

QUVURLARNI HARORAT VA BOSIM OSTIDA KOMPOZIT YAMOQ BILAN TA'MIRLASH

O'rinov Ulug'bek Komiljonovich

Toshkent davlat texnika universiteti Texnika fanlari doktori, professor

u_orinov@mail.com

Sattarkulov Lazizbek Abror o'g'li

Toshkent davlat texnika universiteti 3-bosqich talabasi

dispatcherthebekabad@gmail.com

Abdukarimova Shoxzoda Abduvosit qizi

Toshkent davlat texnika universiteti 3-bosqich talabasi

abdukarimova.shoxzoda@gmail.com

ANNOTATSIYA

Ushbu maqola uch o'lovli chekli elementlar usuliga tayangan holda elastik va elastoplastik quvurlarning yorilish intensivligi omillari va integralini hisoblash orqali ichki bosim yukiga duchor bo'lgan maxsus po'lat silindrsimon tarmog'i tahlil qilish uchun ishlatiladi. Yoriq yuzada yopishtirilgan kompozit yamoqni ta'mirlash samaradorligi ta'kidlangan. Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, qoldiq issiqlik yoriqning pastki qismidagi kuchlanish intensivligi omilini sezilarli darajada oshiradi, bu esa ta'mirlash samaradorligini pasaytiradi.

Kalit so'zlar: kampozit yamoq bilan ta'mirlash, quvur tarmog'lari, yoriq, ichki bosim, harorat, intensivlik omili.

ANNOTATION

This article is used to analyze a special steel cylindrical web subjected to internal compressive load by calculating the crack intensity factors and integrals of elastic and elastoplastic pipes based on the three-dimensional finite element method. The repair efficiency of the composite patch glued to the cracked surface is emphasized. The obtained results show that the residual heat significantly increases the stress intensity factor at the bottom of the crack, which reduces the repair efficiency.

Key words: composite patch repair, pipe networks, crack, internal pressure, temperature, intensity factor.

Jahon iqtisodiyotining jadal rivojlanishi bilan global energiya talablari ortib bormoqda. Neft va gazni quvur orqali tashish uglevodorod tashuvchi kompaniyalar uchun eng xavfsiz va arzon yo‘l hisoblanadi. Quvurning rentabelligini oshirish uchun oqim ko‘pincha xizmat bosimini oshirish orqali oshiriladi. Bog‘langan kompozit bo‘g‘inlarning turli jihatlari bo‘yicha adabiyotlarda katta tadqiqot ishlari mavjud. Kompozit yamoqlar texnologiyasida bir nechta dizayn parametrlari muhim rol o‘ynaydi, masalan yamoq o‘lchami, yamoq shakli, material tanlash, atrof-muhit harorati, isitish zonalarining o‘lchami, dizaynning ayrimlarining ahamiyati, ta’siri va parametrlarini muhokama qilinadi.

Quvurni ta'mirlash uchun ta'mirlash sharoitlariga qarab muhim bo‘lishi mumkin bo‘lgan bir qator texnik dizayn masalalarini hisobga olish kerak. Bog‘langan ta'mirlashni quvur tarmog‘lariga qo‘llash ta'mirlash sharoitlariga qarab muhim bo‘lishi mumkin bo‘lgan materiallar bilan bir qator texnik dizayn muammolarini keltirib chiqaradi. Bir misol, yuqori haroratli yopishtiruvchi ta'mirlash yamog‘ini boshqa termal kengayish koeffitsientiga ega bo‘lgan substratga yopishtirish uchun ishlatilganda qoldiq rivojlanishi gr/ep (grafit/epoksi), b/ep (bor/epoksi) va sh/ep (shisha/epoksi) dan foydalanishning asosiy kamchiligi kompozitsion va issiqlik kengayish koeffitsientlarining nomuvofiqligidan kelib chiqaradi. Qoldiq termal metall yamoqni yopishtirish uchun yuqori haroratli yopishtiruvchi vositalardan foydalanilganda ayniqsa muhimdir. Misol uchun, quvur tarmog‘i tuzilmalariga qo‘llaniladigan odatiy ta'mirlashda mustahkamlangan hudud dastlab taxminan ma'lum soat davomida bosim ostida taxminan 100-120°C haroratgacha isitiladi va keyin yopishtiruvchi qattiqlashgandan keyin xona haroratiga sovutiladi. Kompozit yamoq va metall quvur tarmog‘ining elastik xususiyatlari va termal kengayish xususiyatlari o‘rtasidagi farqlar tufayli qoldiq termal paydo bo‘lishi mumkin. Ba’zi hollarda qoldiq issiqlik kompozit yamoqlarni ta'mirlash samaradorligi uchun jiddiy muammo ekanligi uzoq vaqtdan beri tan olingan. Agar ta'mirlash materiali substratdan farq qilsa, dizayn jarayonida qoldiq kuchlanish darajasini hisoblash kerak.

