

**TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA ILMIY TADQIQOT INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

AXMEDOV VOXID NIZOMOVICH

**GIDROFOB KOMPOZITSIYALARNING OLINISHI, XOSSALARI VA
TEXNOLOGIYASI**

02.00.14 – Organik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi

**Texnika fanlari doktori (DSc) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI**

Toshkent – 2025

Fan doktori (DSc) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi
Оглавление автореферата диссертации доктора наук (DSc)
Contents of dissertation abstract of doctor of science (DSc)

Axmedov Voxid Nizomovich

Gidrofob kompozitsiyalarning olinishi, xossalari va texnologiyasi 3

Ахмедов Вохид Низомович

Получение, свойства и технология гидрофобных композиций 29

Akhmedov Vokhid Nizomovich

Preparation, properties and technology of hydrophobic compositions..... 57

E'lon qilingan ishlar ro'uxati

Список опубликованных работ

List of published works 61

**TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA ILMIY TADQIQOT INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

AXMEDOV VOXID NIZOMOVICH

**GIDROFOB KOMPOZITSIYALARNING OLINISHI, XOSSALARI VA
TEXNOLOGIYASI**

02.00.14 – Organik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi

**Texnika fanlari doktori (DSc) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI**

Toshkent – 2025

Texnika fanlari doktori (DSc) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2020.2.DSc/T337 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Doktorlik dissertatsiyasi Buxoro davlat texnika universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (O'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengashning veb-sahifasida va «Ziyonet» Axborot ta'lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy maslahatchi:

Qodirov To'liq Jumayevich
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Nurqulov Fayzulla Nurmo'minovich
texnika fanlari doktori, professor

Ziyadullayev Odiljon Egamberdiyevich
kimyo fanlari doktori, professor

Bafoyev Husniddin Mirzayevich
texnika fanlari doktori, professor

Etakchi tashkilot:

Farg'ona davlat texnika universiteti

Dissertatsiya himoyasi Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 raqamli Ilmiy kengashning 2025 yil «27 avgust» soat 09:00 dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 111116, Toshkent tumani, Ibrat MFY, p/b Sho'robozor. Tel.: (+99895) 281-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz).

Dissertatsiya bilan Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy-tadqiqot institutining Axborot resurs markazida tanishish mumkin (№ 2025/23 raqami bilan ro'yxatga olingan Manzil: 111116, Toshkent tumani, Ibrat MFY., p/b Sho'robozor. Tel.: (+99895) 281-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz).

Dissertatsiya avtoreferati 2025 yil «_09_» avgust kuni tarqatildi.

(2025 yil «_09_» avgustdagi № 2025/23 raqamli reestr bayonnomasi).



Djalilov A.T.
Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash raisi,
k.f.d. prof., akademik

Qiyomov Sh.N.
Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash kotibi, t.f.d., k.i.x.

Beknazarov X.S.
Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash qoshidagi
ilmiy seminar raisi, t.f.d., prof.

KIRISH (Doktorlik dissertatsiya annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Dunyoda zamonaviy texnologiyalar asosida gidrofob va termik barqaror himoya vositalarini ishlab chiqarish va ular yordamida turli xil materiallarni hamda konstruksiyalarining nambardoshligi, termik mustahkamligini oshirishga katta e'tibor qaratilmoqda. Gidrofoblikni oshiruvchi kimyoviy materiallar yaratish va ularni turli xil materiallar tarkibiga kiritish orqali turmush talabiga qondiradigan belgilangan xossa va xususiyatga ega materiallar olish borasidagi ishlar har jihatdan dolzarb masala bo'lib hisoblanadi. Shu sababli namga chidamli, termik barqaror gidrofob materiallar yaratish va ulardan turli sohalarda foydalanishda innovatsion texnologiyalar asosida kompleks xossali yangi avlod kimyoviy preparatlarini yaratish muhim ahamiyatga ega.

Bugungi kunda jahonda namlik va harorat ta'siri ostida himoya qoplamalarida sodir bo'ladigan fizik va kimyoviy, termokimyoviy jarayonlar mexanizmlarining modellarini yaratilishini o'z ichiga olgan yo'nalishlar bo'yicha maqsadli ilmiy tadqiqotlar amalga oshirilmoqda. Bu borada, qurilish konstruksiyalari va materiallarning barqaror ko'rsatkichlarga ega moddalarning tarkibidagi komponentlarning ta'sirini baholashning kompakt, aniq va tezkor usullarini yaratish, keng tarqalgan tabiiy resurslar asosida yuqori samarali gidrofob, termik barqaror qoplamalarning yangi avlodini yaratish, yangi kremniyorganik polimerlarni sintez qilish, ularning xossalarini aniqlash va ular asosida sho'r va namga chidamli kompozitsiyalar yaratish texnologiyasini ishlab chiqishga alohida e'tibor berilmoqda.

Respublikamizda mahalliy xom ashyolar asosida sanoatning turli sohalari uchun muhim gidrofob va termobarqaror moddalar ishlab chiqarishni kengaytirish, yangi usullarni amaliyotga tadbiq qilish, mavjud texnologik jarayonlarni modernizatsiya qilish orqali jarayon borishining samaradorligini oshirish, maxsulot tannarxini pasaytirish, import hajmini kamaytirish va eksportga mo'ljallangan moddalar sintezini kengaytirish bo'yicha muhim chora tadbirlar amalga oshirilmoqda. O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirishga qaratilgan Harakatlar strategiyasida «... mahalliy xomashyo va ikkilamchi resurslardan unumli foydalangan holda import o'rnini bosuvchi maxsulotlar olish texnologiyasini yaratish...»¹ ga qaratilgan vazifalari belgilab berilgan. Bu borada sanoat mahsuloti hisoblangan GIPAN va unga o'xshagn moddalar asosida turli xil gidrofob, termobarqaror birikmalar sintez qilish, olinish texnologiyasini ishlab chiqish va olingan birikmalarni ekspluatatsion xossalarini aniqlash muhim ahamiyat kasb etadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-sonli «2022-2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida»² gi Farmoni, 2019-yil 23-oktyabrdagi PF-5853-sonli «O'zbekiston Respublikasi qishloq xo'jaligini rivojlantirishning 2020-2030 yillarga mo'ljallangan strategiyasini tasdiqlash to'g'risida»gi, 2019-yil 3-apreldagi PQ-

¹ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi PF-4947-son "2017-2021 yillarda O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar Strategiyasi to'g'risida"gi Farmoni.

² O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni, 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son Farmoni
[//https://lex.uz/docs/5841063](https://lex.uz/docs/5841063)

4265-sonli «Kimyo sanoatini yanada isloh qilish va uning investitsiyaviy jozibadorligini oshirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi hamda 2018-yil 25-oktyabrdagi PQ-3983-sonli «O'zbekiston Respublikasida kimyo sanoatini jadal rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi, 2018 yil 17 yanvardagi PQ-3479-sonli "Mamlakat iqtisodiyoti tarmoqlarining talab yuqori bo'lgan mahsulot va xomashyo turlari bilan barqaror ta'minlash chora-tadbirlari to'g'risida" gi, 2019 yil 20 fevraldagi PQ- 4198-son "Qurilish materiallari sanoatini tubdan takomillashtirish va kompleks rivojlantirish to'g'risida" gi, 2019-yil 23 maydagi PQ-4335-sonli "Qurilish materiallari sanoatini jadal rivojlantirishga oid qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida" gi Qarorlari, shuningdek mazkur faoliyatga tegishli me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni bajarishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining VII. «Kimyoviy texnologiyalar va nanotexnologiyalar» ustuvor yo'nalishiga muvofiq bajarilgan.

Dissertatsiya mavzusi bo'yicha xorijiy ilmiy-tadqiqotlar sharhi³. Yangi organik kimyoviy qo'shimchalar va polimer materiallarini olish hamda joriy etishga qaratilgan ilmiy tadqiqotlar jahonning yetakchi ilmiy texnik laboratoriyalari, oliy o'quv yurtlari va ilmiy markazlarida, jumladan: Centre for Polymer and Material Technologies, Ghent University (Belgiya), Chonnam National University (Janibiy Koreya), Corporation, Lowell Massachusetts (AQSh), Department of Specialization in Health and Environment Technologies, Duzce University (Turkiya), Chemical Research Centre, Hungarian Academy of Sciences (Vengriya), Ningbo Institute of Materials Technology and Engineering, Chinese Academy of Sciences (Xitoy), Hybrid Polymers Research Group, Polymer Electronics Research Centre, University of Auckland (Yangi Zelandiya)da ilmiy izlanishlar olib borilmoqda.

Gidrofob va termobarqaror oligo (poli)merlarini sintez qilish va ularni ishlab chiqarish texnologiyalarini yaratish bo'yicha jahonda olib borilgan tadqiqotlar yuzasidan bir qator ilmiy natijalari olingan, jumladan kremniy, fosfor va rux saqlagan oligo(poli)merlar sintez qilingan (Andrianov nomidagi institut- Rossiya, Xananashvili nomidagi Cruzeiya elementorganik birikmalar ilmiy – tadqiqot instituti); kremniyorganik polimerlarni modifikasiyalash usuli ishlab chiqilgan (Lyaochen universiteti, Хитой); kremniyorganik polimerlarning termik xususiyatlarini yaxshilovchi organo-anorganik modifikatorlar sintez qilingan (Markaziy mashinasozlik ilmiy–tadqiqot instituti, Durgapur, Hindiston); kremniyorganik oligo(poli)merlar asosidagi gidrofob va termobarqaror qoplamalar olingan (Rzeshov texnologiya universiteti, Rzeshov, Polsha); ABS plastmassasining kompozitsiyalar issiqlik-oksidlanish barqarorligiga ta'siraniqlangan (Antwerpen universiteti, Brussel, Belgiya); poliolefinlar asosidagi nanokompozitsiyalarni termal stabilizatsiya qilish usullari ishlab chiqilgan (Budapesht poytaxt universiteti, Budapesht, Vengriya); PVXning termal

³ Dissertatsiya mavzusi bo'yicha xalqaro ilmiy tadqiqotlar sharhi www.elsevier.com, www.isser.rssi.ru, www.eilbrary.com, www.edunews.ru, <https://scholar.google.com/>, www.fundamentalresearch.ru va бошка манбалар асосида tayyorlandi.

stabilizatsiyasi uchun lantan sulfadiazin asosida sinergik aralashmalar ishlab chiqilgan (Tsingxua universiteti, Xitoy); sterik to'siq bo'lgan fenollar, atokoferollar va fosfitlarga asoslangan monomerlar sintez qilingan va polimer materiallarda qo'llanilgan (Kaliforniya Texnologiya Instituti, Pasedena, AQSh); N, P va S saqlagan stabilizatorlarning yangi texnologiyalari ishlab chiqilgan va azometin hosilalari asosida plastiklashtirilgan PVX ning solvatsiya va "echo" stabilizatsiyasi qonuniyatlari aniqlangan (D.I. Mendeleev nomidagi Rossiya kimyo-texnologiya universiteti, Moskva, Rossiya).

Jahonda kremniyorganik termo va girofob (oligo)polimerlar olish, va turli sohalarda gidrofobizator va termik barqarorlashtiruvchi sifatida qo'llash texnologiyalarini rivojlantirish bo'yicha qator ustivor yo'nalishlarda ilmiy zlanishlar olib borilmoqda, jumladan: yonuvchan materiallarni yong'indan himoyalovchi kimyoviy birikmalar asosidagi yangi tarkiblar yaratish, to'qimachilik matolari, yog'och, polimer va boshqa materiallarga antipirenlar bilan modifikatsiyalashning zamonaviy yangi usullarini aniqlash, gidrafobizatorlar olishning ekologik va iqtisodiy samarador texnologiyalarini ishlab chiqish, yuqori termik mustahkamlikka ega polimer kompozitlar olish uchun kremniorganik oligomerlarni turli reaksiyon faol funksional guruhlarga ega oligomerlar bilan modifikatsiyalash.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Qurilish konstruksiyalari va turli xil materiallarni namga xavflilik darajalarini kamaytirish bo'yicha nazariy va amaliy muammolarning ilmiy yechimlari, yuqori samarali nam va sho'rlanishdan himoyalovchi vositalarni yaratish va zamonaviy sinash usullarini ishlab chiqish masalalari bir qator olimlar: akademik A.Andrianov, E.Xananashvili, A.YA.Korolchenko, N.V.Smirnov, T.R.Eremina, T.YU.Eremina, A.B.Sivenkov, B.B.Serkov M.V.Krashennnikov, Kiping, Fridel i Krafts, S.I.Omelchenka N.A.Ahmed, A.Kausar, G. H. Kwak, N. I. Kolsova, Y. G. Hsu, K.H. Lin, S. Oprea, V. V. Mixeeva, W. Jiang, F. L. Jin, G. Rokicki, A. Dibenedetto, A. A. Berlina, Grinyar, K.K.Kuatbaev, K.A.Andrianov, S.V.Zaxarova, M.M.Kabachkin, T.V.Koroleva, M.B.Lotarev, A.N.Polivanov, V.M.Корылов, V.V.Kireev, A.I.Demchenko, A.A.Arshinov, D.O.Anashkin, I.M.Raygorodskiy, N.N.Debelova, va boshqalarning tadqiqotlarida ko'rib chiqilgan.

Mamlakatimizda esa mazkur yo'nalish bo'yicha bir qator tadqiqotlar olib borilgan. Jumladan, A.T. Djalilov, S.M.Turobjonov, T.J. Qodirov, F.N. Nurqulov va boshqalar termik barqaror yoki gidrofob (oligo)polimerlar sintez qilishgan va xossalarini o'rganishgan.

Mahalliy xom ashyolar asosida nambardosh va boshqa turdagi materiallarni ishlab chiqish va qo'llash bilan bog'liq tadqiqotlar bir qadar kam o'rganilgan. Hozirgi kunda dunyo va respublikamiz qurilish bozorlarida namlikdan himoyalovchi materiallar yetarli darajada bo'lishiga qaramasdan, namlikdan himoyalovchi vositalarni yaratish hamon dolzarb masala hisoblanadi. Bunga sabab, respublikamizda ishlatilayotgan namlikdan himoyalovchi vositalar asosan xorijdan keltirilgan bo'lib, mahalliy ishlab chiqaruvchilar tomonidan taklif qilinayotgan ushbu tur mahsulotlar asosan chet el firmalari texnologiyalari bo'yicha chetdan keltiriladigan komponentlar asosida ishlab chiqariladi. Namlikdan himoyalovchi vositalarni ishlab chiqishda zararli bo'lgan kimyoviy birikmalardan foydalanilmoqda. Bu borada, jumladan, kompleks funksiyali namlikdan

himoyalovchi qoplamalarni mineral xomashyolar asosida ishlab chiqish bo'yicha yetarli darajada ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Buxoro muhandislik texnologiya instituti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq №PZ-2017090419 "Elementorganik polimerlar asosida sho'rga chidamli gidrofob qurilish kompozitsiyalari uchun tarkib yaratish va texnologiyasini ishlab chiqish" (2018-2020 yy.) mavzusidagi amaliy loyiha doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi mahalliy xom ashyolar asosida kremniyorganik termo va girofob (oligo)polimerlar sintez qilish, modifikatsiyalash va ularni turli sohalarda gidrofobizator va termik barqarorlashtiruvchi sifatida qo'llash texnologiyalarini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

VEDGXS, VETES, GIPAN, AE asosidagi polimerlar sintezining kinetik qonuniyatlarini tadqiq qilish va u asosida maqbul sharoitlarini topish, polimerlarning tuzilishi, strukturasi identifikatsiya qilish;

VEDGXS, VETES, GIPAN, AE asosidagi polimerlarning modifikatsiyalangan shakllarining fizik holati, issiqlik va termik va gidrofobik xususiyatlariga hamda ularning o'zgartirilgan shakllariga ta'sir qilish orqali mahalliy xom ashyolarga asoslangan suv, namlikka va haroratga chidamli kompozitsiyalarning samaradorligini oshirish usuli yaratish;

polimerlarning fizik holati, tuzilishi va kimyoviy tarkibiga kimyoviy reagentlar nisbatini o'zgartirib, tashqi omillar ta'sirini tadqiq qilib termik-gidrofobik tarkiblarning belgilangan termik-gidrofobik parametrlarga erishish;

charm, sement va boshqa qurilish materiallari gidrofobik tarkibi VEDGXS, VETES, GIPAN, AE asosidagi polimerlar asosida samarali gidrofob qoplamalar yaratish, charm va sement tuzilmalari va materiallarining gidrofob xususiyatini oshirish va ko'p bosqichli gidrofobik himoya qilish usuli ishlab chiqish;

VEDGXS, VETES, GIPAN, AE asosidagi polimerlar asosida olingan materiallarning termik xususiyatlari tadqiq etish va destruksiya kinetikasini o'rganish;

VEDGXS, VETES, GIPAN, AE asosidagi polimerlar asosida barqaror termik va gidrofob dispers tizimlar ishlab chiqish va ular asosida yuqori samarali gidrofoblovchi kompozitsiyalar yaratish, tizimning xossalari uchun matematik echim ishlab chiqish;

VEDGXS, VETES, GIPAN, AE asosidagi polimerlarning olinish texnologiyasini yaratish.

Tadqiqotning ob'yekti sifatida VEMB, GIPAN, mochevina, formaldegid, TEOS, suyuq shisha va akril emulsiya, charm, sement va qurilish materiallari olingan.

Tadqiqotning predmetini mahalliy xom ashyolar asosida yangi kremniyorganik termo va girofob (oligo)polimerlar sintez qilish, modifikatsiyalash ularning tarkibi, tuzilishi, fizik-kimyoviy xossalari o'rganish hamda ularni qurilishda gidrofobizator sifatida qo'llash orqali bino va inshootlarning namlik va sho'rlanishga chidamliligini tashkil etadi.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot jarayonida IQ-spektroskopik, differensial-termik tahlil qilish, kimyoviy va elektron-mikroskopik tekshirish, optik va viskozimetrik analiz usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

vinildigidroksixlorsilan, viniltrioksisilan, gidrolizlangan poliakrilonitril, akril emulsiyasi asosidagi polimerlar sintezining kinetik qonuniyatlari asosida maqbul sharoitlari, shuningdek, polimerlarning tuzilishi, strukturasi identifikatsiya qilingan va dastlabki komponentlar 1:1 nisbatda bo'lganida efir sistemasida unum 62 % ga teng bo'lishi aniqlangan;

vinildigidroksixlorsilan, viniltrioksisilan, gidrolizlangan poliakrilonitril, akril emulsiyasi asosidagi modifikatsiyalangan polimerlarning fizik holati, issiqlik, termik va gidrofobik xususiyatlariga hamda ularning o'zgartirilgan shakllariga ta'sir qilish orqali suv, namlik va haroratga chidamli kompozitlarning samaradorligini oshirish usuli ishlab chiqilgan;

olingan termik gidrofob polimerlarning tuzilishi, fizik kimyoviy xossalari, shuningdek optimal tarkiblarning tashqi omillar ta'sirida termik-gidrofobik parametrlarining o'zgarishlari aniqlangan;

vinildigidroksixlorsilan, viniltrioksisilan, gidrolizlangan poliakrilonitril, akril emulsiyasi asosida samarali gidrofob qoplamalar tarkibi, hamda ular asosida charm va sement materiallarining gidrofob xususiyatini oshiruvchi ko'p bosqichli gidrofobik himoya qilish usuli ishlab chiqilgan;

vinildigidroksixlorsilan, viniltrioksisilan, gidrolizlangan poliakrilonitril, akril emulsiyasi asosidagi olingan polimer materiallarning termik xususiyatlari va destruksiyasi tadqiqi asosida termobarqarorligi aniqlangan;

vinildigidroksixlorsilan, viniltrioksisilan, gidrolizlangan poliakrilonitril, akril emulsiyasi asosidagi tikilgan polimerlarning olinish texnologiyasi ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

polimerga kimyoviy reagentlar va ularning birgalikda ta'siri asosida oldindan belgilangan termik va namlikka chidamli ko'p fazali dispers sistemalar olinishining yangi texnologik usullari ishlab chiqilgan;

VEDGXS, VETES, GIPAN, AE asosidagi polimerlar asosidagi termobarqaror-gidrofob qoplamalar hamda gidrofob kompozitsiyalar bino va inshootlarning ishlash sharoitlarini ta'minlash samaradorligini oshirish uchun yangi vositalar tarkibi yaratilgan;

olingan polimerlar asosida nanozarrachalarni saqlovchi barqaror suspenziyalar yaratilgan hamda ular asosida yangi gidrofoblovchi kompozitsiyalar va suyuq moddalarning gidrofob xususiyatlarini baholash samaradorligini oshirish uchun yangi usul ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi yuqori informatsion zamonaviy kimyoviy, fizik-mexanik va fizik-kimyoviy usullaridan (IQ-spektroskopiya, differensial-termik va termomexanik tahlillar) foydalanilganligi, hamda gidrofob, termobarqaror polimerlar asosida kompozitsion materiallar olish texnologiyalarining ishlab chiqilganligi va ularning sanoat-tajriba amaliyotlarida sinovdan o'tkazilganligi va ishlab chiqarishga joriy etilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati quyidagilardan iborat: charm va qurilish materiallarining gidrofobligini oshirishning ilmiy asoslari rivojlantirilganligi; yaratilgan tarkiblarning namdan va haroratdan himoya qilish xossalari samaradorligini oshirish usullari ularning kimyoviy tarkibiga, fizik holatiga va nambardoshligiga ta'sir qilish asosida ishlab chiqilganligi; himoya vositalari va ta'sir mexanizmlari samaradorligini oshirish usullari va ilmiy asoslari ishlab chiqilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati esa quyidagilardan iborat: charm va qurilish materiallarining harorat va nambardoshligini oshirishga imkon beruvchi mahalliy xom ashyo asosida yangi termobarqaror va gidrofob tarkiblar ishlab chiqishdf qo'llaniladigan texnologik sxemaga muvofiq, sanoat miqyosida olishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Kremniy organik polimerlar olish texnologiyasi va ularni termik barqarorlashtiruvchi - gidrofobizator sifatida qo'llash bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

olingan polimerlarning 1/20 nisbatdagi ishchi aralashmasi asosidagi qurilish materiallarini gidrofoblovchi modda «201-son xo'jaliklararo ko'chma mexanizatsiyalashgan kalonna» MChJ da amaliyotga joriy qilingan. (O'zbekiston Respublikasi Favqulodda vaziyatlar vazirligining 2024-yil 13-maydagi 5/4/38-1515-son ma'lumotnomasi). Natijada qurilish materiallari va binolarni tashqi ta'sirlardan samarali himoyalovchi gidrofobizatorlar ishlab chiqarish imkonini bergan;

olingan termobarqaror polimer birikmalar va ular asosidagi kompozitsiyalar "Buxoro viloyat yong'indan saqlash jamoat birlashmasi" korxonasi da amaliyotga joriy qilingan. (O'zbekiston Respublikasi Favqulodda Vaziyatlar Vazirligining 2024 yil 13-maydagi 5/4/38-1515-son ma'lumotnomasi). Natijada, bir vaqtning o'zida ham gidrofoblik, ham termik xususiyatlari yaxshilangan charm va boshqa qurilish materiallarini olish imkonini bergan;

VEDGXS, VETES, GIPAN, AE asosidagi gidrofob polimer kompozitsiya "201- xo'jaliklararo ko'chma mexanizatsiyalashgan kalonna" MChJ da amaliyotga joriy qilingan (O'zbekiston Respublikasi Favqulodda Vaziyatlar Vazirligining 2024-yil 13-maydagi 5/4/38-1515-son ma'lumotnomasi). Natijada, charm, beton va keramika maxsulotlarining namga chidamliligini 50-60 barobargacha oshirish imkonini bergan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Ish natijalari 10 ta, jumladan 6 ta xalqaro va 4 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida ma'ruza qilinib muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi.

Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 31 ta ilmiy ish, jumladan O'zbekiston Respublikasi Oliy Attestatsiya Komissiyasi tomonidan doktorlik (DSc) dissertatsiyalarining asosiy ilmiy natijalarini nashr etish uchun tavsiya etilgan nashrlarda 14 ta maqola, jumladan 8 ta respublika va 6 ta xorijiy jurnallarda chop etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, beshta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovadan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 180 betni tashkil etgan.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

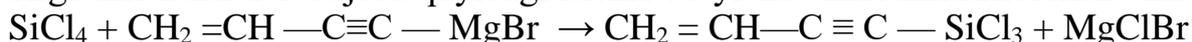
Kirish qismida mavzuning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsadi va vazifalari, ob’ektlari va predmetlari, o’rganilganlik darajasi, tadqiqotning usullari tavsiflangan, tadqiqotning O‘zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalar rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi ko‘rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy etish, o‘tkazilgan tadqiqotlarning ishonchligi, aprotatsiyasi va natijalarning nashr qilinishi, dissertatsiyaning hajmi, tuzilishi bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Polimer gidrofobizatorlar kimyosining rivojlanish tendensiyalari”** deb nomlangan birinchi bobida kremniyorganik polimerlar kimyosining hozirgi holati, gidrofob materiallarning olinishi, xossalari va texnologiyasi, termobarqaror polimer materiallarning xossalari va ularni yaratish usullarining tahlili hamda ularning qo‘llanilishi bo‘yicha ilmiy izlanishlar muhokama etilgan va ushbu bob bo‘yicha xulosa keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Gidrofob va termobarqaror polimerlar olinish ihamda fizik-kimyoviy xossalari o‘rganish”** deb nomlangan ikkinchi bobida tadqiqot ob’ektlarining xossalari va qo‘llanilgan usullar, ikkilamchi xom- ashyolar asosida birikmalar olish hamda fizik –kimyoviy xossalarni tadqiq etish, mahalliy xom- ashyolar asosidagi ishlab chiqarilgan termobarqaror gidrofob polimerlarni fizik-kimyoviy xususiyatlarini o‘rganish, ulardan foydalanish usullari tadqiq etilgan hamda ushbu bob bo‘yicha xulosa keltirilgan.

Polimer gidrofobizatorning olinishi, xossalari, ishlatilishi deb nomlangan bobda gidrofobizatorlar olish va ularning fizik-kimyoviy xossalari va kremniyorganik gidrofobizatorlarning sintezi va xossalari o‘rganish borasidagi tadqiqotlar aks ettirilgan.

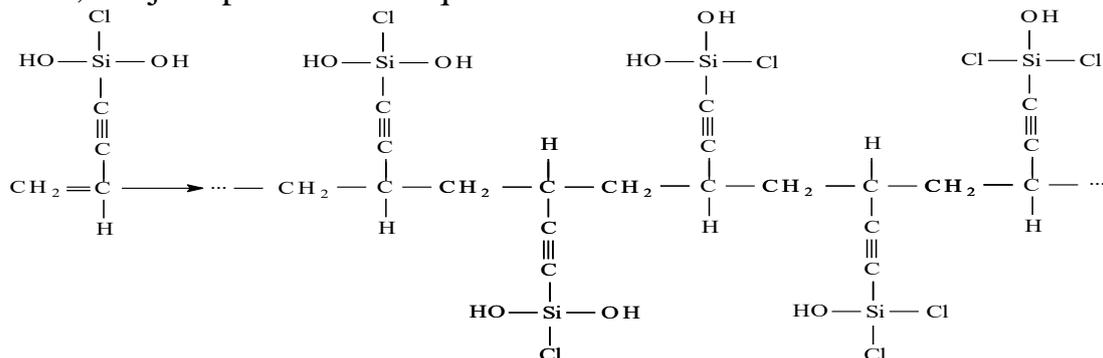
Tetraxlorosilan va viniletinilmagniybromid ekvimolekular nisbatlarda o‘zaro ta’sirga kirishtirildi. Natijada quyidagi sxema bo‘yicha viniletiniltri-xlorosilan olindi:



Sintez qilingan viniletiniltri-xlorosilan yog‘simon, och sariq rangli suyuqlikdir. Ushbu monomer efirlar, benzol, xloroform, tetragidrofuran va dioksan kabi erituvchilarda oson eridi, ammo aseton, piridin, dimetilformamid va dimetilsulfoksidda yaxshi erimaydi. Shuningdek, suv va spirtlarda mutlaqo erimaydi. Keyinchalik polikondensatsiya jarayoni amalga oshirilib, uning polimeri olindi.



Olingan monomer viniletinildigidroksil-xlorosilan kondensatsiya jarayonidan o‘tkazilib, natijada polimer hosil qilindi.



Poliviniletinildigidroksixlorsilan — rangsiz, hidsiz, qovushqoq modda bo‘lib, suvda erimaydi. U yuqori termostabillikka ega bo‘lib, harorat o‘zgarishi bilan qovushqoqligi sezilarli darajada o‘zgarmaydi. Suv va past molekular spirtlarda erimaydi, ammo ko‘plab organik erituvchilarda oson erishi mumkin. Shu bilan birga, u yuqori kimyoviy barqarorlik xususiyatiga ega.

GIPAN asosida kremniyorganik polimerlar sintezi. Sanoat ikkilamchi xom ashyosi hisoblangan gidrolizlangan poliakrilonitril, akrilonitrilni gidrolizlash orqali olinadi. Funktsional guruhlar miqdori reaksiya olib borish sharoitlariga (harorat, katalizator turi, organik erituvchi mavjudligi) qarab turlicha bo‘lishi mumkin.

Gidrofob tarkibli modda sintez qilish uchun reaktorda turli xil nisbat va haroratda bog‘lovchi tetraetoksisilan ($\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_4$) va sanoat ikkilamchi xom ashyosi GIPAN dan foydalanildi. Mineral kislotalarning eritmaları mavjud bo‘lganda, tetraetoksisilan ($\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_4$) ning gidrolizlanishda etanolni yo‘qotish va keyinchalik gidroksil guruhi kondensatsiyasi bilan sodir bo‘ladi.

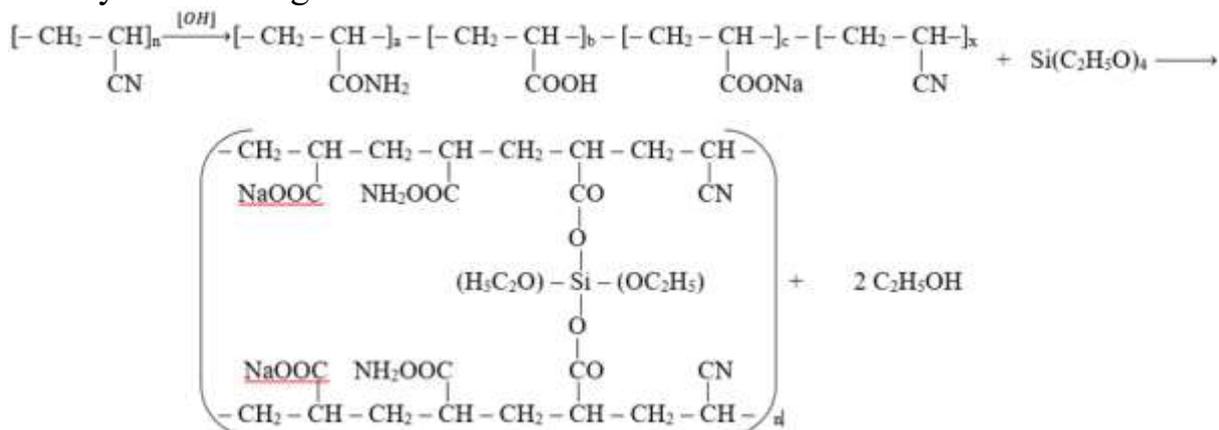
Termometr bilan jihozlangan reaktorga 50 ml GIPAN joylashtirildi, harorat 30-60 °C gacha va (alohida holda) ultrabinafsha nur tasirida (ultrabinafsha nur ishtirokisiz ham) kuchli aralashtirish bilan, (emulgatorlar ishtirokida) 5 ml tetraetoksisilan (TEOS) asta-sekin tomchilab qo‘shildi. Shundan so‘ng, eritma xona haroratida bir necha soat davomida aralashtiriladi, bunda qovushqoq polimer olindi. Reaksiyalar turli nisbatlarda; GIPAN:TEOS 50: 1; 50: 2; 50: 3; 50: 4; 50: 5 va doimiy aralashtirish orqali amalga oshirildi. Reaksiya boshlang‘ich reagentlarning turli nisbatlari bilan (10:1 dan GIPAN nisbati ortishi bilan) 30-80°C gacha bo‘lgan haroratda amalga oshirildi. Harorat va TEOS miqdori ortishi bilan ko‘p miqdorda tikilishi natijasida olingan qattiq massa erituvchilarda erimaydi, bu, ehtimol, reaksiyaga kirishuvchi moddalarning o‘zaro to‘liq tikilib bog‘lanishiga bog‘liq. GIPANning chiziqli shakli to‘rsimon holatga o‘tish darajasi ortib borishi bilan olingan polimerning eruvchanligi pasayib qattiq massa hosil qilishi bilan izohlanadi. Haroratning oshishi jarayonning tezligini oshirishga va polimer tikilish unumining oshishishga olib keladi. Haroratning 50 °C dan oshishi va keyinchalik butunlay o‘zaro bog‘lanish va qattiq massa hosil bo‘lishiga olib keldi. Shuni ta‘kidlab o‘tish joizki, natijada olingan mahsulot qattiq massaga aylanadi. Reaksiya tezligiga temperatura ta‘sirini o‘rganish maqsadida reaksiya 10-30 °C harorat oralig‘ida 1:1 boshlang‘ich reaktivlarning ekvimolyar nisbati bilan amalga oshirildi. Temperaturaning ortishi jarayon tezligi va monomer unumi ortishiga olib keldi. Shunday qilib, mahsulotning qovushqoqligi turli xil konsentratsiyalar va erituvchilar bilan farq qilishi aniqlandi.

1-jadval

Gidrolizlangan poliakrilonitril va tetraetoksisilan asosida turli haroratda va 50:5 olingan polimerning xossalari

№	GIPAN (V _{ml})	Si(C ₂ H ₅ O) ₄ (V _{ml})	Harorat, °C	Qovushqoqlik sm ² /s
6	50	5	30	40,48
7	50	5	40	38,5
8	50	5	50	34,1
9	50	5	60	29,7
10	50	5	70	26,4

Quyida keltirilgan sxemada tajribalar asosida gidrolizlangan poliakrilonitrildagi funksional guruhlarning tetraetoksisilan bilan ta'sirlashish reaksiyasi ifodalangan:

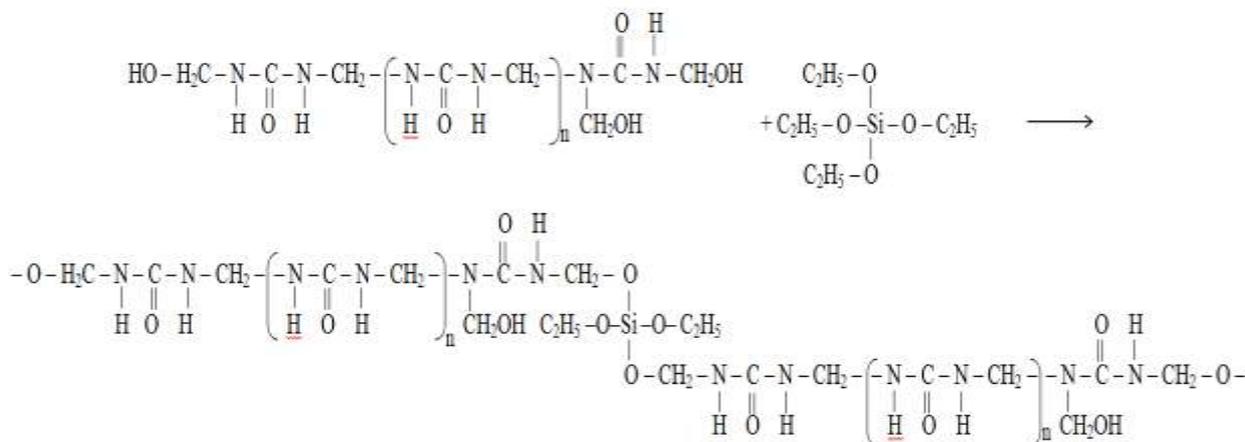


2-jadval

Turli nisbatlarda hamda 30 °C haroratda gidrolizlangan poliakrilonitril va tetraetoksisilan asosida olingan polimerning xossalari

№	GIPAN (V _{ml})	Si(C ₂ H ₅ O) ₄ (V _{ml})	Qovushqoqlik sm ² /s
1	50	1	34,55
2	50	2	35,60
3	50	3	36,30
4	50	4	39,67
5	50	5	40,48
6	50	10	Qattiq massa
7	50	20	Qattiq massa

Mochevina formaldegid smola va tetraetoksisilan asosidagi organosilikon polimerlarning olinishi. Yangi komponent sifatida mahalliy xom ashyolardan avval mochevina va formaldegid bog'lovchi (tetraetoksisilan Si(OCH₂CH₃)₄ bilan smolasimon ko'rinishga kelguncha aralashtiriladi. Dastlabki moddalar turli xil nisbatda 25 °C haroratda reaktorda olib borildi.



Hosil bo'lgan oligomerni kuydirishda quruq qoldiq massasiga asoslangan holda parametrlarning optimal sharoitlari tanlandi.

Sintez qilingan oligomerning chiziqiligi, tarmoqlanganligi, fazoviy tuzilishi va zarracha o'lchami to'g'risida tassavvur hosil qilish uchun ularning nisbiy qovushqoqligi o'rganildi. Nisbiy qovushqoqlik VPJ-1 vizkozimetrida 20°C, 30°C, 40°C va 50 °C haroratlar o'rganildi. Olingan natijalar qovushqoqlik I variantdan IV variantga o'tgan sari kamayganligini ko'rsatdi.

3-jadval

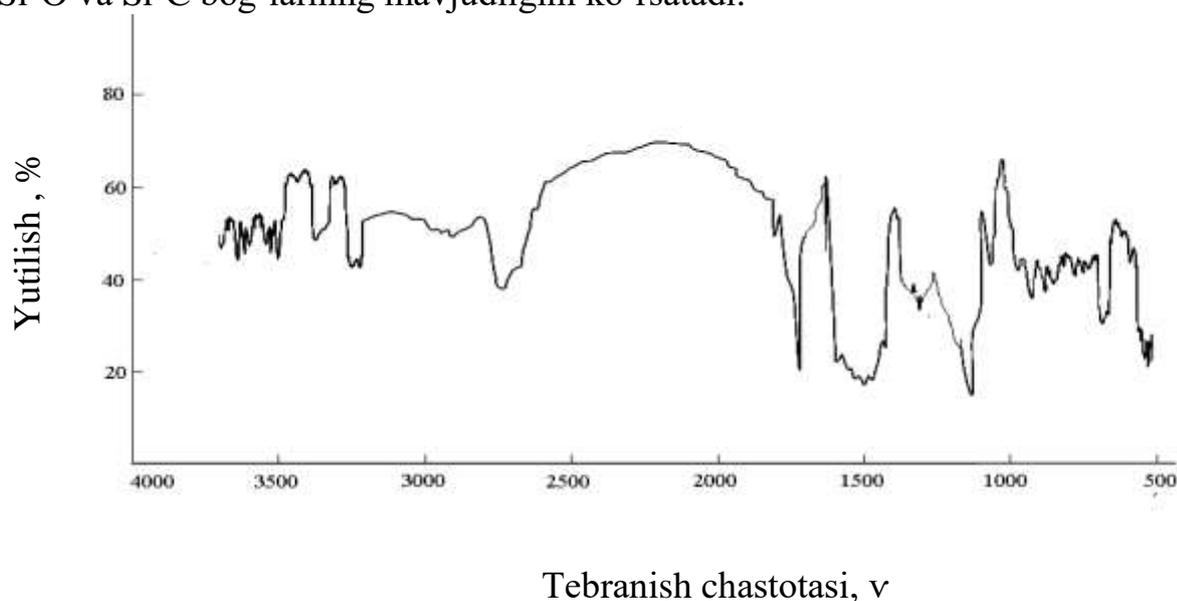
Oligomerning turli xil haroratlarda molekular massalari va quruq qoldiqning miqdoriy o'zgarish qiymatlari

Ko'rsatkich		Quruq qoldiq va hisoblangan molekulyar massa, % da			
		I	II	III	IV
Harorat °C da, reaksiya davomiyligi 1 soat	+20	37,1/780	31,5/770	34,6/600	32,7/450
	+30	36,4/692	31,1/666	34,0/590	31,4/443
	+40	36,0/606	30,7/660	33,7/547	31,0/430
	+50	35,3/578	30,3/554	33,2/480	39,3/424

Gidrofob polimerning strukturaviy tadqiqi. Moddaning agregat holatiga bog'liq bo'lmagan infraqizil spektr tasvirlarida har bir chiziq moddaning intensivligini xarakterlaydi. IQ spektr moddaning identifikatsiyalashning eng qulay zamonaviy varianti hisoblanadi. U moddani identifikatsiyalashda ishlatiladigan suyuqlanish haroratini o'lchash, nur sindirish ko'rsatkichini o'lchash, zichligini o'lchash kabi oddiy fizikaviy usullardan ishonchliligi bilan ajralib turadi.

Strukturani aniqlash va olingan moddalarning identifikatsiyalash uchun barcha namunalar uchun 500-3500 sm^{-1} oraliqda keng diapozonda IQ spektroskopiya usulida tahlil etildi.

1-rasmda birlamchi C-C bog'ning valent tebranishlarini tavsiflovchi 1400, 1465, va 1250 sm^{-1} sohadagi o'rtacha intensivlik yutilish chiziqlari qayd qilinadi. 1025 va 1095 sm^{-1} dagi tebranish chastotalarining yutilish chiziqlari mos ravishda Si-O va Si-C bog'larning mavjudligini ko'rsatadi.



1-rasm. Poliviniletiniltrioksisilan IQ spektri

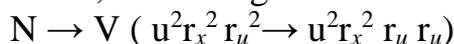
Strukturani aniqlash va olingan moddalarning identifikatsiyalash uchun keng spektr oraliqlarida – $500-4000 \text{ sm}^{-1}$ maydonlarda IQ spektroskopiya usuli qo'llanildi.

Poliviniletiniltrioksisilan IQ spektrida monomerda vinyl guruhi ($\nu_{(C=C)}$) uchun ko'p bog'li valent tebranishlarning xarakteristik yutilish chiziqlari kuzatilmaydi.

Sintez qilingan moddalarni UF – spektrlari ham tahlil qilindi.

Xromoforlar aksariyat hollarda to'yinmagan bog'lanishli atomlar guruhlarini ifodalaydi. Biroq to'yinmagan C=C bog'larni o'z ichiga olgan viniletiniltrioksisilan va poliviniletiniltrioksisilan faqat 200 nm dan yuqori yutilish sohasida spektr namoyon qiladi.

Etinil guruhi $-C\equiv C-$ namunalarda 240 nm gacha keng yutilish chiziqlari mavjud va shuni ta'kidlash kerakki, bu turning o'tish ehtimoli bilan bog'liq



180-165 nm va Ridberg seriyasining ikkita tizimi, 152-105 nm mintaqasida keng loyqa tarmoq ham mavjud. Bundan tashqari, uglerod atomlari orasidagi ikki juft bog'ning mavjudligi aniqlanadi, bu esa 225 nm mintaqasida kuchli emirilishga olib keladi.

Ma'lumki, uglerod atomlari orasidagi C-C bog' odatda faqat uzoq ultrabinafsha mintaqada yutadi. Shu munosabat bilan uglevodorod zanjirining uzunligi oshganda, ya'ni viniletiniltrioksisilanni poliviniletiniltrioksisilanga aylantirish $CH_2 =$ guruhlarining o'zaro ta'siri tufayli qo'zg'alish effekti sezilarli darajada kam energiya talab qilishi aniqlandi.

