

TERMOBARQAROR QOPLAMALAR XOSSALARINI TADQIQ QILISHNING METOD VA USULLARI

Buxoro muhandislik-texnologiya instituti

Tayanch doktoranti

Tosheva Dilfuza Farxodovna

+998 99 356 51 36

Annotatsiya. Ushbu maqolada termobarqaror qoplamalarning fizik-mexanik va kimyoviy xossalarini tadqiq qilishning zamonaviy metod va usullari ko‘rib chiqiladi. Xususan, termal tahlil, rentgen diffraksiyasi, skanerlovchi elektron mikroskopiya, spektroskopik usullar va mikroqattqlik o‘lchash texnikalarining ahamiyati tahlil qilindi. Tadqiqotlarda termobarqaror qoplamalarning issiqlikka chidamliligi, oksidlanish jarayonlari, aşinish darajasi va strukturaviy barqarorligi o‘rganildi. Shuningdek, mazkur usullarning samaradorligi va ularni texnologik jarayonlarda qo‘llash imkoniyatlari muhokama qilindi. Maqolada yuqori haroratli muhitlarda ishlatiladigan qoplamalarning umrini uzaytirish va ularning ishlash samaradorligini oshirish bo‘yicha tavsiyalar berildi.

Kalit so‘zlar. Termobarqaror qoplamalar, issiqlikka chidamlilik, termal tahlil, rentgen diffraksiyasi, elektron mikroskopiya, mikroqattqlik, oksidlanish jarayoni, strukturaviy barqarorlik, termal yemirilish, materialshunoslik.

I.KIRISH

Bugungi kunda jahonda qurilish materiallari va buyumlarining yong‘in xavfsizligini ta‘minlash borasida zamonaviy texnologiyalarning yutuqlari asosida kompleks xossalarga ega bo‘lgan himoya vositalarining yangi avlodini yaratish dolzarb vazifalardan biridir. Jahonda yiliga sodir bo‘layotgan 6-7 million atrofida yong‘inlar oqibatida 60 mingdan ortiq insonlarning halok bo‘lishi, iqtisodiy zarar hajmining yiliga 80 mlrd. AQSh dollarini tashkil etishi, yong‘in xavfsizligini ta‘minlash sohasida amalga oshirilayotgan ishlarni yanada takomillashtirish dolzarb masalalardan biri ekanligi namoyon bo‘lmoqda. Shu sababdan favqulodda vaziyatlarni oldini olish va bartaraf etish borasida izlanishlar olib borish, xususan yong‘in xavfsizligini samarali ta‘minlash, ulardan kelib chiqadigan talofatlarni kamaytirish hozirgi kunning eng dolzarb masalalaridan biriga aylanib bormoqda. Shuningdek, olovbardosh moddalarni ishlab chiqib, ulardan amaliyotda keng foydalanish, ularni amaliy va ilmiy jihatdan o‘rganish, standart talablariga javob beradigan darajaga etkazish dolzarb masalalardan biri sanaladi. Hozirgi zamon texnologiyalarining rivojlanishi turli ekstremal sharoitlarda ishlashga mo‘ljallangan materiallarga bo‘lgan talabni oshirmoqda. Xususan, yuqori harorat va agressiv muhit sharoitlarida ishlovchi qurilmalar uchun termobarqaror qoplamalar muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu qoplamalar materiallarning chidamliligini oshirish, ish samaradorligini yuqori darajada ushlab turish va xizmat muddatini uzaytirish kabi vazifalarni bajaradi.

Termobarqaror qoplamalar xossalarini tadqiq qilish muhim ilmiy-texnik muammolardan biri hisoblanadi. Ushbu qoplamalarning fizik-mexanik, termal va kimyoviy xossalarini baholash, ularning samaradorligini aniqlash va yaxshilash maqsadida turli metod va usullar qo‘llaniladi. Tadqiqotlarda asosan eksperimental va

nazariy tahlil usullaridan foydalaniladi. Mazkur tadqiqotning maqsadi – termobarqaror qoplamalarning turli sharoitlarda barqarorligini baholash, ularning strukturaviy va fizik-kimyoviy o‘zgarishlarini aniqlash hamda sifat va samaradorligini oshirishga qaratilgan optimal metod va usullarni ishlab chiqishdan iborat. Ushbu ishda termobarqaror qoplamalar tadqiqotining dolzarbligi, ilmiy va amaliy ahamiyati hamda tadqiqot natijalari kelajakdagi texnologik jarayonlarni takomillashtirishga qanday hissa qo‘shishi yoritiladi.

