

**АХМЕДОВ ВОҲИД НИЗОМОВИЧ**

**КРЕМНИЙОРГАНИК  
БИРИКМАЛАР**

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС  
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**БУХОРО МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**АХМЕДОВ ВОҲИД НИЗОМОВИЧ**

**КРЕМНИЙОРГАНИК БИРИКМАЛАР**

**Бухоро-2021**

**Ахмедов В.Н**

## **КРЕМНИЙОРГАНИК БИРИКМАЛАР**

Монографияда муаллиф кремнийорганик полимерлар соҳасидаги илмий тадқиқот ишларини таҳлил қилиб, олиб борилаётган илмий изланишлари натижаларини баён этган. Жумладан, кремнийорганик бирикмалар асосида (олиго)полимерларнинг олиш ва уларни амалиётда қўллаш ҳамда улар асосидаги (олиго)полимер композициялар олиш технологияларини ишлаб чиқишдан иборат тадқиқот натижалари келтирилган.

### **Такризчилар:**

Қ.Қ.Шарипов, кимё фанлари номзоди, доцент, БухМТИ;

С.И.Назаров, техника фанлари номзоди, доцент, БухДУ;

Монография «Фан ва технологиялар тараққиёти» илмий-техник журнали таҳририятида таҳрир қилинган.

Монография Бухоро муҳандислик технология институти кенгашининг 2020 йил 28 ноябрдаги №4 сонли баённомаси билан нашрга тавсия этилган.

## **АННОТАЦИЯ**

Монографияда муаллиф кремнийорганик полимерлар соҳасидаги илмий тадқиқот ишларини таҳлил қилиб, олиб борилаётган илмий изланишлари натижаларини баён этган. Жумладан, кремнийорганик бирикмалар асосида (олиго)полимерларнинг олиш ва уларни амалиётда қўллаш ҳамда улар асосидаги (олиго)полимер композициялар олиш технологияларини ишлаб чиқишдан иборат тадқиқот натижалари келтирилган.

## **АННОТАЦИЯ**

В монографии автор анализирует исследования в области кремний-неорганических полимеров и описывает результаты научных исследований. В частности, результаты исследований по получению (олиго) полимеров на основе кремнийорганических соединений и их применению на практике, а также разработка технологий получения (олиго) полимерных композиций на их основе.

## **ANNOTATION**

In the monograph, the author analyzes research in the field of silicon-inorganic polymers and describes the results of scientific research. In particular, the results of studies on the production of (oligo) polymers based on organosilicon compounds and their application in practice, as well as the development of technologies for the production of (oligo) polymer compositions based on them.

## МУНДАРИЖА

|                                                                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| КИРИШ.....                                                                                                                                            | 5  |
| I БОБ. ЁНҒИНГА ЧИДАМЛИ ПОЛИМЕР ҚОПЛАМАЛАР ИШЛАБ<br>ЧИҚИШ ВА ЗАМОНАВИЙ ҲОЛАТЛАР.....                                                                   | 8  |
| I.1. Ишлаб чиқариш учун оловбардош полимер қопламалар<br>яратилишининг замонавий йўналишлари.....                                                     | 8  |
| I.2 §. Қурилиш материалларини ёнғинга чидамлилигини ошириш учун<br>фосфор, олтингугурт ва хлор тутган олигомерлардан фойдаланиш.....                  | 25 |
| I.3. Термобарқарор полимер материалларнинг хоссалари ва уларни<br>яратиш усуллариининг таҳлили, ҳамда, материалларни қайта ишлаш<br>технологияси..... | 34 |
| I.4 §. Қурилиш конструкциялари ва материалларини оловдан<br>ҳимоялашнинг замонавий аҳволи. Пассив турдаги оловдан ҳимоялаш<br>воситалари.....         | 46 |
| I.5 §. Целлюлоза ва ёғоч материалларнинг ёниш имкониятлари.....                                                                                       | 58 |
| II БОБ. ЁНҒИНГА ЧИДАМЛИ КРЕМНИЙОРГАНИК ПОЛИМЕР<br>МАТЕРИАЛЛАР ОЛИШ ВА УЛАРНИНГ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ .....                                                     | 68 |
| II.1. Ингредиентлар физик-кимёвий хоссаларини тадқиқ қилиш<br>усуллари.....                                                                           | 49 |
| II.2. Тажриба усуллари.....                                                                                                                           | 50 |
| III БОБ. ОЛОВБАРДОШ ПОЛИМЕРЛАРНИ ОЛИШ ВА УЛАРНИНГ<br>ФИЗИК-КИМЁВИЙ ХОССАЛАРИНИ ЎРГАНИШ .....                                                          | 56 |
| III.1. Оловбардош полимерларни олиш ва уларнинг физик-кимёвий<br>хоссаларини ўрганиш.....                                                             | 56 |
| III.1.1. Органосиликон полимерларнинг синтези ва хоссаларини<br>ўрганиш.....                                                                          | 56 |
| III.1.2. Оловбардош полимерларнинг структуравий<br>тадқиқоти.....                                                                                     | 74 |
| III.1.3. Полимерлар ва улар компонентларининг термобарқарорлигини<br>ўрганиш.....                                                                     | 75 |

|                                                                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| III.2. Полимер композицияларнинг оловбардошлик қобилиятини ўрганиш .....                                                                                               | 82  |
| IV БОБ. Полимерларни олиниш технологиясини яратиш. Кремнийорганик термобарқарор (олиго)полимерлар ва улар асосидаги композициянинг олиниш технологик имкониятлари..... | 95  |
| Фойдаланилган адабиётлар.....                                                                                                                                          | 109 |

## КИРИШ

Ҳозирги кунда жаҳонда бино ва иншоотларнинг ёнгин хавфсизлигини таъминлаш соҳасида замонавий технологияларнинг ютуқлари асосида комплекс хоссаларга эга бўлган химоя воситаларининг янги авлодини яратиш долзарб вазифалардан биридир. Ёнгинлар статистикасига мувофиқ, дунё бўйича ёнгинлар одамлар ҳаёт фаолияти, иқтисодиёт ва экологияга жиддий талофат етказмоқда. Шунга мувофиқ, янги кремнийорганик полимерларни синтез қилиш, уларнинг хоссаларини ўрганиш ва улар асосида ўтга чидамли композициялар яратиш технологиясини ишлаб чиқиш жуда долзарб вазифа ҳисобланади.

Ҳозирги вақтда дунё бўйича замонавий технологиялар асосида ёнгинга қарши химоя воситаларни яратишга ва улар ёрдамида қурилиш конструкциялари ва материалларининг ўтга чидамлилигини оширишга катта эътибор қаратилмоқда. Шунга биноан, иссиқлик таъсири остида химоя қопламаларида содир бўладиган физик ва термохимёвий жараёнлар механизмларининг моделларини яратилишини ўз ичига олган йўналишлар бўйича мақсадли илмий тадқиқотларни амалга ошириш; қурилиш конструкциялари ва материалларининг ёнгин хавфсизлиги кўрсаткичларига ёнгиндан сақлайдиган тўлдирувчилар таъсирини баҳолашнинг компакт, аниқ ва тезкор усуллари яратиш; кенг тарқалган табиий ресурслар асосида юқори самарали иссиқлик ва ёнгиндан сақлайдиган қопламаларнинг янги авлодини яратиш муҳим масалалардан ҳисобланади.

Мамлакатимизда кимё саноатида янги турдаги материаллар ишлаб чиқариш йўналишида маълум натижаларга эришилди, жумладан маҳаллий бозорни импорт ўрнини босувчи кимёвий реагентлар билан таъминлаш соҳасида кенг қўламли тадбирлар амалга оширилди. Таъкидлаш жоизки, Республикамизда, инновацион технологияларни тадбиқ этиш орқали саноат объектларини юритишнинг илмий асосланган тизими ва атроф-муҳитни муҳофаза қилишнинг чора-тадбирларини амалга оширишга катта эътибор қаратилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича

Ҳаракатлар стратегиясида<sup>1</sup> «Маҳаллий хомашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида, юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришни янада жадаллаштириш, сифат жиҳатдан янги маҳсулот ва технология турларини ўзгартиришга» қаратилган муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада республикамизда маҳаллий хомашёлар асосида қурилиш конструкциялари ва материалларнинг ўтга чидамлилигини таъминловчи ёнғиндан сақлайдиган воситаларни ишлаб чиқиш муҳим аҳамиятга эга.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устивор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3236-сонли «2017-2021 йилларда кимё саноатини ривожлантириш дастури тўғрисида»ги, 2018 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983-сонли «Ўзбекистон Республикасида кимё саноатини жадал ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2019 йил 3 апрелдаги ПҚ-4265-сонли «Кимё саноатини янада ислоҳ қилиш ва унинг инвестициявий жозибадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида» ги Қарорлари, ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу тадқиқот натижалари муайян даражада хизмат қилади.

---

<sup>1</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони.

# **I БОБ. ЁНҒИНГА ЧИДАМЛИ ПОЛИМЕР ҚОПЛАМАЛАР ИШЛАБ ЧИҚИШ ВА ЗАМОНАВИЙ ҲОЛАТЛАР**

## **I.1 §. Ишлаб чиқариш учун ёнғинга чидамли полимер қопламалар яратилишининг замонавий йўналишлари**

Полимерлар кимёси ва физикасининг жуда катта қадамлар билан жадал ривожланиши туфайли белгиланган хоссали бирикмалар синтез қилиш жараёни ривожланди. Шунингдек, фан техниканинг сўнги ютуқлари натижасида молекула структураси дизайни ҳам олдиндан белгилаб берилмоқда. Бу эса полимер композицион материаллар соҳасини ривожланишига олиб келмоқда.

Замонавий техниканинг ривожланиши асосан янги полимер композицияларнинг яратилишини ва термобарқарор кремний сақловчи олигомерлар хоссаларининг тадқиқотини мўлжаллаб, бундай бирикмалар ҳозирги кунда мавжуд анъанавий бирикмаларни сиқиб чиқармоқда. Уларнинг бир қатор соҳаларда қўлланилиши ўзгача эксплуатацион хоссаларга эга, ўзида юқори физик-механик характеристикаларни мужассамлаштирган, ноқулай атмосфера омиллар таъсирига чидамли ва юқори термик барқарорликни намоён қилувчи материалларни олиш имкониятини беради. Лекин, шуни ҳам таъкидлаш жоизки, ҳозирги вақтда саноатда қўлланилаётган полимерлар ва полимер композицияларнинг кўпчилиги юқорида санаб ўтилган талабларга жавоб бермайди, чунки ноқулай омиллар таъсири остида уларда деструкция жараёнлари содир бўлиб, мустаҳкамлик кўрсаткичларининг камайишига олиб келади.

С.В.Чуппинанинг ишларида органосиликат материаллар асосидаги белгиланган хоссали қопламаларнинг физик хусусиятлари ўрганилган бўлиб, ишда ноорганик тўлдиргичларнинг хусусиятлари акс эттирилган [1; 33-35 б.]. Альтернатив йўналишлардан бири бундай мақсадлар учун кремнийорганик боғловчи материалларнинг қўлланилиши ҳисобланиб, уларнинг ўзига хос хусусияти намлик, ҳароратнинг кўтарилиши, ультрабинафша нурлар ва

бошқа бир қатор омиллар таъсирига чидамлилигидир [2; 3; 4;]. Термобарқарор қопламалар ва тенрезисторларнинг ҳам [5] кремнийорганик композициялар асосида тайёрлашни, физик-кимёвий хоссалари тадқиқ этилган. Бундай материалларга, биринчи навбатда, полимер материаллардан кўп миқдорда фойдаланадиган қурилиш соҳаси муҳтождир. Улар, хусусан полимербетонлар, химоя қобиклари, герметиклар, иссиқлик ўтказмайдиган материаллар ва бошқа маҳсулотларни ишлаб чиқаришда қўлланилади. Ушбу материалларнинг эксплуатацион характеристикаларининг оширилиши кўп ҳолларда, ҳатто таннархи кўпайганда ҳам, анча самарали бўлади [6; 7; 8;].

Кремнийорганик композициялар қўлланилишининг кейинги йўналиши юқори ҳарорат шароитида ишлайдиган реакторлар, қувурлар, энергетик қурилмалар учун улардан иссиқлик ўтказмайдиган материаллар сифатида фойдаланиш ҳисобланади. Ушбу материалларнинг нурланишга чидамлилиги ҳисобига уларнинг атом энергетикасида қўлланилиши ҳам катта қизиқиш уйғотиши мумкин. Бундан ташқари, кремнийорганик бирикмаларнинг экранловчи қобилияти, ҳатто махсус қўшимчаларсиз ҳам, углеводга нисбатан кремнийнинг каттароқ атом массаси ҳисобига оддий полимерларга қараганда юқори бўлади [9; 10;].

Қурилиш саноатининг муҳим йўналишларидан бири ноқулай атмосфера омиллари таъсиридан химояловчи воситалар сифатида кремнийорганик бирикмалар асосида турли-туман қопламаларнинг қўлланилишидир. Бу йўналишнинг кўринишларидан бири ёнғиндан химоя қиладиган материалларнинг яратилиши ва қўлланилиши ҳисобланади [11].

Техниканинг турли соҳаларида кўпчилик полимер материаллар ишлаб чиқарилишининг ортиши ва истеъмол қилиниши бундай материалларга хос бўлган бир қатор жиддий камчиликлар, хусусан юқори ўт олиш хавфи, ҳисобига бир мунча камайиб қолмоқда [12].

Амалий аҳамияти бўйича бошқалардан фарқ қиладиган термобарқарор полимерлар вакиллариининг катта гуруҳини кремнийорганик юқори молекуляр бирикмалар билан модификацияланган полимерлар ташкил

килади [13]. Кремнийорганик полимерлар соҳасидаги аҳамиятли илмий ва амалий ютуқлар бир қатор илмий ишларда ўз аксини топган [14; 15; 16].

Тадқиқотлардан маълумки, термобарқарор полимерлар ёнғиндан ҳимоя қилиш қобилиятига эга бўлади, чунки термик парчаланиш полимерларнинг эскириш ва ёниш жараёнларида ҳам содир бўлади [17; 18;].

Тадқиқот [19] ишида ёнғиндан ҳимоя қилувчи қопламаларнинг таъсир механизми қопламалар сиртидаги кечадиган бир-бирига боғлиқ кимёвий ва физик жараёнлар сифатида қаралади. Бундай сирт орқали модда ва иссиқлик оқимининг ўтишини тавсифлаш усули кўриб чиқилди, бу эса юқорида кўрсатилган жараёнлар билан ёнғиндан ҳимоя қилувчи қопламаларнинг ўзаро таъсирланиш кинетик моделини яратиш [20] ва ташқи иссиқлик оқимлари таъсири шароитида қопламаларнинг керакли характеристикаларини олиш нуқтаи назаридан катта қизиқишга сабаб бўлади.