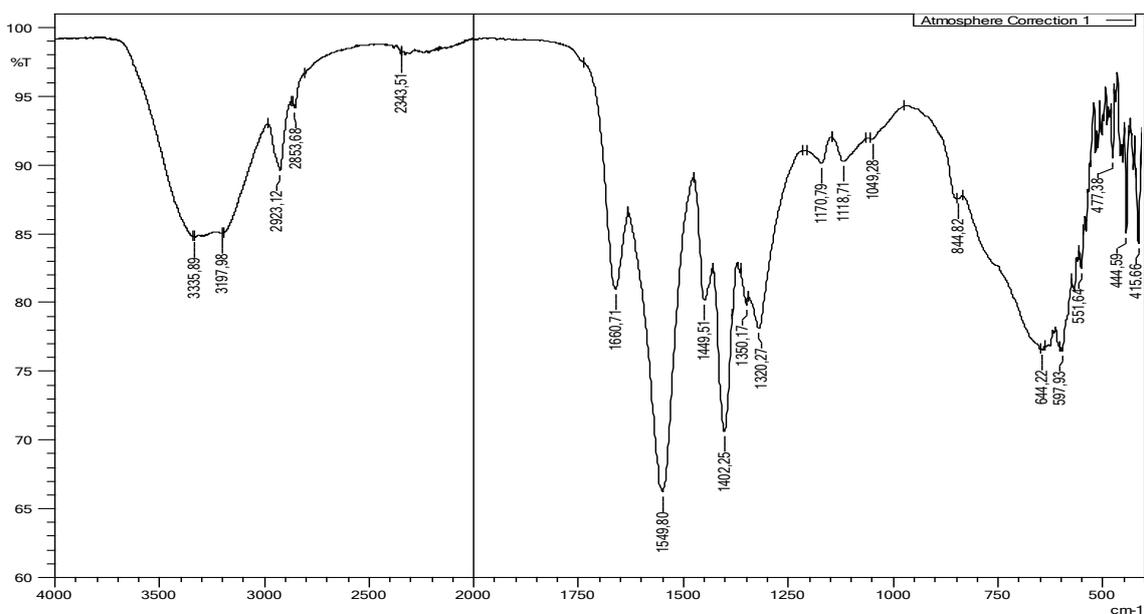
Kimyoning qonuniyatlariga mos holda elektrmanfiylikning chapdan o'ngga ortishi, elektronlarning kuchliroq bog'lanishiga sabab bo'lishi haqida xulosa qilishimiz mumkin, shunda ($I_{maks.}$) to'lqin uzunligi qisqaroq to'lqinlar tomon siljiydi. $CH_2 = CH -$ 200-205 nm.

Bundan tashqari xromofor joylashgan sharoitga qarab xromofor guruhining yutilish chizig'i (qo'shni atomlar, erituvchi va boshqalar), muayyan chegaralar doirasida siljishi mumkin.

Shunday qilib, tetraetoksisilan va viniletinilmagniy bromid asosida viniletiniltrioksisilan monomeri sintez qilindi. IQ va UF spektroskopiyasi bo'yicha ularning va olingan polimer birikmalarining kimyoviy tarkibi va tuzilishi o'rganildi.

Olingan polimerning tuzilishi IQ spektroskopiya usulida tahlil etildi.

Moddalarni identifikatsiyalashda spektr chiziqlari $4000-400 \text{ sm}^{-1}$ soxasida yozib olindi. Hidrolizlangan poliakrilonitril va tetraetoksisilanning o'zaro birikishi natijasida olingan polimerning IQ-spektroskopiya usulida indentifikatsiya qilinganda GIPAN tarkibidagi karboksil guruhlari tetraetoksisilandagi CH_3CH_2O- guruhlari bilan eterifikatsiya reaksiyasiga kirganligini spektr chiziqlaridagi xarakterli yutilish chiziqlariga asoslanib xulosa chiqarish mumkin.



2-rasm. GIPAN va tetraetoksisilan asosida olingan polimerning IQ spektri.

Spektr chiziqlari 1402 sm^{-1} , 1449 sm^{-1} , 1320 sm^{-1} sohadagi yutilish chiziqlar oddiy C-C bog‘ga, 1049 sm^{-1} , 1118 sm^{-1} va $1000\text{--}1100\text{ sm}^{-1}$, $1650\text{--}1630\text{ sm}^{-1}$ sohada esa karbonil guruhga xos tebranish chastotalarini, sohadagi yutilish chiziqlar esa Si-O ga, oraliqda esa 2930 sm^{-1} va $3335\text{--}3197\text{ sm}^{-1}$ to‘lqin uzunligi esa O-H bog‘iga tegishli ekanligini ko‘rish mumkin.

Polimer gidrofoblovchi kompozitsiyalarining gidrofob qobiliyatini o‘rganish. Gidrofob muhofazaning maksimal rentabelligi va samaradorligini ta‘minlaydigan optimal texnologik ishlov berish parametrlari (gidrofob modda sarfi va ishchi eritmaning konsentratsiyasi, gidrofobizatsiya texnologiyasi), ishlov berilayotgan materialning xususiyatlari, masalan, zichlik, g‘ovaklik, bog‘lanish xususiyatlari va materialning kimyoviy tarkibi bilan bog‘liq.

Biroq, hozirgi vaqtda adabiyotlardagi ma‘lumotlar qurilish materiallarining sirt gidrofobizatsiya texnologiyasi bo‘yicha eng umumiy tavsiyalarni o‘z ichiga oladi, bu esa zamonaviy qurilish amaliyotida ushbu samarali va ayni vaqtda iqtisodiy usulni qo‘llashni qiyinlashtiradi.

Noorganik qurilish materiallarining sirt gidrofobizatsiyasi texnologiyasini turli xil usullar bilan qilgan tadqiqotlarimiz shuni ko‘rsatadiki, zich tuzilmalar materiallari maxsus gidrofobik himoyalash texnologiyasini talab qiladi.

Shuni ta‘kidlash kerakki, kremniyorganik gidrofobizatorlar boshqa gidrofobizatorlardan materiallarni ichki tomondan himoya qilishi, qayta ishlangan qurilish materialni havo va bug‘ o‘tkazuvchanligini butunlay saqlanib qolishi va juda uzoq umr ko‘rishi bilan ajralib turadi. Buning sababi shundaki kremniy organik birikmalar uchun deyarli faqat agressiv omil quyosh nuridir.

Laboratoriyada olib borilgan tadqiqotlar uchun keramik g‘isht, sement va og‘ir beton kabi qurilish materiallarining strukturaviy parametrlarini o‘zgartirish uchun namunalar olindi.

Keramika namunalari yarim quruq namunalar yordamida amalga oshirildi, namunalarning o‘rtacha zichligi 1840 kg/m^3 , ochiq g‘ovaklilik ko‘rsatgichi 20% ni tashkil etdi. Katta beton namunasini kukun holiga keltirganimizda sement-ohakli

qum aralashmasi (sement va qum nisbati 1:2,5 V/S = 0,35) o'rtacha zichligi 1950 kg/m³, ochiq g'ovaklilik ko'rsatgichi 14 % ni tashkil etdi.

Eriydigan kremniyorganik gidrofobizator sifatida eritmada 1% dan 5% gacha tetraetoksisilan bilan tikilgan gidrolizlangan poliakrilonitril, mochevina formaldegid va PVETEOS asosidagi eritmalardan foydalanildi.

Gidrofobik usul namunaning balandligi bo'ylab 1 sm chuqurlik smolasimon suvli eritmasida gidroizolyatsiya qilingan yon sirtli havo quritadigan namunalarni gaz-quruq chuqurlashtirilishi bilan amalga oshirildi. Tuzilishning jami davomiyligi: 1 min sement-qum namunalari, 4 min keramika namunalari bo'yicha, har bir ishlov berish bosqichining davomiyligi sement-qum va keramika namunalari uchun 30 s va 2 min davomida olib borildi.

Gidrofobik usulning nazorat parametrlari ishlaydigan eritmaning qovushqoqligi va qayta ishlangan materialning sirt maydoni bo'yicha faol modda konsentratsiyasi olindi.

Ma'lum bir material uchun namlikka qarshi maksimal himoya darajasini ta'minlaydigan sirt gidrofobizatsiyasi texnologiyasining asosiy vazifalari quyidagilardir:

1) materialni suv o'tkazuvchan eritmasi bilan eng yaxshi singishini ta'minlash:

2) suv o'tkazmaydigan vositaning g'ovaklar va qoplamlar yuzasida gidrofobik ildizlarning optimal taqsimlanishini

Shuning uchun gidrofobik ishlash samaradorligi ko'rsatkichlari quyidagilar orqali aniqlanadi:

- suv o'tkazmaydigan materialning sirtida namlashmagan qatlamning qalinligi;

- 24 soatlik qayta ishlash uchun mayda assimilyatsiya sharoitida materialning gidrofoblangan yuzasi tomonidan so'rilgan suv miqdori.

Suvsimon bo'lmagan qatlamning qalinligi indeksleri gidrofoblangan namunalarni kesilgan yuzasini namlash orqali aniqlandi. .

Gidrofob radikallarning gidrofobik materialning sirt yuzasida konsentratsiyasi asosan eritmaning konsentratsiyasiga, shuningdek, qayta ishlanadigan materialning tekis yuzasiga, ya'ni uning kimyoviy tabiatiga bog'liqdir.

Gidrofob eritmaning singish darajasi zichlik, sirt tarangligi va dinamik qovushqoqlik kabi xususiyatlariga bog'liq. Ushbu xususiyatlar tajriba yo'li bilan suvli polimer eritmaları uchun aniqlandi.

4-jadval

Sinov ishlari olib borilgan namuna ko'rsatgichlari

Materialning shakli	O'rtacha zichligi, kg/m ³	G'ovaklilik darajasi, %	G'ovaklarning umumiy hajmi sm ³ /g	Sirt sarfi m ² /g
Keramika modda	1840	20	0,1451	6,8563
Sement – qum aralashmasi	1950	14	0,1100	2,0521

Ma'lumotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, polimer ishchi eritmasining konsentratsiyasining 1 dan 5 foizga oshishi bilan qovushqoqligi proporsional ortib borishi polimerning tikilishlar miqdori ortishidan dalolat beradi.

Materiallarning turlari uchun g'ovaklarning eng ko'p miqdori mayda teshiklar hajmi 0, 1-0, 5 mm atrofida, ammo sement-ohakli qum namunalari uchun maksimal 10-50 mkm hajmdagi katta teshiklar hududiga aralashtiriladi va keramik namunalar uchun jami bo'shliq hajmining 90% 0. 1-10 mikronga teng bo'lgan mintaqada, ya'ni keramik namunalarning g'ovak tuzilishi yanada ko'proq. Sement-ohakli qum namunalari ko'zga ko'rinadigan tuzilishi keramika namunalari bilan taqqoslaganda kichikroq g'ovak hajmiga ega bo'lgan yanada rivojlangan o'ziga xos sirt maydoni bilan tavsiflanadi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, o'rganilgan diapazonda polimer ishchi eritmalari konsentratsiyasining ortishi singdirilgan eritmaning miqdoriga va shuning uchun ham keramika va sement-ohakli qum namunalari kirib boradigan chuqurlik darajasiga ta'sir qilmaydi. Eritma sarfi keramika namunalari bo'yicha o'rtacha 2, 8 l/m² va sement-ohakli qum namunalari uchun 3-3, 2 l/m² tashkil qiladi. Singdirish darajasi sement-ohakli qum namunalari keramika namunalarga qaraganda ancha kuchliroq bo'lib hisoblanib bu miqdor 1 daqiqada, keramik moddalar uchun esa 4 minutdan ko'proq vaqt talab qiladi, bu esa keramika namunalari yanada zichroq tuzilishli va shuning uchun kamroq eritma singishi bilan izohlanadi .

Gidrofobik keramik namunalardagi suvning singishi minimal miqdori namunaviy eritma yordamida 2,4% gacha konsentratsiyali ishchi eritma ishlatilganda va faol moddaning sarfi 67 g/m² bo'lganida, suvsiz qatlamining qalinligi 1,7 santimetr ga teng bo'ladi.

Namunalardagi keltirilgan keramika materiallar konsentrlangan eritmalar bilan qayta ishlash samara bermaydi, chunki keramik materiallarda suvni singdirish darajasi 2,4 dan 3,86 % gacha oshadi, bu esa polimolekular kremniyorganik ustki qatlamidan o'rtacha holatda 2-5 marta ko'p deganidir. Natijada gidrofobik molekullarning gidrofil uchlari 1, 3-1, 6 martagacha faollashadi.

Gidrofoblangan sement-ohakli qum namunalari suvsizlantirilgan qatlam qalinligi keramik namunalardan farqli ravishda to'g'ridan-to'g'ri ishchi eritmaning konsentratsiyasiga va faol moddaning sarfiga bog'liq bo'lib, 5% ishchi eritma ishlatilganda maksimal 0,42 sm ga, faol modda iste'moli 152 g/m², va suvning singish darajasi minimal - 339 g/m² ga etadi.

Gidrofoblangan keramika va sement-ohakli qum namunalari suvsizlantirilgan qatlami turli xarakterli ekanligini g'ovaklarining solishtirma sirtini ancha rivojlanganligi bilan tushuntirish mumkin. Polimer molekullarining yuqori adsorbsion faollikka ega ekanligini ham aytish mumkin. Sabab bu sirtning gidratlangan shakllanganligi tabiatini sement-qum namunalari va uning polimer molekullariga nisbatan ko'proq adsorbsion faolligi yanada rivojlangan o'ziga xos yuzasi bilan izohlash mumkin, chunki OH – guruh sement toshlari klinker minerallaridagi gidratlangan -OH guruhning sirtidagi faol markazda joylashgani va ular bilan molekullararo tasirlashishi orqali tushuntiriladi.

Mustahkam sement va keramik materiallarni gidrofoblash jarayonini o'rganish shuni ko'rsatdiki, gidrofobik ishlov berish samaradorligi ularning tarkibiy xususiyatlariga bog'liq bo'lmay, ularning g'ovaklik sirtidagi gidrofobizator molekullariga nisbatan adsorbsion faollikka ham bog'liq. Bu

faollik qancha yuqori bo'lsa eritma ham shu sharoitda konsentrlangan bo'lishi kerak. Ushbu sharoitda qayta ishlaydigan materialni struktur xarakteriga ya'ni gidrofob eritmani shimishiga konsentratsiya tasir qilmaydi. Suvli polimer eritmaları bilan materiallarni gidrofobik usulda qayta ishlashning optimal texnologik parametrlari aniqlandi. Keramik g'ishtlari uchun 60-70 g/m² dan kam bo'lmagan faol moddalarni ishlatish tavsiya etiladi, bu eritma 1: 20 nisbatda aralashtirilsa, 40% tovar uchun polimer mahsuloti uchun ish eritmada 2,7-3 l/m² sarflanadi, shundagina 1,7 sm dan kam bo'lgan qavat hosil qilinadi va suvning singishi 100 barobar kamayadi. G'ovak strukturaga ega bo'lgan sement materiallari uchun eritma 1: 10 nisbatda aralashtirilganda, 40% tovar uchun polimer mahsuloti uchun ish eritmada 2,7-3 l/m² sarflanadi, shundagina 1,6 sm dan kam bo'lgan qavat hosil qilinadi va 24 soat davomida suvning singishi 10 barobar kamayadi.

5 – jadval

Polimer kompozitsiyalar tarkibiga bog'liq holda agdeziya mustahkamligining o'zgarishi

T/r	Dastlabki va turli nisbatlarda, ishlatiladigan polimerlar massada %	Poliviniletiniltrioksisilan tarkibidagi %	Adgeziya, N/sm ²	
			Quruq holda	Nam holda
1.	Akril emulsiyasi +suyuq shisha 1:1	2	550	216
		4	680	272
		6	720	288
		8	710	284
		10	715	286
2	1:2	2	520	208
		4	600	240
		6	590	236
		8	600	240
		10	280	112
	Suyuq shisha	2	420	168
		4	560	218
		6	420	170
		8	560	220
		10	180	75
	Akril emulsiyasi	2	270	108
		4	330	132
		6	300	120
		8	350	140
		10	410	164
	Akril emulsiyasi +suyuq shisha 1:1	-	160	64
	1:2	-	190	76
Suyuq shisha	-	180	72	
Akril emulsiyasi	-	200	82	

Komponentlarning turli nisbatlaridagi va suyultirish darajasidagi kompozitsiyalar qurilish materiallari bilan juda barqaror tizimni tashkil etishi aniqlandi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, tarkibida ma'lum darajada disperslikka ega polimer bilan adgeziyani sezilarli darajada oshirish mumkin. 5 – jadvalda adgeziya mustahkamligini polimer tarkibiga bog'liq holda o'zgarishi aniqlandi.

Plyonka hosil qiluvchi materiallar xususiyatlarini o'zgartirish uchun, poliviniletiniltrioksisilan va akril emulsiyasi asosidagi kompozitsiya, metall plitkada 150°C haroratda 5 minut davomida qizdirilganida plyonkaning issiqlikka barqarorligi aniqlandi, shartli ravishda foiz sifatda baholandi.

Charmning gidrofobligiga gidrofobizator ta'sirining tadqiqi. Silikonlarning molekular o'zaro ta'siri muammosi suyuqlik yoki qattiq jismlar yuzasida hosil bo'lishi mumkin bo'lgan yupqa qatlamlarning tuzilishi muammosi bilan chambarchas bog'liq, chunki suyuq silikonlar juda past sirt tarangligiga ega va bunday suyuqliklarning birlashishi ham past. Bu xususiyatlar monomolekular qatlamlarga ham xosdir, shuning uchun plyonkalar ko'piklanmaydi, bu ma'lum darajada ularning kuchini belgilaydi. Bundan tashqari, silikonlar ko'pincha antifoaming agentlari sifatida ishlaydi.

So'nggi paytlarda terini gidrofobizatsiya qilishning yangi samarali usullarini ishlab chiqishga katta e'tibor qaratilmoqda. Ushbu ishda biz terining ichki tuzilishidagi polimerlarning tarqalish tabiatini va ularning terining fizik xususiyatlariga ta'sirini o'rgandik.

Akril emulsiya, polietilgidrosiloksan bilan ishlov berilgan terilar (sinov namunalari) va ularning tarkibida oz miqdorda viniletiniltrioklorosilan bo'lgan kompozitsiyalar o'rganildi. Yuqorida aniqlanganidek, kompozitsiyaga akril emulsiya va polietilgidrosiloksan qo'shilganda, eng maqbul va maqbul konsentratsiya 4-6% ni tashkil qiladi.

Nazorat teri namunalari yuqoridagi polimerlardan foydalanmasdan standart texnologiya yordamida qayta ishlandi.

Teri namunalarining fizik-mexanik sinovlari qabul qilingan me'yoriy-texnik hujjatlarga muvofiq amalga oshirildi. Suvda eruvchan polimerlarning kirib borish chuqurligi mikroskopik tekshirish asosida aniqlandi. Kuzatish natijalari 9- jadvalda keltirilgan.

6-jadvalda keltirilgan ma'lumotlarga ko'ra, polietilgidrosiloksan tarkibini qo'llashda turli polimerlarning butun teri bo'limida bir xil taqsimlanishi kuzatiladi: akril emulsiya (1:1) va poliviniletinildigidroksiloklorosilan 1,0-3,0% sarfi bilan izohlanadi.

Akril emulsiyaning asosiy qismi teri tomonidan notekis so'rilishi tufayli yuz qatlamiga yotqizilganligi sababli, terining yuz tomoni yopishqoq va bo'yalgan bo'ladi.

Polietilgidrosiloksan va akril emulsiya va 5,0% poliviniletinildigidrookslorosilan asosidagi polimer-gidrofobizatorlarning terining ichki yuzasiga kirib borish chuqurligi va tarqalishi.

Polimer gidrofobizatorlarning tarkibiy qismlari	Polietilgidrosiloksan va akril emulsiya (nisbat 1:1) Konsentratsiya, %	Kirish chuqurligi, %	
		Old yuzadan	Pastki qism yuzasining yonidan
Akril emulsiya	1	16	28
	3	14	22
	5	12	23
	8	9	15
	12	6	11
Polietilgidrosiloksan	1	20	38
	3	18	34
	5	14	26
	8	12	23
	12	8	14
Akril emulsiya: Polietilgidrosiloksan	1	23	46
	3	20	40
	5	17	36
	8	14	27
	12	10	18

Ushbudan farqli o'laroq, akril emulsiya bilan terining gidrofoblanishi suv repellentlarining diskret taqsimlanishiga olib keladi va polietilgidrosiloksan bo'lsa: akril emulsiya poliviniletinildigidroksixlorosilan bilan birgalikda strukturaning alohida elementlarida o'ziga xos qoplamani kuzatish mumkin. polimer.

Polietilgidrosiloksan bilan terining suv o'tkazuvchanligi va namligining sezilarli darajada pasayishiga erishilganligini hisobga olsak, etarli darajada gidrofobizatsiya ta'sirini olish uchun suv repellentining bir tekis taqsimlanishi haqidagi mavjud fikr to'g'ri ekanligini tan olish kerak. terining ichki yuzasining uchdan birida kerak.

Ma'lumki, g'ovakning effektli diametrlar bo'ylab taqsimlanishi tabiati polimerlarning umumiy g'ovakligi va kimyoviy tabiati bilan birgalikda terining fizik xususiyatlariga, xususan bug' va havo o'tkazuvchanligiga 7-jadvalda keltirilgan ma'lumotlar bo'yicha sezilarli ta'siri ko'rsatadi

5,0% poliviniletinildigidroksixlorosilan ishtirokida polimerlarning kimyoviy tabiatiga qarab eksperimental va nazorat terilarining g'ovakligi va bug' va havo o'tkazuvchanligining o'zgarishi

Ko'rsatkichlar	Teri namunalari			
	Tajribali, qayta ishlangan			Nazorat
	Akril emulsiya	Polietyl-gidrosiloksan	Akril emulsiya: polietyl-gidrosiloksan	
G'ovaklilik, %*	42	51	45	54
Havo o'tkazuvchanligi, $\text{sm}^3/(\text{sm}^2 \cdot \text{s})$	248	336	364	515
Bug' o'tkazuvchanligi, %	73,7	79	80,1	80,6

Izoh. Olingan natijalarning ishonch oraliqlari: g'ovaklilik $\pm 3,4$; havo o'tkazuvchanlik $\pm 2,6$; bug o'tkazuvchanligi $\pm 2,3$.

G'ovaklilikni kerosin yordamida gravimetrik piknometrik usul bilan aniqlandi.