II. Metodologiya

Tadqiqot jarayonida yangi olingan olovbardosh tarkibni fizik-kimyoviy va reologik xossalarini tadqiq etishda, IQ-spektroskopiya, termogravimetriya, skanerlovchi elektron-mikroskop tahlili, differensial termogravimetrik tahlil, kislorod indeksi, tutun hosil qilish qobiliyati va mavjud yong‘indan himoyalovchi tarkiblar bilan qiyosiy tahlillari kabi usullari qo‘llanilgan.

III. Muhokama va natijalar.

Namunalarning infraqizil spektrlarini aniqlash. Olingan kremniyorganik moddani identifikatsiyalash uchun infraqizil (IQ) spektr $400-4000 \text{ cm}^{-1}$ intervalida (o‘lchamlari – 4 cm^{-1} sezuvchanlik, signal-shovqin nisbati- $60,000 : 1$; skanerlash tezligi – sekundiga 20 spektr) KBr tabletkasida presslab «SHIMADZU» firmasining IRTracer-100 rusmli spektrometrida qayd qilindi. Olovbardoshlikni baholash. Polimerlar va polimer materiallarning olovbardoshligi ularning termokislanishli destruksiyasiga bevosita bog‘liqdir. Polimerlar va polimer materiallarning olovga chidamlilik muammosi yonish, tutun hosil bo‘lish va yonish mahsulotlarining zaharligi (FST – fire, smoke, toxicity-xossalar) bo‘yicha masalalarning echimini talab qiladi.³⁸

Analiz usuliga bog‘liq holda polimerlar va polimer materiallarning yonuvchanligini xarakterlovchi ko‘rsatkichlarga o‘z-o‘zicha alanganish harorati, yonish tezligi, yonish issiqligi, yonib turgan materialning sirt harorati, kislorod indeksi (KI) va boshqalar (issiqlik, harorat, kinetik konsentratsion mezonlar) kiradi. Yuqori termobarqarorlikni ta‘minlovchi yuqori haroratga chidamlilikni e‘tiborga oluvchi prinsiplar yordamida polimerlar va polimer materiallarning olovbardoshligini kamaytirish mumkin. Polimerlarning haroratga chidamliligini oshirish, gazifikatsiyalanish va yonish gazlarining chiqish tezligini kamaytirish, yuqori haroratli piroliz va yonish sharoitida karbonlashgan qoldiqlarning hosil bo‘lishga moyilligini ko‘paytirish maqsadida ular modifikatsiyalanadi.³⁹

Polimerlarning termik destruksiyasi yuqori molekular og‘irlikdagi aralashmalarni isitish paytida issiqlik ta‘sirini o‘lchashga asoslangan differensial termogravimetrik tahlil asosida DTG-60/(SHIMADZU) derivatografida o‘rganildi. Logarifmik koordinatalarida bog‘liqlik graffigini og‘ishning tangens burchagi tenglamasidan reaksiya tartibi topiladi va ordinata o‘qida kesishgan

³⁸ Nakamura, T., Sato, K. "Thermal Conductivity Measurements of Coatings." – Tokyo: Springer Japan, 2017.

³⁹ Kuznetsov, V. V., Smirnov, A. A. "Metody issledovaniya termicheskoy stoikosti pokrytiy." – Sankt-Peterburg: Politehnika, 2013.

bo'lagidan termodistriksiyaning samarali aktivlanish energiyasi aniqlanadi. Yog'ochni himoya qilish uchun ishlatiladigan tarkiblarning olovdan himoya qiluvchi samaradorligi GOST 16363 (NPB-251)ga muvofiq o'tkazilgan olov sinovlari bilan tasdiqlanishi kerak. Yog'ochdan yasalgan qurilish materiallari va unga asoslangan materiallarning yonuvchanlik guruhi GOST 30244-90 bo'yicha aniqlandi.

Usulning mohiyati issiqlik to'planishiga qulay sharoitlarda yong'in sinovi paytida sinovdan o'tgan aralashmalar bilan ishlov berilgan yog'och namunalari bilan vazn yo'qotilishini aniqlashdan iborat. Olovdan himoya qiluvchi samaradorligi formulaga muvofiq namunaning vazni yo'qotilishi bilan aniqlandi:

$$m = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100$$

bu erda m - namunaning vazn yo'qotishi, %;

m_1 - sinovdan oldin namunaning vazni, g;

m_2 - sinovdan so'ng namuna og'irligi, g.