Иш [21] да эса ноорганик термобарқарор металл оксидларининг полимерлар билан солиштирма хоссалари таҳлил қилинган бўлиб, органосиликон материалларга атрофлича эътибор берилмаган. Эксплуатация жараёнида полиорганосилоксанлар ва силикатларнинг қимматли техник хоссаларини сақлаш масаласи жуда муҳимдир. Муайян шароитларда полиорганосилоксанларнинг беқарорлиги бу полимерларда содир бўладиган термик деструкция жараёнлари билан тушунтирилади. Бундай жараёнларнинг ўрганилиши полиорганосилоксанларни барқарорлаштириш усуллари топишга имкон беради. Шу билан бирга деструкция жараёнларининг ўрганилиши полиорганосилоксанлар тузилишини ўрганиш усули сифатида ҳам муҳим аҳамият касб этади [22].

Полиорганосилоксанларнинг термик деструкцияси деганда инерт атмосфера ёки вакуумда юқори ҳарорат таъсирида полимердаги асосий занжирнинг парчаланиши ва тизимда парчаланиш маҳсулотлар умумий миқдорининг ортиши тушунилади. Бу жараёнлар давомида асосан полисилоксанларнинг термобарқарорлиги аниқланади [23]. Бироқ, уларнинг

термобарқарорлиги ҳарорат таъсири остида кремний атомидан узиладиган ёнаки ўринбосарлар сонига ҳам боғлиқ бўлади. Юқори ҳарорат таъсири натижасида полиорганосилоксанларнинг тўлиқ парчаланиши содир бўлишида кузатиладиган қонуниятлар муайян ҳарорат оралиғида аниқланди, бунда полимер массасининг камайиши барқарорлашади ва кейинги ҳароратнинг кўтарилишида учувчан маҳсулотлар мавжуд бўлмайди [24; 25; 26].

Полиорганосилоксанлар юқори термобарқарорликка ва паст ҳароратларга нисбатан кам сезгирликка эга. Полиорганосилоксанларда молекулаларнинг асосий занжирлари кремний ва кислород атомларидан тузилган, кремний атомининг қолган валентликлари органик радикаллар ёки гуруҳлар билан алмашинган бўлди [27].

Органик моддаларнинг нурланиши натижасида келиб чиқадиган кўпгина реакциялар [25] ҳам органосиликон полимернинг нурланиши вақтида содир бўлади: газ чиқариш, занжирнинг узилиши, ўзаро боғланиш ва шохланиш. Органосиликон полимер билан нурлантирилганда занжирларни узишдан кўра ўзаро боғланиш жараёни ва полимерларнинг молекуляр оғирлигининг ортиши устунлик қилади. (1.1. жадвал [26]).

Полимер молекуласидан занжир звеносини ёки занжирнинг катта қисмини ажратиш учун занжирни уч ёки икки нуқтасидан узиш керак бўлади. Бу эса икки ёки учта энергетик барқарор Si–O боғларнинг узилишига боғлиқдир. Шу сабабли полиорганосилоксанларда органик радикалнинг табиатидан қатъий назар Si–O боғлар бўйлаб молекулалар занжирининг деструкцияси, ҳатто 550 °C да ҳам кузатилмайди.

### 1.1-жадвал

Кремнийорганик бирикмаларда кремнийнинг бошқа атомлар билан боғланиш энергияси, ккал/ мол

| Боғ   | Энергия | Боғ | Энергия |
|-------|---------|-----|---------|
| Si–Si | 53      | C–C | 82.6    |
| Si–C  | 78      | -   | -       |

|       |     |      |      |
|-------|-----|------|------|
| Si–O  | 106 | C–O  | 85.5 |
| Si– H | 76  | C– H | 98.7 |
| Si–F  | 135 | C–F  | 116  |
| Si–Cl | 91  | C–Cl | 81   |
| Si–Br | 74  | C–Br | 56   |
| Si–I  | 56  | C–I  | 51   |

Электромусбат элементларнинг (Si, B, Al, P) электроманфий элементларга мойиллиги углеродга нисбатан анча юқори бўлади. Бошқача айтганда, кремний, бор, алюминий, фосфор ва бошқа элементлар углеродга нисбатан электромусбат элементлар (H, Si, B, Al, As, Sb, Bi) билан кучсизроқ, лекин электроманфий элементлар (O, N, Cl, Br, F) билан кучлироқ боғлар ҳосил қилади [28].

Турли элементларнинг электроманфийлик қийматларидан кўринадики, углерод ( $\chi_{\text{C}} = 2,5$ ) электроманфийлиги энг юқори бўлган фтор ( $\chi_{\text{F}} = 4,0$ ) ва электроманфийлиги энг кичик бўлган цезий ва франций ( $\chi_{\text{Cs}} = 0,7$ ,  $\chi_{\text{Fr}} = 0,7$ ) орасида тахминан ўртача ҳолатни эгаллайди. Бу элементлар электроманфийлик қийматлари йиғиндисининг ярми  $\chi = 2,35$  ни ташкил қилади, ва бинобарин, C атоми энг кичик электронларни бериш ёки олиш, яъни мусбат ёки манфий ионларни ҳосил қилиш қобилиятига эга бўлади. Демак, углерод бирكمаларда электромусбат ёки электроманфий элементларга нисбатан камроқ ионлашган бўлади. Масалан, агар Si – Cl боғи 30-50% га ионлашган бўлса, унда C – Cl боғида 6% ни ташкил қилади. Шу сабабли углерод атоми электрофил ёки нуклеофил ҳужумга камроқ мойил бўлади, яъни C – C боғ Э – Э боғга (масалан B – B, Si – Si) нисбатан мустаҳкамроқ бўлади, ва аксинча, масалан C – O боғ, электроманфийлик қийматлари йиғиндисининг ярми  $\chi = 3,0$  ни ташкил қилади, Si – O ( $\chi = 2,65$ ), Si – N ( $\chi = 2,4$ ) ва бошқалар.

Бор, кремний атомлари боғ энергиясининг углерод атомлари боғ энергияси билан солиштирилиши бу фикрларни тасдиқлайди (1.2-жадвал).

## 1.2-жадвал.

Баъзи элементларнинг боғ энергияларини солиштириш

| Боғланиш | Боғ энергияси, кЖ/моль | Боғланиш | Боғ энергияси, кЖ/моль | Боғланиш | Боғ энергияси, кЖ/моль |
|----------|------------------------|----------|------------------------|----------|------------------------|
| C – C    | 344                    | B – C    | 312                    | B – O    | 460                    |
| B – B    | 225                    | Si – C   | 290                    | Si – O   | 432                    |
| Si – Si  | 187                    | P – C    | 272                    | P – O    | 360                    |
| P – P    | 217                    | C – O    | 350                    |          |                        |

1.1-жадвалдан кўринадикки, энг кичик боғ энергиясига Si – Si, P – P ва B – B эга, шу сабабли уларнинг Si – C, B – C ва C – C боғларга нисбатан термик парчаланишга мойиллиги юқорироқ бўлади. Энг юқори боғ энергиясига Si – O ва B – O эга, шунинг учун амалий аҳамиятга эга бўлган муҳим элементорганик олигомерлар ва полимерларнинг кўпчилиги силоксан, хусусан борсилоксан гуруҳларнинг мавжудлиги билан ажралиб туради.

Элементорганик бирикмаларнинг органик бирикмалардан фарқи шундан иборатки, Э – Э боғларнинг мустаҳкамлиги C – C боғ мустаҳкамлигидан сустроқ бўлади, ва аксинча, Э – O – Э боғларнинг мустаҳкамлиги C – O – C боғ мустаҳкамлигига нисбатан юқорироқ бўлади. Бинобарин, элементорганик бирикмалар силоксан полимер занжирларнинг ҳосил бўлишига олиб келувчи конденсатланиш реакцияларига кўпроқ мойил бўлади, органик мономерлар эса, гарчанд силоксан полимер занжирларни (C – O – C) ҳосил қилса ҳам, бундай занжирларнинг термик барқарорлиги анча пастдир. Масалан, полиоксиметилен (CH<sub>2</sub> – O –)<sub>n</sub> 150-170 °C да осон парчаланади, полиорганосилоксанлар тармоқланган занжирларининг термобарқарорлиги эса 500 °C дан юқори бўлади. Айнан шу сабабли элементорганик полимерларнинг молекулаларида термик барқарор силоксан ва бошқа турдаги боғлар мавжуд бўлиб, уларда мусбат ва манфий қутбланган элементлар навбатлашиб келади [29].

Ишлатилган органосиликон полимер жуда кенг молекуляр масса тақсимооти билан тавсифланади. Масалан, саноатда полиметилфенилсилоксан (ПМФС), ПДМФС алоҳида фраксияларининг ўртача кислота молекуляр

оғирлиги 3 000– 15 000оралиғида ўзгаради. Органосиликон полимернинг 1.3-жадвалда плёнка ҳосил қилувчи моддалар сифатида ишлатиладиган саноат соҳалари ва турлари келтирилган.

### 1.3-жадвал

Юқори ҳароратли органосиликон қопламалари, елимлар, герметиклар учун кремнийорганик боғловчилари

| № | Марка                                 | Таркиб                                                                               | Белгиланган мақсад                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | КО-921                                | $\left[ \begin{array}{c} (CH_3 2SiO)1.0 \\ (C_6H_6SiO1.5)1.25 \end{array} \right]^n$ | Қуритиш ҳароратини пайсайтириш, яхши диэлектриклик хоссаси, намга ва замбуруғларга қаршилики юқорилиги билан ажралиб туради. Шиша кабел ва симларни қоплаш учун ишлатилади. Бундай таркибга эга лок-бўёқлар 250 °С гача ишлайдиган электр машиналари ва қурилмаларини намлик ва замбуруғга чидамли қоплама ва пардоз сифатида ишлатилади. |
| 2 | КО-922                                | $\left[ \begin{array}{c} (CH_3 2SiO)1.0 \\ (C_6H_6SiO1.5)0.87 \end{array} \right]^n$ | Юмшоқ эгилувчан электр машиналари ва аппаратларда ишлатиладиган мослашувчан иссиқлик чидамли стеклолента ишлаб чиқаришда ёпиштирувчи сифатида ишлатилади, шунингдек, электр машиналари ва аппаратларда, 250 °С гача қисқа вақтда фаолият кўрсатиши учун мўлжаллаган.                                                                      |
| 3 | КО-923<br>(олдинг<br>и К-57)          | $\left[ \begin{array}{c} (CH_3 2SiO)1.0 \\ (C_6H_6SiO1.5)0.87 \end{array} \right]^n$ | 180-200 °С да ва юқори намлик шароитида, шунингдек, қисқа вақт ишлайдиган электр машиналари ва қурилмаларининг қайта таъмирлаш учун мўлжалланган.                                                                                                                                                                                         |
| 4 | Смола1<br>33–101<br>(олдинг<br>иК-40) | $\left[ \begin{array}{c} (CH_3 2SiO1.5)0.95 \\ (C_6H_6SiO1.5) \end{array} \right]^n$ | Бу смолалар шакл ҳосил қилувчи колиплар учун мўлжалланган.                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 5 | КО-08                                 | $\{[(C_6H_5SiO1.5)1.0] \\ [(CH_3 2SiO)]0.5 \\ [CH_3(C_6H_5SiO)0.5]\}n$               | 300-500 °С ҳароратда узок муддатли ишловчи машина эҳтиёт қисмларини ҳимояловчи эмалларини ишлаб чиқариш учун                                                                                                                                                                                                                              |

|   |                                 |                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                 |                                                                                                                                                                                       | мўлжалланган.                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 6 | КО-915<br>(олдинг<br>и<br>К-44) | $\{[(C_6H_5SiO1.5)[CH_32SiO1.5]0.42[(CH_3)2SiO]1.33\}n$<br>Лак полимер кастор мойи, диэтиленгликон малеин ва фтал ангидддиан синтез қилинган полиэфир №315 ни модификациялаб олинган. | Ўраш симларининг изоляцияси толаларни сирлаш ва ёпиштириш, симлар тайёрлаш учун мўлжалланган.                                                                                                                                                                                                          |
| 7 | КО-815<br>(олдинг<br>и ФГ-9)    | Фенилполисилоксан (ФПСО) смоласи ф-9 ва ярим тайёр маҳсулот ФС-02 нинг толуол ёки ксилендаги эритмаси.                                                                                | Юқори ҳароратда ишловчи хусусан: автомобил радиаторлари, компрессор агрегатлари ва коммуникациялари қисмлари, кимё заводлари ускуналари ва коммуникациялари ва бошқаларни бўяш учун ишлатилади. Шунингдек, эмал картон, қоғоз ва матоларни ёнувчанлигини камайтирувчи лак сифатида ҳам тавсия этилади. |
| 8 | КО-075                          | $[(C_6H_5SiO1.5)1.0][CH_32SiO]0.04n$<br>Лок полимер кремнийорганик полимернинг оғирлиги бўйича 30 % миқдорда глифтал қатрони билан модификацияланади                                  | Иссиқликка чидамли эмал КО-835 ишлаб чиқаришга мўлжалланган.                                                                                                                                                                                                                                           |
| 9 | КО-945                          | У блокли кремнийорганик полимернинг толуолдаги 65-70% ли эритмаси билан ЭД-20 эпексид олигомери билан олигометилфенилсилоксаннинг соконденсацион маҳсулоти ҳисобланади.               | Бу совуқ-қуриштиш электр жиҳозлари учун изоляция қопламаларига мўлжалланган эмаллар ишлаб чиқариш учун мўлжалланган.                                                                                                                                                                                   |

Органосиликон полимернинг кўплаб хоссалари, биринчидан, асосий занжирда силоксан  $\text{Si} - \text{O} - \text{Si}$  боғининг мавжудлиги сабабли иссиқликка чидамлилик, сувга чидамлилик, диелектрик хоссалари, нурланишга чидамлилик, табиий омилларга чидамлилик ва диелектрик хоссалари юқори бўлади (жадвал. 1.4).