7-jadvaldagi ma'lumotlardan shunday xulosaga kelindiki, sinov teri namunalari g'ovakligi va gidrofobizatsiyadan so'ng nafas olish qobiliyati nazorat namunalari nisbatan pasayadi. Bundan tashqari, terini polietilgidrosiloksan bilan: strukturaviy elementlar yuzasiga yupqa plyonkalar ko'rinishida yotqizilgan akril emulsiya bilan ishlov berishda namunalarning havo o'tkazuvchanligi 2 barobarga kamayishi aniqlandi. Terining mikro tuzilishida polimerlarning diskret taqsimlanishi bilan bu ko'rsatkichlar sezilarli darajada o'zgaradi. Eksperimental teri namunalari bug o'tkazuvchanligi ba'zi hollarda nazoratdan oshib ketadi, bu mikro-, mezo- va nanoporalarda gidrofil va gidrofobik maydonlarning almashinishi bilan izohlanadi. Ma'lumki, ikkinchisi nozik tuzilmalarning bug o'tkazuvchanligi uchun shartlardan biridir. Polimer birikmalari bilan ishlov berilgan namunalari uchun gidrofobik ta'sirning kuzatilgan barqarorligi, shuningdek, takroriy penetrator bilan ishlov berish va terini keyinchalik quritish namlanish xususiyatlarini amalda o'zgartirishini tasdiqlaydi. Ayrim hollarda terining suvni singdirish qobiliyati keskin pasayadi. Buni 8-jadvalda keltirilgan ma'lumotlar aniq ko'rsatib turibdi.

Bu holatni takroriy penetratsion muolajalardan so'ng, ba'zi gidrofilik komponentlarning migratsiyasi bilan bir vaqtda terida funksional faol polimerlar o'rnatilishi bilan izohlash mumkin.

Tajriba va nazorat terilarining ikki soatlik namligining ishlatiladigan polimerlarga bog‘liqligi

2 soat namlanish, %	Teri namunalari			
	Tajriba, qayta ishlangan			Qayta ishlanmagan nazorat
	Akril emulsiya	Polietil-gidro-siloksan	Akril emulsiya: Polietilgidrosiloksan	
Dastlabki	43,7	42,7	41,2	86,4
Namlanish va quritish siklidan keyin				
1-go	41,6	41,4	38,7	78,4
2-go	41,3	40,8	36,4	76,9
3-go	40,9	40,2	32,1	74,6
4-go	41,5	39,7	30,5	71,3
\sum o‘rtacha	40,8	40,3	34,4	75,3

Natijalarning ishonchlilik chegarasi $\pm 1,8$ %.

Tozalangan terining namligining pasayishi, aniqki, penetratsiya jarayonida (sovun-soda-organik erituvchilar bilan ishlov berish) asoslar tomonidan katalizlangan past molekular og‘irlikdagi fraksiyalar tarkibida qo‘shimcha polimerizatsiya natijasida yuzaga keladi.

Shunday qilib, olingan natijalar va olib borilgan tadqiqotlarga asoslanib, biz gidrofobizatsiya jarayonida terining fizik xususiyatlarini to‘liqroq saqlash uchun terining tuzilishida polimerlarning bir xil taqsimlanishiga erishish kerak degan xulosaga kelishimiz mumkin. bunga polimer tizimlaridan foydalanganda erishiladi akril emulsiya: oz miqdorda viniletiniltriklorosilan o‘z ichiga olgan polietilgidrosiloksan.

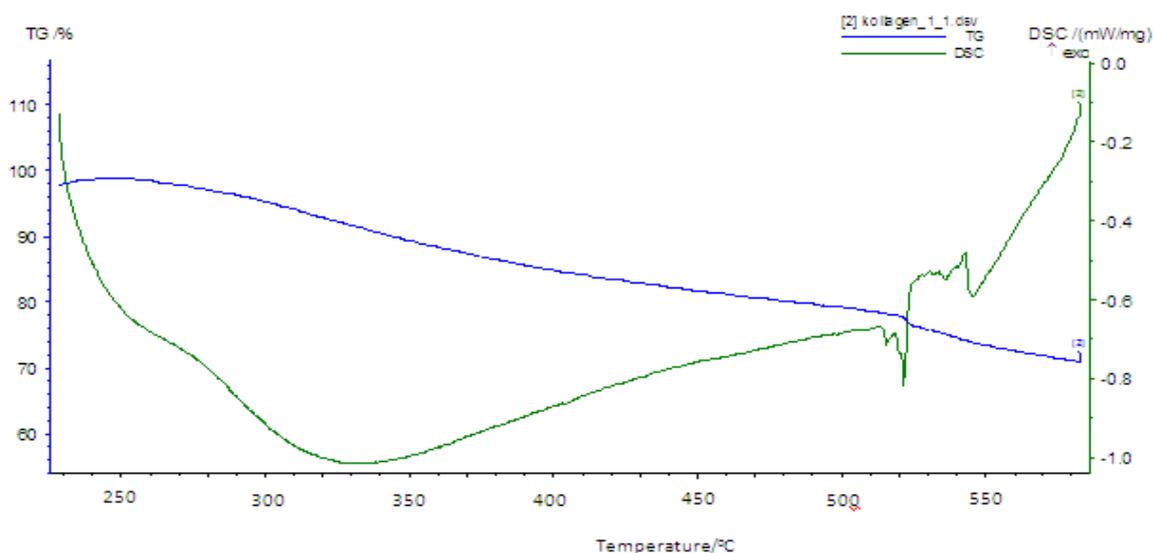
Polimerlar va ular komponentlarining termobarqarorligini o‘rganish. Polimer materiallarning olovbardoshligini ta‘minlovchi asosiy omil - ularning termik barqarorligidir. Shu munosabat bilan, tadqiqotda olingan polimerlarning termik barqarorligi differensial termik tahlil (DTT) usuli orqali tahlil qilindi. Namunaning massasi 5-6 mg oraliq‘ida tanlandi. Barcha o‘lchov jarayonlari azotning inert atmosferasida, 50 ml/min tozalash gaz oqimi tezligida o‘tkazildi. Harorat diapazoni 20-600 °C ni tashkil etib, isitish tezligi 10 K/min darajada saqlandi.

O‘lchov tizimi indiy, vismut, kalay, ruh va seziy xlorid kabi standart moddalar yordamida kalibrovka qilindi. Ushbu shartlarda organosilikon moddalarning termik barqarorligi (3-rasm) aniqlandi.

Differensial termik tahlil natijalarini tahlil qilishda, avvalo molekula tarkibidagi bog‘langan va bog‘lanmagan suvning mavjudligini hisobga olish zarur. Tahlil jarayonida molekularning hosil bo‘lish entalpiyalari asosida, qaysi bog‘

birinchi bo'lib uzilishini aniqlash mumkin. Shuningdek, massa yo'qotish jarayonlari uzilishi mumkin bo'lgan bog'larga va ularning tarkibiga mos holda tahlil qilinishi kerak. Barcha destruksiya jarayonlarining endotermik xususiyatga ega ekanligini ham unutmash lozim.

3-rasmda keltirilgan derivatogrammaga asosan, gidrolizlangan poliakrilonitril asosida olingan kremniyorganik polimerning differensial termik tahlilida 20-522 °C harorat diapazonida namunaning massasi asta-sekin kamayadi. Bu jarayon ko'rinadigan termal hodisalarsiz, asosan gidratlangan va gidratlanmagan namlikning asta-sekin chiqishi bilan bog'liq. 522 °C da kuchli termal emissiya kuzatiladi, bu polimerning pirolitik parchalanishi natijasida sodir bo'ladigan ekzotermik reaksiyadir.



3-rasm. Gidrolizlangan poliakrilonitril va tetraetoksisilan asosida olingan kremniyorganik polimerning differensial termik tasviri

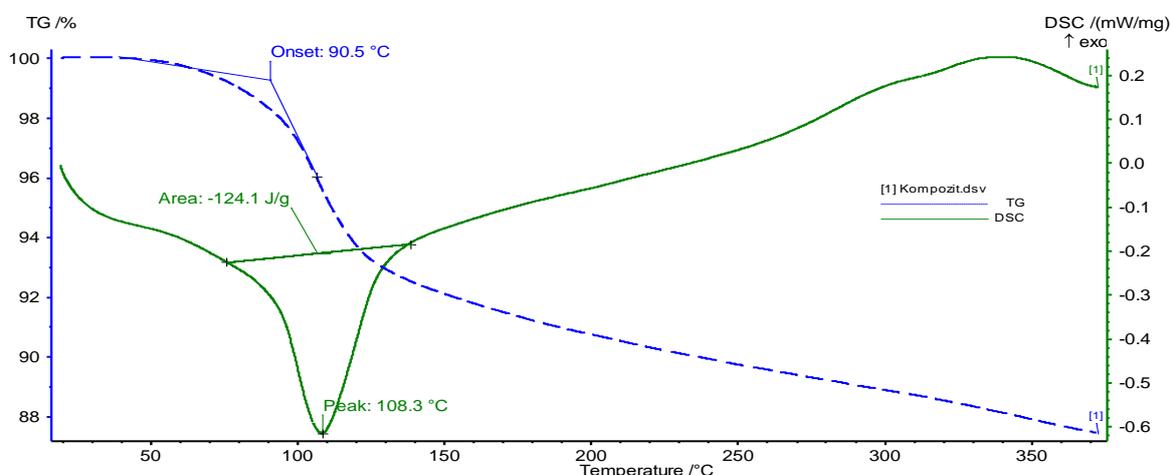
Umumiy vazn yo'qotishi 27,4% ni tashkil etadi. 548-550 °C haroratda C-C bog'larining uzilishi bilan destruksiya jarayoni boshlanadi. Jarayon kul hosil bo'lishigacha (Si-O bog'i qolgungacha) davom etadi.

Gidrolizlangan akril emulsiya va tetraetoksisilan asosida olingan kremniyorganik polimerning termik barqarorligi

Tadqiqotlar azotning inert atmosferasida, oqim tezligi 50 ml/min sharoitida olib borildi. Issiqlik tahlili 25-370 °C harorat diapazonida, haroratni oshirish tezligi esa 5 K/min etib belgilandi. Tahlil uchun tanlangan namunalarning massasi 5-10 mg ni tashkil qildi. Termoanalitik qurilmani standartlashtirish uchun kalibrlash jarayonida KNO₃, indiy (In), vismut (Bi), kalay (Sn) va ruh (Zn) moddalaridan iborat standart etalonlar to'plamidan foydalanildi.

Termik barqarorlik tadqiqoti natijalaridan xulosa qilish mumkinki, 20-390 °C harorat diapazonida kompozit materialning termal harakat xususiyatlari kuzatilgan. Tahlil natijalariga ko'ra, 90-130 °C oralig'ida massa yo'qotish 7,49% ni tashkil etib, bu jarayon adsorbsiyalangan suvning chiqib ketishi bilan bog'liq.

Shuningdek, 390 °C gacha bo‘lgan haroratda namuna massasida asta-sekin yo‘qotish kuzatiladi, bu 0,2 %/min tezlikda amalga oshadi. Tadqiq etilgan harorat diapazonida namunaning umumiy vazn yo‘qotishi 12,5% ni tashkil etadi.

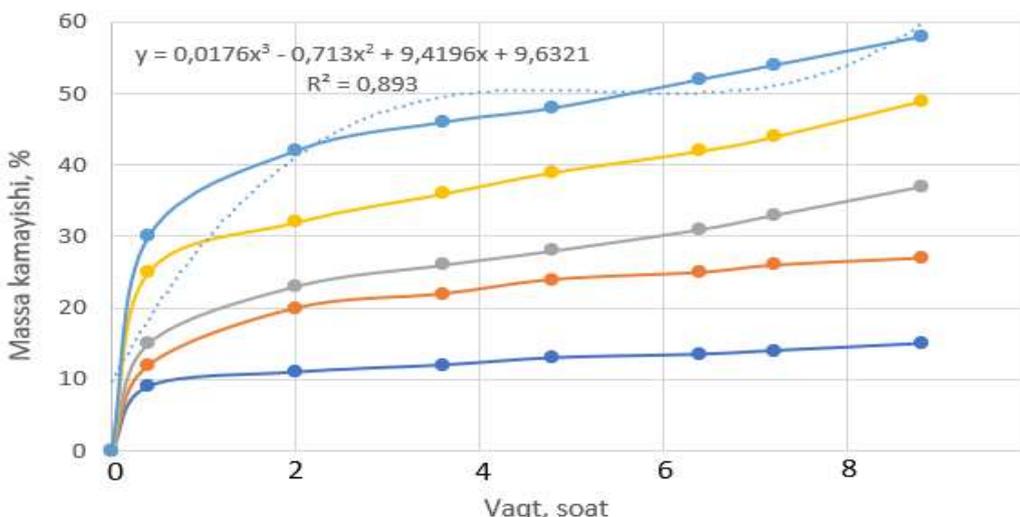


4-rasm. Hidrolizlangan akril emulsiya va tetraetoksisilan asosida olingan kremniyorganik polimerning differensial termik tahlili

Poliviniletiniltrietoksisilanning termooksidlash destruksiyasini o‘rganish.

Polimerlarning termooksidlash destruksiyasi, odatda, 200-400 °C harorat diapazonida amalga oshiriladi. Tadqiqotda poliviniletinil-trietoksisilanni oksidlovchi modda sifatida benzoil peroksid bilan qayta ishlash jarayoni o‘rganildi. Benzoil peroksidning sarfi polimerning umumiy massasining 2,5% ni tashkil qildi.

Poliviniletinil-trietoksisilanning termooksidlash destruksiyasi natijalari 6-rasmda keltirilgan bo‘lib, ulardan termooksidlash jarayonining asosiy qonuniyatlari va polimer strukturasi ta‘siri haqida ma‘lumot olish mumkin.



5-rasm. Poliviniletiniltrietoksisilanning benzoil peroksid ishtirokida destruksiya darajasi (massa kamayishi, %) harorat va vaqtga bog‘liqligi.

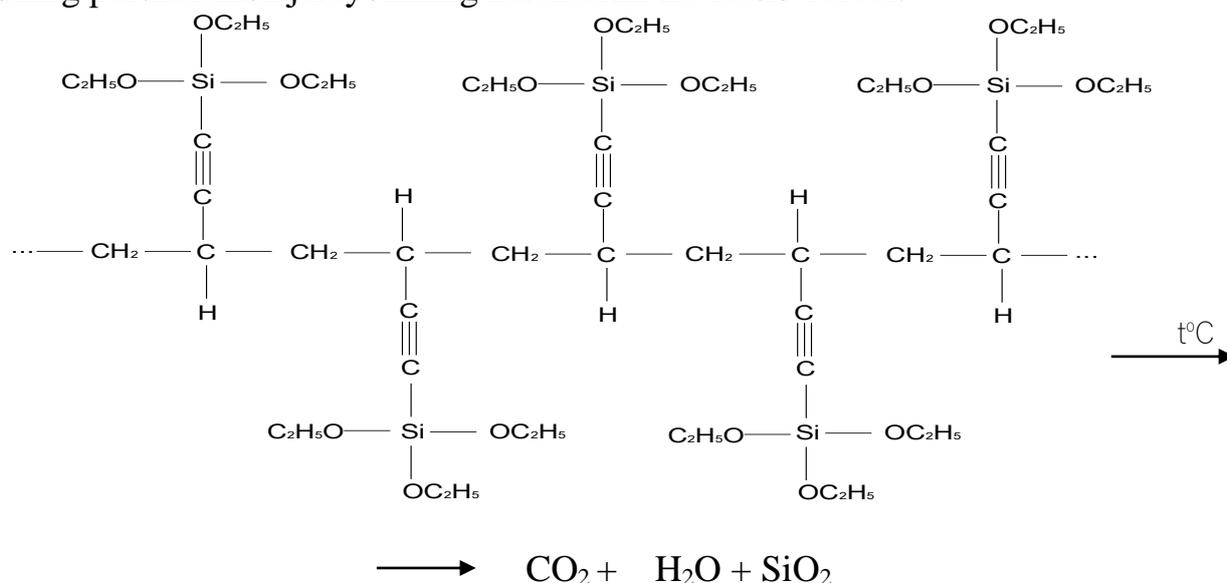
Grafik termik oksidlash jarayonidagi harorat rejimlarini quyidagicha aks ettiradi: 1 - 200 °C; 2 - 250 °C; 3 - 300 °C; 4 - 350 °C; 5 - 400 °C.

5-rasmda harorat va vaqt omillarining massa yo‘qotish jarayoniga ta‘siri aniq ko‘rsatilgan. Bu jarayon polimerning termooksidlash destruksiyasida haroratning

muhim rol o'ynashi va benzoil peroksidning reaksiya dinamikasiga ta'sirini ko'rsatadi.

Differensial termik tahlil natijalariga ko'ra, poliviniletinil-trietoksisilanning termooksidlanish jarayoni haroratga bog'liq qonuniyatlarga ega ekanligi aniqlandi. 200 °C haroratda polimerning biroz destruksiya uchirishi qayd etildi. 250-350 °C diapazonida esa intensiv polimer parchalanish jarayoni sodir bo'ladi.

400 °C haroratda poliviniletinil-trietoksisilan to'liq destruksiya uchirishi kuzatildi. Bu jarayon polimerning haroratga nisbatan barqarorligi chegarasini va uning parchalanish jarayonining xarakterini ko'rsatib beradi.

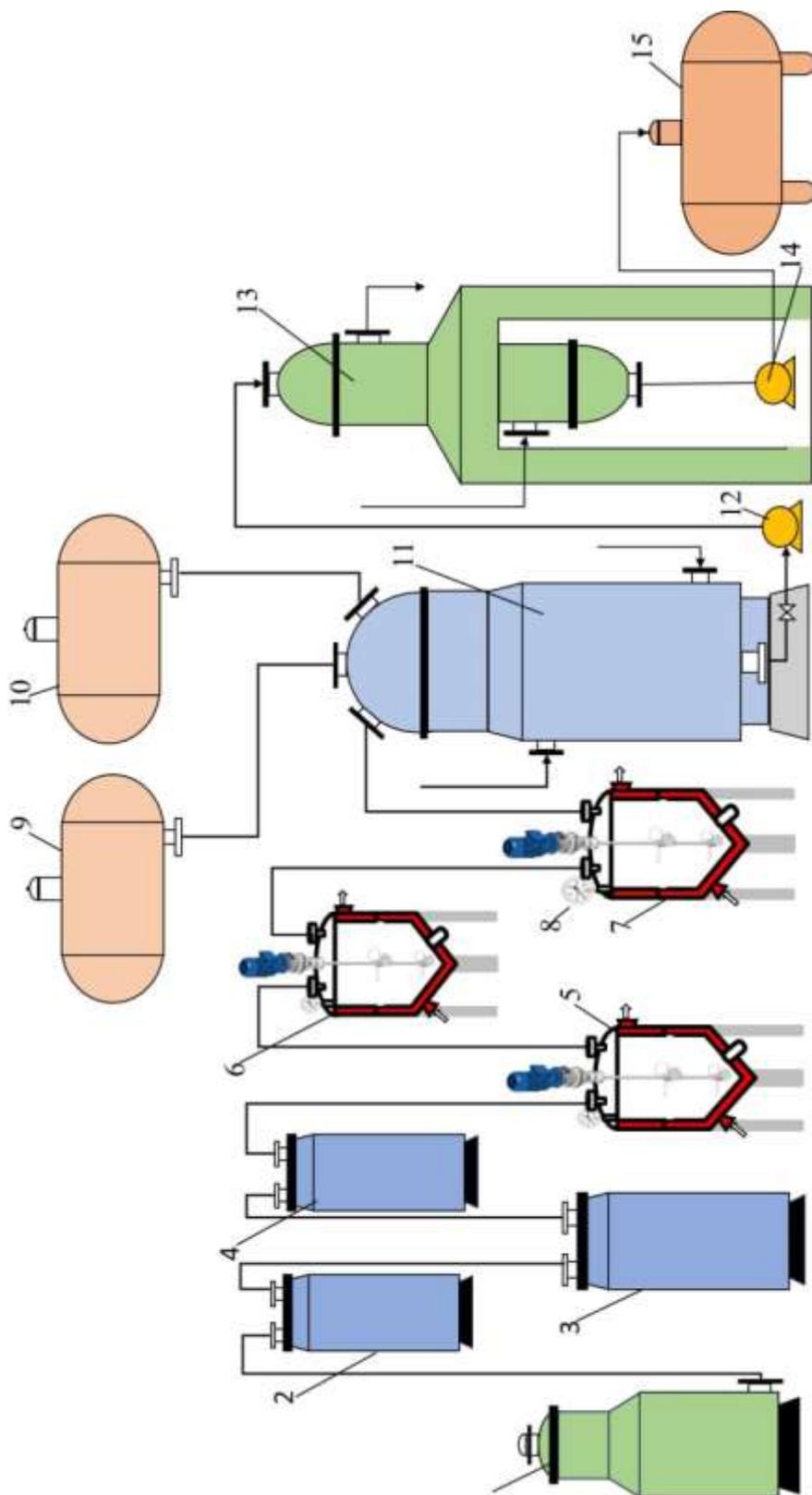


Hosil qilingan mahsulotlarning turli haroratlarda termik oksidlanish natijasida destruksiya darajasi tahlil qilindi. 250 °C haroratda jarayon 3 soat davomida olib borildi va natijada massa yo'qotish 21,85% ni tashkil qildi. 400 °C haroratda esa shu jarayon natijasida massa yo'qotish ko'rsatkichi 52,44% ga etganligi aniqlandi

Polimer gidrofobizatorning olinish texnologiyasi

Har qanday kimyoviy reagentlarning sanoatda va turmushdagi ehtiyoj va talabdan kelib chiqqan holda ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish zarurati paydo bo'ladi. Mahsulotning talabidan kelib chiqqan holda u seriyali, yoki oz miqdorda ishlab chiqarilishi mumkin.

Har qanday ishlab chiqarish dastlab loyihalashtirish va parametrlarni aniqlashdan boshlanadi. Mazkur ishda ham olib borilgan tadqiqotlar asosida mahsulot ishlab chiqarish texnologik sxemasi yaratildi (6-rasm). Taklif etilayotgan texnologik sxemada asetilen olinishidan boshlab jarayonning ixirgi bosqichi polimerga bo'lgan jarayon qamrab olingan. Dastlab asetilen 1 – asetilen konvertoridan chiqadi va 2-4 quritish jarayonidan o'tkaziladi. Bunda chiqayotgan asetilen tarkibida uchrashi mumkin bo'lgan mexanik qo'shimchalar, suv bug'i va qarbonat angidritni tutib qolish uchun reagentlar tanlandi. Asetilenni dimerlash reaktorda katalizator ishtirokida olib (5 – dimerlovchi reaktor (katalizator mis (I) xlorid 200g + ammoniy xlorid 80 g + 6-8 ml kotsentrlangan xlorid kislotasi), gidroksinon bilan stabillashtirilgan) olib borildi.