So‘nggi yillarda ushbu qoldiq qiymatlarini baholashga ko‘plab urinishlar qilindi. Chiziqli elastik sinish mexanikasi va chekli elementlar usuliga asoslangan analitik usuldan foydalangan va kompozit material bilan tuzatilgan devordan o‘tgan nuqsonli po‘lat quvur tarmog‘ida ko‘rib chiqilgan. Maxsus dasturidan bosim yuki ostida yamoq ta'mirlash bilan yorilib ketgan alyuminiy quvurning eksperimental natijalarini yaxshiroq tahlil qilish uchun foydalangan. Shikastlangan quvurlarni ta'mirlash uchun kompozit materialdan foydalanilgan. Bu xizmatni to‘xtatmasdan tezroq bitirish va tejamkorlikni ta'minlovchi usul hisoblanadi. Kompozit bor epoksi yamoq bilan ta'mirlangan alyuminiy plastinkada qoldiq termal kuchlanish intensivligi omilining o‘zgarishiga ta’sirini tahlil qildi. Qoldiq termal ta'mirlangan aviatsiya inshootlarining

eskirish muddatini qisqartirishga olib keldi. Qoldiq issiqlik ta'mirlash samaradorligiga ta'sirini yumshatish uchun qattiqlashuv harorati va yopishtiruvchi xususiyatlarni optimallashtirish kerak. Shuningdek, yamoqning intensivligi omillarini kamaytirishga ta'sirini o'rganish uchun kompozit yamoq bilan tuzatiladigan dumaloq naychani ham ko'rib chiqdi.

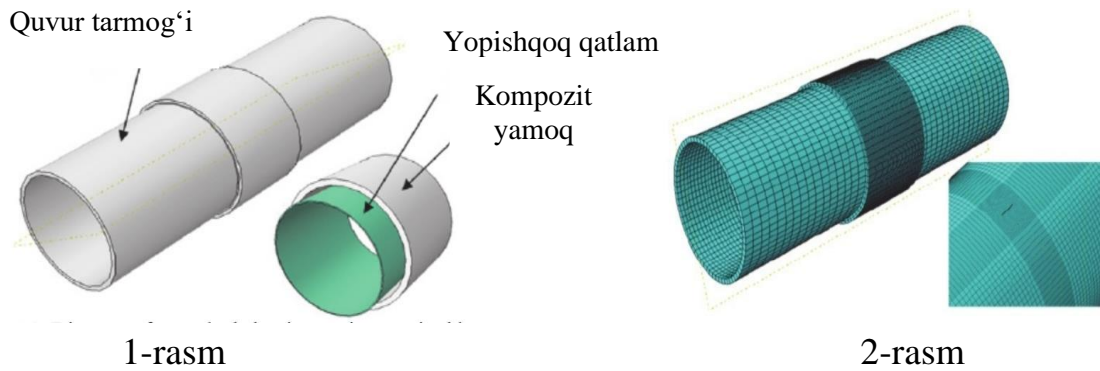
Ushbu maqolaning maqsadi yopishqoq kompozit yamoqli po'lat quvurlardagi ta'mirlangan yoriqning kuchlanish omilining o'zgarishi ta'sirini tahlil qilishdir. Ushbu ishning yangiliklari kompozitning geometrik, issiqlik va mexanik xususiyatlarining yopishtiruvchi kompozit yamoq bilan tiklangan yoriqlar oxirida kuchlanish intensivligi koeffitsientining o'zgarishiga ta'sirining parametrik tadqiqotlaridir.

Ichki bosim yuki ostida kompozit yamoq bilan ta'mirlangan yoriqli po'lat quvur tarmog'i 1-rasmda tasvirlangan (1-rasm). Maxsus elastik silindrsimon po'lat quvur tarmog'i quyidagi o'lchamlarga ega: $D_{quvur}=304,8\text{mm}$, $L_{quvur}=1000\text{mm}$, $e_{quvur}=4\text{mm}$. Quvur o'qiga uzunligi $2a$ bo'lgan ko'ndalang yoriq quvur liniyasida mavjud deb taxmin qilinadi.

Ushbu yoriq qalinligi 2mm va uzunligi $4a$ bo'lgan bor epoksi kompozit yamoq bilan tiklanadi. Bog'lash uchun ishlatiladigan yopishtiruvchi qalinligi $e = 0,2\text{mm}$, ichki diametri kompozit yamoqning tashqi diametriga teng. Kompozit yamoqning ichki diametri quvur tarmog'ining tashqi diametriga teng. Yopishtiruvchi 120°C da qattiqlashadi va atrof-muhit harorati 20°C deb hisoblanadi. Quvur liniyasi va kompozitning elastik va issiqlik xususiyatlari 1-jadvalda keltirilgan (1-jadval).