#### 1.4-жадвал

$\text{Si} - \text{O} - \text{Si}$  ва  $\text{Si} - \text{O} - \text{C}$  гуруҳчаларида боғланишни бўлиш хусусиятларини таққослаш

| Физик омил ёки кимёвий реагент                                                                   | $\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$                                                                                                                                                                                                                                       | $\text{Si}-\text{O}-\text{C}$                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Ҳарорат                                                                                       | Термик барқарор                                                                                                                                                                                                                                                      | Термик барқарорлик алкоксигуруҳ радикалининг узунлиги ва тармоқланиши ортиши билан камаяди.                       |
| 2. Электрон таъсир                                                                               | Электрон таъсирида полимер плёнка ҳосил бўлади.                                                                                                                                                                                                                      | Узилишига сабаб бўлади                                                                                            |
| 3. Электр разряди                                                                                | Диссоциланиш икки босқичда содир бўлади: бир ёки бир неча метил радикаллариининг узилиши, кейинчалик эса силоксан ва бошқа гуруҳларнинг ажралиши билан $\text{C}-\text{H}$ , $\text{Si}-\text{C}$ , $\text{Si}-\text{O}$ боғларнинг деструкцияси билан амалга ошади. | Полимер плёнкалар ҳосил бўлади.                                                                                   |
| 4. УФ нурланиш                                                                                   | $\text{C}-\text{H}$ ва $\text{Si}-\text{C}$ боғланишлар бузилиб, $\text{Si}-\text{O}$ боғланиш узилмайди.                                                                                                                                                            | Хона ҳароратида парчаланади.                                                                                      |
| 5. Протон кислоталар<br>$\text{H}_2\text{SO}_4$ сульфат кислота<br>$\text{HNO}_3$ нитрат кислота | $\text{H}_2\text{SO}_4$ (конт.) парчаланади. Нитрат кислотада эса сульфат кислотага нисбатан қийинроқ парчаланиш содир бўлади.                                                                                                                                       | $\text{Si}-\text{O}-\text{C}$ юмшоқ шароитда узилади<br><br>$\text{Si}-\text{O}-\text{C}$ . Узилади<br><br>Бу ҳам |

|                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| водород<br>галогендлар<br>(HCl, HI)<br>кислородли<br>фосфор<br>кислоталари                                          | Гипогалоген кислоталар<br>иштирокида хона<br>хароратида осон<br>парчаланади.<br>Хлорид кислота- $\text{HNO}_3$<br>ва $\text{H}_2\text{SO}_4$ дан камроқ<br>парчаланиш содир<br>бўлади.<br>Водород йодид йод ёки<br>бром иштирокида боғ<br>осон узилади.<br>Катализатор<br>иштирокисиз деструкция<br>жараёни жуда қийин<br>боради. | Бу ҳам<br><br>Ўзаро таъсир натижасида<br>спиртлар ва бирикмалар ҳосил<br>бўлади                                                                                                                                                                             |
| 6. Оддий ва<br>мураккаб<br>эфирлар                                                                                  | Мураккаб эфир<br>боғларининг узилиши<br>билан жараён амалга<br>ошади.                                                                                                                                                                                                                                                             | Оддий эфирлар билан кам<br>ҳолларда реакцияга киришади.<br>Мураккаблари билан-янги<br>алкоксисиланлар ва эфирлар<br>ҳосил бўлиши билан<br>транцэтирфикация реакцияси<br>йўналиши бўйича амалга ошади.<br>Катализатор бўлмаганда<br>реакциялар секин кечади. |
| 7.Анорганик<br>кислота<br>ангидридлари<br>сулфат<br>ангидридлари<br>фосфор<br>ангидридлари<br>борат<br>ангидридлари | Силоксанларнинг<br>ажралиши циклик<br>оралиқ ўтиш комплекси<br>ҳосил бўлиши билан<br>амалга ошади. Бунда<br>электрофил маркази<br>силоксан кислороди<br>билан, нуклеофил<br>маркази эса кремний<br>атомида<br>мужассамлашган<br>бўлади.                                                                                           | Ўзаро таъсирлашганда<br>қуйидагилар ҳосил бўлади:<br>$\text{SO}_3$ таъсири натижасида $\text{Si} - \text{O}$<br>ҳосил бўлади<br>$\text{Si}-\text{O}-\text{P}$ гуруҳлашни ўз ичига<br>олган эфирлар ва бирикмалар;<br>триалкилборатлар ёки<br>боросилисон.   |

Органосиликон полимернинг гидрофоблиги, совуққа чидамлилиги, буғ ва ҳаво ўтказувчанлиги, хоссаларнинг температурага боғлиқлик хусусиятлари, физик-механик хоссалари кремний атомидаги органик радикалнинг табиати, молекуляр ва супермолекуляр тузилиши билан белгиланади. Шунга кўра резбалар учун юқорида силоксан боғларининг

мавжуд органосиликон қопламалари, елимлар ва герметикларнинг ишлатилиши ноорганик материал эксплуатацион хоссаларини сақлаб қолиш имконини беради.

Шундай қилиб, полиорганосилоксанлар занжирларининг тузилиши бўйича органик полимерлардан кескин фарқ қилади, кварц ва органик полимерлар орасида оралик ўринни эгаллайди. Полиорганосилоксанларнинг кимёвий таркиби ва тузилиши уларнинг техник жиҳатдан қимматли хоссаларини белгилайди. Барча полиорганосилоксанлар ва органосиликатлар намлик таъсири, термик деструкцияга жуда юқори чидамлилиги билан ажралиб туради [30; 31].

Силикон ва органик сополимерлар асосидаги таркиблар УБ-нурланиш, реагентлар таъсирига бардош берадиган қопламаларни яратиш имконини беради, уларнинг физик-кимёвий хоссалари анча яхшиланади [32; 33].

УБ-нурланишга чидамли ва термобарқарор қопламаларнинг физик хоссаларни яхшилашга қаратилган интилишлар турли ёндашувларнинг пайдо бўлишига олиб келди. Масалан, мустаҳкам, эластик ва эритувчилар таъсирига чидамли смола олиш учун бошланғич силоксанларни гидролизга учратишдан олдин уларга органик кўп атомли спиртлар таъсир қилинади.

Иш [34] да эса органосиликат материалларга самарали изоляцияловчи тўлдиргичлар қўшилиб, композициянинг қаттиқлиги, антикоррозион хусусиятлари ва герметика, елимда термик барқарорлиги таҳлил этилиб, титан оксиди асосида полиметилсилоксанолнинг адегияси камайиши, титан оксиди қўшилганда эса ортиши гидрофоблиги билан паралел ўрганилган.

Адабиётлар [35] да берилган шаффоф қоплама таркибининг ҳарорат ва ташқи механик таъсирларга чидамлилиги реакцион қобиляти юқори бўлган сирт ноорганик микроразрачаларнинг (масалан, коллоид кремний (IV)оксид) киритилиши ҳисобига оширилган. Об-ҳаво шароитлари бундай қопламаларда қўшимча тикилишларни келтириб чиқариши мумкин, унинг натижасида реакцион қобилятли қолдиқ гуруҳлар (силанол ёки алкокси-гуруҳлар) тикилишларни секин ҳосил қилиб, плёнканинг мўртлигини ва дарз кетиш

эҳтимоллигини оширади [36]. Таркибига кремний (IV) оксид ўрнига минимал даражада ноорганик функционал гуруҳларни сақлаган ва чизиқли структурага эга бўлган силоксанлар киритилганда барча ижобий эффектлар сақланиб қолинади ва плёнка мўртлигининг оширилишига йўл қўйилмайди.

Кўп қаватли уйларнинг ташқи фасадлари, қурилиши материаллари ва ишчи кучининг таннархини ўз ичига олган қурилиш амалиётидаги ўзгаришлар силиконли технологиялардан фойдаланиш каби йўналишга ўз хиссасини қўшди. Силиконли технологиялар охириги маҳсулотларга УБ-нурланишга барқарорлиги билан бир қаторда яққол қарама-қарши бўлган иккита сифатни, яъни сувни юқтирмаслик хоссаси ва буғ ўтказувчанликни беради [37].

Ҳозирги вақтда илм-техника тараққиётининг жадал суръатлари термобарқарор ва ўтга чидамли полимер материалларга кескин талаблар қўймоқда [38; 39].

Маълумки, ёниши қийин полимер материаллар ишлаб чиқаришда кўпинча оловбардош ёки ёнғиндан ҳимоя қиладиган қопламалар қўлланилади. Ёнғиндан ҳимоя қиладиган қопламалар саноатда ва қурилишда, транспорт воситаларини ишлаб чиқаришда, ёғоч-толали плиталар, пластикларнинг ёниб кетишини бартараф қилишда қўлланилади [40; 41]. Уларнинг вазифаси аланга таъсирида ҳимоя қилинадиган объектнинг ёниб кетиш эҳтимоллигини камайтиришдан иборатдир.

Ёнмайдиган полимер материалларни олиш йўлларида бири ноорганик ёки элементарорганик полимерларни синтез қилиш ҳисобланади [42].

Қўшимча фосфор, азот, фтор ёки бор сақловчи кремнийорганик олигомерлар катта қизиқиш уйғотиши мумкин [43; 44; 45]. Улар орасида карбонил гуруҳли силоксан полимерлар кўпроқ маълум. Полимер материалларнинг ҳажм бўйича сирт модификацияси тежамлидир, шунинг учун кўпинча реакцион қобилятли қопламалар қўлланилади, улар охириги маҳсулотнинг молекуляр структурасига гуруҳлар ёки элементлар

кўринишида киритилиб, материалнинг ёниш жараёнини секинлаштиради [46; 47].

Кремнийорганик юқори молекуляр бирикмалар замонавий техника ва саноатда кенг тарқалган. Маълумки макромолекула таркибида кремний ва кислород атомларини сақлаган полимерлар полиорганосилоксанлар деб номланади, уларнинг асосий занжирида такрорланувчи  $[-Si - O-]_n$  звенолари ва кремний атомида органик радикаллар мавжуд бўлади. Силоксанли боғланиш – кремний ва кислород ҳосил қилган энг мустаҳкам боғлардан бири ҳисобланади ва бу жиҳатдан фақат  $Si - F$  орасидаги боғланишдан қолишади.

$-Si-O-$  боғланишнинг юқори энергияси ионли хусусияти силоксанларнинг юқори термик барқарорлигини таъминлайди. Силоксан молекуласининг ўралган структурасида кучли бўлмаган молекулалараро ўзаро таъсир вужудга келади, натижада у қуйи қовушқоқлик ва сирт таранглик, юқори сиқилиш, гидрофоблик, юқори диэлектриклик каби хоссаларни намоён қилади.

Органохлорсиланлар гидролизи ва реакция маҳсулотларини конденсациялаш йўли билан олинган полиорганосилоксанлар, хусусан полиметил- ва полиметилфенилсилоксанларга бағишланган бир қатор тадқиқотлар ўтказилган. Айнан шу бирикмалар анализи ва синтезига бўлган зарурат шу билан белгиланадики, гарчанд кремнийорганик полимерлардан улар саноатда кенг қўлланилса ҳам [48], уларнинг деструкцияси ва стабилизацияси масаласи адабиётларда ҳали етарлича ёритилмаган.

Маълумки, қопламаларнинг шу жумладан, ёнғиндан ҳимоя қиладиган реагентларнинг термобарқарорлигини яхшилаш ва ёнишини камайтириш учун турли анъанавий усуллар қўлланилиб, қопламага оловбардош-қўшимчалар, инерт тўлдирувчилар, термобарқарорлиги юқори бўлган плёнка ҳосил қилувчиларни киритиш кабиларни ўз ичига олади [50; 51].

Оловбардош-қўшимчалар сифатида кремнийорганик бирикмалар асосидаги таркибларни киритиш йўли билан қопламаларнинг ёнғиндан ҳимоя

қилиш хоссаларини яхшилашга қаратилган кўп сонли ишлар мавжуд [52; 53; 54; 55; 56;].

Полиорганосилоксанларнинг муҳим хоссаларидан бири уларнинг термик барқарорлиги ҳисобланади. Органосиликонларнинг термобарқарорлигини  $\text{—Si—O—}$  кимёвий боғларнинг мустаҳкамлиги билан тушунтириш мумкин, уларнинг узилиш энергияси кремний атомларининг табиатига боғлиқ бўлади. Бундан хулоса қилиш мумкинки, оловбардош-қўшимчалар сингари кремнийорганик бирикмаларнинг киритилиши уларнинг термик ва ёнғиндан ҳимоя қилиш хоссаларини яхшилайдди [57].

Таъкидлаш жоизки, [58] ишларда эпоксидли бирикмаларнинг қатламли силикатлар сирти билан ўзаро таъсирланишини ўрганишга этибор қаратилган. Бу соҳадаги тадқиқотлар асосан эпоксид полимерларнинг шиша ёки шиша тола билан таъсирланиш характерини аниқлашга бағишланган. Бунда тадқиқотчилар шиша сиртидаги гидроксил гуруҳларнинг полимер таркибидаги эпоксид ёки гидроксил гуруҳлар билан ўзаро таъсирланиши ҳисобига  $\text{—Si—O—C—}$  боғларнинг ҳосил бўлиш имкониятларини кўрсатдилар.

Эпоксид ва эпоксикремнийорганик бирикмаларнинг фаоллаштирилган силикатлар билан ўзаро таъсирланишига оид ўтказилган тадқиқотлар электрон техника буюмлари учун бир қатор термобарқарор герметик материаллар олиш имконини берди. Бу материаллар ўзининг техник хоссалари бўйича шунга ўхшаш бошқа материаллардан анча устун туради [59; 60;].

Бу ишларда сим резисторларни ҳимоя қилиш учун қўлланиладиган энг кенг тарқалган герметик материалларнинг асосий хоссалари келтирилган. Органик ва элементорганик бирикмаларнинг силикатлар билан ўзаро таъсирланиши кўриб чиқилган. Эпоксид асосида термобарқарор герметик материалларни яратиш ва уларни электрон техника учун қўллаш йўллари аниқланган [61].

Шунингдек, полимер асосидаги материаллардан тайёрланган ёнғиндан химоя қилувчи қопламаларни яратиш бўйича тадқиқотлар натижалари ҳам келтирилган. Алангага бардошлиги 0,3 соат ва коррозия барқарорлиги юқори бўлган юпка қатламли органосиликатли қопламалар яратилган. Материал таркибида иссиқликни кам ўтказувчи компонентлар миқдори ва дисперсликни аналитик баҳолаш имконияти кўрсатилган [62].

Тажрибани лойиҳалаштириш назарияси асосида органосиликатли композициялардан тайёрланган қопламаларни буюм сиртига қоплаш ва уларнинг қотиш параметрларининг оптималлаштирилиши ўтказилган [63].

Органосиликатли композициялардан тайёрланган қопламаларнинг қалинлиги, қотиш ҳароратининг углеродли пўлат намуналарининг кислород муҳитида ёниш параметрларига таъсири ўрганилган [64].

Хлорсульфоланган полиэтиленнинг атмосфера таъсирига барқарорлигини ошириш учун модификаторлар сифатида кремнийорганик ва металлорганик бирикмалар: тетраэтоксисиланнинг қисман гидролизланиш маҳсулоти, этилсиликат-40, тетрабутоксититан ва бошқалар қўлланилган. Шундай қилиб, кремнийорганик бирикмалар бир қатор ажойиб хоссаларга эга бўлиб, мисол сифатида сувга чидамлилиги ва гидрофоблиги, юқори термо- ва совуққа бардошлиги, УВ-нурларга юқори чидамлилиги ва бошқаларни кўрсатиш мумкин [65].

## **1.2 §. Қурилиш материалларини ёнғинга чидамлилигини ошириш учун фосфор, олтингугурт ва хлор тутган олигомерлардан фойдаланиш**

Фосфор, олтингугурт, хлор тутган олигомерлар ривожланиш итиқболлари ва замонавий муаммолари ва уларнинг олиш технологияси, шунингдек, олинган олигомерларни самаралилиги, уларни полимер композицияларининг структура ҳосил қилиш жараёнларига таъсири ўрганилган. Фосфор, олтингугурт, хлор тутган олигомерларнинг синтези, физик-кимёвий хоссалари бўйича ва шу билан бирга клейловчи ва оловбардошлик хоссалари бўйича тадқиқот ишлари тизимлаштирилган,

танқидий кўриб чиқилган. Полифункционали олигомер антипиренларни олишнинг долзарблиги кўрсатилган. Полисульфид олигомерларини вулканизацион ва модификацияси, вулканизаторларни тузилиши ва хоссалари, фосфор сақловчи бирикмаларни полимерлар учун антипиренлар сифатида ишлатилиши таҳлил қилинган. Галоген сақламайдиган ёнишни секинлатувчилар билан полиолефинлар ёнишини пасайиш механизми ўрганилган. Олинган олигомерларнинг хоссалари уларнинг реакция механизми ва жараёндаги кинетик қонуниятларнинг ўзига хослиги билан боғланган синтез усулларига боғлиқ. Шулардан келиб чиққан ҳолда, кам миқдорларда ҳам полимер ва ёғоч буюмларга талаб этиладиган физик-кимёвий ва физик-механик хоссаларни бера оладиган олигомерларнинг синтези ва қўлланилиши зарурати юзага келди.