Sinov natijasi uchun kamida o'nta tajribaning o'rtacha arifmetik qiymati olingan bo'lib, ular bir butun songa yaxlitlanadi. Olingan natijalarga ko'ra, uni qo'llashning ushbu usuli bilan sinovdan o'tgan tarkibning olovdan himoya qiluvchi samaradorligi guruhi tuzildi. Massasining (vazning) yo'qolishi 9% dan ko'p bo'lmagan holda, olovdan himoya qiluvchi tarkibi uchun I olovdan himoya qiluvchi samaradorligi guruhi tuzildi. Massasining yo'qolishi 9% dan ortiq, ammo 25% dan yuqori bo'lmagan holda, olovdan himoya qiluvchi tarkibi uchun II olovdan himoya qiluvchi samaradorligi guruhi tuzildi. Jami yo'qotish 25% dan ko'proq bo'lganida, bu olovdan himoya qiluvchi tarkibi yog'ochni olovdan himoya qilmaydi va olovdan himoya qiluvchi vositasi emas.⁴⁰

GOST 30244-90 bo'yicha olovdan himoya qiluvchi tarkiblar bilan ishlov berilgan yog'och materiallarning yonuvchanligi guruhini aniqlandi. Gigroskopiklikni sinash uchun namunalarni tayyorlash GOST 16363-89 ga binoan olovdan himoya qiluvchi samaradorligini baholash uchun namunalarni tayyorlash bilan bir xil tarzda amalga oshirildi. Sinov usuli 80 va 100% nisbiy namlikda olovdan himoya qiluvchi tarkib bilan metall plastinkaning unga bevosita ta'sir qilishdagi vaznning yo'qotilishini aniqlashdir. Korroziyani sinash testlari GOST 16523-90, 08 kp, 08 ps (GOST 1050-89) bo'yicha plitalar po'lat plastinkalarida o'lchamlari (70x30) mm va qalinligi (0,8-1,2) mm yoki xavfsizlik jiletlarining po'lat pichoqlarida o'tkazildi.

Yonuvchanlikni aniqlash. Tez alanganish GOST 21207-81 (ST SEV 2900-81) va UL-94 ga muvofiq aniqlandi. Sinovlar uchun uzunligi 100 mm, kengligi 10-15 mm, qalinligi 3-5 mm va ko'ndalang kesim yuzasi 40-50 mm² bo'lgan chorqirra shaklidagi

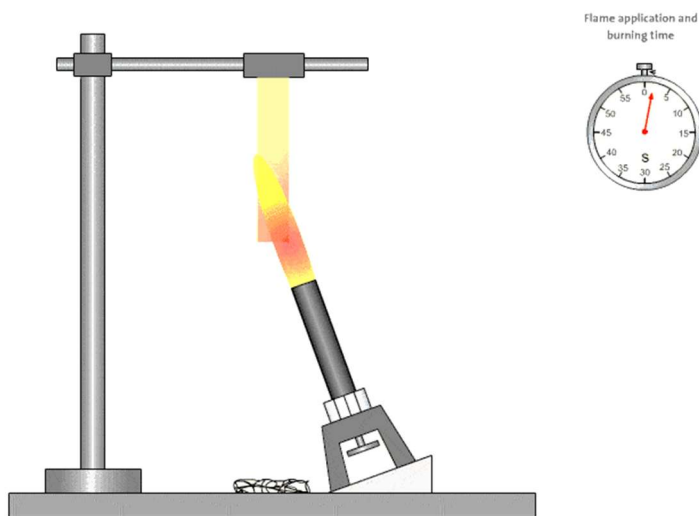
⁴⁰ Rakhimov F.F., Sharipov A.A. Chemical Additives for the Production of Plasticized Gypsum //Nexus: Journal of Advances Studies of Engineering Science. – 2022. – T. 1. – №. 4. – C. 7-11.

namunalar qo‘llanildi. Namunalarning qalinligi va kengligi bo‘yicha og‘ishlar $\pm 0,5$ mm dan oshmasligi kerak.⁴¹

Namunalarga uning chetidan 80 mm masofada o‘qiga nisbatan preperdikulyar bo‘lgan chiziq – belgi kengligi bo‘yicha chiziladi va o‘sha joyi yondiriladi.

Analiz uchun quyidagilardan foydalaniladi:

- mo‘rili laboratoriya shkafi yoki 1 m³ sig‘imli sinov kamerasi;
- diametri (9,5 \pm 0,5) bo‘lgan Bunzen gaz gorelkasi;
- namuna va Bunzen gorelkasini mahkamlash qurilmasi (1-rasm);
- GOST 5072-79 bo‘yicha sekundomer;
- metan yoki propan-butan gazi.



1-rasm. Bunzen gorelkasini mahkamlash qurilmasi

Kameraga namuna va Bunzen gorelkasini mahkamlash uchun qurilma joylashtiriladi. Namuna kengligi bo‘yicha gorizontol holatda o‘rnatiladi, mahkamlanmagan qismining uzunligi 80 mm dan kam bo‘lmasligi kerak.

