

ALYUMINIY QOTISHMALARINI POLIMER TOBLASH MUHITLARIDA TOBLASH

Kosimov Sarvarbek Dilmurod o'g'li

Andijon davlat texnika instituti tayanch doktoranti

sarvarbek9777@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada alyuminiy qotishmalarini polimer toblash muhitlarida toblash jarayoni, uning mexanik xossalarga ta'siri va an'anaviy suv hamda moy muhitlariga nisbatan ustunliklari tahlil qilingan. PAG va PVP kabi keng tarqalgan polimer toblash muhitlarining afzalliklari hamda darzlanish xavfini kamaytirishdagi roli ilmiy tadqiqotlar asosida yoritilgan. Shuningdek, PEG, PAM va KMS kabi polimerlar nazariy jihatdan istiqbolli hisoblanib, ular bo'yicha qo'shimcha izlanishlar olib borish zarurligi ko'rsatib o'tilgan.

Kalit so'zlar. Termik ishlov berish, toblash, polimer eritmalari, sovutish, PAG, PVP, Alyuminiy qotishmalari.

Annotation. This article analyzes the quenching of aluminum alloys in polymer-based media, its effects on mechanical properties, and the advantages compared to traditional water and oil quenching methods. The benefits of widely used polymer media such as PAG and PVP, particularly their role in reducing crack formation, are discussed based on scientific studies. Additionally, theoretically promising polymers like PEG, PAM, and CMC are briefly reviewed, highlighting the need for further research on their application.

Keywords. Heat treatment, quenching, polymer solutions, cooling. PAG, PVP, Aluminium alloys.

Kirish

Alyuminiy va uning qotishmalari eng ko'p qo'llaniladigan yengil metallar qatoriga kiradi. Ular yuqori korroziyaga chidamliligi, yaxshi issiqlik va elektr o'tkazuvchanligi bilan ajralib turadi. Alyuminiy qotishmalari tabiiy holatda yetarlicha mustahkam emasligi sababli, ularni issiqlik bilan ishlov berish orqali kerakli fizik-mexanik xossalarga olib kelish zarur.

Ushbu xossalarning mustahkamligini oshirishda termik ishlov berish, xususan toblash usuli muhim rol o'ynaydi. Toblash jarayonida toblash muhitining turi va harorati metallning yakuniy fizik-mexanik xossalariга katta ta'sir ko'rsatadi. An'anaviy toblash muhitlari – suv va moylar – o'ziga xos afzallik va kamchiliklarga ega. Biroq so'nggi yillarda polimer asosidagi toblash muhitlari tobora ko'proq e'tiborni tortmoqda. Mazkur maqolada alyuminiy qotishmalarini polimer toblash muhitlarida

toblash xususiyatlari, uning afzalliklari va boshqa muhitlar bilan solishtirmasi ilmiy manbalar asosida yoritiladi.

Toblash jarayonining mohiyati va muammolari

Toblashning asosiy maqsadi – metall ichki tuzilmasida qattqlikni va mustahkamlikni oshiruvchi fazalarni “muzlatib” saqlab qolishdir. Alyuminiy qotishmalarida bu – yechiluvchi qattiq eritmaning hosil bo‘lishi va uni sovutish orqali mustahkamlab qo‘yish orqali amalga oshiriladi. Sovitish jarayoni qanchalik tez bo‘lsa, zarur bo‘lgan faza shunchalik yaxshi saqlanadi.

Ammo aynan shu yerda muammo tug‘iladi: juda tez sovutish — bu ichki kuchlanishlar, yoriqlar yoki geometriyani buzuvchi deformatsiyalar keltirib chiqarishi mumkin. Ayniqsa, murakkab shakldagi buyumlar, yupqa devorli detallar uchun bu xavf jiddiydir.

Shuning uchun zamonaviy materialshunoslikda teng va boshqariladigan sovutish tezligini ta‘minlovchi muqobil usullar qidirila boshlandi. Ularning eng istiqbolli turlaridan biri – bu polimerli toblash.