Турли хил олигомер клей ва оловбардош материаллар миқдорини кенгайтириш мақсадида полифункционал фосфор, олтингугурт, хлор тутган ингибиторлар синтези жараёни тадқиқ этилган ва улар асосида биринчилардан бўлиб ўндан ортиқ янги маҳсулотлар: АР-100, АР-110, АР-120, АР-130, АР-140, АР-150, АДж-1, АДж-2 и АДж-3 синтези амалга оширилган.

АДж-1 маркали фосфор тутган олигомер антипиренлар синтези тадқиқ этилган. Реакция самарасига ҳароратнинг, вақтнинг ва бошланғич маҳсулотларнинг нисбати ва катализаторнинг таъсири каби АДж-1 олигомер антипиренни олишнинг оптимал шароитлари ўрганилган. АДж-1 синтези самарасини ошириш мақсадида реакция турли хил шароитларда: ҳар хил вақт давомийлигида, бошланғич моддаларнинг турли нисбатларида ва турли катализаторлар иштирокида амалга оширилган. Аниқландики, реакция унуми бошланғич моддаларнинг нисбатлари 1:2:2 бўлган ҳолда бошқа ҳолларга нисбатан юқорироқ бўлади. Кўплаб тажрибалар натижасида шундай хулосага келиндики, 90 °С ҳароратда, 3 соат давомида, сульфат кислота катализатор сифатида ишлатилганда анча юқори бўлади.

АДж-2 маркали фосфор тутган олигомер антипиренлар синтези тадқиқ этилган. Реакция самарасига ҳароратнинг, вақтнинг ва бошланғич маҳсулотларнинг нисбати ҳамда катализаторнинг таъсири каби АДж-2 олигомер антипиренни олишнинг оптимал шароитлари ўрганилган. АДж-2 синтези самарасини ошириш мақсадида реакция турли хил шароитларда: ҳар хил вақт давомийлигида, бошланғич моддаларнинг турли нисбатларида ва турли катализаторлар иштирокида амалга оширилди. Аниқландики, реакция унуми бошланғич моддалар: бор сақловчи бирикма, формалин ва меламиналарнинг нисбатлари 1:2:1 бўлган ҳолда бошқа ҳолларга нисбатан юқорироқ бўлади. Кўплаб тажрибалар натижасида шундай хулосага келиндик,  $90^{\circ}\text{C}$  ҳароратда, 4 соат давом этганда анча юқори бўлади. Ушбу ҳолда реакция унуми 76 % ни ташкил этади ва олинган олигомер антипирен сувда эрувчан, қаттиқ, оқ рангли кўринишдаги модда бўлади.

Олтингугурт ва хлор тутган сульфохлорланган полиэтилен олиш жараёни. Сульфохлорланган полиэтилен (ХСПЭ) синтези учун юқори босимли полиэтилен (ЮБПЭ), паст молекулали полиэтилен (ПМПЭ) ва иккиламчи полиэтилен (ИПЭ) ишлатилган. Олинган ХСПЭ тегишли хомашёларга қараб қуйидагича номланади: ЮБПЭ дан олингани ХСПЭ, ПМПЭ дан олинган ПМХСПЭ ва ИПЭ дан олингани ИХСПЭ.

Турли хил конструкция ва юзаларни атроф муҳит таъсирлари натижасида емирилишидан сақлашнинг иқтисодий самарали усули бу-маҳсус қопламалар яратишдир. Ушбу турдаги материаллар юқори кимёвий чидамлилиқ, яхши физик-механик хоссалар, атмосфера таъсирларига чидамлилиқ, барқарорлиқ кўрсаткичлари ва арзон бўлиши керак. Ушбу талабларга маълум миқдорда етарли хомашёга ва паст нархларга эга сульфохлорланган полиэтилен тўғри келади.

Модификацияловчи қўшимчалар синтезини тадқиқ этиш. Мочевина ва эпихлоргидрин, мочевина аддукти ва эпихлоргидрин, меламина аддукти ва эпихлоргидрин, меламина ва эпихлоргидрин асосидаги модификаторларнинг олиш технологик режимлари ишлаб чиқилди. Ўтказилган тадқиқот

натижалари шуни кўрсатадики, эпихлоргидрин ва меламинанинг 1:1 нисбатларида ЭМЕ-1 ва бошланғич моддаларнинг 2:1 нисбатида эса ЭМЕ-2 маҳсулоти олинади. Эпихлоргидриннинг мочевина аддукти билан 1:1 нисбатдаги таъсири натижасида ЭАО-1 ва бошланғич моддаларнинг 2:1 нисбатида эса ЭАО-2 маҳсулотлари ҳосил бўлади.

Фосфор-, олтингугурт-, хлор тутган олигомерлар модификацияси ва уларни хоссаларига таъсирини тадқиқ этиш. Ҳозирги кунда марганец (IV) оксиди структурасини саноат полисульфид олигомерларини (ПСО) қотиш тезлигига таъсири ўрганиш алоҳида аҳамиятга эга. Амалиётда ПСО ларини қотиришда биринчи навбатда таркибидаги марганец диоксиди фаоллиги билан боғлиқ, турли хил фаолликка эга бўлган вулканловчи пасталарга дуч келинади.

ПСО вулканизациялашда занжир узайиши, чизиқли занжирларнинг охиридаги тиол гуруҳларининг оксидланишидаги ўзига хос тикилиш ва узун занжирнинг чокланиши кузатилади. Олинган структура кўрсаткичлари таҳлили ПСО ларини вулканлаш реакциясида саноат миқёсида ишлатиладиган марганец диоксидини фаоллигини вулканланиш жараёнига қадар баҳолаш имконини беради, шу билан бирга вулканловчи агентдаги  $Mn^{4+}$  ионларининг ҳар хил ҳаракатчанлик, локаллашув ва концентрацияси

Юқорида айтиб ўтилганларни тасдиқлаш мақсадида тўлдирувчилар табиати ва таркибида ЭД-40 маркали диан эпоксид смоласи сақловчи У-30М ва АМ-05 маркали чет эл герметикларини хоссаларига қотиш тезлигини таъсири ўрганилган. Полисульфид каучукларини қотириш марганец диоксиди билан амалга оширилиб, чет эл аналогларидан фарқли ЭД-20 ва Ц маркали эпоксид смолалари ишлатилган. Ишлаб чиқилган герметикловчи пасталари У-30М ва АМ-05 маркали чет эл қотирувчилари билан солиштирилиб шу нарса аниқландики, герметикловчи ва қотирувчи пасталар бир текисда арилишиб кетади ва чет аналоглари билан бир хил хоссаларга эга. 1, 2, 3, 4-жадвалларда ишлаб чиқилган ва чет эл герметикловчи ва қотирувчи пасталар таркиблари келтирилган. Герметикларни қотириш таъсир

этиш даври тугагандан кейин 48 соат давомида  $70^{\circ}\text{C}$  ҳароратда амалга оширилди.

$\text{Mn}^{4+}$  каби ионларга октаэдриқ симметриялардан кучли четланиш ва олтита қўшни кислород атомлари билан анча кучсиз ковалент боғлар ҳосдир. Шунинг учун ҳам олигомернинг реакцион қобилиятли гуруҳлари оксидланиши жараёнининг биринчи босқичидаёқ жуда катта тезликда боради. Кейин эса ҳаракатчан  $\text{Mn}^{4+}$  ионларининг сарфлангани ҳисобига вулканизация жараёнига вулканизацияловчи агентнинг бошқа, каттарок бирикмалар таркибига кирувчи ва кислород атомлар билан мустаҳкам боғланган  $\text{Mn}^{4+}$  ионлари иштирок эта бошлайди, бунда ПСО ларининг вулканланиш жараёни секинлашади.

Ёғоч ва унинг асосидаги буюмларни (целлюлоза, қоғоз пахтаси ва б.) АДЖ-1, АДЖ-2 антипиренларини қўшиш билан оловдан ҳимоялаш.

Фосфор-бор тутган бирикмалар асосида янги кўп функцияли олигомер антипиренлар синтез қилиниб, АДЖ-1 ва АДЖ-2 маркали антипиренларнинг хоссалари ўрганилган.

Синов ишлари қуйидагича амалга оширилди: қарағай ёғочи намуналари диаметри 50 мм ва узунлиги 166 мм бўлган пўлат қувур ичига жойлаштирилади. Қувурдан 5 мм чиқиб турган намуна тагидан спиртли ёки газли (бизнинг ҳолда спиртли аланга) аланга қўйилади. Ёндиргич билан намуна орасидаги масофа 10 мм ташкил этади. Намунани газ алангасида тутиб туриш вақти 1 мин., спиртли алангада тутиб туриш вақти эса 1 мин. 30 сек. Ёндириш манбаи олингандан кейин намунанинг ўз-ўзидан ёниш ва туташ вақти аниқланади.

#### 1.4 жадвал

##### АДЖ-1 нинг оловдан ҳимоялаш самараси

| №<br>Намуна-<br>Лар | Вақт, сек      |       | Масса, гр |                   | Массанинг<br>йўқотилиши |      |
|---------------------|----------------|-------|-----------|-------------------|-------------------------|------|
|                     | Ўз-ўзидан ёниш | Туташ | Синовгача | Синовдан<br>Кейин | гр.                     | %    |
| 1                   |                |       | 135,66    | 125,84            | 9,82                    | 7,24 |

|    |                                  |        |        |       |      |
|----|----------------------------------|--------|--------|-------|------|
| 2  | Эма<br>с<br>Махд<br>Эмас<br>Махд | 139,04 | 128,59 | 10,45 | 7,52 |
| 3  |                                  | 136,72 | 127,58 | 9,14  | 6,69 |
| 4  |                                  | 134,19 | 124,88 | 9,31  | 6,94 |
| 5  |                                  | 138,58 | 129,13 | 9,45  | 6,82 |
| 6  |                                  | 136,33 | 127,43 | 8,90  | 6,53 |
| 8  |                                  | 136,97 | 126,46 | 10,51 | 7,68 |
| 9  |                                  | 133,89 | 125,39 | 8,50  | 6,35 |
| 10 |                                  | 137,41 | 128,37 | 9,04  | 6,58 |
|    |                                  | Ўртача |        |       | 6,9  |

Ушбу тажриба ГОСТ 16363-98 бўйича амалга оширилди. Услубнинг моҳияти қоплама ёки юттировчи таркиб билан қайта ишланган ёғочни иссиқликни ушлаб турадиган шароитда очиқ аланга таъсирида массасини йўқотилишини аниқлашдан иборат. Синфланадиган усул оловбардршлик самараси гуруҳини аниқлашда ёки сертификация тажрибалари ўтказишда қўлланилади. Тезлаштирилган синов усуллари синфланиш синовларидан ўтган оловдан ҳимоя воситаларини оловбардршлик самарасини назорат қилишда ишлатилади.

Антипиренларнинг таъсири ёғоч таркибида маълум миқдорда бўлади ва улар ёнғинни аланга манбаи бўлмаган ҳолларда ёниш жараёнига тўсқинлик қилади. Оловни ёғочга таъсирида турли физик-кимёвий жараёнлар содир бўлади, шулардан бири антипиренларнинг оловдан ҳимоя қилиш хоссасидир. АДЖ-1 ни синов натижалари шуни кўрсатдики, намунанинг ўртача масса йўқотиши 6.9 % ни ташкил этади ва ушбу натижага асосан оловдан ҳимояловчи таркиб ГОСТ 16363-98 (1.5-жадвал) бўйича I гуруҳга киради.

Олигомер антипирен эритмаси қуйидагича тайёрланди: илиқ сувга (сув ҳарорати 323-333 К да) ҳисобланган антипирен (30 % қуруқ таркиб ва 70 % сув) яхшилаб эритилди. Тайёрланган эритма яхшилаб аралаштирилди ва икки қават қилинган зич докадан ўтказилди.

## 1.5 жадвал

### АДЖ-2 нинг оловдан ҳимоялаш самараси

| №<br>Намуна-<br>Лар | Время, сек     |       | Вакт, сек |                | Масса, гр |   |
|---------------------|----------------|-------|-----------|----------------|-----------|---|
|                     | Ўз-ўзидан ёниш | Туташ | Синовгача | Синовдан Кейин | гр.       | % |

|    |               |               |        |        |      |      |
|----|---------------|---------------|--------|--------|------|------|
| 1  | Мажуд<br>Эмас | Мажуд<br>Эмас | 155,56 | 145,86 | 9,70 | 6,24 |
| 2  |               |               | 149,44 | 139,70 | 9,74 | 6,52 |
| 3  |               |               | 156,42 | 147,52 | 8,90 | 5,69 |
| 4  |               |               | 154,39 | 145,22 | 9,17 | 5,94 |
| 5  |               |               | 148,78 | 140,13 | 8,65 | 5,82 |
| 6  |               |               | 156,23 | 146,86 | 9,37 | 6,00 |
| 8  |               |               | 156,97 | 147,21 | 9,76 | 6,22 |
| 9  |               |               | 153,89 | 144,12 | 9,77 | 6,35 |
| 10 |               |               | 147,41 | 139,19 | 8,22 | 5,58 |
|    |               |               | Ўртача |        |      | 6,0  |

АДж-2 ни синов натижалари шуни кўрсатдики, намунанинг ўртача масса йўқотиши 6,0 % ни ташкил этади ва ушбу натижага асосан оловдан химояловчи таркиб ГОСТ 16363-98 (1.5 жадвал) бўйича I гуруҳга киради.

### **Фосфор, олтингугурт, хлор тутган олигомерлар ва полимер материалларнинг амалиётда қўлланилиши**

Олигомер антипиренларни кенг миқёсда қўлланилиш имкониятларини уларнинг технологик ва иқтисодий самарадорлик кўрсаткичлари шу билан бирга қўлланилишдаги иқтисодий самарадорлик кўрсаткичлари белгилаб беради. Биринчилардан бўлиб ТКТТИИ ДУКда эпихлоргидрин ва фосфор сақловчи бирикмалар асосида полуфункционал олигомер антипиренлар ишлаб чиқарилган бўлиб, ҳарорат, фосфор сақловчи бирикманинг ўз-ўзидан боровчи полимерланиш жараёнига таъсири, ҳосил бўлган олигомерлар хоссалари ва олинган полифункционал олигомерларнинг асосий физик-кимёвий антипиренлик хоссалари тадқиқ этилган.