Bunzen gorelkasi vertikal holatda o‘rnatiladi, gaz yondiriladi, uning alangasi taxminan 100 mm atrofida bo‘lishi kerak. Sinovlar uchun tayyorlangan gorelka buraladigan moslama yordamida ishchi keltiriladi. Shu fursatdan, ya‘ni namunani yondirishdan boshlab vaqt sekundomer yordamida hisoblanadi. Namuna yondirilgandan keyin 60 s o‘tgach gorelka o‘chiriladi, bir vaqtning o‘zida sekundomer yurgizildai va namunaning yonish vaqti o‘lchanadi.⁴²

Agar alanga namunadagi belgigacha etib borsa, sekundomer to‘xtatiladi, sinov yakunlanadi va alanga o‘chiriladi. Agar alanga namunadagi belgigacha etib bormasdan o‘chsa, unda sinov gorelka o‘chirilgandan 30 s o‘tgach to‘xtatiladi. Sinovlar yakunlangandan keyin yonish mahsulotlarini yo‘qotish uchun ventilyatsiya ishga

⁴¹ Fazlidinovich R. F., Shokirovich S. A. QURILISH MATERIALLARINING TERMOBARQARORLIGINI OSHIRISH IMKONIYATLARI //Ta‘lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2023. – T. 9. – №. 2. – C. 112-116.

⁴² I.I.Siddikov, A.A.Karimov. Yog‘och materiallarini yong‘inbardoshlik darajasini antipirenlar yordamida oshirish. An International Multidisciplinary Virtual Conference. Humanity and Science Congress-2022. 2nd May 2022. Malaysian Conference 2022. P.60-63.

tushiriladi. Namunaning kengligi bo'yicha har ikki tomonidan belgi va kuydirilgan joy orasidagi minimal masofa o'lchanadi. Ulardan eng kichigi keyingi hisoblash uchun qo'llaniladi.

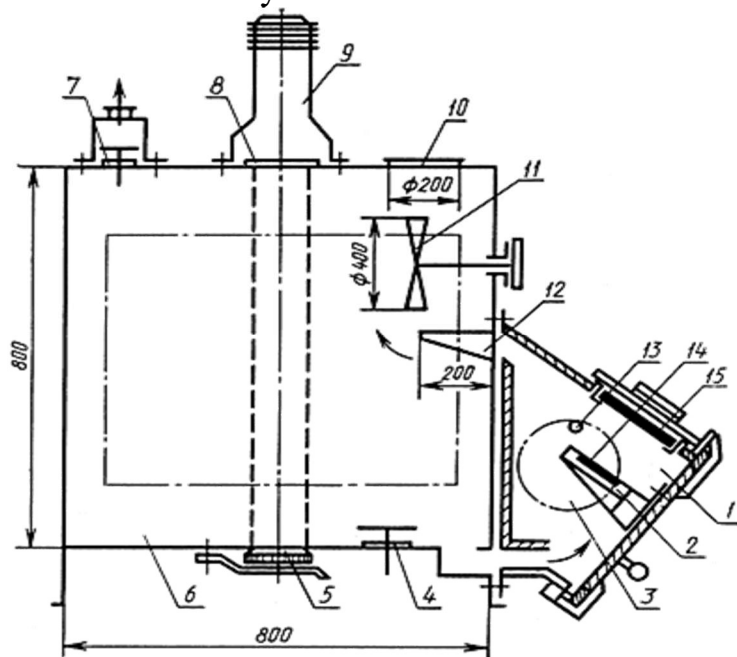
Namunaning kuydirilgan qismining uzunligi (l) quyidagi formula bo'yicha millimetrlarda hisoblanadi:

$$L = \frac{\sum_1^n (80 - l)}{n}$$

bunda l – namunaning kuygan qismi va belgi orasidagi eng kichik masofa;

n – sinovdan o'tkazilgan namunalar soni.

Qurilish materiallarni tutun hosil qilish koeffitsenti. Ushbu standart orqali yog'och materiallarining tutun hosil qilish koeffitsentini tekshiriladi. Usullarning mohiyati -maxsus laboratoriya sharoitida ma'lum miqdordagi qattiq modda(material)ning termik oksidlanish destruksiyasi yoki unga olov ta'sir qilish natijasida ajralib chiqadigan tutunning optik zichligini tavsiflovchi ko'rsatkichni aniqlashdan iborat. Tutun hosil qilish koeffitsentini aniqlovchi uskuna (2-rasm) normal atmosfera sharoitida tutun hosil qilish koeffitsenti 4% dan 81% gacha o'lchaydi. Laboratoriya uskunasi optik qurilmasi yorug'lik o'tishini 2% dan 90% gacha kattalikda 10% xatolik bilan o'lchaydi.