6-rasm. Poliviniltri-etoksisilan olishning prinsipial texnologik sxemasi 1 – atsetilen konvertori; 2 – qo‘shimcha moddalarni tozalash uchun ishqor eritmasi; 3 – dastlabki quritish; 4 – oxirgi quritish uchun kotsentrlangan sulfat kislotasi; 5 – dimerlovchi reaktor (katalizator mis (I) xlorid 200g + ammoniy xlorid 80g + 6-8 ml kotsentrlangan xlorid kislotasi), gidroxinon bilan stabilashtirilgan; 6 – absorber-ksilloli yoki xlorbenzollisi; 7 – Reaktor -Grinyar reaksiyasi uchun; 8 – termometr; 9,10 – erituvchi va reagentlar uchun kub; 11-VETEOS olish uchun reaktor; 12,14-nasos; 13 -Polimerlanish uchun reaktor; 15-kub.

Organik reaksiyalar paralel borishini inobatga olgan holda sistema gidroxinon bilan stabilashtiriladi. Reaktordan chiqayotgan dimerlangan gaz tarkibida asetilen va vinilasetilen mavjud bo‘lib, vinilasetilen tanlangan-spesifik absorbentga sovutish orqali absorbsiyalash usuli bilan yig‘ib olinadi. Absorbentga yutilmagan ya’ni, dimerlanmagan asetilen yana katalizatorli reaktorga yuborilib unumni oshirish mumkin. Absorbentga yuttirilgan vinilasetilen harorat ortishi bilan

desorbsiyalanadi va efir eritimasida magniy bilan ta'sirlashib (7 – Reaktor -Grinyar reaksiyasi uchun) magniyorganik birikma hosil qiladi. Jarayonni (8 – termometr) harorati boshqarib turiladi. Reagentlarni saqlovchi kublar orqali (9,10 –erituvchi va reagentlar uchun kub) keyingi kiritiladigan reagentlar kiritilib (11-VETEOS olish uchun reaktor) almashinish reaksiyasi orvali VETEOS sintezi amalga oshiriladi. Jarayon vaqtida mahsulot yoki xom ashyoni bir jarayondan ikkinchisiga o'tkazish uchun (12,14-nasos) nasosdan foydalaniladi. Tozalangan VETEOS termik polimerlanish (13-Polimerlanish uchun reaktor) reaktorga yuboriladi. Hosil bo'lgan polimer moysimok qovushqoq massa bo'lib, nasos orqali haydab yig'ib olinadi va kubga saqlanadi.

XULOSA

1. VEDGXS, VETES, GIPAN, AE asosidagi polimerlar sintezining kinetik qonuniyatlari asosida maqbul sharoitlari topilib, polimerlarning tuzilishi, strukturasi identifikatsiya qilindi dastlabki komponentlar 1:1 nisbatda, efir sistemasida unum 62 % ga erishildi.

2. VEDGXS, VETES, GIPAN, AE asosidagi polimerlarning modifikatsiyalangan shakllarining fizik holati, issiqlik va termik va gidrofobik xususiyatlariga hamda ularning o'zgartirilgan shakllariga ta'sir qilish orqali mahalliy xom ashyolarga asoslangan suv, namlikka va haroratga chidamli kompozitsiyalarning samaradorligini oshirish usuli yaratilgan.

3. Polimerlarning fizik holati, tuzilishi va kimyoviy tarkibiga kimyoviy reagentlar nisbati, tashqi omillar ta'siri asosida termik-gidrofobik tarkiblarning belgilangan termik-gidrofobik parametrlarga erishildi.

4. Charm, sement va boshqa qurilish materiallari gidrofobik tarkibi VEDGXS, VETES, GIPAN, AE asosidagi polimerlar asosida samarali gidrofob qoplamalar yaratildi, charm va sement tuzilmalari va materiallarining gidrofob xususiyatini oshirish va ko'p bosqichli gidrofobik himoya qilish usuli ishlab chiqilgan.

5. VEDGXS, VETES, GIPAN, AE asosidagi polimerlar asosida olingan materiallarning termik xususiyatlari tadqiq etilgan va destruksiyasi o'rganilgan.

6. VEDGXS, VETES, GIPAN, AE asosidagi polimerlar asosida barqaror termik va gidrofob dispers tizimlar ishlab chiqildi va ular asosida yuqori samarali gidrofoblovchi kompozitsiyalar yaratildi, tizimning xossalari matematik qayta ishlandi.

7. Buxoro viloyat yong'indan saqlash jamoat birlashmasida reglament ishlab chiqilib, "201-son XKMK" mas'uliyati cheklangan jamiyatda o'tkazilgan sinov tajriba ishlari natijasida yillik iqtisodiy samaradorlik 500 mln so'm bo'lishi aniqlandi hamda foydalanishga tavsiya qilindi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.16/30.12.2019.К/Т.87.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
НАУЧНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ИНСТИТУТЕ ХИМИЧЕСКОЙ
ТЕХНОЛОГИИ**

**БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

АХМЕДОВ ВОХИД НИЗОМОВИЧ

**ПОЛУЧЕНИЕ, СВОЙСТВА И ТЕХНОЛОГИЯ ГИДРОФОБНЫХ
КОМПОЗИЦИЙ**

02.00.14 – Технология органических веществ и материалы на их основе

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации доктора технических наук (DSc)**

Ташкент-2025

Тема диссертации доктора наук (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2020.2.DSc/T337.

Диссертация выполнена в Бухарском государственном техническом университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета по адресу www.tktiti.uz и информационно-образовательном портале «ZiyoNET» по адресу www.ziyo.net.

Научный консультант

Кодиров Тулкин Жумаевич
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Нуркулов Файзулла Нормуминович
доктор технических наук, профессор

Зиядуллаев Одиждон Эгамбердиевич
доктор химических наук, профессор

Вафоев Хусниддин Мирзаевич
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

Ферганский государственный технический университет

Защита диссертации состоится «27» августа 2025 г. в «09:00» часов на заседании Научного совета DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 при Ташкентском научно-исследовательском институте химической технологии по адресу: 111116, Ташкентская область, Ташкентский р-н, ул. Шурабазар, Тел.: (+99895) 144-67-83. E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии за № 2025/23, с которой можно ознакомиться в ИРЦ (111116, Ташкентская область, Ташкентский р-н, Шурабазар, Тел.: (+99895) 144-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz

Автореферат диссертации разослан «09» августа 2025 года.
(протокол рассылки № 2025/23 от «09» августа 2025 г.).



А.Т. Джалилов
Председатель научного совета
по присуждению учёных степеней,
д.х.н., проф., академик

Ш.Н. Киёмов
Учёный секретарь научного совета по
присуждению учёных степеней, д.т.н., с.и.с.

Х.С. Бекназаров
Председатель научного семинара
при научном совете по присуждению
учёных степеней, д.т.н., проф.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация к диссертации доктора наук (DSc))

Актуальность и необходимость темы диссертации. В мире большое внимание уделяется производству гидрофобных и термостойких защитных средств на основе современных технологий и повышению с их помощью различных материалов, а также влагостойкости и термостойкости конструкций. Актуальными во всех отношениях являются работы по созданию химических материалов, повышающих гидрофобность, и получению материалов с заданными свойствами и свойствами, удовлетворяющих требованиям жизни, путем включения их в различные материалы. Поэтому при создании влагостойких, термостойких гидрофобных материалов и их использовании в различных отраслях промышленности важно создавать химические препараты нового поколения обладающими комплексными свойствами на основе инновационных технологий.

Сегодня в мире ведутся целенаправленные научные исследования по направлениям, которые включают создание моделей механизмов физико-химических, термохимических процессов, протекающих в защитных покрытиях под воздействием влаги и температуры. В связи с этим особое внимание уделяется созданию компактных, точных и быстрых методов оценки влияния компонентов в составе строительных конструкций и материалов на вещества со стабильными показателями, создание нового поколения высокоэффективных гидрофобных, термостойких покрытий на основе широко распространенных природных ресурсов, синтез новых кремнийорганических полимеров, определение их свойств и разработка на их основе технологии создания солеустойчивых и влагостойких композиций.

В нашей республике на основе местного сырья реализуются важные меры по расширению производства веществ, важных для различных отраслей промышленности, внедрению новых методов на практике, повышению эффективности технологического процесса за счет модернизации существующих технологических процессов, снижению себестоимости продукции, сокращению объемов импорта и расширению синтеза веществ, предназначенных для экспорта. В связи с этим важное значение приобретает синтез различных гидрофобных, термостойких соединений на основе ГИПАНА и подобных ему веществ, являющихся промышленным продуктом, разработка технологии получения и определение эксплуатационных свойств получаемых соединений.

Данное диссертационное исследование однозначно способствует выполнению задач, установленных Указами Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022 – 2026 годы», УП-5853 от 23 октября 2019 года «Об утверждении Стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020 – 2030 годы», Постановления Президента Республики Узбекистан от 3 апреля 2019 года № ПП-4265 «О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности химической промышленности», ПП-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах

по ускоренному развитию химической промышленности Республики Узбекистан», № ПП-3479 от 17 января 2018 года «О мерах по стабильному обеспечению отраслей экономики страны востребованными видами продукции и сырья», ПП-4198 от 20 февраля 2019 года «О мерах по коренному совершенствованию и комплексному развитию промышленности строительных материалов», ПП-4335 от 23 мая 2019 года «О дополнительных мерах по ускоренному развитию промышленности строительных материалов», а также установленных нормативными правовыми актами, касающимися данной деятельности.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологии Республики VII «Химические технологии и нанотехнологии».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации. Научные исследования, направленные на получение и внедрение новых органических химических добавок к полимерным материалам, проводятся ведущими мировыми научными центрами Centre for Polymer and material Technologies, Ghent University (Бельгия), Chonnam National University (Южная Корея), Corporation, Lowell Massachusetts (США), Department of Specialization in Health and Environment Technologies, Duzce University (Турция), Chemical Research Centre, Hungarian Academy of Sciences (Венгрия), Ningbo Institute of Materials Technology and Engineering, Chinese Academy of Sciences (Китай), Hybrid Polymers Research Group, Polymer Electronics Research Centre, University of Auckland (Новая Зеландия) проводятся научные исследования.

Получен ряд научных результатов по проведенным в мире исследованиям по синтезу гидрофобных и термостойких олиго(поли)меров и созданию технологий их производства, в том числе синтезу олиго(поли)меров, содержащих кремний, фосфор и цинк (институт им. Андрианова - Россия, НИИ элементоорганических соединений им. Хананавили, Грузия); разработан метод модификации кремнийорганических полимеров (Ляочэнский университет, Китай); синтезированы неорганические модификаторы, улучшающие термические свойства кремнийорганических полимеров (Центральный научно-исследовательский институт машиностроения, Дургапур, Индия); получены гидрофобные и термостойкие покрытия на основе кремнийорганических олиго(поли)меров (Жешовский технологический университет, Жешов, Польша); составы из АБС-пластика подвергаются термическому окислению. влияние на стабильность установлено (Антверпенский университет, Брюссель, Бельгия); разработаны методы термической стабилизации нанокпозиций на основе полиолефинов (Будапештский столичный университет, Будапешт, Венгрия); разработаны синергетические смеси на основе лантанового сульфадиазина для термической стабилизации ПВХ (Университет Цинхуа, Китай); синтезированы мономеры на основе фенолов, α -токоферолов и фосфитов со стерическим барьером и синтезированы полимерные использовано в материалах (Калифорнийский технологический

институт, Паседена, США); разработаны новые технологии накопительных стабилизаторов N, P и S и определены закономерности сольватации и "Эхо" стабилизации пластифицированного ПВХ на основе производных азометина.

В мировой практике ведутся научные исследования по ряду приоритетных направлений развития технологий: создание новых композиций на основе химических соединений, защищающих горючие материалы от возгорания, разработка новых современных методов модификации текстильных тканей, древесины, полимеров и других материалов с антипиренами, а также разработка экологически и экономически эффективных технологий.

Степень изученности проблемы. Научные решения теоретических и практических задач снижения уровней влажностной опасности строительных конструкций и различных материалов, вопросы создания высокоэффективных средств защиты от влаги и засоления и разработки современных методов испытаний были разработаны рядом ученых как: академик А. Андрианов, Е. Хананашвили, А. Я. Корольченко, Н. В. Смирнов, Т. Р. Еремина, Т. Ю. Еремина, А. В. Сивенков, Б. В. Серков, М. В. Крашенинников, Кипинг, Фридель и Крафтс, С. И. Омельченко, Н. Ахмед А. Каусар, Г. Н. Квак, Н. И. Колсова, Ю. Г. Хсю, К. Н. Лин, С. Опра, В. В. Михеева, В. Цзян, Ф. Л. Джин, Г. Рокицкий, А. Дибенедетто, А. А. Берлина, Гриньяр, К. К. Куатбаев, К. А. Андрианов, С. В. Захарова, М. М. Кабачкин, Т. В. Королева, М. В. Лотарев, А. Н. Поливанов, В. М. Копылов, В. В. Киреев, А. И. Демченко, А. А. Аршинов, Д. О. Анашкин, И. М. Райгородский, Н. Н. Дебелева и др.

В нашей стране по данному направлению проведены ряд исследований. В том числе А. Т. Джалилов, С. М. Туробжанов, Т. Ж. Кадыров, Ф. Нуркулов и др. синтезировали и изучали свойства термически стабильных или гидрофобных (олиго)полимеров.

Исследования, связанные с разработкой и применением влагостойких и других видов материалов на основе местного сырья, несколько менее изучены. Несмотря на то, что в настоящее время на мировых и республиканских строительных рынках имеется достаточное количество влагозащитных материалов, создание влагозащитных средств по-прежнему является актуальным вопросом. Это связано с тем, что влагозащитные средства, применяемые в нашей республике, в основном импортные, и этот вид продукции, предлагаемый отечественными производителями, в основном производится на основе импортных компонентов по технологиям зарубежных фирм. При разработке влагозащитных средств используются химические соединения, которые вредны. В связи с этим ведется достаточная научно-исследовательская работа, в том числе по разработке влагозащитных покрытий комплексной функции на основе минерального сырья.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего учебного заведения. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ Бухарского инженерно-технологического института в рамках практического проекта на тему №ПЗ-2017090419 "Разработка состава и

технологии солеустойчивых гидрофобных строительных композиций на основе элементоорганических полимеров” (2018-2020 гг.).

Целью исследования является разработка технологий синтеза, модификации и применения кремнийорганических термо- и гидрофобных (олиго)полимеров на основе местного сырья в качестве гидрофобизаторов и термостабилизаторов в различных отраслях промышленности.

Задачи исследования:

исследование кинетических закономерностей синтеза полимеров на основе ВЕДГХС, ВЕТЕС, ГИПАН, АЭ и нахождение оптимальных условий на его основе, идентификация структуры, строения полимеров;

создание метода повышения эффективности водо-, влагостойких и термостойких композиций на основе местного сырья путем воздействия на физическое состояние, термические и гидрофобные свойства модифицированных форм полимеров на основе ВЕДГХС, ВЕТЕС, ГИПАН, АЭ а также на их модифицированные формы;

исследования влияния внешних факторов на достижение заданных термогидрофобных параметров термогидрофобного состава путем изменения соотношения химических реагентов к физическому состоянию, структуре и химическому составу полимеров;

создание эффективных гидрофобных покрытий на основе полимеров на основе ВЕДГХС, ВЕТЕС, ГИПАН, АЭ гидрофобный состав кожи, цемента и других строительных материалов, повышение гидрофобных свойств кожаных и цементных конструкций и материалов и разработка метода многоступенчатой гидрофобной защиты;

исследование тепловых свойств материалов, полученных на основе полимеров на основе ВЕДГХС, ВЕТЕС, ГИПАН, АЭ и изучение кинетики деструкции;

разработка устойчивых термических и гидрофобных дисперсных систем на основе полимеров на основе ВЕДГХС, ВЕТЕС, ГИПАН, АЭ и создание на их основе высокоэффективных гидрофобных композиций, разработка математического решения свойств системы;

создание технологии получения полимеров на основе ВЕДГХС, ВЕТЕС, ГИПАН, АЭ .

Объектами исследования являются ВЭМБ, ГИПАН, мочевины, формальдегид, ТЕОС, жидкое стекло и акриловая эмульсия, кожа, цемент и строительные материалы.

Предметом исследования является синтез, модификация новых кремнийорганических термо- и гидрофобных (олиго)полимеров на основе отечественного сырья путем изучения их состава, структуры, физико-химических свойств, а также их применение в качестве гидрофобизаторов в строительстве для повышения влагостойкости и солеустойчивости зданий и сооружений.

Методы исследования: В ходе исследования были использованы методы ИК-спектроскопии, дифференциально-термического анализа,

химического и электронно-микроскопического исследования, оптического и вискозиметрического анализа.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

на основе кинетических закономерностей синтеза полимеров на основе ВЕДГХС, ВЕТЕС, ГИПАН, АЭ найдены оптимальные условия, идентифицированы структура, строение полимеров и исходные компоненты в соотношении 1:1, выход в эфирной системе доведен до 62 %;

создан метод повышения эффективности водо-, влагостойких и термостойких композиций на основе отечественного сырья путем воздействия на физическое состояние, термические и гидрофобные свойства модифицированных форм полимеров на основе ВЕДГХС, ВЕТЕС, ГИПАН, АЭ а также их модифицированных форм;

на основе соотношения химических реагентов к физическому состоянию, структуре и химическому составу полимеров, влияния внешних факторов определяются установленные термогидрофобные параметры термогидрофобного состава;

гидрофобный состав кожи, цемента и других строительных материалов на основе полимеров на основе ВЕДГХС, ВЕТЕС, ГИПАН, АЭ созданы эффективные гидрофобные покрытия и разработан метод повышения гидрофобных свойств кожаных и цементных конструкций и материалов и многоступенчатой гидрофобной защиты;

на основании изучения термических свойств и деструкции материалов определена термическая стабильность полученных полимеров на основе винилдигидрохлорсилана, винилтриэтоксисилана, гидролизованного полиакрилонитрила и акриловой эмульсии;

технология получения сшитых полимеров на основе ВЕДГХС, ВЕТЕС, ГИПАН, АЭ обоснованы на практике.

Практические результаты исследования заключаются в следующем: разработаны новые технологические методы получения предопределенных термо- и влагостойких многофазных дисперсных систем на основе химических реагентов и их совместного действия на полимер;

термостойкие гидрофобные покрытия на основе полимеров на основе ВЕДГХС, ВЕТЕС, ГИПАН, АЭ а также гидрофобные составы созданы в составе новых средств повышения эффективности обеспечения условий эксплуатации зданий и сооружений;

на основе полученных полимеров созданы стабильные суспензии, содержащие наночастицы, и на их основе разработаны новые гидрофобные составы и новый метод повышения эффективности оценки гидрофобных свойств жидких веществ

Достоверность результатов исследования обоснована использованием высокоинформативных современных химических, физико-механических и физико-химических методов (ИК-спектроскопии, дифференциально-термического и термомеханического анализа), а также разработкой технологий получения композиционных материалов на основе гидрофобных,

термостойких полимеров, их апробировано в промышленно-экспериментальной практике и внедрением в производство.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследований объясняется тем, что разработаны: научные основы повышения гидрофобности кож и строительных материалов; разработаны методы повышения эффективности влагозащитных и термозащитных свойств создаваемых составов на основе воздействия на их химический состав, физическое состояние и влагостойкость; разработаны методы и научные основы повышения эффективности защитных средств и механизмов действия.

А практическая значимость результатов исследований заключается в следующем: разработка новых термостойких и гидрофобных составов на основе отечественного сырья, позволяющих повысить температурную и влагостойкость кожи и строительных материалов.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных результатов научных исследований по технологии получения кремнийорганических полимеров и их применению в качестве термостабилизаторов - гидрофобизаторов:

Рабочая смесь полученных полимеров в соотношении 1/20 внедрена в эксплуатацию на ООО «ХКМК №201» в качестве гидрофобизатора строительных материалов (Справка Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан от 13 мая 2024 года № 5/4/38-1515). В результате удалось разработать гидрофобизаторы, эффективно защищающие строительные материалы и здания от внешних воздействий;

оптимальные составы, определенные путем сравнения теплофизических свойств полимерных термостойких соединений и композиций на их основе, внедрены в практику строительного предприятия «Бухарское областное общественное объединение пожарной охраны» (Справка Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан от 13 мая 2024 года № 5/4/38-1515). В результате удалось получить кожу и другие строительные материалы с улучшенными гидрофобными и термическими свойствами одновременно;

на предприятии ООО «ХКМК №201» (Справка Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан от 13 мая 2024 года № 5/4/38-1515) внедрен новый состав гидрофобного материала, эффективно защищающего кожу, цемент, здания и сооружения, а также строительные материалы от воздействия влаги и воды. В результате этого влагостойкость бетонных и керамических изделий увеличилась в 50-60 раз.

Апробация результатов исследования. Результаты работы доложены и обсуждены на 10 конференциях, из них 6 международные и 4 республиканские научно-практические конференции.

Публикация результатов исследований. По теме диссертационной работы было опубликовано 31 научных работ, в том числе 14 статей, из них 8 международных журналах и 6 в республиканских журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики

Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских (DSc) диссертаций.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертации составляет 180 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

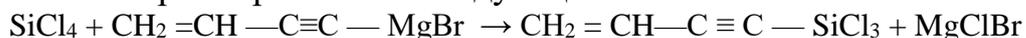
Во введении обосновывается актуальность и востребованность темы диссертации, формулируются цель и задачи, а также объекты и предмет исследования, приводится соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан, излагаются научная новизна и практические результаты, обосновывается достоверность полученных результатов, приведены результаты внедрения разработок в производство, изложены сведения об опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации, озаглавленной «Тенденции развития химии полимерных гидрофобизаторов», обсуждается современное состояние химии кремнийорганических полимеров, получение, свойства и технология гидрофобных материалов, анализ свойств термостойких полимерных материалов и методов их создания, а также научные исследования по их применению, приводится заключение по данной главе.

Во второй главе диссертации «Получение гидрофобных и термостойких полимеров и изучение физико-химических свойств» рассматриваются свойства объектов исследования и применяемые методы, получение соединений на основе вторичного сырья и физико-химические свойства, изучение физико-химических свойств термостойких гидрофобных полимеров, производимых на основе отечественного сырья, способы их использования и приводится заключение по данной главе.

