9]. Зразки випробовували на розривній машині УМЕ-10Т за швидкості деформації $3,3 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$.

Твердість *HV* металу гайки та шпильки заміряли на твердомірі ТК-2 згідно з ГОСТ 9012-59 [10].

Ударну в'язкість визначали згідно з ГОСТ 9454-78 [11] на стандартних зразках, орієнтованих в осьовому напрямі шпильки чи гайки. Для експлуатованого металу та після його термічного оброблення за режимом 1 використали зразки з V-подібним концентратором, а для решти режимів термічного оброблення – з U-подібним концентратором. Концентратори забезпечували руйнування зразків у радіальному напрямі.

Ефективність повторного термічного оброблення для відновлення властивостей металу кріпильної арматури ЦВТ парової турбіни ТЕС, які забезпечували її робоздатність на початку експлуатації, перевіряли, використавши рекомендовані режими термічного оброблення гайок і шпильок. Ці режими наведені у табл. 2 [12].

Результати досліджень та їх аналіз. Дослідження металу експлуатованої гайки показали, що його границя текучості $\sigma_{0,2}$ перевищує межі регламентованого діапазону, виділеного горизонтальними лініями (рис. 2а). Рівень границі міцності σ_b теж задовольняє вимоги нормативного документа, оскільки перевищує мінімально