2-rasm. Tutun hosil qilish koeffitsentini aniqlovchi uskuna.

- 1-yonish kamerasi;
- 2-namuna ushlagich;
- 3,8-kvars shishali oyna;
- 4,7-tutun haydash tiqishlari;
- 5-yorug'likni qabul qiluvchi asbob;
- 6-tajriba kamerasi;
- 9-yorug'lik manbai;
- 10-saqlagich;
- 11-havo aralashtirgich;
- 12-yo'naltiruvchi;

13-gaz gorelkasi;

14-qoplama;

15-elektir pechi.

Namunalarni tayyorlash. Tajribalar uchun 10 tacha o'rganilayotgan moddadan o'lchamlari 40x40 mm va o'z qalinligida (lekin qalinligi 10 mm dan oshmasligi kerak) namunalar tayyorlanadi. Lok-bo'yoq qoplamalari biror-bir yuzaga surtilgan holda tekshiriladi. Agar yangi lok-bo'yoq tekshirilayotgan bo'lsa, u holda ularni alyumin yuzaga surtib tajriba o'tkaziladi. Tajribaga tayyorlangan namunalar 48 soat davomida 20 ± 2 °C xaroratda ushlab turiladi, keyin 0,1 g aniqlikda o'lchanadi.⁴³

Kislorodli indeksini aniqlash usuli. Polimer kompozitsiyaning kislorod indeksini aniqlash bo'yicha sinovlarni o'tkazish uchun mo'ljallangan laboratoriya qurilmasida qo'llaniladi. Qurilma polimer kompozitsiyaning - GOST 12.1.044-89 bo'yicha yuqori haroratlarda katta darajada toraymaydigan materiallardan tashqari - jumladan, zichligi 100 kg/m^{-3} dan kam bo'lmagan g'ovakli plastmassalarning, shuningdek 10,5 mm dan oshiq bo'lmagan qalinlikdagi plyonkalar va list ko'rinishida tayyorlangan polimer kompozitsiyaning kislorod indeksini aniqlash uchun zarur bo'ladigan sinovdan o'tkazish sharoitlarini yaratish uchun mo'ljallangan (3 rasm).

Qurilmani o'rab turuvchi havoning harorati (23 ± 2) °C va namligi 20% dan 60% gacha bo'lgan xonada ishlash uchun mo'ljallangan. Polimer kompozitsiyaning kislorod indeksini aniqlash uslubining mohiyati sinovdan o'tkaziladigan namunaning belgilangan vaqt davomida yonishini ta'minlaydigan ma'lum tezlik bilan harakatlanadigan kislorod va azot aralashmasi oqimida kislorodning minimal konsentratsiyasini aniqlashdan iborat bo'ladi.⁴⁴



3-rasm. KI qurilmasi.

Sinovlarni o'tkazishdan oldin tizim eng kamida 30 sek davomida gaz aralashmasi bilan shamollatiladi. Sinovdan o'tkaziladigan namuna shishadan ishlangan (kvars) trubadagi ushlab turgichga vertikal qilib o'rnatiladi. Oldindan va aniq rostdash ventillari, rotametrlar va kislorod analizatori yordamida gaz oqimining zaruriy tezligi va azot bilan aralashmadagi kislorodning zaruriy konsentratsiyasi o'rnatiladi. Namuna

⁴³ I.I.Siddikov, J.D.Nuriddinov. Oltin gugurt asosidagi beton imkoniyatlaridan keng foydalanish. An International Multidisciplinary Virtual Conference. Humanity and Science Congress-2022. 2nd May 2022. Malaysian Conference 2022. P.64-67.

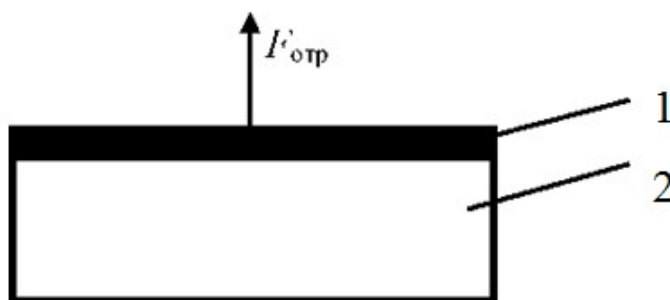
⁴⁴ Kumar, S., Gupta, P. "Advanced Methods for Evaluating Thermal Properties of Coatings." – New Delhi: Wiley, 2017.

gorelka yordamida yoqiladi, namuna alanga olgandan keyin sekundomer ishga tushiriladi, to namuna o'chguncha yonish vaqti o'lchanadi. Kislorod analizatorining displeyidan kislorod konsentratsiyasining qiymati hisoblanadi. Namuna kameradan chiqarib olinadi.