Ўзбекистонда биринчилардан бўлиб юқори самарали ва экологик хавфсиз полифункционал олигомер антипиренлар олиш усули ишлаб чиқилди. Юқориди кўрсатилган фосфор сақловчи бирикмаларни антипирен қўшимчалар сифатида қўллаш, улардаги бошланғич механик хоссаларни сақлаган ҳолда, зарарлиги, ёнувчанлиги, алангаланувчанлиги, тутун ҳосил қилувчанлиги паст бўлган полимер, ёғоч ва текстил маҳсулотларини олиш имконини беради. Антипиренлар ишлаб чиқариш учун Ўзбекистонда ишлаб чиқариладиган мочевино, магний оксиди, фосфор кислотаси, глицерин асосидаги эпихлоргидрин ва фосфор кислотаси ҳосилалари керак бўлади. Эпихлоргидрин билан азот, олтингугурт, фосфор, магний сақловчи

бирикмалар таъсирида борадиган полимерланиш жараёнини ўрганиш, шубҳасиз, илмий ва амалий аҳамиятга эга. Аниқландики, эпихлоргидринни баъзи бир азот, фосфор сақловчи бирикмалар билан таъсирлашуви натижасида ўз-ўзидан борадиган полимерланиш жараёни юз беради. Ушбу тадқиқотлар турли гуруҳлар табиатининг ўз-ўзидан боровчи полимерланиш жараёнига таъсирини ўрганиш имконини беради.

Шундан келиб чиқиб, ТКТТИ ДУКда эпихлоргидринни фосфор сақловчи бирикмалар билан ўз-ўзидан боровчи полимерланиш жараёни ёрдамида янги олигомерлар олиш жараёни ўрганилган.

Ушбу гуруҳнинг бир вакили сифатида аммофосни карбамид, магний оксиди, суёқ шиша ва тетрасульфид натрийни кучсиз ишқорий муҳитда поликонденсацияси кейинчалик эса ортофосфор кислотаси билан нейтраллаш орқали олинган АР-100, АР-110, АР-120, АР-130, АР-140, АР-150 ва АДж-1, АДж-2, АДж-3 каби оловдан ҳимояловчи тарқблар олинган.

Антипиреларнинг оловдан ҳимоялаш самараси НПБ 251-98 «Оловдан сақловчи тарқблар ва улар асосидаги ёғоч материаллари учун бирикмалар. Умумий талаблар. Синов усуллари.».

## 1.6 жадвал

### Ёғочлар учун олигомер антипиреларнинг оловдан ҳимоялаш самараси

| Олигомер-нинг Номи | Ёнишдаги масса йўқотилиши, % | Ёнишдан ҳимоялаш Синфи | Суртиш технологияси                  | Сарфи, кг/м <sup>2</sup> |
|--------------------|------------------------------|------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| АР-100             | 7,5                          | II                     | Суркаш, Валикли суркаш, сепиш орқали | 0,30                     |
| АР-110             | 6,9                          | I                      |                                      | 0,40                     |
| АР-120             | 8,0                          | II                     |                                      | 0,30                     |
| АР-130             | 5,2                          | I                      |                                      | 0,30                     |
| АР-140             | 8,2                          | II                     |                                      | 0,50                     |
| АР-150             | 3,6                          | I                      |                                      | 0,40                     |
| АДж-1              | 6,9                          | I                      |                                      | 0,45                     |
| АДж-2              | 6,0                          | II                     |                                      | 0,40                     |
| АДж-3              | 6,4                          | I                      |                                      | 0,30                     |

Жуда яхши ёнғинга қарши хоссаларни намоён қилган ишлаб чиқилган олигомерларнинг ёнғиндан ҳимоялаш самараси бўйича тадқиқотлар Ўзбекистон Республикаси ИИБ ЁХДБнинг Ёнғин техникаси лабораториясида

амалга оширилди. Саноат-тажриба шароитида амалиётга тадбиқ этиш учун 50 кг ортиқроқ антипирен ишлаб чиқарилган.

Олигомерловчи агент жуда кам миқдорда қўшилади ва қулай нархи туфайли саноат миқёсидаги қурилиш материалларини ишлаб чиқаришда кенг ишлатиш мумкин. Олигомер антипирен ишлаб чиқариш кўп энергия ва мураккаб технологияни талаб қилмайди. Асосий афзалликларидан яна бири реакцияни юқори бўлмаган ҳароратда ( $90^{\circ}\text{C}$ гача) олиб борилиши.

*Ишлаб чиқилган олтингугурт ва хлор сақловчи полимер материалларининг амалиётда қўлланилиши.* Маҳаллий хомашёлар асосида сульфохлорланган полиэтилен (Хайпалон каучуги) олиш ишлаб чиқилди. Сульфохлорланган полиэтилен республикамизда етарлича бўлган қуйи молекулали полиэтилен ёки иккиламчи полиэтиленни хлорли сулфурил ёки хлор билан олтингугурт диоксиди ёрдамида сульфохлорлаб олинади.

Ушбу каучук юқори озон таъсирига, атмосфера таъсирларига чидамлилиқ юқори адгезия хоссалари билан ажралиб туриб, резинотехник буюмлар ишлаб чиқаришда резина клейлари, валларни гуммировчи сифатида кенг қўлланилмоқда. Арзонлиги ва мавжудлиги билан фарқ қиладиган ушбу каучукни ишлаб чиқаришни ташкил этиш сезиларли миқдорда синтетик каучуклар ва резина клейларини импортини қисқартириш имконини берган бўлар эди.

Сульфохлорланган каучукни  $60-75^{\circ}\text{C}$  ҳароратда тўртта хлорли углеродда эритилган полиэтиленни инициатор иштирокида хлор ва олтингугурт диоксиди аралашмаси ёрдамида сульфохлорлаб олинади. Иницирланган реакция натижасида полиэтилендаги водород атомлари қисман хлор ва сульфохлорид гуруҳлари билан алмашган маҳсулот ҳосил бўлади.

Полимер молекуласига хлор атомининг кириши тартибли структурани бузилишига ва кристаллик даражасини тушишига олиб келади. Полимер аморф бўлиб қолади. Хлор ва олтингугуртнинг оптимал миқдорларида

полимер сиқилишга, паст ҳароратга ва агрессив муҳитларга чидамлилиқ каби хоссаларни намоён қилади.

Сульфохлорланган полиэтилен қуйидаги эритувчиларда рийди: бензолда, бензил спиртида, декалинда, диоктилфталатда, ксилолда, метилэтилкетонда, н-бутиламинда, нитробензолда, пиридинда, тетрачлоруглеродда, тералинда, толуолда, хлороформда, фуранда этиленхлоридда, хлорбензолда, тионил хлоридда, циклогексанолда.

Умуман олганда, мамлакатимизда, синтетик сульфохлорланган полиэтиленни ишлаб чиқаришни ташкил этиш, нафақат, резинотехник буюмларни импортини қисқартиришга балки, ушбу соҳадаги кадрларни тайёрлашда ҳам муҳим аҳамиятга эга.

ТКТИТИ да мамлакатимизда ишлаб чиқариладиган хомашёлар асосида сульфохлорланган полиэтилен олиш жараёни тадқиқ этилган. «Шуртангаз» УҚМ чиқиндиларидан бўлган қуйи молекулали полиэтилен асосида сульфохлорланган полиэтилен олиб кўрилди. Каучук ҳосил бўлиш жараёнига полимер табиати, сульфохлорловчи агент ( $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2$ ) ва полимер компонентларининг нисбати, инициатор ва эритувчи табиати, ҳарорат ва давомийликларни таъсири шрганилди. Ушбу тадқиқотлар натижасида «Хайпалон» каучугини ишлаб чиқаришнинг оптимал шароитлари аниқланилди.

### **1.3. § Термобарқарор полимер материалларнинг хоссалари ва уларни яратиш усуллариининг таҳлили ҳамда материалларни қайта ишлаш технологияси**

Полимер материаллар ёнишини камайитиришнинг энг кенг тарқалган ва самарали усулларида бири оловбардош моддаларнинг қўлланилиши ҳисобланади.

Таъсир механизми бўйича термобарқарор моддаларни қуйидаги гуруҳларга ажратиш мумкин: ёниш жараёнининг ингибиторлари ва полимер сиртида кокс ҳосил бўлиш жараёнининг катализаторлари.

Муайян буюм учун термобарқарор модда танлаш мураккаб масала ҳисобланади, чунки полимерга ҳар битта компонентнинг таъсири ва бири бири билан ўзаро таъсирланиш механизмларини билишни талаб қилади.

Термобарқарор моддаларнинг кенг тарқалган синфи галоген сақловчи бирикмалар ҳисобланади [67; 68]. Бу уларнинг алангани юқори ўчириш қобилятига, уларни ишлаб чиқариш учун хом ашёнинг мавжудлигига боғлиқ. Ёнишни секинлаштирувчи йод ва фтор сақловчи компонентлар пластмассаларда амалда қўлланилмайди, чунки полимерларни қайта ишлаш жараёнида улар беқарор бўлади [69].

Галоген сақловчи бирикмаларнинг таъсир механизми [70] реакцион аралашмада занжирларнинг узилиши билан борадиган кимёвий ўзаро таъсирга, полимернинг термоларчаланишида деструкция маҳсулотларини модификациялашга, ёниш зонасида ёнувчан газларни суюлтиришга боғлиқ.

Юқорида кўрсатилган қопламалар кўпинча минерал тўлдирувчилар (асбест ва вермикулит) қўлланилган ҳолда ноорганик моддалар асосида олинади. Шунингдек, минерал боғловчи моддалар ва суюқ шиша асосидаги қопламаларнинг қўлланилиши ҳам маълум.

Бу қопламалар билан ҳимояланган конструкцияларнинг ҳарорати узок вақт давомида 100 °С дан ошмайди.

Мазкур [12] тадқиқотда ички ва ташқи ишлар учун қўлланиладиган ёнғиндан ҳимоя қилувчи материаллар, айнан ёнғин вақтида жуда кам миқдорда зарарли моддаларни чиқарадиган сувли силикат бўёқларнинг ишлаб чиқарилиши тақдим қилинган. Бу материалларнинг устун томонларидан бири сифатида муаллиф асосий компонент – суюқ шишанинг оммабоплиги ва арзонлигини, шунингдек бундай қопламаларда алангадан ҳимоялаш эффекти сувнинг буғланиши ва ноорганик силикат кўпикнинг шаклланиши ҳисобига эришилишини таъкидлаб ўтади.

Ноорганик материалларнинг камчиликларидан бири сифатида ёмон иқлимий барқарорлиги, мўртлиги, турли тағликларга ёмон адгезияси, кўп қаватли қатламларни олиш зарурати кўрсатиб ўтилган. Тадқиқотнинг ғояси

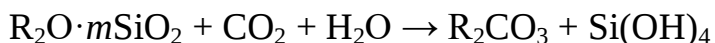
гибрид орғано-ноорганик материални олган ҳолда, ҳар битта материалнинг камчиликларини минималлаштиришдан иборат.

Ёнғиндан ҳимоя қилувчи қопламалар яратишнинг истиқболли йўналиши анъанавий арзон ва оммавий плёнка ҳосил қилувчи материалларнинг қўлланилиши ҳисобланиб, уларнинг таркибига реакцион қобилятли ёки аддитив турдаги термобарқарор полимерлар киритилади [71].

Термобарқарор полимерларнинг асосини галоген ёки гетероатомлар (фосфор, кремний, азот) сақловчи полимерлар ташкил қилади [72; 73].

Маълумки [74; 75], структурасида кремний атоми билан боғланган алкокси-гуруҳларни сақловчи амин қотирувчилар қотган материалларнинг адгезион мустаҳкамлигини, кимёвий барқарорлигини ва сувга чидамлилигини оширади.

Кремний сақловчи суяқ аминлар лок-бўёқ материаллар, шу жумладан эпоксидли локлар учун эритувчи талаб қилмайди, шунинг учун уларни саноатда эпоксидли композицияларнинг қотирувчилари сифатида қўлланилиши қизиқиш уйғотади. Бу хулоса суяқ шишаларнинг полимерланиш механизми билан тушунтирилади; қопламанинг қотиши лок-бўёқ материаллар таркибига қандайдир қўшимчалар киритилмаганда ҳам, яъни ҳаводаги карбонат ангидрид билан таъсирланиши ҳисобига содир бўлади



Ҳозирги кунда камчил бўлмаган суяқ шиша хом ашёси, шу жумладан ишлаб чиқариш чиқиндиларини қўллаган ҳолда бино фасадлари учун янги силикатли бўёқларнинг бир нечта тайёрлаш усули яратилган, уларнинг иқтисодий ва экологик жиҳатлари уларни кенг қўллаш имкониятларини очиб беради.

Атмосфера таъсирига чидамли ва ёнғиндан ҳимоя қилувчи қопламалар учун силикатли бўёқлар қўлланилишининг мақсадга мувофиқлиги кўрсатилган.

Муаллифлар [76; 77; 78; 79; 80] томонидан полимер асосидаги материаллардан тайёрланган ёнғиндан ҳимоя қилувчи қопламаларни яратиш бўйича олиб борилган тадқиқотларнинг натижалари тақдим этилди. Алангага бардошлиги 18 минутни ва коррозия барқарорлиги юқори бўлган юпка қаватли органосилокати қопламалар яратилган. Материал таркибида иссиқликни кам ўтказувчи компонентлар миқдорини ва дисперсликни аналитик баҳолаш имконияти кўрсатилди.

Полимерлар таркибига полисилоксанларнинг киритилиши суяқланма ҳосил бўлиш ва қолдиқнинг минералланиш эҳтимоллигини камайтиради, бу эса тажриба ўтказувчилар учун полиорганосилоксанлар парчаланишининг таклиф этилган схемаси тўғрисидаги хулосага таянишга имкон беради.

Четки гидроксил гуруҳлар иштирокида полиорганосилоксанлар парчаланишининг таклиф этилган схемаси бўйича циклар ҳосил бўлади [81].

Таъкидлаш жоизки, полиорганосилоксанлар занжирлари цикларининг ҳосил бўлиши занжирларнинг термодинамик қайишқоқлигига боғлиқ бўлади. Барча маълумотлар кўрсатадики, кремнийорганик бирикмалар нафақат оловбардош, балки термобарқарор ҳамдир.

Силиконли материалларни етказиб бериш вариантлари ва технологияларининг ранг-баранглиги нафақат қопламалар муаммосини ечади, балки функционал юқори самарали оловбардош қопламалар учун зарур сифатлар билан ҳам таъминлайди. Қопламаларнинг эксплуатацион сифатларига қўйиладиган талаблар силоксан занжирига органик ўриндошларни киритиш юзасидан мулоҳаза юритишга ундайди. Органик функционал гуруҳлар (метокси-, этокси-) қотиш жараёни намлик таъсирида хона ҳароратида фаолланадиган силиконли қопламалар олинишини таъминлайди. Силиконли материалларнинг бундай хоссаси ҳимоя қопламаларида қўлланилади, бу эса уларнинг атроф муҳит шароитида қотиши, энергия сарфини камайтириш ва катта юзалар учун қўллаш имконини беради. Қотиши учун қўшимча энергия сарфини талаб қиладиган системалар учун силиконларнинг реакцион қобилияти фойдалидир, чунки

улар мураккаб деталларда қўшимча тикилишни таъминлайди. Присадкалар даражасида дозировкаларнинг (учмас моддаларнинг умумий массасидан 0,2-0,5%) қўлланилганда органик функционал гуруҳларни сақловчи алкоксисиланлар тикадиган агентлар, пигментлар диспергатори ёки адгезия кучайтиргичлари сифатида таъсир кўрсатади.