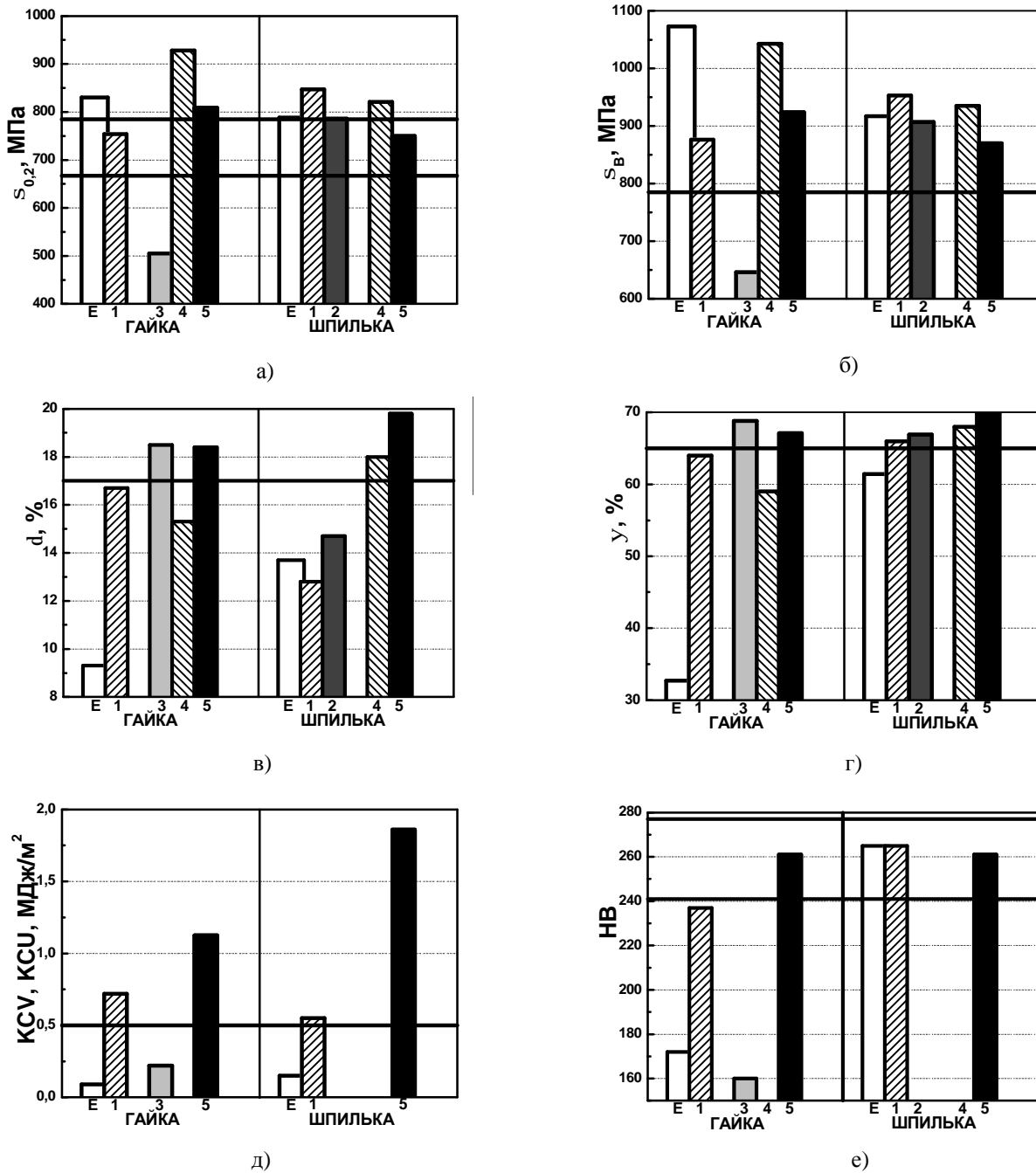


Рис. 2. Характеристики міцності (границі текучості $s_{0,2}$ (а) і міцності s_b (б)), пластичності (відносні видовження d_l (в) і звуження y (г)), ударна в'язкість (д) та твердість *HV* (е) металу гайки і шпильки після експлуатації (Е:), термічного оброблення за режимами 1 () , 2 () , 3 () , 4 () , 5 (). Горизонтальні лінії відповідають регламентованим діапазону зміни або рівню відповідного механічного показника

допустимий рівень, який становить 785 МПа (рис. 2б). Зате показники пластичності δ та ψ металу експлуатованої гайки, ударна в'язкість KCV та твердість HB суттєво нижчі за регламентовані значення (рис. 2в-е).

Дослідження металу експлуатованої шпильки виявили, що його рівень $\sigma_{0.2}$ знаходиться на верхній межі регламентованого діапазону (рис. 2а). Границя міцності σ_B перевищує мінімальний рівень діапазону допустимих значень (рис. 2б). Попри те, що твердість HB металу експлуатованої шпильки не виходить за межі норми (рис. 2е), її показники пластичності δ та ψ та ударна в'язкість KCV істотно нижчі за регламентовані значення (рис. 2в-д). З цього можна припустити, що причиною пошкодження шпильки під час експлуатації могло бути її підгартування під час робіт з демонтажу кришки ЦВТ. Адже відомо, що з підвищенням характеристик міцності опір зародженню втомної тріщини знижується [13].

Термічне оброблення зразків за режимом 1, виготовлених з металу експлуатованої гайки, не дало бажаного покращання властивостей. Попри те, що характеристики міцності $\sigma_{0.2}$ та σ_B металу дещо знизилися, вони не досягнули регламентованих рівнів. Разом з тим значення цих показників для металу шпильки після термічного оброблення за режимом 1 наблизилися до допустимих значень (рис. 2а, б). Показники пластичності δ та ψ для металу гайки хоч і підвищилися майже у 2 рази, але не досягли регламентованого значення. Для металу шпильки відносно видовження δ , будучи і так нижчим за допустиме значення, додатково знизилося після такого термічного оброблення (рис. 2в), хоч відносно звуження ψ при цьому підвищилося (рис. 2з). Досягнули також істотного підвищення ударної в'язкості KCV , причому для металу і гайки, і шпильки. Значення ударної в'язкості KCV металу гайки майже на 20 % перевищило регламентоване значення KCU , а металу шпильки – практично зрівнялося з ним (рис. 2д). Слід зазначити, що для одного і того ж матеріалу значення ударної в'язкості KCV , отримані на зразках з V-подібним концентратором, завжди нижчі за значення KCU , отримані на зразках з U-подібним концентратором. Тому зрозуміло, що ефект термічного оброблення за режимом 1 був би різочішим, якби випробували зразки з U-подібним концентратором. Твердість HB металу гайки хоч і підвищилася, проте не досягнула допустимого рівня. Твердість металу з експлуатованої шпильки після термічного оброблення за режимом 1 практично не змінилася (рис. 2е). Отже, попри покращання властивостей експлуатованого металу гайки і шпильки після термічного оброблення за режимом 1 досягти їх повного відновлення не вдалося.