Qatlamlarning adgeziya kuchini aniqlash usuli. Qatlamlarning adgeziya kuchini aniqlash GOST 28574-90 bo'yicha amalga oshiriladi. Qatlamlarning adgeziyasini substratdan ajratish orqali adgeziya kuchi aniqlanadi, bu turli xil sharoitlar ostida olib borilgan o'lchovlarga bog'liq bo'lib, haqiqiy adgeziyaga teng emas, shu sabab uni nisbiy deb hisoblash mumkin.⁴⁵

Agdeziyaning mustahkamligi odatda kuch yordamida baholanadi. Agdeziya plyonkasi kuchini o'lchashning qiyinchiligi nafaqat alohida ko'rsatkich mavjud bo'lmasligiga, balki, agdeziya mustahkamligi kattaligining namuna sirtidan ajralayotgan plyonka o'lchami va uzib olish usullariga bog'liq ekanligidadir. Adgeziya mustahkamligi plyonkaning kengligiga, uni ajratish tezligiga, ajratish kuchining substrat yuzasiga nisbatan yo'nalishiga va boshqa bir qator omillarga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun, ba'zida adgeziya mustahkamligi hosilaviy qiymatlar yordamida o'lchanadi. Bu qiymatlarga quyidagilar kiradi: yopishqoq lenta uziladigan birlik eniga ajratish kuchi, N/m, plyonkaning uziladigan kengligini va ta'sir qilish vaqtini hisobga oldigan kuch N/(GD), plyonka ajratish tezligi m/s va boshqalar.⁴⁶

Adgeziya kuchini aniqlashning asosiy usullaridan biri bu tashqi kuch ta'siri ostida plyonka yirtishdir (4-rasm)



4-rasm. Bir vaqtning o'zida yirtish orqali plyonkaning adgeziya kuchini aniqlash usuli: 1 – koplangan modda; 2 - substrat

Sement kopozitsiyasidan tayyorlangan namunaning agdeziya kuchi mustahkamligini sinash uchun balandligi 25 mm, diametri 20 mm bo'lgan sharnirli bog'lam kuchi cho'ziluvchanligi va yuza o'lchami 100 · 100 mm plita va qalinligi 40mm bo'lgan metall diskdan foydalaniladi.

Himoya qoplamasini qo'llashdan oldin namunalarning yuzasi silliq, tozalangan va changsiz bo'lishi kerak. Qatlamni qo'llash va qotish paytida betonning sirt qatlamidagi namlik va harorat sharoitlari ko'rsatma hujjatlarining talablari bilan oldindan belgilanadi.

⁴⁵ I.I.Siddikov, F.N.Nurkulov, S.I.Axmedov. Огнезащитная эффективность олигомерных антипиренов. Меморчилик va qurilish muammolari. Ilmiy texnik jurnal 2.2022SamDAQI.

⁴⁶ I.I.Siddikov, I.J.Yuldashev, R.Baltabaev, B.V.Vakhabov, B.A.Muslimov Research of fire-protective efficiency of oligomeric antipirenes for wod materials. Solid state texnology volime: 63 Issue: 6 Publication Year: 2020. P.18682-18687.

Yelimlash uchun mo'ljallangan metall disklarning yuzasi silliq va zang, metall oksidi, yog'lar va boshqalardan xoli bo'lishi kerak. Sement-qum va beton plitalar yuzasiga gidrofobizator plyonkasi qo'llaniladi. Qoplama turi va tuproq turi, qatlamlar soni, qalinligi, qo'llash texnologiyasi, vaqt va qattiqlashuv sharoitlari ishlatiladigan materiallarga qo'yiladigan texnik talablarga muvofiq belgilanadi[25,26].

Qoplangan plitalar va metall disklar ochiq havoda $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ va nisbiy namlik $(65 \pm 5)\%$ bo'lgan xonada texnik sharoitlarda belgilangan muddat davomida saqlanadi.

Qoplash davri oxirida namunalar qoplamasiga metall disklar yopishtiriladi. Prototiplar sinov uchun belgilangan. Namunalarga yopishtirilgan metall disklar mahkamlagichga mahkam bog'lanadi. Yuklash 1 MPa/s dan ko'p bo'lmagan tezlikda bir tekis amalga oshiriladi. Metall diskni ajratishdan oldingi sinov vaqti 30 dan 90 sekundgacha bo'lishi kerak. Diskning ajralishi sodir bo'lgan kuchlanishning kattaligi dinamometr shkalasi bilan aniqlanadi.