Силиконли материаллар бозорининг катта қисмини силиконларнинг полиэфирлар билан сополимерлари ташкил қилади [82; 83; 84]. Силикон/полиэфир нисбатини, сополимернинг молекуляр массасини, полиэфир гуруҳларнинг кутбилигини тўғри танлаган, четки гуруҳларни тўсган, ва аксинча, реакция қобилиятли гуруҳларни бириктирган ҳолда катта устунликларга эга бўлган қўшимчаларни яратиш мумкин. Сирпаниш, тирналишга қаршилик кўрсатиш, оқувчанлик, ўз-ўзича текисланиш, хўлланиш, ёпишишга қаршилик кўрсатиш, ялтироқлик – барча бундай сифатларни қопламаларга силиконли материаллар беради. Сувни юқтирмаслик, сувга чидамлилиқ ва буғ ўтказувчанлик қопламларнинг асосий сифатларидан ҳисобланиб, улар асосида бир нечта патентлар олинган [85; 86; 87]. Силикон материаллар турли хил композицияларни гидрофоблиги ва адгезиясини таъминлайди [88]. Суюқ полидиметилсилоксан (ПДМС) узоқ вақт давомида кўпик ёрдамида ўт ўчириш воситаси сифатида қўлланилиб келинган. Лекин унинг қўлланилиши органик смолалар билан мос келмаслиги ва сувда чекланган диспергирланиши билан чегараланади, бунинг натижасида фазали қатламларга ажралиш содир бўлиб, у плёнканинг сиртида нуқсонларнинг пайдо бўлишига олиб келади. Фторланган ва алкил-ёки арилсилоксанлар яхши аралашуш қобилиятига эга бўлиб, кўпикларнинг йўқотилишини ва нуқсонсиз қопламаларнинг олинишини таъминлайди. Кўпик ёрдамида самарали ўт ўчириш воситаси ҳисобланган бундай материаллар ҳам камчиликлардан ҳоли эмас.

Силиконли қўшимчаларга қуйидаги бирикмаларни киритиш мумкин: полидиметилсилоксан (ПДМС, силикон мойи, полидиметилсиликон), ПДМС эмульсиялари ва дисперсиялари, фаол органик гуруҳларни сақловчи

алкоксисиланлар (тикиш агентлари), алкилалкоксисиланлар, арилалкоксисиланлар, фторсиликонлар, силиконли полиэфирлари (силиконли сирт-фаол моддалар), силиконли латекс эластомерлар, силиконли смолалар, силиконнинг оддий эфирлари, силиконакрилатлар, грануланган силиконли каучуклар.

Полимер материаллар эксплуатация ёки сақлаш жараёнида агрессив муҳитлар билан алоқа қилиши мумкин, улар таъсири остида қуйидаги жараёнлар амалга ошади: агрессив муҳит компонентининг сорбцияси; полимер материалдан турли қўшимчалар (стабилизаторлар, пластификаторлар ва бошқалар) десорбцияси; полимернинг эриши; физик структуранинг (кристаллик даражаси, микрофоваклилик) ўзгариши. Бу жараёнлар таъсири остида полимер материаллар эксплуатацион: механик, оптик, диэлектрик, сорбцион, диффузион хоссаларининг ўзгариши (кўпинча ёмонлашиши) содир бўлади. Шу сабабли полимер материалнинг кимёвий барқарорлиги ва мустаҳкамлигини баҳолаш муҳим масала ҳисобланади [89]. Агрессив муҳитда узок туриши натижасида полимер намунаси массасининг ўзгариши унда кечадиган физик ёки кимёвий жараёнлардан дарак беради.

Полимер молекуляр массасининг камайиши одатда кимёвий деструкция бошланиши ҳақида маълумот беради; вақт оралиғида массанинг ортиши эса агрессив муҳит сорбцияси ва диффузия коэффициенти катталигини ҳисоблаш учун ГОСТ 12020-72 бўйича тавсия этилади. Гравиметрик усул фақат бир компонентли агрессив муҳит учун ўтказилса мақсадга мувофиқ бўлади. Агрессив муҳитда полимер материалнинг кимёвий барқарорлигини кинетик (тезлик константаси, активланиш энергияси), диффузион, сорбцион, механик ва бошқа кўрсаткичлар бўйича баҳоланиши тўғри натижаларга олиб келади[90].

Силиконли технологияларни қўллайдиган смолалар ва қопламалар таркиблари юқори ҳароратли ва об-ҳаво таъсирига учрайдиган қопламалар учун азалдан тақдим этилган. Силиконли технологияларнинг асосий ютуқлари: УБ-нурланишга чидамлилиги ва барча қўлланилиш

йўналишларида термобарқарорлиги, ишқаланишнинг камайиши, ўз-ўзича текисланиши, кўпик ёрдамида ўчириши ва адгезиянинг кучайиши ва бошқалар. Барча бу сифатлар силиконли қопламаларни кенг қўлланилиши учун замин яратади [91].

Сўнгги йилларда силиконли ва органик полимерлар орасида синергизм аниқланди, натижада бу анъанавий силиконли қопламаларнинг ҳам, органик қопламаларнинг ҳам яхшиланишига олиб келди [92]. Намлик таъсирида қотадиган системалар, ишқаланиш, коррозия ва химикатларга юқори чидамли полимерлар ва қопламалар ҳамда биофлосланишларни бартараф қилишда уларнинг осон тозаланиши – бу силиконли технологияларни бўёқлар ва қопламаларда қўлланилишини таъминловчи ютуқларнинг ҳали тўлиқ рўйхати эмас. Силиконли ва органик системалар орасидаги тафовут аста-секин йўқолиб боради, чунки тайёрлаш усулларини яратувчи муаллифларнинг янада кўпроқ қисми ўзи учун силиконлар асосидаги технологияларнинг кўп қирралилигини ва жуда чидамлилигини очмоқдалар.

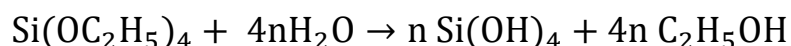
Ушбу ишда композиция кўринишдаги қопламалар таглик сиртига уни атмосфера таъсирлари, зарба ва коррозия ёки кимёвий реагентлар таъсиридан ҳимоя қилиш учун қопланади. Композициялар ёрдамида ишлов бериладиган тагликлар ёғоч, пластмасса, бетон шиша ва металл сиртга бўлиши мумкин. Композициялар қоплама сифатида таглик сиртига бевосита қўлланилади ёки таглик сиртига олдин бошқа қоплама, масалан ноорганик ёки органик грунтровка материали билан қопланган сирт учун қўлланилади.

Композицион қопламалар қўлланилганда ҳарорат шароитларининг кенг оралиғида қуриш ва қотиш, масалан юқори ҳарорат шароитида – иссиқ қуриш вақтининг керакли кўрсаткичлари қайд қилиниши мумкин. Ҳарорат шароитлари атроф муҳит ҳароратига боғлиқ ҳолда ўзгартирилиши мумкин (масалан, 278 дан 323 К гача) [93; 94].

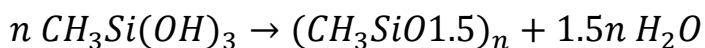
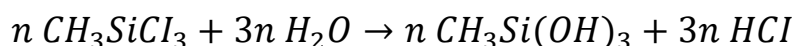
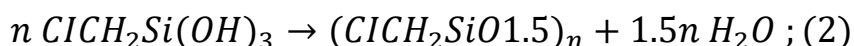
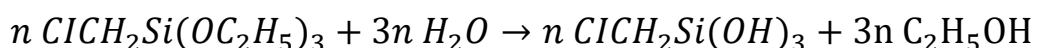
Силиконли смолаларни кимёвий хоссалари бўйича соф минерал ва сунъий органик материаллар орасига жойлаштириш мумкин. Уларнинг структураси кварц заррачаларига ўхшаш бўлади. Уларга фақат органик

радикаллар бириккан бўлиб, уларнинг юқори гидрофоблигини таъминлайди. Назарий жиҳатдан силиконли смолаларни бевосита кварцдан олиш мумкин, лекин амалиётда бундай синтез соф кремний билан амалга оширилади. Силикон молекуласидаги органик гуруҳлар сувни ўтказмаслик қобилиятини намоён қилиб, асоснинг намланишидан ҳимоя қилади. Ундан ташқари, силиконли бўёқ заррачалари орасидаги микроғовакли фазо самарали гидрофобланади.

Шунингдек, [95]. энг яхши кремнийорганик бирикма сифатида тетраэтоксисилан олинган бўлиб, уни турли хил акрил қатори мономерлари билан композитлари олинган. Ишда тетраэтоксисилан гидролизи ўрганилган.

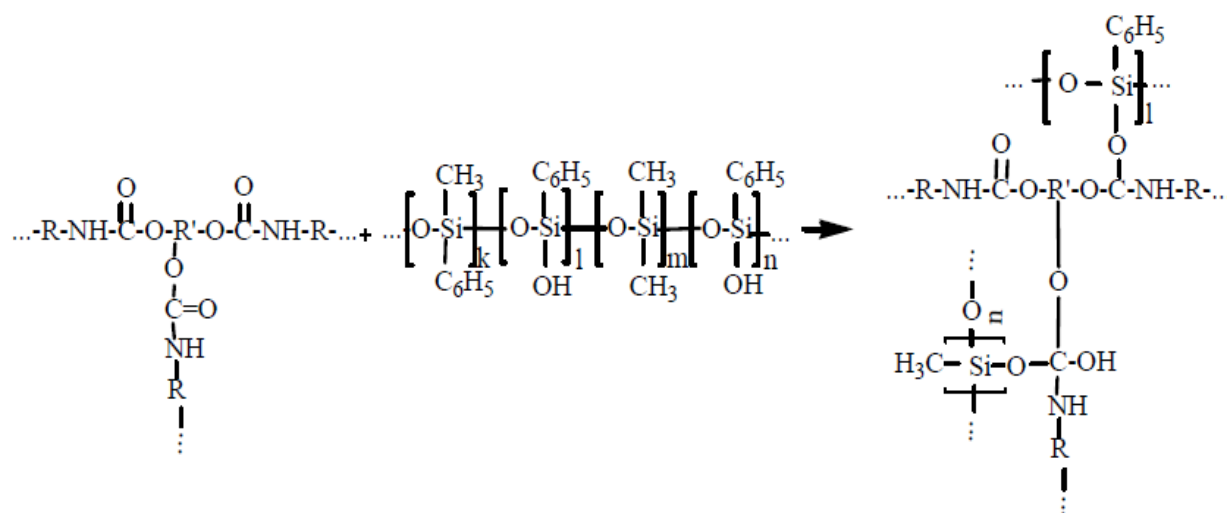


Гидролиз натижасида ҳосил бўлган гидрооксигуруҳли маҳсулотнинг аралаш ҳолда композит ҳосил қилиши ўрганилган.



Олиб борилган тадқиқотларда муаллифлар тетраэтоксисилан миқдорини 2,45:1 нисбатда олишганлигини сабабли тетраэтоксисиланнинг гидролизи кузатилган. Синтез қилинган композитларнинг тузилиши ва структураси, элементар таркиби таҳлил этилиб, тегишли хулосалар чиқарилган.

Муаллифлар томонидан [96] кремнийорганик боғловчи сифатида полиметилфенилсилоксан гидроксид гуруҳи ҳисобидан реакцион қобилияти юқорилиги, юқори термобарқарорлиги ва кам нам ютувчанлиги сабабли танланиб, полиуретан смолалар модификацияланиб хоссалари ўрганилган ва реакция тенгламаси қуйидагича таклиф этилган;



Таклиф этилган реакция механизмида изоцианат гуруҳнинг гидроксил гуруҳ билан таъсирлашиши баён этилган. Олинган модификацияланган полиуретан плёнканинг нам ва сув ютувчанлиги, камайиб, термик барқарорлиги ошганлиги қайд этилган. Лекин олинган плёнкаларнинг термик барқарорлиги таҳлил этилмаган.

Юқоридагилардан келиб чиққан ҳолда, силиконли смолаларни сақловчи композицияларни олиш мақсадга мувофиқдир, чунки улар акрил смоласи ёки акрилатфункционал ингредиентларни сақловчи полисилоксанли композицияларга нисбатан юқори қайишқоқлик даражаси, қаттиқликни, зарбага чидамлилигини, коррозия ва кимёвий барқарорлигини таъминловчи қопламаларни олишга имкон беради.

Материалнинг физик ва кимёвий инертлигини (масалан, атмосфера, нур, радиация, намлик ва бошқалар таъсирига чидамлилигини) оширишга ёрдам берувчи полиорганоксилосанларга бағишланган ишлар муҳокама қилинган, улар маҳсулотларнинг поликонденсатланиши усули ёрдамида олинди.

Синтез қилинган полимерлар ва силанлар, силоксанлар, эпоксидалар асосидаги материалларнинг физик-кимёвий кўрсаткичларини яхшилаш хусусиятлари кўриб чиқилган. Асосий структуравий ва физик параметрлар аниқланди ҳамда кремний, сақловчи олигомер катталигининг углеводородли радикал узунлигига миқдорий боғлиқлиги, шунингдек полиолефинлар термик барқарорлигининг кремний атомлари миқдorigа боғлиқлиги

аниқланиб, улар оловбардош полимерлар яратиш учун кремний сақловчи бирикмалар асосидаги қопламаларнинг қўлланилиши заруратини кўрсатади, чунки бундай моддалар асосида комплекс техник хоссаларга эга бўлган ёнмайдиган материалларни ишлаб чиқариш учун замин яратилади.

Адабиётлар таҳлилининг якунида шуни таъкидлаш жоизки, бугунги кунда элементарорганик бирикмалар, биринчи навбатда элементарорганик олигомерлар ва полимерларни ишлаб чиқариш масштаблари, шунингдек иқтисодиётнинг турли соҳаларида (тиббиёт, транспорт, қишлоқ хўжалиги, қурилиш, электротехника ва бошқ.) кўрсатилган бирикмалар асосидаги материалларга нисбатан тақдим қилинадиган махсус талаблар элементарорганик кимё олдига бир қатор янги долзарб муаммоларни қўймоқда.

Аноорганик ёки полимер оксиди матрицалари ёрдамида стабиллашган нанопартикулларни ишлаб чиқариш учун универсал конденсация усулларида бири турли хил модификациядаги метал алкооксидларини гидролиз қилиш ва конденсациялашга асосланган зол-гел усулидир. Зол-гел кимёвий усуллариининг аэрозол ёки пуркаш жараёнлари билан комбинацияси натижасида олинган материаллар алоҳида қизиқиш уйғотади. Полимеризация реакциялари ва зол-гел синтези комбинацияси натижасида ноорганик фаза, мономерлар ёки полимер бирликлари оксид тармоғига тушади. Бундай ўз-ўзини ташкил этувчи тизимлар ноорганик ва полимер таркибий қисмларининг кучли интерфаол ўзаро таъсирлари билан ажралиб туради ва турли хил орғано-ноорганик нанокомпозитларни тайёрлаш учун қулай тайёргарлик усулидир. Нанозарраларни 10 нм ҳажмига етказиш мумкин бўлган ноорганик полимер материаллар механик куч ва иссиқлик барқарорлигининг юқорилиги билан ажралиб туради. Улар аллақачон турли хил контакт линзалари, оптик тўлқин мосламалари, иссиққа чидамли қопламалар, сақлаш ва босиб чиқариш мосламалари, кимёвий филтрлар, қаттиқ электролитлар, биосенсорлар, яримўтказгичлар, ҳар қандай реакциялар учун катализатор сифатида, босма литографияда ва бошқалар сифатида ишлатилган. Зол-гел жараён жуда мослашувчан жараён бўлиб, у

турли хил маҳсулотлар билан тавсифланади; талаб қилинадиган хусусиятларга эга бўлган материаллар дизайни уларни яратиш босқичида аллақачон мавжуд. Сўнгги йилларда гетероэлемент керамикасига асосланган композицияларга алоҳида эътибор берилмоқда.