Термічне оброблення за режимом 2 провели лише на металі шпильки. Після нього характеристики міцності металу, знизилися порівняно з металом, обробленим за режимом 1, а характеристики пластичності – навпаки підвищилися. При цьому, рівень $\sigma_{0.2}$ обробленого металу досяг нижньої межі регламентованого діапазону, σ_B – верхньої, а відносно видовження δ все ще залишилося дещо нижчим за регламентоване (рис. 2а-з). Отже, попри те, що режим 2 додатково покращив механічні властивості металу шпильки, повного їх відновлення він не забезпечив.

Додаткова нормалізація металу шпильки за режимом 4 (після термічного оброблення за режимом 2) відновила до потрібного рівня характеристики пластичності δ та ψ (рис. 2в, з). При цьому границя міцності σ_B дещо перевищила діапазон допустимих значень (рис. 2б).

Термічне оброблення за режимом 3, яке здійснили не на зразках, а безпосередньо на гайці з використанням технологічних можливостей ТЕС, не забезпечило очікуваного відновлення властивостей металу. Попри істотне підвищення характеристик пластичності δ та ψ , отримали значне зниження характеристик міцності (рис. 2а-з). Ударна в'язкість KCU та твердість HB теж виявилися дуже низькими (рис. 2д, е). На основі цих результатів відкинули цей режим термічного оброблення, як безперспективний для відновлення властивостей експлуатованих гайок в умовах ТЕС.

Не отримали також бажаного результату для металу гайки після використання термічного оброблення за режимом 4. Характеристики міцності перевищили рівні, властиві експлуатованому металу. Причому значення $\sigma_{0.2}$ вийшло навіть за межі діапазону допустимих значень, а характеристики пластичності при цьому не досягли регламентованого рівня.

Лише після термічного оброблення металу з експлуатованої гайки за режимом 5 досягли відновлення властивостей металу за всіма показниками (рис. 2б-е). Лише показник $\sigma_{0.2}$ дещо вийшов за межі регламентованого діапазону (рис. 2а). Це дає право рекомендувати повторне термічне оброблення за режимом 5 для продовження ресурсу гайок, в яких не виявлено тріщиноподібних дефектів від термічної втоми.

Показники пластичності δ та ψ , ударна в'язкість KCU та твердість HB металу шпильки після повторної нормалізації за режимом 5 зросли і задовольнили вимоги регламенту (рис. 2в-е), а обидва показники міцності при цьому знизилися і теж відповідають допустимим значенням (рис. 2а, б). Тому повторну нормалізацію від температури 950 - 970 °С теж можна рекомендувати для відновлення властивостей металу шпильок (за відсутності в них тріщиноподібних дефектів).

Проаналізували фрактографічні особливості руйнування зразків з шпильки після їх випроб на ударну в'язкість (рис. 3). Порівнювали метал після експлуатації та після термічного оброблення за режимами 1 та 5.

Макроаналіз показав, що експлуатований метал шпильки руйнується практично відразу крихко з утворенням вузької смужки зсуву в околі надрізу (рис. 3а). Крім того велика кількість вторинних тріщин на зламі створює враження міжзеренного руйнування, що може свідчити про наявність пошкоджень в сталі експлуатованої шпильки. Після термічного оброблення за режимом 1 крихкому руйнуванню передують 0,7...0,8 мм зламу зсувного характеру (рис. 3б). А після термооброблення за режимом 5 в'язке руйнування шляхом зсуву і відриву поширюється на 3,5...4 мм глибину (рис. 3в). Аналіз ділянки зсувового характеру за вищої роздільної здатності виявив, що термічне оброблення спричиняє появу більших за розмірами ямок, гребені навколо яких свідчать про зростання енерговитрат на їх зрізання (рис. 3з-е). Більше того, після