Qoplama olib tashlanganda, R, Pa agdeziya qiymati qo'idagi formula bo'yicha hisoblanadi;

$$R = \frac{F}{S}$$

bu erda F - bo'linish sodir bo'lgan kuchning qiymati, N; S - ajratish maydoni, m².

IV. Xulosa

Termobarqaror qoplamalar zamonaviy materialshunoslik va sanoat texnologiyalarida muhim o'rin tutadi. Ushbu maqolada termobarqaror qoplamalarning fizik-mexanik va kimyoviy xossalarini tadqiq qilishda qo'llaniladigan asosiy metod va usullar tahlil qilindi. Xususan, termal tahlil, rentgen diffraksiyasi, skanerlovchi elektron mikroskopiya, spektroskopiya va mikroqattiklik o'lchash usullari orqali qoplamalarning issiqlikka chidamliligi, oksidlanish jarayonlari, aşinish darajasi va strukturaviy barqarorligi o'rganildi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, yuqori haroratli muhitda ishlatiladigan qoplamalar kimyoviy barqarorlik, termal chidamlilik, oksidlanishga qarshilik va aşinishga chidamlilik jihatdan takomillashtirilishi lozim. Zamonaviy tahlil usullari qoplamalarning ishlash samaradorligini baholash va ularni optimallashtirish imkonini beradi.

Yuqoridagi mulohazalardan kelib chiqib, quyidagi takliflarni sihlab chiqdik:

1. Ko'p funksiyali qoplamalarni yaratish – har xil mexanik, kimyoviy va termal yuklamalarga bardosh bera oladigan kompozit qoplamalarni ishlab chiqish zarur.

2. Tahlil usullarini integratsiyalash – turli fizik-kimyoviy tahlil metodlarini qo'shma qo'llash orqali qoplamalarning xossalarini to'liq baholash samaradorligini oshirish mumkin.

3. Yangi texnologik jarayonlarni tatbiq etish – plazmali purkash, ion-plazmali qoplama va kimyoviy bug' fazasida cho'ktirish kabi ilg'or usullar yordamida qoplamalarning xizmat muddatini uzaytirish lozim.

4. Oksidlanish va termal yemirilish jarayonlarini kamaytirish – maxsus modifikatsiyalangan qoplamalar yordamida yuqori haroratli oksidlanish jarayonini cheklash va qoplamalarning bardoshlilikini oshirish mumkin.

5. Sanoat ishlab chiqarish jarayonlariga tadbiiq etish – tadqiqot natijalaridan foydalangan holda metallurgiya, energetika, aviatsiya va avtomobilsozlik kabi sohalarda yangi avlod termobarqaror qoplamalarini joriy qilish zarur.

6. Mahalliy xomashyo bazasidan foydalanish – O‘zbekistonda mavjud tabiiy minerallar va metall birikmalaridan foydalanib, mahalliy ishlab chiqarishda arzon va samarali qoplama materiallarini ishlab chiqish mumkin.

Shunday qilib, termobarqaror qoplamalarning tadqiqi materialshunoslik va muhandislik fanlarida muhim yo‘nalish bo‘lib, yuqori samarali texnologiyalarni joriy etish orqali sanoatda innovatsion rivojlanishga erishish mumkin.