Polimerli toblash: mohiyati va ishlash prinsipi

Polimerli toblash – bu oddiy suvga maxsus suvda eriydigan polimer moddalarni qo‘shish orqali tayyorlangan eritma yordamida amalga oshiriladigan toblash usuli. Bu eritma issiqlikni metaldan nazorat qilingan tezlikda olib chiqishga imkon beradi.

Polimerli eritmalar tarkibida ko‘pincha quyidagi komponentlar bo‘ladi:

- Polivinilpirolidon (PVP), polietilen glikol (PEG), polisakaridlar kabi modda;
- Sovitish tezligini sekinlashtiruvchi moddalar;
- Korroziyaga qarshi ingibitorlar;
- Pufakchalarni barqarorlashtiruvchi stabilizatorlar.

Suvda bu polimerlar eritilganda, ular metall sirtida yupqa, issiqlikni sekin o‘tkazadigan qoplama hosil qiladi. Bu qoplama “qaynash” bosqichini uzaytiradi va sovutishni bosqichma-bosqich o‘tkazadi, natijada:

- Ichki kuchlanishlar kamayadi,
- Deformatsiya ehtimoli kamayadi,
- Buyumlarning sifati yaxshilanadi.

Sovish kinetikasi

Sovish jarayonida metall yuzasi qiziganligi sababli, toblovchi suyuqlik bilan bevosita aloqa qilmaydi – sirtni bug‘ pardasi qoplaydi. Bu faza pardali qaynash deb ataladi.

Polimerli eritmalarda bug‘ pardasi buzilib, suyuqlik sirt bilan yana to‘la aloqa qiladigan jarayon kechikadi, chunki polimer qatlami sirtni himoyalaydi. Bu esa yuqori harorat oralig‘ida issiqlik uzatish jarayonini tekislashtiradi va birdan sovutishdan ko‘ra yumshoqroq sovish imkonini beradi. Natijada metall ichida fazaviy o‘zgarishlar barqarorroq amalga oshadi va yoriqlar ehtimoli kamayadi.

Shuningdek, sovish kinetikasi ham polimer konsentratsiyasiga bog‘liq. Konsentratsiya oshgan sari sovish sekinlashadi, bu esa nozik muvozanatni topishni talab qiladi: juda sekin sovish – mexanik xossalarning past bo‘lishiga, juda tez sovish esa yoriqlarga olib keladi.

Tajriba natijalari va muhim faktorlar

Toblash bo‘yicha tajriba tadqiqotlaridan ma‘lumki:

- 5–15% polimer eritmaları ko‘pchilik alyuminiy qotishmalari uchun optimal natija beradi;
- Eritma harorati 25–60°C oralig‘ida bo‘lishi tavsiya qilinadi;
- Issiqlik oqimi metall yuzasidan vaqt o‘tishi bilan izchil kamayadi, bu esa polimer qatlaminin sovitishga ko‘rsatgan ta‘sirini tasdiqlaydi.

Shuningdek, quench factor analysis deb ataluvchi model yordamida polimerli toblash samaradorligi baholanadi. Bu model sovish tezligini, rewetting vaqtini, harorat gradientlarini hisobga olib, qotishmaning oxirgi mustahkamligini bashorat qiladi.

Amaliy qo‘llanishlar

Alyumiy qotishmalarini polimerli toblash quyidagi sohalarida keng qo‘llaniladi:

- Aviatsiya: yengil va nozik alyuminiy qismlar yoriqlarga juda sezgir, polimerli toblash bu xavfni kamaytiradi;
- Avtomobilsozlik: dvigatel qismlari, uzatma qismlari uchun termik stressni pasaytiradi;
- Yuqori aniqlikdagi qurilmalar: optik elementlar, alyuminiy qobiqli instrumentlar.

Polimerli toblash muhitlari metallarning issiqlik bilan ishlov berilishida o‘ziga xos xususiyatlarga ega. Ular, ayniqsa, sovitish tezligi va sirtga bo‘lgan ta‘sir darajasi bo‘yicha farqlanadi. PAG (polyalkilenglikol) va PVP (polivinilpirolidon) eritmaları eng ko‘p tadqiq qilingan polimerlar sirasiga kiradi. Ular orqali sovitilgan alyuminiy qotishmalarida darzlar kamroq uchrashi, qattqlikning nisbatan yuqori darajada saqlanishi, hamda sirt sifati yaxshiroq bo‘lishi kuzatilgan. Polimer muhitda sovitish tezligi suvga nisbatan sekinroq, ammo bir maromda kechishi tufayli metall ichki strukturasi teng taqsimlangan fazalar shakllanishiga xizmat qiladi.