В главе под названием «Получение, свойства, применение полимерного гидрофобизатора» отражены исследования по получению гидрофобизаторов и изучению их физико-химических свойств, а также синтез и свойства кремнийорганических гидрофобизаторов.

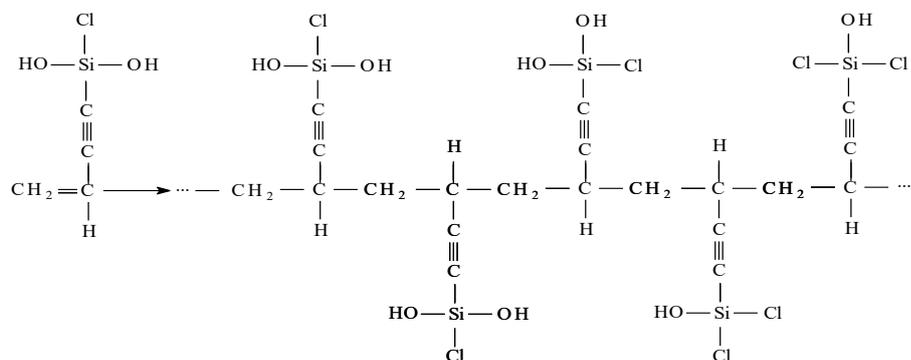
Тетрахлорсилан и винилэтинилмагнийбромид были введены во взаимодействие в эквимолекулярных пропорциях. В результате был получен винилэтинилтрихлорсилан по следующей схеме:



Синтезированный винилэтинилтрихлорсилан представляет собой маслянистую жидкость бледно-желтого цвета. Этот мономер легко растворяется в таких растворителях, как сложные эфиры, бензол, хлороформ, тетрагидрофуран и диоксан, но плохо растворяется в ацетоне, пиридине, диметилформамиде и диметилсульфоксиде. Также абсолютно нерастворим в воде и спиртах. Затем был проведен процесс поликонденсации, в результате которого был получен полимер.

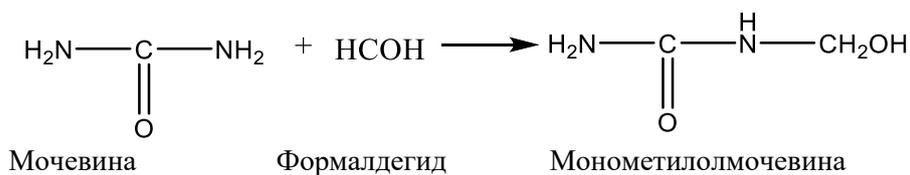


Полученный мономер винилэтинилдигидроксихлорсилан подвергали процессу конденсации с образованием полимера.



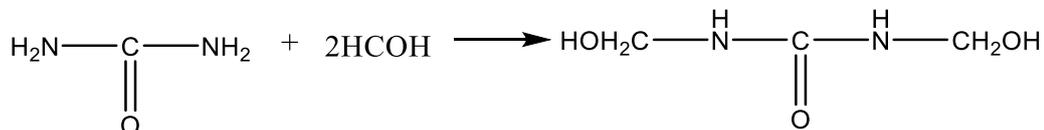
Поливинилэтилдигидрохлорсилан – бесцветное вязкое вещество без запаха, нерастворимое в воде. Обладает высокой термостабильностью, вязкость существенно не меняется при изменении температуры. Нерастворим в воде и низкомолекулярных спиртах, но легко растворим во многих органических растворителях. Синтез кремнийорганических полимеров на основе гипана. Гидролизированный полиакрилонитрил, который считается промышленным вторичным сырьем, получают гидролизом акрилонитрила. Количество функциональных групп может варьироваться в зависимости от условий проведения реакции (температура, тип катализатора, наличие органического растворителя).

Для синтеза вещества с гидрофобным составом в реакторе при различных соотношениях и температурах использовались связывающий тетраэтоксисилан ($\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_4$) и промышленное вторичное сырье ГИПАН. При наличии растворов минеральных кислот происходит потеря этанола при гидролизе тетраэтоксисилана ($\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_4$) с последующей конденсацией гидроксильной группы. В реактор, оборудованный термометром, помещали 50 мл ГИПАНА при температуре 30-60 °С и (отдельно) при сильном перемешивании под воздействием ультрафиолета (даже без участия ультрафиолета), по каплям постепенно добавляли 5 мл тетраэтоксисилана (ТЕОС) (в присутствии эмульгаторов). После этого раствор перемешивают при комнатной температуре в течение нескольких часов, пока не получится вязкий полимер. Реакции в разных пропорциях; ГИПАН:ТЕОС 50:1; 50:2; 50:3; 50:4; 50:5 и это было сделано путем постоянного перемешивания. Реакцию проводили при температуре 30-80°С с различными соотношениями исходных реагентов (от 10:1 с увеличением соотношения ГИПАНа). Твердая масса, полученная путем сшивания большого количества с повышением температуры и количества ТЕОС, не растворяется в растворителях, что, вероятно, связано с тем, что реагенты полностью сшиваются между собой. Линейная форма ГИПАНа объясняется тем, что при увеличении скорости перехода в сетчатое состояние растворимость полученного полимера уменьшается, образуя твердую массу. Повышение температуры приводит к увеличению скорости процесса и повышению выхода полимерного шва. Повышение температуры выше 50 °С и последующее полное сшивание привели к образованию твердой массы. Стоит отметить, что полученный продукт превращается в твердую массу. С целью изучения влияния температуры на скорость реакции реакцию проводили в температурном



Мочевина Формальдегид Монометиллолмочевина

Если взять большое количество формальдегида, образуется смола в виде диметилальмочевины.



Мочевина Формальдегид Диметиллолмочевина

При протекании реакции сшивания с образованием три- и тетраметилальмочевины образуется твердая масса, нерастворимая ни в одном растворителе с очень высокой термостабильностью. Поэтому желательно проводить реакцию диметилальмочевины с кремнийорганическими соединениями. Свойства смол мочевиноформальдегида, в частности их стабильность, можно улучшить путем введения определенных добавок. При этом появляется возможность получения смол с указанными свойствами. Решающими факторами для проведения реакции конденсации между мочевиной и формальдегидом в водном растворе являются:

- начальное соотношение реагентов;
- концентрация ионов водорода;
- время и температура протекания реакции.

Учитывая вышесказанное, были синтезированы модифицированные тетраэтилортосиликатом олигомеры мочевиноформальдегидной смолы. Также были изучены соотношение реагентов, реагирующих на сополиконденсацию мочевины, продолжительность реакции и влияние температуры. Проанализирована зависимость указанных параметров от молекулярной массы олигомера. Оптимальные условия параметров выбирались исходя из массы сухого остатка при сжигании полученного олигомера. Относительные вязкости синтезированного олигомера были изучены, чтобы получить представление о линейности, разветвленности, пространственной структуре и размере частиц. Относительной вязкости изучались в вискозиметре VPJ-1 при температуре 20°C, 30°C, 40°C и 50 °C. Результаты показали, что вязкость уменьшалась по мере перехода от варианта I к варианту IV.

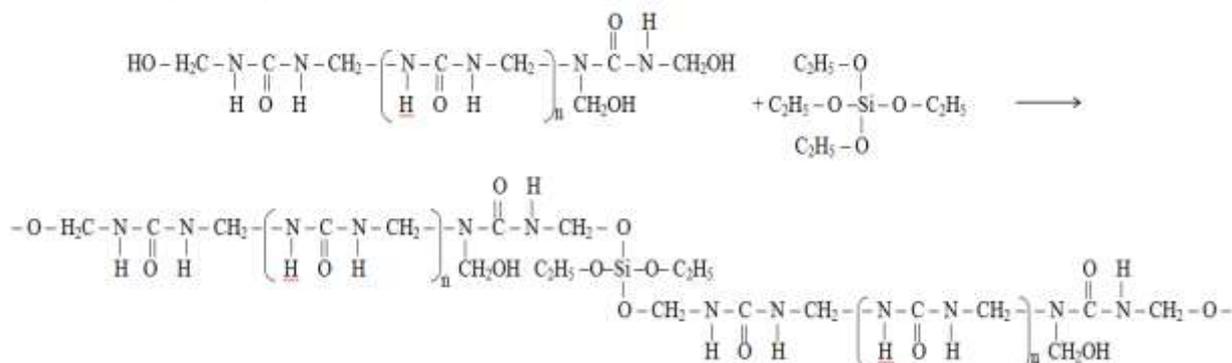


Таблица 3.

**Молекулярные массы олигомера при разных температурах и величины
количественного изменения сухого остатка**

Показатель		Сухой остаток и расчетная молекулярная масса, %			
		I	II	III	IV
Температура 0С, продолжительность реакции 1 час	+20	37,1/780	31,5/770	34,6/600	32,7/450
	+30	36,4/692	31,1/666	34,0/590	31,4/443
	+40	36,0/606	30,7/660	33,7/547	31,0/430
	+50	35,3/578	30,3/554	33,2/480	39,3/424

Структурное исследование гидрофобного полимера. На изображениях инфракрасного спектра, не зависящих от агрегатного состояния вещества, каждая линия характеризует интенсивность вещества. ИК-спектр считается наиболее удобным современным вариантом идентификации вещества. Он отличается надежностью от простых физических методов, таких как измерение температуры жидкости, измерение показателя преломления света, измерение плотности, используемых для идентификации вещества.

На рис. 1 отмечены линии поглощения средней интенсивности в области 1400, 1465 и 1250 см^{-1} , характеризующие валентные колебания первичной связи С-С. Линии поглощения частот колебаний на 1025 и 1095 см^{-1} показывают наличие связей Si-O и Si-C соответственно

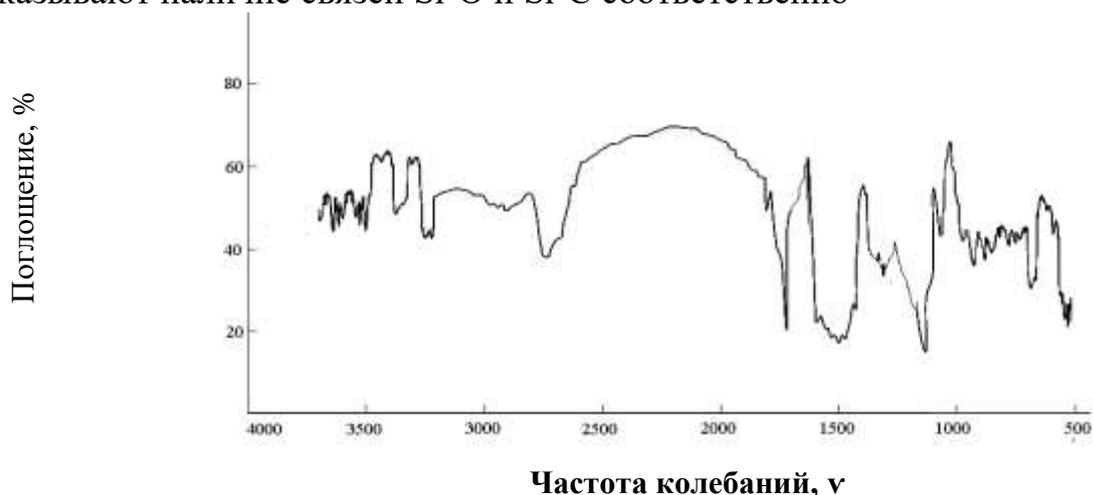
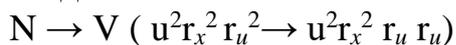


Рис.1. ИК-спектр поливинилэтилтриэтоксисилана

Для определения структуры и идентификации полученных веществ применялся метод ИК – спектроскопии в широких спектральных диапазонах – 500-4000 см^{-1} .

В ИК-спектре поливинилэтилтриэтоксисилана характерные линии поглощения мультисвязанных валентных колебаний для винильной группы ($\nu_{\text{C}=\text{C}}$) в мономере не наблюдаются. Также были проанализированы УФ – спектры синтезированных веществ. Хромоформы в большинстве случаев представляют собой группы атомов с ненасыщенными связями. Однако винилэтилтриэтоксисилан и поливинилэтилтриэтоксисилан, содержащие ненасыщенные связи $\text{C} = \text{C}$, демонстрируют спектр только в области поглощения выше 200 нм. Этильная группа $-\text{C}\equiv\text{C}-$ образцы имеют

широкие линии поглощения до 240 нм, и следует отметить, что это связано с вероятностью прохождения вида



Существуют также две системы 180-165 нм и серии Ридберга, широкая нечеткая сеть в области 152-105 нм. Кроме того, обнаруживается наличие двух пар связей между атомами углерода, что приводит к сильному эрозии в области 225 нм.

Известно, что связь С-С между атомами углерода обычно поглощается только в дальней ультрафиолетовой области. В связи с этим установлено, что при увеличении длины углеводородной цепи, т.е. превращении винилэтинилтриетоксисилана в поливинилэтинилтриетоксисилан, эффект возбуждения вследствие взаимодействия групп $CH_2 =$ требует значительно меньше энергии. В соответствии с законами химии мы можем сделать вывод, что увеличение электроотрицательности слева направо вызывает более прочную связь электронов, так что (λ_{max}) длина волны смещается в сторону более коротких волн. $CH_2 =CH-$ 200-205 нм. Кроме того, в зависимости от условий, в которых находится хромоформа, линия поглощения хромофорной группы (соседние атомы, растворитель и т. д.) может смещаться в определенных пределах. Так, впервые на основе тетраэтоксисилана и винилэтинилмагния бромида был синтезирован мономер винилэтинилтриетоксисилана. Химический состав и строение их и полученных полимерных соединений изучались с помощью ИК-и УФ-спектроскопии.

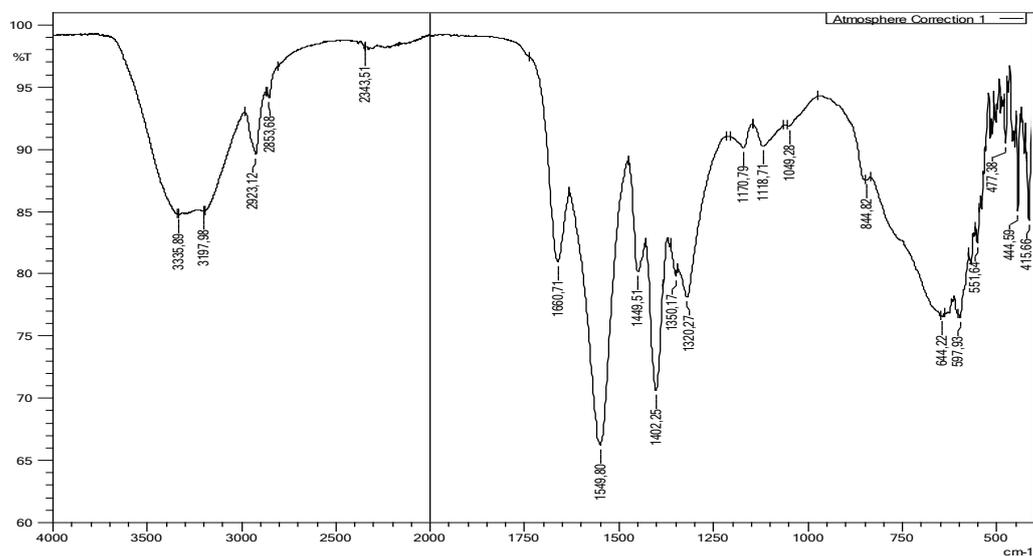


Рис.2. ИК-спектр полимера, полученного на основе ГИПАНа и тетраэтоксисилана.

Структура полученного полимера анализировалась методом ИК-спектроскопии (рис.2). При идентификации веществ спектральные линии регистрировались в области 4000-400 см⁻¹. По характерным линиям поглощения в спектральных линиях можно сделать вывод, что карбоксильные группы, содержащиеся в гипане, вступили в реакцию этерификации с CH_3CH_2O- группами в тетраэтоксисилане при индентификации методом ИК-спектроскопии полимера, полученного

взаимодействием гидролизованного полиакрилонитрила и тетраэтоксисилана. Спектральные линии 1402, 1449, 1320 см⁻¹ линии поглощения в поле 1 передают обычную связь С-С, 1049, 1118 см⁻¹ и 1000-1100 см⁻¹, а в поле 1650-1630 см⁻¹ частоты колебаний, характерные для карбонильной группы, А линии поглощения в поле 2930 и 3335-3197 см⁻¹ с другой стороны, можно увидеть, что длина волны относится к связи О-Н.

Исследование гидрофобной способности полимерных гидрофобизирующих композиций. Оптимальные технологические параметры обработки, обеспечивающие максимальный выход и эффективность гидрофобной защиты (расход гидрофобного вещества и концентрация рабочего раствора, технология гидрофобизации), связаны со свойствами обрабатываемого материала, такими как плотность, пористость, связующие свойства и химический состав материала.

Однако в настоящее время информация в литературе содержит наиболее общие рекомендации по технологии поверхностной гидрофобизации строительных материалов, что затрудняет применение этого эффективного и в то же время экономичного метода в современной строительной практике. Наши исследования технологии поверхностной гидрофобизации неорганических строительных материалов различными способами показывают, что материалы плотных конструкций требуют специальной технологии гидрофобной защиты.

Следует отметить, что кремнийорганические гидрофобизаторы отличаются от других гидрофобизаторов тем, что они защищают материалы изнутри, в то время как переработанный строительный материал полностью сохраняет воздухо- и паропроницаемость и имеет очень длительный срок службы. Это потому, что почти единственным агрессивным фактором для кремнийорганических соединений является солнечный свет.

Для лабораторных исследований были взяты образцы для изменения структурных параметров строительных материалов, таких как керамический кирпич, цемент и тяжелый бетон.

Отбор проб керамики проводили с использованием полусухих проб, средняя плотность образцов составила 1840 кг/м³, показатель открытой пористости - 20%. Когда мы измельчали большой образец бетона в порошок, смесь цемента и известково-песчаного песка (соотношение цемента и песка 1:2,5 в/с = 0,35) имела среднюю плотность 1950 кг/м³ с показателем открытой пористости 14%.

В качестве растворимого кремнийорганического гидрофобизатора использовались сшитые с 1-5% тетраэтоксисиланом в растворе растворы на основе гидролизованного полиакрилонитрила, формальдегида мочевины и ПМЭТЭОС. Гидрофобный метод осуществлялся газосушением воздушно - сухих образцов с гидроизолированной боковой поверхностью в Дегтярном водном растворе глубиной 1 см по высоте образца. Общая продолжительность строения: 1 мин по цементно-песчаным образцам, 4 мин по керамическим образцам, продолжительность каждого этапа обработки составляла 30 сек и 2 мин для цементно-песчаных и керамических образцов.

Контрольными параметрами гидрофобного метода были получены вязкость рабочего раствора и концентрация активного вещества по площади поверхности обрабатываемого материала.

Основными задачами технологии поверхностной гидрофобизации, обеспечивающей максимальный уровень защиты от влаги для данного материала, являются:

1) обеспечить наилучшее поглощение материала водонепроницаемым раствором;

2) оптимальное распределение гидрофобных корней на поверхности пор и покрытий гидроизоляционной среды.

Следовательно, показатели эффективности гидрофобных характеристик определяются:

- толщина непромокаемого слоя на поверхности водонепроницаемого материала;

- количество воды, поглощаемой гидрофобизованной поверхностью материала в условиях мелкого всасывания для 24-часовой обработки.

Показатели толщины неводного слоя определяли путем смачивания поверхности среза гидрофобизованных образцов.

Концентрация гидрофобных радикалов на поверхности гидрофобного материала во многом зависит от концентрации раствора, а также от плоской поверхности обрабатываемого материала, то есть от его химической природы.

Степень абсорбции гидрофобного раствора зависит от его свойств, таких как плотность, поверхностное натяжение и динамическая вязкость. Эти свойства были определены опытным путем для водных растворов полимеров.

Таблица 4.

Показания образцов, на которых проводилось тестирование

Форма материала	Средняя плотность, kg/m ³	Степень пористости, %	Общий объем пор, см ³ /g	Расход на поверхность, м ² /g
Керамическое вещество	1840	20	0,1451	6,8563
Цементно-песчаная смесь	1950	14	0,1100	2,0521

Анализ данных показывает, что пропорциональное увеличение вязкости с увеличением концентрации рабочего раствора полимера на 1-5% свидетельствует об увеличении количества швов полимера.

Максимальное количество пор для типов материалов составляет около 0,1-0, мм в области небольших отверстий, но для образцов цементно-известкового песка максимальный размер составляет 10-50 мкм, а для керамических образцов 90% от общего объема полости составляет в области размером 0,1-10 микрон, то есть пористая структура керамических образцов, еще больше. Видимая структура образцов цементно-известкового песка характеризуется более развитой удельной площадью поверхности с меньшим объемом пор по сравнению с керамическими образцами.

Исследования показали, что увеличение концентрации полимерных рабочих растворов в исследуемом диапазоне не влияет на количество пропитанного раствора и, следовательно, на глубину проникновения в пробах керамического и цементно-известкового песка. Расход раствора составляет в среднем 2,8 л/м² для керамических образцов и 3-3,2 л/м² для образцов цементно-известкового песка. Скорость абсорбции в образцах цементно-известкового песка считается значительно более сильной, чем в керамических образцах, это количество составляет 1 минуту, в то время как для керамических веществ требуется более 4 минут, что объясняется более плотной структурой керамических образцов и, следовательно, меньшим поглощением раствора.

Согласно данным таблицы, минимальное водопоглощение в гидрофобных керамических образцах достигается при использовании рабочего раствора с концентрацией до 2,4% с использованием раствора для образцов, а расход активного вещества составляет 67 г/м², при этом толщина безводного слоя составляет 1,7 сантиметра.

Керамические материалы, представленные в образцах, не поддаются обработке концентрированными растворами, так как степень водопоглощения в керамических материалах увеличивается с 2,4 до 3,86%, что в среднем в 2-5 раз больше, чем у полимолекулярного кремнийорганического поверхностного слоя. В результате гидрофильные концы гидрофобных молекул активируются в 1,3-1,6 раза.

Толщина обезвоженного слоя образцов гидрофобизированного цементно-известкового песка в отличие от керамических образцов напрямую зависит от концентрации рабочего раствора и расхода активного вещества, достигая максимума 0,42 см при использовании 5% ного рабочего раствора, расход активного вещества 152 г/м², а степень водопоглощения минимальная - 339 г/м².