V. Adabiyotlar ro‘yhati

1. Abdullaev, A. A., Karimov, B. K. «Termobarqaror qoplamalarning fizik xossalari.» – Toshkent: Fan, 2015.
2. Ismoilov, I. I., Rasulov, R. R. «Yuqori haroratli qoplamalar: sintez va tahlil.» – Toshkent: O‘zbekiston Milliy Universiteti nashriyoti, 2018.
3. Tursunov, T. T. «Termobarqaror materiallarning strukturaviy tahlili.» – Samarqand: Samarqand Davlat Universiteti nashriyoti, 2020.
4. Qosimov, Q. Q., Nazarov, N. N. «Qoplamalarning termal barqarorligini o‘lchash usullari.» – Toshkent: Fan va Texnologiya, 2016.
5. Smith, J. D., Brown, L. M. «High-Temperature Coatings: Properties and Applications.» – New York: Springer, 2012.
6. Zhang, Y., Li, X. «Thermal Stability of Protective Coatings.» – Beijing: Chemical Industry Press, 2019.
7. Kumar, S., Gupta, P. «Advanced Methods for Evaluating Thermal Properties of Coatings.» – New Delhi: Wiley, 2017.
8. Ivanov, P. A., Petrov, S. V. «Termicheskiy analiz zashchitnykh pokrytiy.» – Moskva: Nauka, 2014.
9. Müller, R., Schmidt, H. «Thermomechanical Characterization of Coatings.» – Berlin: De Gruyter, 2016.
10. Garcia, A., Lopez, M. «Thermal Analysis Techniques for Coating Evaluation.» – Madrid: Elsevier, 2018.
11. Chen, W., Wang, H. «High-Temperature Oxidation of Coatings.» – Shanghai: Metallurgical Industry Press, 2021.
12. Lee, S., Kim, J. «Thermal Fatigue Behavior of Protective Coatings.» – Seoul: Springer, 2019.
13. Gonzalez, R., Martinez, F. «Durability Assessment of Thermal Barrier Coatings.» – Mexico City: Wiley, 2015.
14. Nakamura, T., Sato, K. «Thermal Conductivity Measurements of Coatings.» – Tokyo: Springer Japan, 2017.
15. Kuznetsov, V. V., Smirnov, A. A. «Metody issledovaniya termicheskoy stoikosti pokrytiy.» – Sankt-Peterburg: Politekhnik, 2013.
16. Rakhimov F., Sharipov A., Abdullayev R. Obtaining gypsum with hydrophobic properties based on silicon polymers //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2023. – T. 2789. – №. 1.

17. Fazlidinovich R.F. et al. Kremniyorganik polimer kompozitsiya orqali gips nambardoshlilik xossasini oshirish imkoniyatlari //Образование наука и инновационные идеи в мире. – 2023. – Т. 18. – №. 3. – С. 129-133.
18. Rakhimov F.F., Sharipov A.A. Chemical Additives for the Production of Plasticized Gypsum //Nexus: Journal of Advances Studies of Engineering Science. – 2022. – Т. 1. – №. 4. – С. 7-11.
19. Rakhimov F. F. Organosilicon Polymer Compositions for Building Materials //Texas Journal of Engineering and Technology. – 2023. – Т. 24. – С. 8-12.
20. Fazlidinovich R. F., Shokirovich S. A. QURILISH MATERIALLARINING TERMOBARQARORLIGINI OSHIRISH IMKONIYATLARI //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2023. – Т. 9. – №. 2. – С. 112-116.
21. Xoliqova G. Q., Raximov F. F., Nurilloev Z. I. TERMOBARQAROR BO'YOQLAR OLISHNING BA'ZI ASPEKTLARI //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2024. – Т. 17. – №. 1. – С. 115-119.
22. I.I.Siddikov, A.A.Karimov. Yog'och materiallarini yong'inbardoshlik darajasini antipirenlarni yordamida oshirish. An International Multidisciplinary Virtual Conference. Humanity and Science Congress-2022. 2nd May 2022. Malaysian Conference 2022. P.60-63.
23. I.I.Siddikov, J.D.Nuriddinov. Oltin gugurt asosidagi beton imkoniyatlaridan keng foydalanish. An International Multidisciplinary Virtual Conference. Humanity and Science Congress-2022. 2nd May 2022. Malaysian Conference 2022. P.64-67.
24. I.I.Siddikov, F.N.Nurkulov, S.I.Axmedov. Огнезащитная эффективность олигомерных антипиренов. Меморчилик va qurilish muammolari. Ilmiy texnik jurnal 2.2022SamDAQI.
25. I.I.Siddikov, F.N.Nurkulov, S.K.Jumaev. Analysis of smoke emission coefficient of local flame retardants. Международный научно-образовательный электронный журнал «Образование и наука в XXI веке». (ISSN 2782-4365) №А3-20220628-100. P.775-779.
26. I.I.Siddikov, F.N.Nurkulov, S.K.Jumaev, F.M.Hodjaev, T.A.Jumaniyozova. Properties based on Phosphorus, Silicon and Nitrogen-Containing Oligomeric Frametering. Design Engineer-ring. ISSN:0011-9342 Year 2022 Issue: Pages:-3857-3867.
27. I.I.Siddikov, B.I.Fayzullaev. Development of oligomeric antipirene for polymeric bulding materials. Academicia Globe: Inderscience Research. Volume 2, Issue 5, May, 2021. P.113-116.
28. I.I.Siddikov, J.F.Istamov. Development of oligomeric antipirene for wod bulding materials. Eurasian jornal of academic research. Volume 1, Issue 02, May, 2021. P.682-685.
29. I.I.Siddikov, I.J.Yuldashev, R.Baltabaev, B.V.Vakhabov, B.A.Muslimov. Research of fire-protective efficiency of oligomeric antipirenes for wod materials. Solid state texnology volime: 63 Issue: 6 Publication Year: 2020. P.18682-18687.