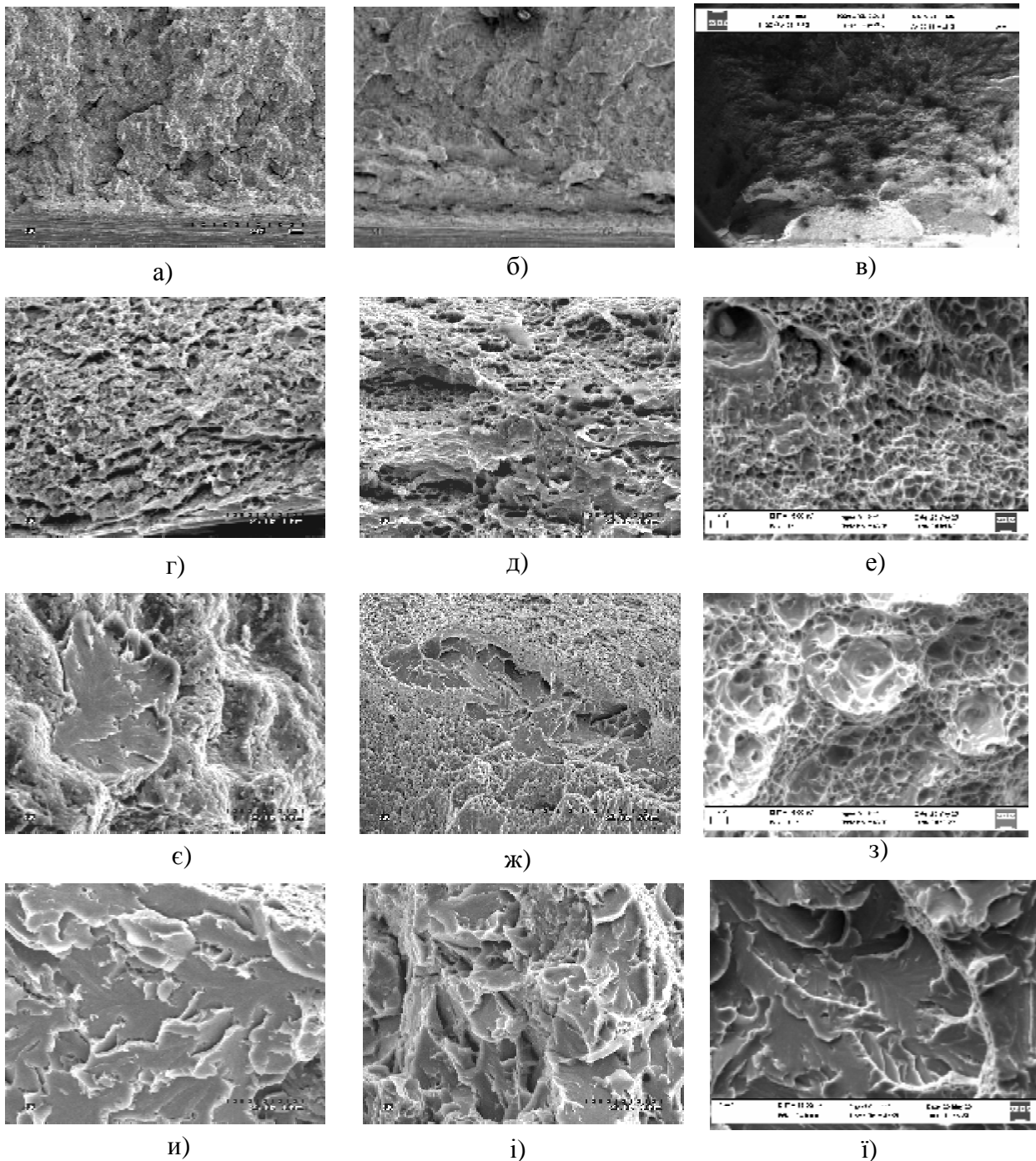


Рис. 3. Фрактографічні особливості руйнування металу з експлуатованої шпильки (а, г, е, и), після термічного оброблення за режимом 1 (б, д, ж, л) та режимом 5 (в, з, і)