То, что обезвоженный слой образцов гидрофобизированной керамики и цементно-известкового песка имеет различную характеристику, можно объяснить достаточно развитым удельным весом поверхности пор. Также можно сказать, что молекулы полимера обладают высокой адсорбционной активностью. Причина в том, что характер гидратированных образований этой поверхности можно объяснить более развитой удельной поверхностью образцов цементно-песчаных и большей адсорбционной активностью по отношению к их полимерным молекулам, поскольку группа ОН объясняется тем, что гидратированная группа ОН в минералах клинкера цементных пород находится в поверхностно – активном центре и взаимодействует с ними межмолекулярно.

Изучение процесса гидрофобизации прочных цементных и керамических материалов показало, что эффективность гидрофобной обработки зависит не только от их структурных свойств, но и от адсорбционной активности по отношению к молекулам гидрофобизаторов на их пористой поверхности. Чем выше эта активность раствор также должен быть концентрированным в этих условиях. В этих условиях на структурную

природу обрабатываемого материала, то есть на поглощение гидрофобного раствора, не влияет концентрация. Определены оптимальные технологические параметры гидрофобной обработки материалов водными полимерными растворами. Для керамического кирпича рекомендуется использовать не менее 60-70 г/м² действующего вещества, при смешивании этого раствора в соотношении 1:20 на 40% товарный полимерный продукт расходуется 2,7-3 л/м² рабочего раствора, только тогда образуется слой менее 1,7 см, а водопоглощение уменьшается в 100 раз. При смешивании раствора для цементных материалов с пористой структурой в соотношении 1:10 на 40% товарный полимерный продукт расходуется 2,7-3 л/м² рабочего раствора, только тогда образуется слой менее 1,6 см, а водопоглощение за 24 часа уменьшается в 10 раз.

Таблица 5.

Изменение консистенции адгезии в зависимости от состава полимерных композитов

№	Используемые полимеры по массе в начальных и различных пропорциях, %	Содержание поливинилэтилтриэтоксисилана, %	Адгезия, N/sm ²	
			В сухом виде	Во влажном состоянии
1.	Акриловая эмульсия + жидкое стекло 1:1	2	550	216
		4	680	272
		6	720	288
		8	710	284
		10	715	286
2	1:2	2	520	208
		4	600	240
		6	590	236
		8	600	240
		10	280	112
	Жидкое стекло	2	420	168
		4	560	218
		6	420	170
		8	560	220
		10	180	75
	Акриловая эмульсия	2	270	108
		4	330	132
		6	300	120
		8	350	140
		10	410	164
	Акриловая эмульсия + жидкое стекло 1:1	-	160	64
	1:2	-	190	76
Жидкое стекло	-	180	72	
Акриловая эмульсия	-	200	82	

Было обнаружено, что составы с различными пропорциями компонентов и уровнями разбавления образуют очень стабильную систему со строительными материалами.

Исследования показали, что при использовании полимера с определенной степенью дисперсности адгезия может быть значительно увеличена. Таблица 5 показывает изменение консистенции адгезии в зависимости от состава полимера.

Для изменения свойств пленкообразующих материалов состав на основе поливинилэтилтриэтоксисилана и акриловой эмульсии определяли термостойкость пленки при нагревании металлической плитки при температуре 150°C в течение 5 мин, условно оценивали по качеству в процентах.

Исследование влияния гидрофобизатора на гидрофобность кожи. Проблема молекулярных взаимодействий силиконов тесно связана с проблемой структуры тонких слоев, которые могут образовываться на поверхности жидкостей или твердых тел, поскольку жидкие силиконы имеют очень низкое поверхностное натяжение, а также низкое сцепление таких жидкостей. Эти свойства присущи и мономолекулярным слоям, поэтому пленки не вспениваются, что в некоторой степени определяет их прочность. Кроме того, силиконы часто действуют как пеногасители.

В последнее время большое внимание уделяется разработке новых эффективных методов гидрофобизации кожи. В данной работе мы изучили характер распределения полимеров во внутренней структуре кожи и их влияние на физические свойства кожи.

Были исследованы акриловая эмульсия, кожи, обработанные полиэтилгидросилоксаном (пробные образцы), и их составы, содержащие небольшое количество винилэтилтрихлорсилана. Как было установлено выше, при добавлении в состав акриловой эмульсии и полиэтилгидросилоксана самая оптимальная и оптимальная концентрация составляет 4-6%.

Образцы контрольной кожи обрабатывались по стандартной технологии без использования вышеуказанных полимеров.

Физико-механические испытания образцов кожи проводились в соответствии с принятой нормативно-технической документацией. Глубина проникновения водорастворимых полимеров определялась на основании микроскопического исследования. Результаты наблюдения представлены в таблице 9.

По данным, приведенным в таблице 9, при нанесении состава полиэтилгидросилоксана наблюдается равномерное распределение различных полимеров по всему кожному покрову: акриловой эмульсии (1:1) и поливинилэтилдигидрохлорсилана, что объясняется расходом 1,0-3,0% при pH 7,4-8,0 со стабильностью рабочих растворов этих препаратов. При обработке кожи чистым полиэтилгидросилоксаном с хорошей реакционной способностью ее связывание происходит быстрее. Однако его рабочие растворы недостаточно стабильны, что обуславливает неравномерное распределение этого полимера по коже.

Поскольку основная часть акриловой эмульсии оседает на лицевом слое из-за неравномерного впитывания кожей, лицевая поверхность кожи становится липкой и окрашенной.

Таблица 6

Глубина проникновения и распределения полимерных гидрофобизаторов на основе полиэтилгидросилоксана и акриловой эмульсии и 5,0% поливинилэтинилдигидрооксхлорсилана на внутренней поверхности кожи

Компоненты полимерных гидрофобизаторов	Полиэтилгидросилоксан и акриловая эмульсия (соотношение 1:1) концентрация, %	Глубина проникновения, %	
		С лицевой поверхности	С нижней стороны поверхности
Акриловая эмульсия	1	16	28
	3	14	22
	5	12	23
	8	9	15
	12	6	11
Полиэтилгидросилоксан	1	20	38
	3	18	34
	5	14	26
	8	12	23
	12	8	14
Акриловая эмульсия: Полиэтилгидросилоксан	1	23	46
	3	20	40
	5	17	36
	8	14	27
	12	10	18

В отличие от этого, гидрофобизация кожи акриловой эмульсией приводит к дискретному распределению водоотталкивающих средств, а в случае полиэтилгидросилоксана: в сочетании с поливинилэтинилдигидрооксхлорсиланом акриловой эмульсии можно наблюдать характерное покрытие на отдельных элементах конструкции полимера. Учитывая, что значительное снижение водопроницаемости и влажности кожи достигается с помощью полиэтилгидросилоксана, следует признать, что существующее мнение о равномерном распределении водоотталкивающего средства является правильным для получения адекватного гидрофобизационного эффекта, он необходим на трети внутренней поверхности кожи.

Известно, что характер распределения поры по эффективным диаметрам в сочетании с общей пористостью и химической природой полимеров оказывает существенное влияние на физические свойства кожи, в частности на паропроницаемость и воздухопроницаемость, по данным, приведенным в табл. 7.

Таблица 7.

Изменение пористости и паро- и воздухопроницаемости экспериментальных и контрольных оболочек в зависимости от химической природы полимеров в присутствии 5,0% поливинилэтилдигидрохлорозилана

Показатели	Образцы кожи			
	Опыт, переработанный			Контроль
	Акриловая эмульсия	Полиэтилгидросилоксан	Акриловая эмульсия: полиэтилгидросилоксан	
Пористость, %*	42	51	45	54
Воздухопроницаемость, $\text{см}^3/(\text{см}^2 \cdot \text{с})$	248	336	364	515
Паропроницаемость, %	73,7	79	80,1	80,6

Примечание. Доверительные интервалы полученных результатов: пористость $\pm 3,4$; воздухопроницаемость $\pm 2,6$; паропроницаемость $\pm 2,3$. Пористость определяли гравиметрическим пикнометрическим методом с использованием керосина.

Из данных табл.10 был сделан вывод, что пористость и способность дышать пробных образцов кожи после гидрофобизации снижаются по сравнению с контрольными образцами. Кроме того, установлено, что при обработке кожи полиэтилгидросилоксаном: акриловой эмульсией, уложенной на поверхность конструктивных элементов в виде тонких пленок, воздухопроницаемость образцов снижается в 2 раза. При дискретном распределении полимеров в микроструктуре кожи эти показатели существенно изменяются. Паропроницаемость экспериментальных образцов кожи в некоторых случаях превышает контроль, что объясняется чередованием гидрофильных и гидрофобных полей в микро-, мезо - и нанопорах. Как известно, последнее является одним из условий паропроницаемости тонких конструкций. Наблюдаемая стабильность гидрофобного эффекта для образцов, обработанных полимерными соединениями, также подтверждает, что повторяющиеся циклы полива (обработка пенетратором) и последующая сушка кожи практически не изменяют увлажняющих свойств. В некоторых случаях способность кожи поглощать воду резко снижается. Об этом наглядно свидетельствуют данные, представленные в табл.8.

Это состояние можно объяснить тем, что после многократных проникающих обработок в коже одновременно с миграцией некоторых гидрофильных компонентов закрепляются функционально активные полимеры.

Таблица 8

Зависимость двухчасовой влажности экспериментальных и контрольных шкур от используемых полимеров

2 часа замачивания, %	Образцы кожи			
	Опыт, переработанный			Необработанный контроль
	Акриловая эмульсия	Полиэтилгидр осилоксан	Акриловая эмульсия: Полиэтилгидр осилоксан	
Предварительный	43,7	42,7	41,2	86,4
После цикла замачивания и сушки				
1-go	41,6	41,4	38,7	78,4
2-go	41,3	40,8	36,4	76,9
3-go	40,9	40,2	32,1	74,6
4-go	41,5	39,7	30,5	71,3
$\Sigma_{\text{сред}}$	40,8	40,3	34,4	75,3

Предел достоверности результатов $\pm 1,8$ %.

Снижение влажности очищенной кожи, очевидно, вызвано дополнительной полимеризацией в составе низкомолекулярных фракций, катализируемых основаниями в процессе проникновения (мыло-сода-обработка органическими растворителями).

Таким образом, на основании полученных результатов и проведенных исследований можно сделать вывод, что для более полного сохранения физических свойств кожи в процессе гидрофобизации необходимо добиться равномерного распределения полимеров в структуре кожи. Это достигается при использовании полимерных систем акриловая эмульсия: полиэтилгидросилоксан, содержащий небольшое количество винилэтинилтрихлорсилана.

Изучение термостойкости полимеров и их компонентов. Основным фактором, обеспечивающим огнестойкость полимерных материалов, является их термическая стабильность. В связи с этим термическая стабильность полимеров, полученных в ходе исследования, анализировалась методом дифференциально-термического анализа (ДТА). Масса образца была выбрана в диапазоне 5-6 мг. Все измерительные процессы проводились в инертной атмосфере азота со скоростью потока очищенного газа 50 мл/мин. Диапазон температур составлял 20-600 °С, при этом скорость нагрева поддерживалась на уровне 10 К/мин.

Система измерения была откалибрована с использованием стандартных веществ, таких как индий, висмут, олово, цинк и хлорид цезия. В этих условиях определена термическая стабильность кремнийорганических веществ (рис.5).

При анализе результатов дифференциального термического анализа необходимо в первую очередь учитывать наличие в молекуле связанной и несвязанной воды. В процессе анализа на основе энтальпий образования молекул можно определить, какая связь разрывается первой. Также следует

проанализировать процессы потери массы, чтобы они соответствовали связям, которые могут быть прерваны, и их составу. Также важно помнить, что все процессы деструкции имеют эндотермический характер.

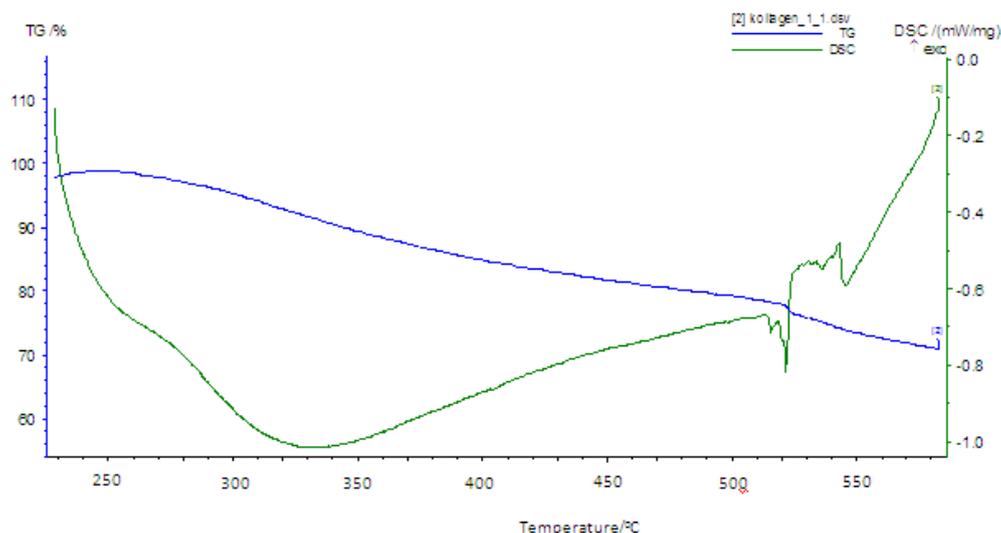


Рис.3. Дифференциальная термическая визуализация кремнийорганического полимера, полученного на основе гидролизованного полиакрилонитрила и тетраэтоксисилана

На основании дериватограммы, представленной на рис.3, при дифференциально-термическом анализе кремнийорганического полимера, полученного на основе гидролизованного полиакрилонитрила, масса образца постепенно уменьшается в диапазоне температур 20-522 °С. Этот процесс происходит без видимых тепловых явлений, в основном за счет постепенного выделения гидратированной и негидратированной влаги. При 522 °С наблюдается сильное тепловое излучение, которое представляет собой экзотермическую реакцию, вызванную пиролизическим разложением полимера. Общая потеря веса составляет 27,4%. При температуре 548-550 °С начинается процесс деструкции с разрывом связей С-С. Процесс продолжается до образования золы (пока не останется связь Si-O).

Термическая стабильность кремнийорганического полимера, полученного на основе гидролизованной акриловой эмульсии и тетраэтоксисилана. Исследования проводились в инертной атмосфере азота при скорости потока 50 мл/мин. Тепловой анализ проводили в диапазоне температур 25-370 °С, а скорость повышения температуры устанавливали на уровне 5 К/мин. Масса отобранных для анализа образцов составила 5-10 мг. Чтобы стандартизировать термоаналитическое устройство, в процессе калибровки использовался стандартный набор тестов, состоящий из веществ KNO₃, индия (In), висмута (Bi), олова (Sn) и цинка (Zn). Из результатов исследования термической стабильности можно сделать вывод, что свойства теплового движения композитного материала наблюдались в диапазоне температур 20-390 °С. По результатам анализа потеря массы в диапазоне 90-130 °С составляет 7,49%, этот процесс обусловлен оттоком адсорбированной воды. Также при температуре до 390 °С наблюдается постепенная потеря

массы образца, которая происходит со скоростью 0,2 %/мин. В исследуемом диапазоне температур общая потеря веса образца составляет 12,5%.

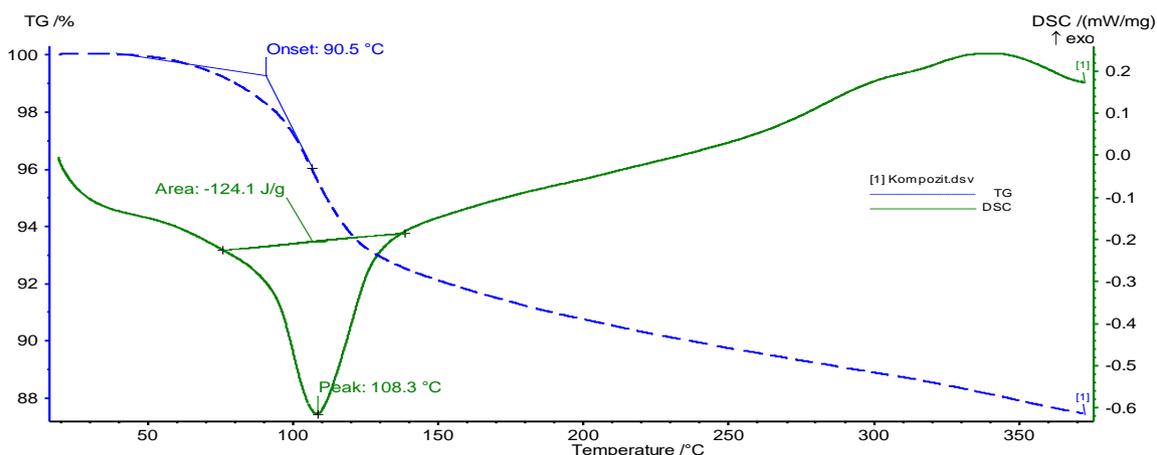


Рис.4. Дифференциальный термический анализ кремнийорганического полимера, полученного на основе гидролизованной акриловой эмульсии и тетраэтоксисилана

Дифференциальный термический анализ кремнийорганического (олиго)полимера, полученного на основе мочевиноформальдегида и тетраэтоксисилана. Мочевино-формальдегидные и фенол-формальдегидные олиго (поли)меры подвергаются деструкции в экстремальных условиях при различных внешних воздействиях. В результате этого процесса постоянно выделяется запах формальдегида. По этой причине важно исследовать механизмы деструкции, изучая их термическую стабильность.

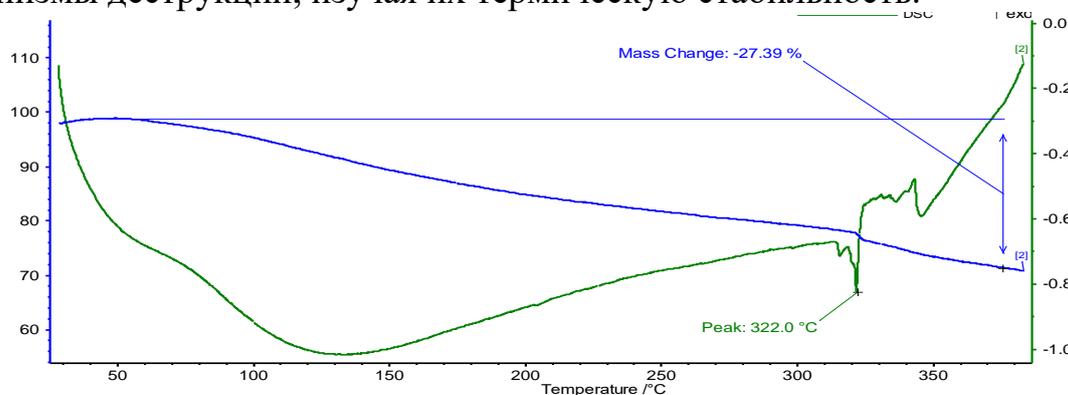


Рис.5. Дифференциальная термическая визуализация кремнийорганического полимера на основе мочевиноформальдегида и тетраэтоксисилана

Термоаналитические свойства кремнийорганического полимера, синтезированного на основе мочевины-формальдегида и тетраэтоксисилана, изучались с помощью дифференциального термического анализа (ДТА) (рис.5). По результатам анализа выяснилось, что в диапазоне температур 20-322 °С образец 1 теряет массу медленно без видимых тепловых явлений. Этот процесс связан с постепенным высвобождением связанной, несвязанной и гидратированной воды. При температуре 322 °С отмечается сильное тепловыделение, близкое к температуре пиролитического разложения полимера. В анализируемом диапазоне температур образец потерял 27,4% от

своей общей массы. Результаты термического анализа показывают, что наличие в структуре олигомеров сшивающих элементов значительно повышает их термическую стабильность. Это предотвращает выделение токсичного формальдегида в процессе их использования в жилых помещениях. Однако одним из их основных преимуществ является то, что эти материалы сохраняют высокую термическую стабильность даже в экстремальных условиях. Исследование термоокислительной деструкции поливинилэтилтриэтоксисилана. Термоокислительная деструкция полимеров обычно осуществляется в диапазоне температур 200-400 °С. В исследовании изучался процесс обработки поливинилэтилтриэтоксисилана перекисью бензоила в качестве окислителя. Расход перекиси бензоила составил 2,5% от общей массы полимера. Результаты термоокислительной деструкции поливинилэтилтриэтоксисилана представлены на рисунке 6, по которым можно получить информацию об основных закономерностях процесса термоокисления и его влиянии на структуру полимера.

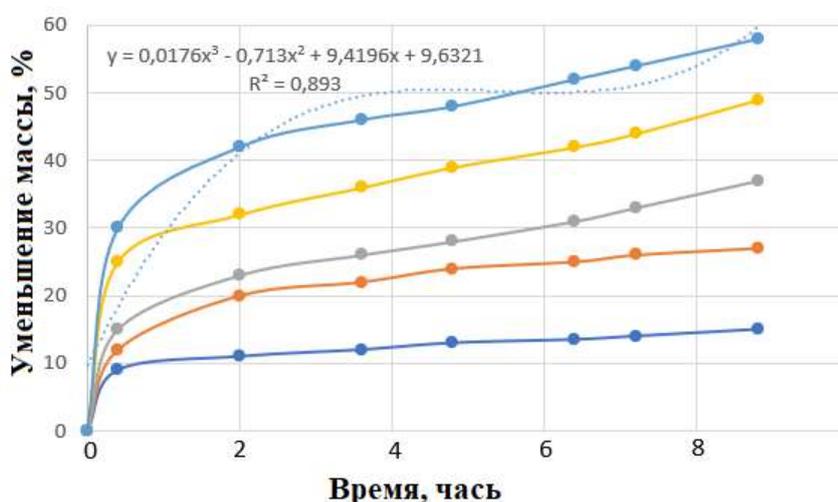


Рис.6. Зависимость скорости деструкции (уменьшения массы, %) поливинилэтилтриэтоксисилана в присутствии перекиси бензоила от температуры и времени. На графике представлены температурные режимы в процессе термического окисления: 1 - 200 °С; 2 - 250 °С; 3 - 300 °С; 4 - 350 °С; 5 - 400 °С.