1-rasmda tasvirlangan konfiguratsiyani chekli elementlar usulida tahlil qilish, hisoblash kodi yordamida amalga oshiriladi (1-rasm). Ushbu uch o'lchovli strukturaning chekli elementlar modelida murakkablik darajasidan qochish uchun javobning muhim xususiyatlarini qo'lga kiritishga imkon beradigan bir nechta soddalashtirilgan taxminlarni ishlab chiqildi.

Cheklangan elementlar modeli uchta kichik bo'limdan iborat: yoriq quvur tarmog'i, yopishtiruvchi va kompozit yamoqlardir. Simmetriya tufayli ta'mirlangan quvur tarmog'ining faqat yarmi hisobga olinadi. Yoriq old qismini yaratish uchun dastlab yoriq uchi atrofida yaratilgan bir qator elementlar yoriq bloki bilan almashtiriladi. Ushbu yorilish bloki kvadrat elementlar bilan to'rlangan bo'lib, ular dastlabki elementlarning bo'shlig'ida tasvirlangan va kvadrat to'r bilan birlashtirilgan. To'r yoriq uchi yaqinida kamida 10 ta elementdan foydalangan holda yoriq uchi yaqinida tozalanadi. To'rni elementlarning soniga mutanosib ravishda aniqlab, bu natijalarning yaqinlashishini ta'minlaydi. Hisoblash xarajati past bo'lishi uchun kvadratik interpolatsiya funktsiyalariga asoslangan kvadrat elementlardan foydalaniladi, bu bizga qisqartirilgan integratsiya sxemasiga ega bo'lish imkonini beradi.



1-rasm

2-rasm

Virtual yoriqni yopish texnikasi energiya balansiga asoslanadi. Ushbu texnikada kuchlanish intensivligi omillari tenglama yordamida uchta sinish rejimi uchun olinadi:

$$G_i = K_i^2 / E$$

bu yerda G_i - i rejim uchun energiyani ajratish tezligi, K_i - i rejim uchun kuchlanish intensivligi omili va E - elastiklik moduli.

	E_1	E_2	E_3	G_{12}	G_{13}	G_{23}	γ_{12}	γ_{13}	γ_{23}	α_{12}	α_{13}	α_{23}
Quvur	207						0,33			22,5		
Gr/ep	200	19,6	19,6	7,2	5,5	5,5	0,3	0,28	0,28	4,5	23	23
B/ep	50	14,5	14,5	2,56	2,56	2,24	0,33	0,33	0,33	5,5	15	15
Sh/ep	134	10,3	10,3	5,5	5,5	3,2	0,33	0,33	0,53	-1,2	34	34

1-jadval. Turli materiallar elastik va termal muvozanati

Raqamli elementar hisob-kitoblarda toʻrni tanlash natijasida elementni xarakterlovchi tugunlar soni va ularning joylashuvi toʻr strukturasiidagi zichligi aniqlanadi. Toʻrning zichligini optimallashtirish bilan hisoblashning konvergentsiyasiga erishish uchun birinchi oʻrinlarda bir qator hisob-kitoblarni ishga tushirish tanlangan, uchta turli xil toʻrlar ishlatilgan. Natijani barqarorlashtirish, masalan kuchlanish intensivligi omili elementlarning soni va turini optimal tanlashni ifodalaydi. Intensivligi faktorining qiymatini yaxshiroq ushlab uchun toʻrni yoriqlar darajasida tozalash ham muhimdir. Strukturada ishlatiladigan elementlarning soni quvur tarmogʻida 21414 ta element, yamoqda 2176 va yopishtiruvchi 2176 ta boʻlakdan tashkil qiladi. 2-rasmda hisob-kitoblar uchun ishlatiladigan toʻrning arxitekturasi koʻrsatilgan (2-rasm).