термічного оброблення за режимом 5 в зламі навіть на ділянці макрозсуву можна спостерігати ямки відривного характеру (рис. 3е). За зоною зсуву на зламах розташовується ділянка в'язкого руйнування з ямками відривного характеру. В експлуатованому металі вона практично відсутня і зсув спочатку перемежується поодинокими фасетками крізьзеренного відколу, які практично відразу починають домінувати у злам, формуючи крихке крізьзеренне руйнування з типовими річковими візерунками (рис. 3е, и). А вторинні тріщини, поширюючись вздовж меж зерен, контрастно декорують їх.

Після термічного оброблення за режимом 1 навіть у зоні макрозсуву спостерігали досить великі ділянки крізьзеренного відколу (рис. 3ж), які досить швидко починають домінувати на злам (рис. 3і). Отже, не дивлячись на те, що рівень ударної в'язкості досяг рекомендованого рівня після термічного оброблення за режимом 1, але наявність таких відколів ще на ділянці в'язкого руйнування не дає підстав говорити про відновлення в'язкості сталі. Разом з тим, після термічного оброблення за режимом 5 на злам чітко ідентифікується зона в'язкого руйнування шляхом утворення, росту та

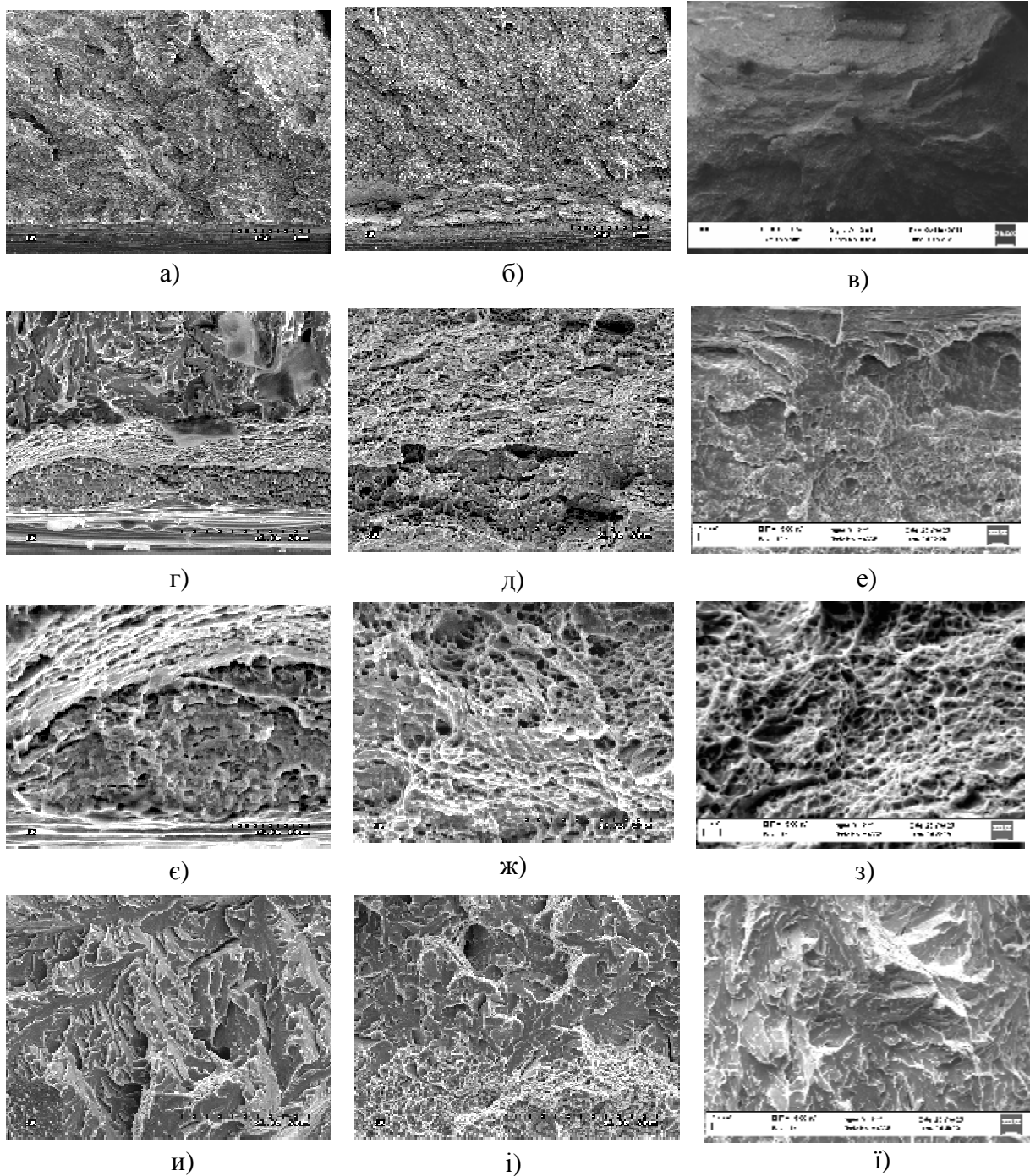


Рис. 4. Фрактографічні особливості руйнування металу з експлуатованої гайки (а, г, е, и), після термічного оброблення за режимом 1 (б, д, ж, л) та режимом 5 (в, з, з)

злиття ямок відривного характеру (рис. 3з). Це узгоджується з результатами механічних випробувань, які виявили найвищу ударну в'язкість сталі після такого термічного оброблення. І лише на завершальному етапі доламування зразка спостерігали зону крихкого руйнування (рис. 3і).

Таким чином, фрактографічно показано, що відновлення в'язкості сталі досягається шляхом забезпечення високої енергоємності руйнування шляхом формування ямок відривного характеру.

Подібним чином проаналізували злами зразків, виготовлених з гайки. Як і у випадку сталі зі шпильки, в