XX асрнинг ўрталарида, гибрид нанокомпозитларни полимер эритмаларидан ёки *insitu* полимеризациялашни деламинация ва эксфолиация билан биргаликда (топокимёвий реакцияларнинг махсус тури) олиш усуллари кашф қилинди. 90-йилларнинг бошларида ПЕО (полиэтилен оксиди) ва ММТ (монтмориллонит) дан гибрид нанокомпозитларни ишлаб чиқариш усуллари яратилган. Ушбу усулнинг таркибий қисми полимер эритмасидаги интеркаляция жараёни. Янгиланувчи маҳсулотлар қайта зарядланувчи литий батареяларнинг қаттиқ ҳолати электролитлари сифатида фойдаланиш қизиқишини уйғотади.

Ушбу соҳада истиқболли саноат стратегияси Тоуота тадқиқотчилари гуруҳи нейлон асосидаги полимер-нанокомпозитларнинг механик хусусиятларининг мисли кўрилмаган қотиб қолишини аниқлашганидан кейин пайдо бўлди. Бунга таркибий қисмларнинг ғайриоддий катта сирт контактлари, интеркаляция / эксфолиация жараёнида эришилган юқори томонлар нисбати ва полимер матричасида силикат плиталарининг бир хил тарқалиши сабаб бўлди. Бундай функционал материаллар нанометр (1-5 нм) қатламли силикатлар галереяларининг ўлчамлари, полимер ва ноорганик ингредиентлар ҳосил қилган тармоқлар ва қатламлар орасидаги масофа ва уларнинг йиқилиб кетган қисмларининг қийматлари каби нанокомпозитлар билан боғлиқ. Полимер эритма (эритма) дан кириб, сўнгра деламинация (ажратиш) ёки эксфолиация билан полимернинг қатламлараро бўшлиғига киритилади, улар полимерда алоҳида-алоҳида тақсимланадиган минерал нанопартикуллари ҳосил бўлади. Шундай қилиб, ушбу жараёнда гибрид фаза композитларнинг учта асосий турини шакллантириш мумкин: ажратилган фазалар (анъанавий турдаги материал) билан микрокомпозит, интеркаляцияланган (шу жумладан флокуляцияланган) нанокомпозит ва

эксфолиацияланган нанокомпозит. Органик ингредиентни чегараланган қатламли маконга эга бўлган ноорганик материалларга аралаштириш, уларнинг қатламли табиатини сақлаб қолиш, бир томондан, янги органо-ноорганик нано-ассамблеяларни лойиҳалашда жуда яхши усул, бошқа томондан эса бундай тизимларнинг физик-кимёвий хусусиятларини ўрганиш учун қўшимча имкониятдир. Махсус хусусиятлари туфайли полиамидларга асосланган нанокомпозитлар аллақачон тўсиқнинг характеристикаси, кимёвий қаршилиги ва эритувчиларнинг паст ўтказувчанлиги бўлган структуравий алангага чидамли материаллар сифатида ишлатилган. Жараёни ҳаракатлантирувчи кучи бу тизимдаги бўш энергиянинг пасайиши: энталпиянинг ўзгариши молекуляр ва энтропиянинг конфигурацион ўзаро таъсирлари натижасида юзага келади ва энталпия доминант омил ҳисобланади. Электрон ўтказувчанлиги бўлган мезбон панжараларига (қатламли металл оксидлари асосидаги яримўтказгичлар, уларнинг халкогенидлари ва бошқалар) алоҳида ўрин берилган, улар интеркаляция жараёнида электрон ёки ион ўтказилиши билан редокс реакцияларини бошдан кечирадilar, мезбон матрицанинг физикавий хусусиятлари сезиларли даражада ўзгаради.

Интеркаляцияланган композитларни ишлаб чиқаришнинг одатий усуллари *in situ* полимеризациясига (эритмани аралаштириш) қисқартирилиши мумкин; суспензияда аралаштириш; латекс аралашмаси ва полимер эритмасида тўғридан-тўғри реакторда аралаштиришдир. Полимерларни ноорганик тузилмаларга аралаштиришнинг энг оддий усуллари бу бир босқичли эмульсия ёки суспензия полимеризацияси, турли қатламли минераллар иштирокида анъанавий мономерларнинг кўп қаватли радикал поли- ва кополимеризацияси. Бугунги кунга қадар эпокси қатронлар ва қатламли силикатлар асосида нанокомпозитларни тайёрлаш учун кўплаб ўзига хос ёндашувлар ишлаб чиқилган ва интеркаляция ва даволаш тезлиги ўртасидаги мувозанат оптималлаштирилган. Бироқ, рактопластларнинг интеркалалари кимёсининг кўплаб муаммолари ҳали ҳал қилинмаган.

Капилляр ғовакли жисмларни химоя қилиш бўйича адабиётлар таҳлили қуйидаги асосий усулларни ажратиб олишга имкон беради: механик, инъекция, комбинацияланган ва электрохимёвий.

#### *Механик усуллар*

Ушбу усуллар гуруҳи шартли равишда қуйидаги кичик гуруҳларга бўлинади: қалай изоляцияси, изоляциялаш учун бурғулаш, занжирли арра усули, думалоқ арра усули, арқон арралаш усули, классик усул.

Механик усулларнинг асосий камчиликлари:

- 1) Қурилиш конструкциясининг ҳолатини олдиндан баҳолаш мавжуд эмас.
- 2) Эритилмаган тузларнинг сифат ва миқдорий таркиби, қурилиш материалининг бўшлиқлари ва бир хиллиги ҳисобга олинмайди.

### **1.4 §. Қурилиш конструкциялари ва материалларини оловдан химоялашнинг замонавий аҳволи. Пассив турдаги оловдан химоялаш воситалари**

Қурилиш конструкциялари ва материалларни оловдан химоялашнинг замонавий ҳолати ва меъёрий асослари таҳлил қилинган. Металл ва ёғоч қурилиш материалларининг махсус химоя воситаларисиз ёнғинларда юқори иссиқлик ва олов таъсирига дош бера олмаслиги ва умуман қурилиш материалларининг асосий ёнғин-техник таснифлари ҳақида маълумотлар келтирилган. Бино ва иншоотлар ёнғин хавфсизлигини таъминловчи воситаларни ишлаб чиқиш бўйича, хусусан металл ва ёғоч қурилиш конструкциялари ва материаллари оловбардошлилигини оловдан химояловчи қавариқланувчи қопламалар ва антипирен таркиблардан фойдаланиш орқали ошириш бўйича илмий-тадқиқотлар олиб борилган.

Ноорганик боғловчилар сифатида сувда эрувчан силикатлар (асосан натрийли суюқ шиша) ва қавариқланувчи тўлдирувчилар сифатида эса гилтупроқ минераллар асосидаги оловдан химояловчи таркибларни яратишга бағишланган истиқболли тадқиқот натижалари таҳлил қилинган. Қурилиш материаллари ва ашёларнинг ёнғин хавфлилигини камайтирувчи антипирен

хоссали таркиблар, иссиқлик таъсирида оловдан ҳимояловчи таркиблар асосий компонентларида содир бўладиган физик-кимёвий ўзгаришлар ва ушбу жараёнларнинг механизмлари учун энг мос келувчи маҳаллий минерал хомашёлар танлаб олинган. Ўтга чидамли теплоизоляция тўлдирувчилар, олов ва иссиқликдан ҳимояловчи материалларни ишлаб чиқишга мос гилтупроқ ва вермикулит каби минералларнинг кимёвий таркиблари, кристалл структуралари ва иссиқлик физикаси тўғрисида маълумотлар келтирилган.

Био ва иншоотлар ёнғин хавфсизлигини таъминловчи воситалар сифатида, оловдан ҳимояловчи қавариқланувчи қопламалар, иссиқдан сақловчи материаллар ва ўт ўчириш таркибларини ишлаб чиқиш учун мос келувчи маҳаллий хомашёлар: «Тебинбулоқ» вермикулити, каолин ва суюқ шишаларнинг тузилиши, уларнинг кимёвий таркиби ва асосий хоссалари татқиқ қилинган.

### **Вермикулитли ғовак дисперс системалар, уларнинг физик ҳолати ва иссиқлик физикаси амалий-назарий асослари**

Олов ва иссиқлик таъсиридан самарали ҳимояловчи таркибларни ишлаб чиқишда тўлдирувчи сифатида ишлатилувчи асосий компонентнинг дисперслик даражаси ва ғоваклик қиймати ва уларни бошқариш усулининг мавжудлиги муҳим амалий аҳамиятга эга. Қўйилган масалани самарали ечиш учун дастлаб вермикулитли ғовак дисперс системаларни математик моделлаштириш амалга оширилди. Бунинг учун вермикулит асосидаги ғовакли материал структурасини тавсифлаш учун динамик модел талаб қилинади. Ушбу динамик жараёнларда вермикулит минерали пакетлари орасида сув буғларининг ҳосил бўлиш босқичлари ва слюда структураси элементларининг ҳосил бўлаётган сув буғи босими таъсирида қайта ориентирланишлари содир бўлади.

Вермикулит минерали учун материаллар қавариқланиш жараёнидаги ғовакланиш эволюциясини қуйидаги функция кўринишида ифодалаш мумкин:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 - \frac{\varepsilon_1}{1 + \exp(-t/\tau)}$$

Бу ерда:  $\varepsilon_0$  - қавариқланишгача бўлган бошланғич ғовақдорлик;  $\varepsilon_1$  - сюда пластинкаларининг қайта ориентацияланиши ва силжишлари каби ҳаракатланишлар натижасидаги ғовақдорлик «ресурси»;  $\tau$  - таъсир қилувчи иссиқлик оқими интенсивлигидан келиб чиқувчи интенсив қавариқланиш вақти.

Вермикулит минералини майин дисперсли ҳолатда ўтга чидамли ва теплоизоляциян тўлдирувчи сифатида ишлатилиши муҳим амалий аҳамиятга эга. Чунки майин дисперс фракцияли тўлдирувчилар боғловчи материал таркибида бир текис тақсимланади ва шу сабабдан улар асосида гомоген таркибларни ишлаб чиқиш имконияти яратилади. Бундай таркиблар ҳимоя қилинувчи юзани тўлиқ ва бир текис қоплаш имкониятини беради ва ушбу ҳолат ишлаб чиқиладиган таркибнинг оловдан ҳимоялаш кўрсаткичларини яхшиланишига олиб келади. Шунини алоҳида таъкидлаш лозимки, турли хил бўёқларни ишлаб чиқишда минерал тўлдирувчиларнинг майин дисперс фракциялари узок вақт чўкмасдан сақланиб туриши ҳисобига маҳсулотнинг сифат даражалари яхшиланишига эришилади. Ушбу ҳолатларда майдаланган вермикулит заррачалари ўзининг қавариқланиш хоссасини йўқотмаслиги муҳим амалий аҳамиятга эга, чунки агар минерал заррачалар қавариқланиш хоссасини йўқотса улар асосида ишлаб чиқариладиган материалларнинг иссиқлик физика хоссалари салбий қийматга эга бўлишига олиб келади. Олов таъсиридан самарали ҳимояловчи таркибларни ишлаб чиқишдаги тадқиқотлар учун заррачаларининг ўлчами  $160 \leq$  мкм бўлган вермикулит минералининг дисперс фракциялари танлаб олинган.

Оловдан ҳимояловчи вермикулитларга ишлов беришда янги икки хил усулдан фойдаланилди.

Биринчи усулда, вермикулитларга ишлов бериш қуйидаги кетма-кетликда амалга оширилди. Таҷрибалар учун ВКнинг  $160 \leq$  мкм фракцияси танлаб олинган. Бунга сабаб ушбу кичик ўлчамли заррачалар фракцияларида

хам вермикулит минерали ўзининг қавариқланиш хоссасини йўқотмайди. Бу усулда ишлов беришда кимёвий реагентларнинг 0,1%, 1%, 3%, 5%, 7%, 50% тўйинган эритмаларидан фойдаланилди. ВКга ишлов бериш оддий хона шароитида бир неча кун давомида амалга оширилди. Бунда ВКнинг модификатор эритмаси билан 1/3 нисбатдаги арашмаси 120 кун давомида даврий равишда аралаштириб турилган ҳолда ишлов бериш жараёни амалга оширилди.

Иккинчи ишлов бериш усулида танлаб олинган ВК фракцияси икки босқичли модификацияга учратилди. Дастлаб биринчи босқичда ВК фракцияси кучли минерал кислотлар ( $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) ва иккинчи босқичда эса ишқорий модификаторлар ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaOH}$  ёки  $\text{NH}_4\text{OH}$ ) билан ишлов берилди. Ушбу жараёнларда ВКМ-1 ва ВКМ-2 деб номланган мос равишда нисбатан паст ҳароратда қавариқланувчи вермикулит ва нисбатан юқори ҳароратда қавариқланувчи вермикулит турлари олинган.

Сўнгра янги модификацияланган вермикулитларнинг намуналари турли хил шароитларда термик таъсирларга учратилди. Уларнинг қавариқланиш даражалари  $600^\circ\text{C}$  ҳароратда 5 дақиқа давомида термик ишлов бериш натижасида ҳажмларининг синашгача ва синашдан кейинги ўзгаришларидаги нисбатига кўра аниқланган.

Вермикулит минералини модификациялашда фойдаланилган реагентларнинг кам фоизли (0,1%) ва юқори фоизли (50% ва ундан кўп) эритмалари билан ишлов берилиши натижасида олинган намуналарида қавариқланиш даражаларида сезиларли ўзгаришлар содир бўлмади. Реагентларнинг ўрта фоизли (5 и 7%) эритмалари билан ишлов берилган вермикулит минерали намуналарида қавариқланиш даража қийматлари дастлабки ишлов берилмаган вермикулит минералига қараганда сезиларли тарзда ошди (1,16 дан 1,80-2,00 гача). Синовлар натижасида олинган ушбу натижалар кейинги босқичдаги тажрибаларда вермикулит минералини реагентларнинг ўртача фоизли эритмалари билан ишлов берилган намуналарини ишлатиш мақсадга мувофиқ эканлиги аниқланган. Ушбу

модификациялаган вермикулитлар ва улар асосида ишлаб чиқилган таркибларнинг самарали дифференциал-термик анализ текширувлари натижасида ҳам ўз тасдиғини топган

Вермикулит минералини модификациялашнинг самарадорлигини баҳолаш учун уларнинг термик хоссалари ўрганилди. Текшириш натижалари термограммаларидан қуйидаги хулосаларни чиқариш мумкин: Оловдан химояловчи қопламаларнинг таркибида активланган ва модификацияланган вермикулитларнинг бўлиши уларнинг ёнғин вақтида антипиренлик хоссаларини янада фаолроқ бўлишини таъминлайди. Келтирилган термограммалардаги 100-200°C, 300-500°C ва 600-900°C ҳароратлар оралиғида сувнинг буғ шаклида чиқиб кетишидан ҳосил бўладиган ғовақлар ҳисобига ишлаб чиқилган таркибларнинг оловдан химояловчи хоссалари яхшиланган.