Yoriq va taʼmirlangan quvur tarmogʻidagi kuchlanish intensivligining koeffitsienti uch turdagi kompozit yamoq boʻyicha quvur tarmogʻidagi ichki bosimning oʻzgarishi funksiyasi sifatida oʻzgarishi koʻrsatilgan. Intensivligi omili (IO) tolaning yoʻnalishi boʻyicha (qoʻllaniladigan yukning yoʻnalishiga parallel) hisoblanadi. Koʻrishimiz mumkinki, yopishtiruvchi ishlov berish jarayoni quvur tarmogʻidagi yoriqlar old qismida nisbatan yuqori darajadagini oʻz ichiga oladi. Bu

yopishtiruvchi va yamoq keskinlikda ekanligini anglatadi. Bosim ostidagi quvur tarmog‘i kuchlanish kuchlanishlarini ta‘minlaydi. Yamoqdagi cheklovlarning intensivligi quvur tarmog‘idagi cheklovga nisbatan kamroq ahamiyatga ega. Buning sababi shundaki, po‘lat uchun termal kengayish koeffitsientidan kattaroqdir. Shu bilan birga, kompozitsionga nisbatan katta, chunki yopishqoq qatlam orqali po‘lat quvur liniyasidan kompozit qismga kuchlanishning o‘tishi mavjud. Boshqa tomondan, yuqori bosim ostida ta‘mirlash uchun eng yaxshi kompozitsion bor/epoksidir, deb ham aytish mumkin.

Ichki bosimning funktsiyasi sifatida intensivlig omilining chiziqli o‘zgarishi kompozit yamoqning chiziqli harakatini aniq aks ettiradi, kompozit qanchalik qattiq bo‘lsa, ta‘mirlash shunchalik katta bo‘ladi. Kompozitning tashqi muhitidagi haroratga bog‘liq holda uch xil turdagi kompozit yamoqlar (bor/epoksi, shisha/epoksi va uglerod/epoksi) tomonidan yorilgan va ta‘mirlangan quvur tarmog‘idagi kuchlanish intensivligi faktorining o‘zgarishi qo‘llaniladi. Harorat ko‘tarilganda intensivlig omili yuqori ekanligini sezamiz. Haroratning oshishi ta‘mirlash sifatini pasaytiradi, degan ma‘noni anglatadi. Shuni aytish mumkinki, uchta kompozitsion bor/epoksi va harorat yuqori bo‘lgan joylarda eng chidamli yamoqlardan biri hisoblanadi.

Ta‘mirlangan maxsus po‘lat quvur yorig‘i ostidagi kompozit yamoqning pastki qismidagi kuchlanish intensivligi omilining quvur tarmog‘i qalinligiga nisbatan yoriq chuqurligining o‘zgarishi funktsiyasi sifatida ko‘rsatilgan. Paydo bo‘lgan yoriqning chuqurligini oshirishda ortib borishini payqash mumkin, shuning uchun yoriqning old qismi juda muhimdir. Yoriq juda chuqur bo‘lgan hollarda ta‘mirlash sifati pasayadi degan xulosaga keladi.

Ushbu maqola turli xil ta‘sirlar ostida intensivlig omilini baholash bo‘yicha raqamli simulyatsiyaga qaratilgan: harorat o‘zgarishi, bosimning o‘zgarishi, yamoq o‘zgarishi, yamoq qalinligining o‘zgarishi va kompozitsion xulosalar bilan yorilgan va tuzatilgan strukturaning po‘lat quvurining yoriq o‘lchamining o‘zgarishi inobatga olingan. Olingan natijalardan xulosa qilish mumkin:

- O‘yiqalar va yopishtiruvchi ta‘mirlashda hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Har qanday pasayish samaradorligi yopishtiruvchining qarshilik ko‘rsatish qobiliyati bilan cheklangan.
- Samaradorlikni ta‘mirlash kompozit yamoqning qattiqligiga bevosita bog‘liq. Agar kompozitsion qattiqroq bo‘lsa, ta‘mirlash samaradorligi oshadi.
- Yamoq qalinligining oshishi qattiqlikni, samaradorlikni oshiradi.
- Yoriqlar uzunligi va chuqurligi oshgani sayin tuzatish samaradorligi pasayadi. Bu keyinchalik yopishtiruvchi ishiga putur etkazadi.
- Termik yuklarni to‘plash orqali yopishtiruvchi quvvatni zaiflashtiradi, bu esa kuchlanish intensivligi omilining oshishini tushuntiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Манн А., Мендельсон Р., Ришелс Р. (1995). Модель для оценки региональных и глобальных последствий политики сокращения выбросов парниковых газов, *Energy Policy*, 23 (1), стр. 17-34.

2. Сидней Т., Ричард А. Д. (2003). Обзор способов транспортировки энергии природного газа из стран, которые не нуждаются в газе для бытовых нужд, *Энергетика*, (28), стр. 1461-1477.

3. Ибрагим Х., Илинка А., Перрон Д. (2008). Системы накопления энергии. Характеристики и сравнения, *Обзоры возобновляемых и устойчивых источников энергии*, (12), стр. 1221–1250.

4. Катнам К.Б., Да Силва Л.Ф.М., Янг Т.М. (2013). Склеенный ремонт композитных конструкций самолетов: обзор научных проблем и возможностей, *Прогресс в аэрокосмических науках*, (61), стр. 26-42.