експлуатованому металі виявили крихкий злам з грубим рельєфом, і лише вузька перервна смужка зсуву спостерігалася безпосередньо в околі концентратора (рис. 4а, г, е). Характерно, що, на відміну від металу шпильки, в металі з гайки поблизу переходу між зоною в'язкого руйнування і доламом спостерігали невеликі ділянки міжзеренного руйнування, фасетки яких були нечіткими (рис. 4г). Крім того, зафіксували місце зародження крихкого руйнування попереду концентратора, від якого розеткою навсідч розходяться фасетки кризьеренного руйнування. Ці дві особливості можуть бути наслідком пошкодження металу під час експлуатації. Результат фрактогра-

фічної експертизи повністю узгоджується з результатами механічних випробувань, які виявили найнижчу ударну в'язкість експлуатованого металу гайки (рис. 3д).

Ситуація мало покращалася після термічного оброблення металу експлуатованої гайки за режимом 1. Ширина зони в'язкого руйнування хоч і зросла до 0,6...0,8 мм (рис. 4б), але в її межах домінували ямки зсувного характеру (рис. 4д), які лише перед доламом чергувалися з ямками відривного характеру (рис. 4ж).

Крім того, у цьому випадку теж зафіксували місце зародження крихкого руйнування попереду концентратора (рис. 4б). Правда віддаль місця зародження крихкого руйнування від дна концентратора зросла порівняно з спостереженою в експлуатованому металі, а розміри фасеток руйнування зменшилися, що свідчить про вищу енергоємність зародження крихкого руйнування та частіші перешкоди під час поширення крихкої тріщини. Лише після термічного оброблення за режимом 5 після випробувань на ударну в'язкість отримали класичні в'язкі злами зразків (рис. 4е). Зона зсувного характеру в околі концентратора (рис. 4е) досить швидко переходить у зону класичного в'язкого руйнування шляхом зародження, росту та злиття мікропорожнин з утворення на зламі ямок відривного характеру (рис. 4з). Розміри цих ямок і їхня глибина стали більшими, що є прямим доказом зростання енергоємності руйнування металу після термічного оброблення за режимом 5 і узгоджується з висновком механічних випробувань.