Asosiy qism

Polimer muhitlarida toblashda metallning sovitilishi asta-sekin va nazorat ostida kechadi. Bu, ayniqsa, alyuminiy qotishmalari uchun muhim, chunki ularning kristall panjarasi yuqori haroratda sezilarli darajada deformatsiyalanadi va tez sovitishda ichki kuchlanishlar natijasida darzlar hosil bo‘lishi mumkin. PAG asosidagi eritmalar, masalan, 10–30% konsentratsiyadagi suvli eritmalar, sovitish tezligini optimallashtirish va metall sirtini barqaror qoplash imkonini beradi. Bu esa metall sathida aniqlik, sillqlik va qattqlikning bir maromda taqsimlanishini ta‘minlaydi.

PVP (polivinilpirolidon) asosidagi eritmalar esa, o'zining sirtga yopishuvchanligi yuqoriligi bilan ajralib turadi. Bu turdagi polimer eritmaları sovitish jarayonida metall yuzasida yupqa plyonka hosil qilib, tez sovishdan kelib chiqadigan mahalliy darzlanishlarni kamaytiradi. Shu sababli PVP eritmaları yuqori aniqlik va sirt sifati talab qilinadigan detallarni toblashda qo'llanilishi mumkin.

Suv va moy muhitlariga nisbatan polimerli muhitlar o'zining termofizik xossalari bilan ajralib turadi. Suvda sovitish juda tez kechadi, bu esa metall sirtida mahalliy qattqliklar va darzlar hosil bo'lishiga olib keladi. Moy esa nisbatan sekin sovitadi, lekin u orqali erishilgan qattqlik darajasi pastroq bo'ladi. Polimerli muhitlar esa har ikki tomonlama muvozanatni ta'minlaydi: darzlanish xavfini kamaytirgan holda yuqori mexanik xossalarni saqlaydi.

PAG va PVP dan tashqari, polietilenglikol (PEG), poliakrilamid (PAM), va karboksimetil selluloza (KMS) eritmaları ham istiqbolli hisoblanadi. Bu polimerlar metall sirtida barqaror plyonka hosil qilishi, issiqlik uzatishni nazorat qilishda yordam berishi mumkin. Biroq bu polimerlar bilan amalga oshirilgan tadqiqotlar soni cheklangan bo'lib, ular bo'yicha alohida ilmiy izlanishlar talab etiladi. Xitoy va Janubiy Koreyada olib borilgan ayrim tadqiqotlarda PEG eritmaları bilan toblangan alyuminiy qotishmalarida sirt sifati va darzlarga qarshilikda ijobiy natijalar kuzatilgan.

1-jadval. Toblash muhitlari taqqoslanishi

#	Toblash muhiti	Sovitish tezligi	Darzlarga qarshilik	Mexanik xossalar
1	Suv	Juda tez	Past	Nisbatan past
2	Moy	Sekin	Yuqori	O'rtacha
3	PAG(10-30%)	O'rtacha	Yuqori	Yuqori
4	PVP	Nazoratlangan	Yuqori	Yuqori
5	PEG(nazariy)	O'rtacha	Potensial yuqori	No'malum

G.E. Totten, G.M. Webster va C.E. Bates tomonidan 1997 yilda o'tkazilgan tadqiqotlarda PAG asosidagi toblash muhitlari 7075 va AIMgSiCu kabi alyuminiy qotishmalarini sovutishda qo'llanilgan. Tadqiqotlar natijasida ushbu polimer muhitlar ichki kuchlanishlarni kamaytirishi, darzlar paydo bo'lishining oldini olishi va mexanik xossalarni yaxshilashi aniqlangan.[1]