На рис.6 наглядно показано влияние температурных и временных факторов на процесс потери массы. Этот процесс показывает, что температура играет важную роль в термоокислительной деструкции полимера и влияет на динамику реакции перекиси бензоила. По результатам дифференциального термического анализа установлено, что процесс термоокисления поливинилэтилтриэтоксисилана имеет температурно-зависимые закономерности. Отмечено незначительное разрушение полимера при температуре 200 °С. А в диапазоне 250-350 °С происходит интенсивный процесс разложения полимера. Было замечено, что при 400 °С поливинилэтилтриэтоксисилан подвергается полной деструкции. Этот процесс показывает предел температурной стабильности полимера и характер процесса его разложения. Были проанализированы степени деструкции образующихся продуктов в результате термического окисления при различных температурах. При температуре 250 °С процесс длился 3 часа,

вводятся (11-реактор для получения ВЭТЭОС), происходит синтез по реакции обмена ВЭТЭОС. Во время процесса используется насос (12,14-насосы) для перемещения продукта или сырья из одного процесса в другой. Очищенный ВЭТЭОС отправляются в реактор для термической полимеризации (13-реактор для полимеризации). Полученный полимер представляет собой вязкую массу маслянистого типа, которая собирается путем перекачки через насос и хранится в кубе.

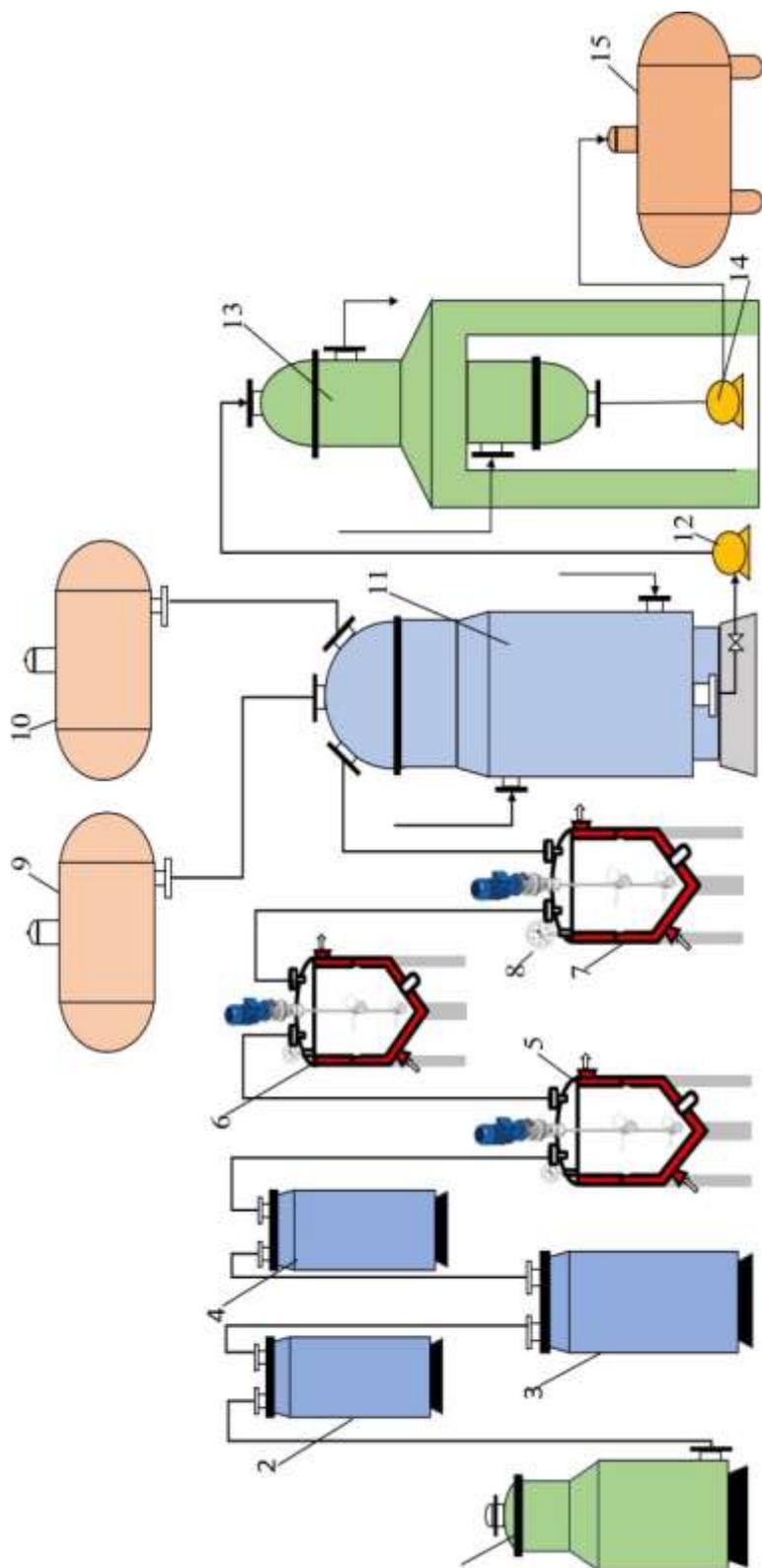


Рис. 7. Принципиальная технологическая схема получения поливинилэтилтриэтоксисилана 1 – ацетиленовый преобразователь; 2 – раствор щелочи для очистки добавок; 3 – предварительная сушка; 4 – концентрированная серная кислота для окончательной сушки; 5-реактор димеризации (катализатор хлорид меди (I) 200г + хлорид аммония 80г + 6-8 мл концентрированной соляной кислоты), стабилизированный гидрохиноном; 6-абсорбер – с ксилолом или хлорбензолом; 7-реактор – для реакции по Гриньяру; 8 – термометр; 9,10-куб для растворителей и реагентов; 11-реактор для получения ВЭТЭОС; 12,14-насос; 13-реактор для полимеризации; 15-куб.

ВЫВОДЫ

1. На основе кинетических закономерностей синтеза полимеров на основе ВЕДГХС, ВЕТЕС, ГИПАН, АЭ были найдены оптимальные условия, идентифицирована структура полимеров, идентифицированы исходные компоненты в соотношении 1:1, достигнут выход 62% в эфирной системе.
2. Создан метод повышения эффективности водо-, влаго- и термостойких составов на основе местного сырья путем воздействия на физическое состояние, термические и гидрофобные свойства модифицированных форм полимеров на основе ВЕДГХС, ВЕТЕС, ГИПАН, АЭ а также их модифицированных форм.
3. На основе соотношения химических реагентов к физическому состоянию, структуре и химическому составу полимеров, влияния внешних факторов были достигнуты установленные термогидрофобные параметры термогидрофобного состава.
4. Гидрофобный состав кожи, цемента и других строительных материалов на основе полимеров на основе ВЕДГХС, ВЕТЕС, ГИПАН, АЭ созданы эффективные гидрофобные покрытия, разработан метод повышения гидрофобности кожаных и цементных конструкций и материалов и многоступенчатой гидрофобной защиты.
5. Исследованы термические свойства и изучена деструкция материалов, полученных на основе полимеров на основе ВЕДГХС, ВЕТЕС, ГИПАН, АЭ .
6. На основе полимеров на основе ВЕДГХС, ВЕТЕС, ГИПАН, АЭ разработаны устойчивые термические и гидрофобные дисперсные системы, на их основе созданы высокоэффективные гидрофобные составы, проведена математическая обработка свойств системы.
7. В Бухарском областном общественном объединении пожарной охраны разработан регламент, в результате опытно-экспериментальных работ, проведенных в обществе с ограниченной ответственностью «НКМЗ № 201», установлено, что годовая экономическая эффективность составляет 500 млн. сумов, и рекомендовано к использованию.

**THE SCIENTIFIC COUNCIL FOR AWARDING THE DEGREES
DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 AT THE TASHKENT SCIENTIFIC
RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL TECHNOLOGY**

BUKHARA STATE TECHNICAL UNIVERSITY

AXMEDOV VOXID NIZOMOVICH

**PREPARATION, PROPERTIES AND TECHNOLOGY OF
HYDROPHOBIC COMPOSITIONS**

02.00.14 – Technology of organical compounds and materials on their base

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR
OF SCIENCES (DSc) ON TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2025

Doctor of Science (DSc) dissertation topic Registered in the Higher Attestation Commission under the ministry of Higher education, science and innovation of the Republic of Uzbekistan under the number B2020.2.DSc/T337.

The dissertation has been completed at the Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology.

The abstract of dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is available on the website at www.tktiti.uz and on the website of "Ziyonet" information-educational portal www.ziyonet.uz

Scientific consultant:

Kadirov Tulkun Jumayevich
Doctor of Technical Sciences, Professor

Official opponents:

Nurkulov Fayzulla Nurmominovich
Doctor of Technical Sciences, Professor

Ziyadullayev Odiljon Egamberdiyevich
Doctor of Chemical Sciences, Professor

Bafoyev Husniddin Mirzayevich
Doctor of Technical Sciences, Professor

Leading organization:

Fergana State Technical University

The defense of the dissertation will take place on «27» august 2025 «09:00» hours at a meeting one scientific council based on the scientific council for awarding the degree DSc.16/30.12.2019.K/T.87.01 at the Tashkent scientific research institute of chemical technology (Address: 111116, Tashkent district, Ibrat NCA, Shurobozor. Phone: (+99895) 281-67-83. E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz

The dissertation is available at the Information Resource Center of Tashkent chemical- technology institute (registered under number № 2025/23). (Address: 111116, Tashkent district Ibrat NCA p/b Shurobozor. Phone: (99895)281-67-83, E-mail: ooo_tniixt@mail.ru, TKTITI@exat.uz).

The abstract of the dissertation was distributed on «09» august 2025 year.

Protocol at the register № 2025/23 dated «09» august 2025 year.



A.T. Djalilov
Chairman of the Scientific Council for awarding of the scientific degrees, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academic

Sh.N. Qiyamov
Scientific Secretary of the Scientific Council for awarding the scientific degrees Doctor of Technical Sciences, S.R.

X.S. Beknazarov
Chairman of the Scientific Seminar under Scientific Council for awarding the scientific degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of DSc thesis)

The aim of the research work consists of developing technologies for the synthesis and modification of organosilicon thermo and hydrophobic (oligo) polymers based on local raw materials and their application as hydrophobizers and thermal stabilizers in various industries.

The objects the research work were VEMB, HYPAN, urea, formaldehyde, TEOS, liquid glass and acrylic emulsion, leather, cement, and building materials.

The scientific novelty of the research is as follows:

Based on the kinetic laws of the synthesis of polymers based on VEDGXS, VETES, GIPAN, AE, optimal conditions were found, the structure of the polymers was identified, and the yield was increased to 62% in the ether system with a ratio of the initial components of 1:1;

A method for increasing the efficiency of water, moisture and temperature-resistant compositions based on local raw materials by influencing the physical state, thermal and thermal and hydrophobic properties of modified forms of polymers based on VEDGXS, VETES, GIPAN, AE, as well as their modified forms, was developed;

The ratio of chemical reagents to the physical state, structure and chemical composition of polymers, the influence of external factors, the specified thermal and hydrophobic parameters of thermal and hydrophobic compositions were determined;

Effective hydrophobic coatings based on polymers based on VEDGXS, VETES, GIPAN, AE with hydrophobic composition for leather, cement and other building materials have been created, and a method for increasing the hydrophobic properties of leather and cement structures and materials and providing multi-stage hydrophobic protection has been developed;

The thermal properties of materials based on polymers based on VEDGXS, VETES, GIPAN, AE have been studied and their destruction has been carried out;

The technology for obtaining stitched polymers based on VEDGXS, VETES, GIPAN, AE has been practically substantiated.

Implementation of research results. Based on the results of scientific research on the technology of obtaining organic silicon polymers and their use as thermal stabilizers - hydrophobizers:

A 1:20 working mixture of the obtained polymers has been practically implemented at LLC "XKMK No. 201" as a hydrophobic agent for construction materials (according to the reference No. 5/4/38-1515 dated May 13, 2024, from the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan). As a result, it became possible to produce hydrophobizing agents that effectively protect construction materials and buildings from external influences.

The optimal compositions, identified by comparing the thermal properties of thermally stable polymer compounds and their based composites, have been practically implemented at the "Bukhara Regional Fire Protection Public Association" enterprise (according to reference No. 5/4/38-1515 dated May 13, 2024, from the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan).

As a result, it became possible to obtain leather and other construction materials with simultaneously improved hydrophobic and thermal properties.

A new composition of a hydrophobic material that effectively protects leather, cement, buildings and structures, as well as construction materials from moisture and water, has been practically implemented at LLC “201-XKMK” (according to reference No. 5/4/38-1515 dated May 13, 2024, from the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan). As a result, it became possible to increase the moisture resistance of concrete and ceramic products by up to 50–60 times.

The structure and volume of the dissertation. Dissertation consists of an introduction, five chapters, conclusions, list of references and appendices. The volume of the dissertation is 180 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI

Список опубликованных работ

List of published works

I bo'lim (I част; I part)

1. V.N Axmedov., K.Э Ro'zieva., M.S Raxmatov., N.Sh.Panoev., H.R Ro'ziev., S.M Murodjonov. Hidrofob cement olishning ba'zi aspektlari // Fan va texnologiyalar taraqqiyoti. Ilmiy-texnikaviy jurnal, Buxoro, 2018 №1. 69-73b. (02.00.00; №14)
2. Л.Н.Ниязов., Паноев Н.Ш., В.Н.Ахмедов., С.М Муроджонов., А.А Хайдаров. Гидрофобизация цементных и керамических изделий с использованием водорастворимых кремнийорганических соединений// Композиционные материалы Узбекский научно-технический и производственный журнал, 2019. №1. С106-109 (02.00.00; №4)
3. N.Sh Panoev., V.N.Axmedov. Kremniyorganik birikmalar asosidagi teploizolyasion qoplamalarning yangi tarkibini yaratish va xossalarini o'rganish // Fan va texnologiyalar taraqqiyoti. Ilmiy-texnikaviy jurnal, Buxoro, 2019 №3. 64-69 b. (02.00.00; №14)
4. Panoev N.Sh., Akhmedov V.N., Niyozov L.N., Eshonqulov A. Synthesis, propererties and applications of antipyrines based on polymers // Fan va texnologiyalar taraqqiyoti. Ilmiy-texnikaviy jurnal, Buxoro, 2019 №5. 102-105 b. (02.00.00; №14)
5. Н.Ш. Паноев., В.Н Ахмедов., Тиллаева Д.М. Получение и свойства термостойких кремнийорганических олигомеров на основе мочевиноформалдегидной смолы и тетраэтоксисилана // Универсум: Технические науки (научные журнал). Выпуск:5(71) Май 2020. - Москва 2020. – С 50-53.
6. В.Н.Ахмедов, Л.Н.Ниязов, Ф.Ф.Рахимов, С.Махмуджонов, Х.О.Обидов. Синтез и исследование основных свойств элементоорганических моно(поли)меров на основе соединений кремния // Фан ва технологиялар тараққиёти. Илмий-техникавий журнал. 2018. № 3. 72-76 б. (02.00.00; №14)
7. Raximov F.F., Axmedov V.N. Kremniyorganik birikmalar bilan qurilish materiallarini gidrofoblash texnologiyasi// Fan va texnologiyalar taraqqiyoti. Ilmiy-texnikaviy jurnal. 2019. №3 57-63 b. (02.00.00. №14)
8. Рахимов Ф.Ф., Ахмедов В.Н., Аминов Ф.Ф, Способ получения гидрофобных композиций // Универсум: Технические науки (научные журнал). 2020 г. №: 4 (70) -С 63-65. (02.00.00; №1).
9. Raximov F.F., Axmedov V.N. Hidrofob qurilish materiallarining olinish texnologiyasi "Kompozision materiallar" Ilmiy-texnikaviy amaliy jurnal. Toshkent-2020. №.3. (02.00.00. № 04)
10. Raximov F.F., Axmedov V.N. Sementga kimyoviy qo'shimchalar qo'shishning ba'zi aspektlari // Fan va texnologiyalar taraqqiyoti. Ilmiy-texnikaviy jurnal. 2020. №7 25-30 b. (02.00.00. №14)

11. Axmedov V., Panoev N. Kremniyorganik termobarqaror qoplamalar. Buxoro: "Durdona" nashriyoti. 2020.102 b.

12. Axmedov V.N. Kremniyorganik polimer gidrofobizatorlar. Buxoro:"Durdona" nashriyoti. 2021.100 b.

13. Narziev M.S., Axmedov V.N., Tursunova N.N., Rahmatov M.S. Natriy silikat pentagidratini ishlab chiqarish usuli. O'zbekiston Respublikasi patenti. IAP06997. 27.06.2022.

14. Akhmedov V.N., Niyozov L.N., Panoyev N.Sh., Vakhmudjonov S.M. Production and application of hudrophobizing polimer compositions // International journal of advanced research in science, Engeneering and Technology, India, Vol. 5, Issue 11, November 2018. page7340-7345.

15. Н.Ш. Паноев., В.Н Ахмедов., Тиллаева Д.М. Получение и свойства термостойких кремнийорганических олигомеров на основе мочевиноформальдегидной смолы и тетраэтоксисилана// Universum: Химия и биология (научные журнал). Выпуск:5(71) Май 2020. - Москва 2020. – С 50-53.

16. Islom Beshimov, Nodir Panoyev, Vokhid Ahmedov, Bobir Olimov. Synthesis and properties of organic silicon (oligo) polymers // Universum: технические науки: 2023. 12(117).

17. Murodova Z., Akhmedov V.N., Olimov B.B. Study of the effect of modified aminoaldehyde oligomer with collagen // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 3(120).

II bo'lim (II част; II part)

18. Ахмедов В.Н. Синтез и исследование физико-химических свойств винилэтинилтрихлорсилана и поливинилэтинилдигидроксихлорсилана.// Химический журнал Казахстана – Алмата, 2015- №1-2, -С. 53-58

19. Мавланов Б.А., Ахмедов В.Н., Рахматов М.С. Исследование влияния концентрации акрилового сополимера в отмоке на свойства кожевной ткани каракулевых шкур.// Химический журнал Казахстана – Алмата, 2015- №1-2, - С. 153-157

20. В.Н Ахмедов., М.С Рахматов., Н.Ш.Паноев. Технология получения композиций на основе кремнийорганических гидрофобизирующих полимеров// II international scientific conference of young researchers. Баку, 2018. с 472-474.

21. Б. Собиров., В.Н Ахмедов., Н.Ш.Паноев. Влияние параметры на выход кремнийорганических мономеров // Сборник трудов международной научно-технической конференции студентов, магистрантов на тему Молодеж-залог будущего великой степи. Шымкент, 2019. С 294-296.

22. В.Н. Ахмедов, Н.Ш. Паноев, С.М. Махмуджонов. Получение гидрофобизирующих композиции полимеров и их применение в строительстве // ИИ Всероссийская молодежная научно-практическая конференция Экологические проблемы промышленно развитых и ресурсодобывающих регионов: пути решения 2018. 20-21 декабря.

23. В.Н.Ахмедов, Ф.Ф.Рахимов, Б.Ш.Фазлиддинов. Влияние кремнийорганических полимеров на плёнкообразование// “Нефт ва газ комплексида бурғилаш, қазиб олиш ва қайта ишлаш жараёнларининг замонавий технологиялари” Республика илмий-техник анжумани. Қарши-2018. 782-787 б.

24. Ахмедов В.Н., Ниязов Л.Н., Рахимов Ф.Ф., Рузиева К.Э., Паноев Н.Ш. Экологические аспекты засоления строительных сооружений// «Рол науки и образования в решении экологических проблем» материалы республиканской научно-практической конференции. Бухара-2018. -С 110

25. Рахимов Ф.Ф., Ахмедов В.Н., Махмуджонов С. Синтез и исследование основных свойств кремнийорганических полимеров // XXII Всероссийская конференция молодых учёных-химиков (с международным участием) тезисы докладов Нижний Новгород, 23-25 апреля 2019 г. -С-164.

26. Ахмедов В.Н., Ниязов Л.Н., Рахимов Ф.Ф., Паноев Н.Ш. Метод получения кремнийорганических соединений// Новости науки Казахстана Научно–технический журнал № 3 (141) Алматы 2019 Г. -С -35-43

27. V. N. Akhmedov, L. N. Niyazov, F. F. Rakhimov, N. SH. Panoev. The method of producing hydrophobic organosilicon polymers based on hydrolyzed polyacrylonitrile// Химический журнал Казахстана № 2 (66) Алматы 2019 г. – С-90-96

28. Raximov F.F., Axmedov V.N., Aminov F.F. Hidrofobizator na asnove mochevinaformaldegida i tetraэtoksisilana // D o desenvolvimento mundial como resultado de realizacoes em cinecia e investigacao cientifica 9 de outubro de 2020. Lisboa, Portugal С.69-71

29. Raximov F.F., Axmedov V.N., Xoliqova G.Q. Qurilishda gidrofobizator sifatida gipan asosidagi kremniyorganik polimerlar olish “Zamonaviy kimyoning dolzarb muammolari” mavzusidagi Respublika miqyosidagi xorijiy olimlar ishtirokidagi onlayn ilmiy-amaliy anjumani Buxoro, 2020 yil 4-5 dekabr 185-187 b.

30. Raximov F.F., Axmedov V.N., Jumaev J. Qurilish materiallariga gidrofob modda sarfi bilan suvning singishi orasidagi bog‘liqlikning matematik modeli// Matematik modellashtirish, hisoblash matematikasi va dasturiy ta’minot injeneriyasining dolzarb muammolari Respublika ilmiy-amaliy anjumani Qarshi shahri, 2020 yil 138-140 b.

31. Beshimov I.A., Axmedov V. Kislород indeksini aniqlash uchun dasturiy ta’minot. O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi intellektual mulk agentligining DGU 41816, raqamli guvohnomasi. 2024 y

Автореферат «Фан ва технологиялар тараққиёти» журналичан тахрирдан
ўтказилди.



№ 10-3279

Bosishga ruxsat etildi: 07.08.2025-yil
Bichimi: 60x84 ^{1/16}, “Times New Roman”
garniturada raqamli bosma usulda bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 4. Adadi 100. Buyurtma: № 115
Tel: (99) 3832 99 79; (77) 300 99 09
Guvohnoma reestr № 10-3279
“IMPRESS MEDIA” MCHJ bosmaxonasida chop etildi.
Manzil: Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Qushbegi ko‘chasi, 6 uy.