Подальше крихке руйнування усіх досліджених варіантів сталі відбувалося за типовим механізмом кризьеренного руйнування з характерними річковими візерунками на фасетках відколу. Відмінність між ними полягала лише в тому, що злиття між собою мікрофронтів крихкого руйнування у різних площинах поширення в експлуатованому металі звикло відбуватися шляхом сколювання перетинки між ними з утворенням вторинних тріщин, а в сталях після термічного оброблення – шляхом в'язкого руйнування з утворенням вузьких смужок ямкового руйнування. Причому для металу після термічного оброблення за режимом 5 ширина і протяжність цих смуг ямкового руйнування були більшими ніж для сталі після оброблення за режимом 1. Отже, на всіх етапах руйнування за випробувань на ударну в'язкість зафіксували елементи рельєфу, які свідчать про зростання енергоємності руйнування внаслідок повторного термічного оброблення.

Таким чином, за результатами фрактографічної експертизи зламів зразків експлуатованого металу шпильки і гайки, випробуваних на ударну в'язкість прийшли до висновку, що повторне термічне оброблення за режимом 5 можна рекомендувати для відновлення властивостей реальних кріпильних елементів.

Разом з тим залишається відкритим питання стабільності відновлених властивостей у часі експлуатації і з'ясування причин погіршення механічних властивостей сталі в часі експлуатації. Але у будь-якому разі відновлювальне термічне оброблення може продовжити ресурс кріпильної арматури, а це, виходячи з теперішньої економічної ситуації в Україні, є важливим для забезпечення безперервної експлуатації обладнання енергоустановок.

Висновки. 1. Показано, що експлуатація кріпильної арматури зі сталі 25Х2М1Ф у внутрішньому корпусі циліндра високого тиску парової турбіни ТЕС впродовж $21...10^4$ год спричиняє істотне зниження її механічних властивостей, що свідчить про деградацію металу під час експлуатації. Як наслідок, за механічними властивостями метал шпильки і гайки не задовольняє регламентованих ГОСТ 9064-75-ГОСТ 9066-75, ГОСТ 20700-75 (СТ. СЭВ 1066-78) значень, тому їх подальша експлуатація є небезпечною.

2. Після термічного оброблення за режимом 5 металу експлуатованих гайки та шпильки досягли відновлення властивостей металу практично за всіма показниками. Таке повторне термічне оброблення рекомендовано для продовження їх ресурсу. Результати свідчать про хорошу перспективу продовження ресурсу експлуатованих гайок і шпильок шляхом повторного термічного оброблення.

3. Фрактографічно підтверджено, що повторне термічне оброблення за режимом 5 можна рекомендувати для відновлення властивостей реальних кріпильних елементів, у яких не виявлено тріщиноподібних дефектів.

Література

1. Бугай Н. В., Мухонад Г. В., Красовський А. Я. Повышение надежности котлов электростанций. – К.: Техника, 1986. – 176 с.

2. Кречковська Г. В Структурні зміни в експлуатованій на головному парогоні ТЕС сталі 15Х1М1Ф, пов'язані з зупинками технологічного процесу // Металлофізика и новейшие технологии. – 2008 – Т. 30, Спецвип. – К.: Інститут металофізики НАН України. – С. 701–711.

3. Студент О. З. Оцінка високотемпературної водневої деградації сталей енергетичного та нафтохімічного обладнання. – Автореф. дис...доктора техн. наук. – Львів, 2003. – 34 с.

4. Вплив експлуатаційної пошкодженості паропровідної сталі 12Х1МФ на характеристики її тріщиностійкості // О. М. Романів, Г. М. Никифорчин, І. Р. Дзіюба, О. З. Студент, Б. П. Лонюк // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 1998. – 34, №1. – С. 101-104. (Effect of damage in service of 12Kh1MF steam-pipe steel on its crack resistance characteristics / O. M. Romaniv, H. M. Nykyforchyn, I. R. Dzyuba, O. Z. Student, B. P. Lonyuk // Materials Science. – 1998. – 34, 1. – P. 110-114.)