Gustavo Sánchez Sarmiento va hamkorlari tomonidan 7075-T6 alyuminiy plastinalarida olib borilgan tahlillar shuni ko'rsatdiki, PAG asosidagi toblash muhitlari elastik deformatsiyani kamaytirishda samaraliroq. Bunday muhitlar an'anaviy issiq suvga nisbatan metall strukturasi yaxlitligini saqlaydi.[2]

Y.S. Chen boshchiligidagi ilmiy guruh 7249 qotishmasini turli toblash muhitlarida tahlil qilib, PAG bilan toblashda darzlar kamroq kuzatilishini va korroziyaga chidamlilik ortishini ko'rsatdi. Ayniqsa intergranulyar korroziya xavfi sezilarli kamaygan.[3]

J.S. Robinson va jamoasi tomonidan olib borilgan izlanishlarda 30% PAG eritmasida toblash boshq toblash usullari bilan taqqoslandi. PAG muhitida qolgan deformatsiyalar va ichki kuchlanishlar eng past darajada kuzatildi. Bu esa, ayniqsa, murakkab shaklli alyuminiy detallarni termik ishlovdan o'tkazishda muhim ahamiyat kasb etadi.[4]

Ushbu tadqiqotlardan kuzatish mumkin-ki, PAG muhitida sovitilgan 7075 qotishmasida nozik va izchil strukturali donachalar hosil bo'lishi aniqlangan, bu esa sirt pishiqligini oshirgan.[5] Totten va Bates (1997) tomonidan olib borilgan izlanishlarda PAG muhitida sovitilgan alyuminiyda 10–12 HB yuqori qattqlik qayd etilgan. PAG eritmalari qayta ishlanishi mumkinligi sababli, ekologik jihatdan moyga nisbatan maqbulroq muhit hisoblanadi. Polimerli muhitda issiqlik uzatish koeffitsienti (h) sekinroq o'zgaradi, bu esa metall ichida harorat gradientining tengroq bo'lishiga olib keladi. Yuqoridagi tahlillar asosida kelajakdagi ilmiy izlanishlarda polimer toblash muhitlari tarkibini optimallashtirish, sovitish tezligi va metall sirtining fizik holati o'rtasidagi bog'liqlikni chuqur o'rganish zarur. Ayniqsa, PEG va PAM kabi kam tadqiq qilingan polimerlar istiqbolli yo'nalish bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Xulosa

Olib borilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, alyuminiy qotishmalarini polimer toblash muhitlarida toblash samarali usul bo'lib, an'anaviy suv va moy muhitlariga nisbatan qator ustunliklarga ega. Polimerli toblash muhitlari, xususan PAG va PVP eritmalari, darzlar paydo bo'lishi xavfini kamaytiradi, ichki kuchlanishlarni pasaytiradi va sirt sifati bilan bir qatorda metallning mexanik xossalarini yaxshilaydi. Polimer muhitning issiqlik o'tkazuvchanligi nazorat ostida bo'lgani uchun, sovutish jarayoni barqaror va izchil kechadi. Bu esa ayniqsa yuqori aniqlik va mukammal sirt talab etiladigan murakkab shakldagi detallar uchun muhimdir. Shu bois, alyuminiy qotishmalarini polimer muhitda toblash istiqbolli yo'nalish bo'lib, kelgusida yangi turdagi polimerlar asosida toblash samaradorligini oshirish bo'yicha izlanishlarni davom ettirish maqsadga muvofiqdir.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Totten G.E., Webster G.M., Bates C.E. Polymer Quenching Technology for Aluminum Alloys. ASM Conf., St. Louis, 1997.
2. Sánchez Sarmiento G. et al. Effect of Quenching Medium on the Residual Stresses in 7075-T6 Aluminum Plates. Journal of Materials Processing Technology, 2005.

3. Chen Y.-S. et al. Investigation of quenching performance on 7249 aluminum alloy using PAG solution. *Journal of Alloys and Compounds*, 2018.
4. Robinson J.S. et al. Quenching performance comparison of 30% PAG solution and uphill quenching. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 2012.
5. Liu X. et al. Review of Polymer Quenchants for Aluminum Alloys. *Heat Treatment and Surface Engineering*, 2021.