5. Мелехов Р. К., Похмурський В. І. Конструкційні матеріали енергетичного обладнання. – К.: Наук. думка, 2003. – 383 с.

6. Тылкин М. А. Справочник термиста ремонтной службы. – М.: Металлургия, 1981. – 947 с.

7. ГОСТ 20700–75 (СТ СЭВ 1066–78). Болты, шпильки, гайки и шайбы для фланцевых соединений с температурой среды от 0 до 650 °С. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам. – 1981. – 58 с.

8. СОУ-Н МПЕ 40.1.17.401:2004. Контроль металу і продовження терміну експлуатації основних елементів котлів, турбін трубопроводів теплових електро-станцій. – К.: Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики. – 2005. – 785 с.

9. *ГОСТ 1497-84* Металлы. Методы испытаний на растяжение. – М.: Стандартиформ. – 2006. – 22 с.

10. *ГОСТ 9012-59* Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю. – М.: Стандартиформ. – 2007. – 39 с.

11. *ГОСТ 9454-78* Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах. – М.: Изд-во стандартов. – 2008. – 12 с.

12. *Галлер Ю. А., Рахитад А. Г.* Материаловедение. – М.: Металлургия, 1989. – 454 с.

13. *Механика* разрушения и прочность материалов: Справ. пособие: 4т.: Усталость и циклическая трещиностойкость конструкционных материалов / Романив О. Н., Ярема С. Я., Никифорчин Г. Н. и др. – 1990. – 680 с.

L. Svirska, O. Student

Restoration of mechanical properties of metal exploited fastening fittings of cylinder high pressure steam turbine of thermal power-station by renewable thermal treatment

G.V. Karpenko Physiko-Mechanical Institute of National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv

Mechanical properties of the fastening fittings metal of cylinder high pressure steam turbine of thermal power-station exploited during 21×10^4 h under hard temperature and pressure conditions deviate from the regulated value. As a result the degradation of metal takes place during operation time. Using different types of thermal treatment (including recommended for the 25Kh2M1F steel in the initial state) help to improve the properties of exploited fastening fittings metal. The obtained results give grounds to recommend the thermal treatment for restoration of the mechanical properties of pins and screws of cylinder high pressure steam turbine of thermal power plant and prolongation of their operation.

Інформація

ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА РАЦІОНАЛЬНОГО ПРОЕКТУВАННЯ, ВИГОТОВЛЕННЯ І ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАШИНОБУДІВНИХ КОНСТРУКЦІЙ

3-я Міжнародна науково-технічна конференція
Україна, м. Львів, 7 – 9 листопада 2012 р.

Мінісимпозіуми:

«Вплив корозійних та водневмісних середовищ на міцність і руйнування матеріалів та конструкцій»

«Діагностика матеріалів, конструкцій і машин»

Тематика конференції:

Проблеми якості та конкурентоспроможності продукції машинобудування.

Автоматизація проектування, підготовки і управління виробництвом.

Моделювання, синтез і оптимізація машинобудівних конструкцій.

Динаміка та міцність машин.

Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій.

Матеріалознавство та інженерія поверхні

Новітні техно-ло-гії у машинобудуванні.

Зварювання та споріднені процеси і технології.

Застосування вібрацій у техніці і технологіях.

Методи і засоби діагностування матеріалів та конструкцій.

Діагностика і прогнозування залишкового ресурсу конструкцій та споруд тривалої експлуатації.

Проектування, виготовлення, експлуатація і сервіс транспортних засобів.

Адреса для кореспондування:

А/с 6758, м. Львів, 79058, Україна,
e-mail: me@in.lviv.ua; zncnan@mail.lviv.ua
Тел.: (032) 261-07-19; (032) 258-21-71;
+38 0679998734; +38 0974409900
<http://www.znc.com.ua/>