### **Қурилиш материаллари ёнғин хавфсизлигига ишлаб чиқилган оловдан химояловчи таркиблар таъсирлари**

Ёнғин хавфсизлиги соҳаси меъёрий хужжатлари талабларига асосан металл конструкциялар учун критик температура яъни металл конструкция ўзининг мустаҳкамлигини йўқотадиган температура 500°C ташкил этади. Металл конструкцияларнинг ушбу хоссасини ҳисобга олган ҳолда синов тажрибалари ўтказилган.

Янги ишлаб чиқилган 20 масс. % модификацияланган ВК, 20 масс. % қавариқланган вермикулит, 20 масс. % каолин, 30 масс. % натрийли суюқ шиша концентрати ва 10 масс. % гача (адгезия кучайтирувчи, механик хоссаларни яхшиловчи толасимон материал, совуқ ҳарорат ва атмосфера таъсирига чидамлилиқни оширувчи қўшимчалар) қўшимчалардан иборат таркибли қопламаларнинг металл юзасини оловдан химоялаш самарадорлигини баҳолаш тажрибалари ўтказилган.

Металл пластиканинг химояланмаган юзасидаги ҳарорат 90 дақиқа ва ундан ортиқ вақт мобайнида критик температура 500°C ҳароратга етмай турди. Ушбу натижа ишлаб чиқилган оловдан химояловчи таркибнинг

металл юзаларида ҳам юқори самадорликка эга эканлигидан дарак беради. Расмдаги 1 - эгри чизик ҳимояланмаган металл пластинканинг кўрсаткичи, 2 ва 3 - эгри чизиклар янги ишлаб чиқилган оловдан ҳимояловчи таркиблар асосидаги мос равишда 0,12 см ва 0,25 см қалинликдаги қопламалар билан қопланган металл пластинкаларни қиздириш натижалари келтирилган. Тажрибанинг дастлабки 15-20 дақиқасида 1 ва 2 - эгри чизиклар кўрсаткичлари орасидаги фарқ 55-60°C ҳароратни ва 1 ва 3 - эгри чизиклар орасидаги фарқ 130-135°C ҳароратни ташкил қилди. Ушбу кўрсаткичлар орасидаги фарқ 150 дақиқа вақт давомида ўзгармасдан қолди. Ўтказилган тажрибалар натижасида синалган қопламаларнинг металл юзасини ҳимоялаш вақти 90 дақиқагача етиши аниқланган. Икки соат вақт давомидаги оловнинг таъсири натижасида металл пластинканинг ҳимояланган қопламали юзасида ҳеч қандай салбий ўзгариш (ёриқлар, ҳимоя қатламининг ажаралиб тушиши) ҳолатлари аниқланмади.

Ушбу тажрибаларда оловдан ҳимояловчи янги таркиблар асосидаги қопламаларнинг 0,10 см дан 0,25 см гача қалинликдаги намуналари текширилган. Қопламаларнинг  $\approx 0,25$  см қалинликдаги намуналарида металл пластинканинг ҳарорати ҳимояланмаган металл пластинкага нисбатан 135°C га кам бўлишига эришилди. Тажрибалар натижасида ушбу оловдан ҳимояловчи қопламаларнинг нисбатан кичик қалинликдаги қийматларида (0,20-0,25 см атрофида) ҳам металл юзасига таъсир қилувчи иссиқлик оқимини сезиларли даражада камайитириш хусусиятига эга эканлиги аниқланган.

Кейинги босқич тажрибаларида янги оловдан ҳимояловчи таркибларнинг давлат стандартлари талаблари асосида ёғоч материаллари учун самаралилиги текширилган. Ушбу тажрибаларнинг моҳияти оловдан ҳимояловчи таркиблар билан қопланган стандарт ўлчамдаги (3x6x15 см) ёғоч намуналарининг олов таъсирида синашгача ва синашдан сўнг намуналар массасининг камайиш миқдорларини қайд қилиш орқали амалга оширилди. Ҳимояловчи таркиблар билан қопланган ёғоч намунасининг массаси

синашгача ва синашдан сўнг қанча фоизга кам ўзгариши қопламанинг самарадорлигидан дарак беради.

### **Био ва иншоотлар ёнги хавфсизлигини таъминловчи янги воситаларни ишлаб чиқиш**

Ультратовуш таъсирида вермикулит минералининг турғун суспензиялари олинган. Фоиз қийматларда суёқ ва қаттиқ муҳитлар мос равишда қуйидаги нисбатларни ташкил қилди: 99,522 - 98,140 % ва 0,478 - 1,860 %. Суёқ муҳит сифатида сув ишлатилди. Ультратовуш билан ишлов бериш вақти 0,4 дан 3 гача соатни ташкил этди. pH - муҳитнинг ультратовуш билан ишлов бериш самарадорлигига таъсирлари ўрганилди. Бунда pH оралиғи 3-4 дан 9-10 гачани ташкил қилиб кислотали ва ишқорий муҳитлар ультратовушнинг майдалаш самарадорлигини ошириши аниқланган.

Текширишларда суёқ ва қаттиқ компонентлар нисбати, муҳитнинг pH қиймати ва ультратовушнинг таъсир қилиш вақти ва бошқа параметрларга боғлиқ равишда узок вақт давомида чўкмайдиган вермикулит минералининг турғун суспензияларини олиш мумкинлиги аниқланган. Бир йил давомидаги кузатишларга қараганда ушбу суспензиялар ўз турғунлигини сақлаб қолди. Тадқиқотларнинг кейинги боқичларида ушбу суспензиялар суёқ ва кукунли ўт ўчириш таркибларини ишлаб чиқишда асос бўлиб хизмат қилди.

### **Қурилиш материаллари ва маҳсулотларининг операцион ишончилигини тиклашнинг кимёвий усуллари**

Қурилиш материалларини атроф-муҳитнинг агрессив таъсиридан ҳимоя қилиш нуктаи назаридан, шунингдек қўллаш технологиясида органосиликон бирикмалари асосида сирт қопламаларини қўллаш энг самарали ҳисобланади. Материалнинг ишлов берилган юзасида ҳосил бўлган плёнка алтернатив кремний ва кислород атомларидан иборат. Бундан ташқари, кремний, бир томондан, ишлов бериладиган сиртга кислород кўприги орқали уланади, бошқа томондан, алкил ва арил радикаллари билан боғланади, бунинг натижасида объект юзасининг намланиши пасаяди.

Маълумки, ташқи таъсирлар қурилиш материалларининг тешиклари ва капиллярлари бўйлаб ўнлаб метрга узатилиши мумкин. Ушбу материалларнинг сиртини капилляр даражасида сингдирадиган кремнийорганик полимерлар плёнка ҳосил қилади, бу эса материалнинг массасига ташқи таъсирни камайтиради.

Маълумки, ҳозирги вақтда турли хил сирт қопламалари турли хил органосиликон бирикмаларидан фойдаланган ҳолда бино ва иншоотларни ташқи таъсирлардан ҳимоя қилишда кенг қулланилади.

Ҳидсиз ва жуда арзон сувли эритмалар шаклида ишлатилганлиги сабабли, калий алкилсиликонатлар (ГКЖ-10, ГКЖ-11, АМСЗ-3) Россияда кенг тарқалган. Ушбу термобарқарор олиго (поли)мерларнинг асосий камчилиги юқори ишқорийлиги ( $\text{pH}=13-14$ ) дир. Ишқорийликни камайтириш учун аралашмага сирка кислотаси ёки аммиак тузлари қўшилади. Бу эса эритмаларда гидрофил тузлар ҳосил бўлишига олиб келади ҳамда кейинчалик ишлов бериладиган сиртда ҳимоя қопламаси пайдо бўлишига олиб келади. Бу ҳолат ҳимоя қопламасининг чидамлилигини камайтиради ва қайта ишланган материалнинг декоратив кўринишини ёмонлаштиради. Ушбу маҳсулотлардан фойдаланишнинг яна бир камчилиги ҳимоя қопламини шакллантиришнинг бир неча кун давом этиб, ишлов бериладиган объект намланмаслиги лозим. Бундан ташқари, ушбу бирикмалар органосиликон бирикмаларининг чиқиндиларидан олинганлиги сабабли, уларнинг кимёвий таркиби ва хусусиятлари жуда катта фарқ қилиши мумкин.

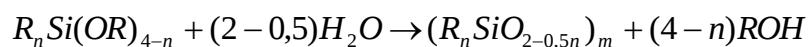
Полиалкилгидридсилоксанлар (ГКЖ-94, ГКЖ -94м, КЕ-30-04 сувли эмулсияси сифатида кенгроқ қўлланилаётганлиги сабабли, уларга асосланган юқори самарали ҳимоя қопламаларининг шаклланиши иситиш ёки турли хил катализаторларнинг киритилиши билан боғлиқ. Оддий шароитларда қатламнинг шаклланиши жуда секин ва тўлиқ ҳажмда бормайди, масалан, оҳактошларда, баъзи ҳолларда осон ифлосланадиган ёпишқоқ қопламаларнинг пайдо бўлиши кузатилади. Шунинг учун бу таъсир ҳар доим

хам барқарор бўлмай, химоя хусусиятлари паст. Кўпгина тадқиқотчиларнинг фикрига кўра, бунинг сабаби, аксарият ҳолларда катализатор қўлланилмаганда тошдаги полигидридсилоксаннинг заиф сорбцияси кузатилади. Бундан ташқари, органосилокон бирикмалари, олигомерлар ва ҳосил бўлган полимерлар кўпгина органик эритувчиларда осон эриши ёки бўқиши сабабли уларнинг мойга чидамлилиги паст бўлади.

Германияда ишлаб чиқариладиган "Дисбоксан-450" препарати органосиланлар ва алкилсилоксанлар аралашмаси бўлиб, сувли эмулсия шаклида қўлланилади. У яхши термобарқарор хусусиятларга эга.

Тетраалкоксисиланлар, ортосиликат кислотанинг алмашмаган эфирлари  $Si(OR)_4$  - рангсиз, шаффоф суюқлик, жуда барқарор, ўзига хос заиф ёқимли ҳидга эга. Тетраалкоксисиланларнинг кимёвий хоссалари уларнинг молекулаларида реакцияга мойил Si-OR боғнинг мавжудлиги билан белгиланади. Гидролиз реакцияси кейинчалик конденсация билан бирга кечади. Дистилланган сув таъсири остида тетраалкоксисилан аста-секин гидролизланади, реакция кислоталар ва ишқорлар иштирокида сезиларли даражада тезлашади. Тетраалкоксисиланларнинг гидролизга чидамлилиги органик радикалнинг узунлиги ва тармоқланганлиги билан ортади. Тетраалкоксисиланларнинг осонликча гидролизланиб, полисилокон эфирлари, кислоталар ва қумтупроқларни ҳосил қилиши химоя сирт плёнкаси ҳосил қилиб, ғовақларга сув ва бошқа суюқликлар кириб қолишидан химоя қилади.

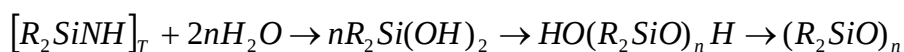
Алкилметоксисиланлар осонгина силанол ва кейин силоксанларни ҳосил қилган ҳолда кислоталар ёки ишқорларнинг сувли эритмалари билан гидролизланади.



Гидролиз органохлорсиланларга қараганда камроқ фаол кечади. Қайта ишланадиган материалнинг сирт қатламида мавжуд бўлган кимёвий таркибий қисмлар баъзан каталитик таъсир кўрсатади.

Органик ацетоксисиланлар  $R_nSi(OCOR)_{4n}$  — бу юқори қайнаб турган ва учмайдиган моддалардир. Ацетокси гуруҳларининг гидролиз даражаси алкокси гуруҳларига қараганда юқори, шунинг учун улар янада самарали гидрофобизацион воситалардир. Гидролиз пайтида сирка кислотаси чиқарилади, бу кўпгина материалларга тажовузкор таъсир кўрсатмайди.

Полорганилсилазанлар ГКЖ-8, ГКЖ-15, ГКЖ-16, - бензинда 65% полиетил гидросилазан эритмаси. Таркиби 35% учувчи компонентларни ва камида 9% азотни ўз ичига олади. ГКЖ-16- полиметилгидросилазаннинг 20% эритмаси оқ рангда. ГКЖ-15- метилхлоросиланларни дистиллашдан аммиаколиз маҳсулотларини эритмаси. Полиорганосилазанлар  $Si_{1-n}H$  боғланиш туфайли бошқа органик ва ноорганик бирикмалар ва ОН гуруҳларини ўз ичига олган материаллар билан реакцияга киришади.



ГКЖ-8 инерт органик эритувчиларда (бензин, бензол, толуол, углерод тетрахлориди) осонликча эрийди, аммо алкохол ва ацетон билан парчаланади. Намлик таъсири остида аммиак чиқиши билан гидролизланади. ГКЖ-8, ГКЖ-15, ГКЖ-16 сув қовушқоқ органик эритувчиларда 1-5% эритма шаклида қўлланилади. Уларнинг асосида сирт плёнкалари ҳар доим ҳам махсус иссиқлик билан ишлов беришни талаб қилмайди. Баъзи ҳолларда, сув ўтказмайдиган қатламни материаллар юзасига маҳкамлаш хона ҳароратида содир бўлиши мумкин.

Ҳароратга иссиқлик билан ишлов бериш талаб қилинадиган бўлса, полиорганилсилоксанлар атомларида фаол реактив гуруҳларга олинади. Қатъийлашув органик радикалларининг қисман йўқлиги ва уларни йўқ қилиш жараёнлари, яхши ва ишлов бериладиган материаллар тайёрланадиган таркибий ва кислотали таркибий таркибий қисмлар билан сирт реактивлари ўзаро боғлиқлик алоқаларини парчаланишига олиб келади. Катталашув тезлигини ҳаракат атомларига боғланган органик радикалларнинг турғун алоқаси белгилаб беради. Этил радикаллари метил ва фенил радикалларига осонлик билан алмашина олади. Полиорганилсилоксан

суюқликлари хлор билан алмаштириладиган алифатик ва ароматик углеводородларда, эфирларда эрийди.

Полиорганилсилоксаноллар конденсацияланади, улар сув ҳосил қилади ва силоксан алоқаларини кесиб ўтади. Полиметилсилоксанол - сувли эмульсиялар шаклида ишлатиладиган метилхлоросиланнинг бошқариладиган гидролизи маҳсулоти.

Ички изоляцияни қўллаш билан тарихий пойдевордаги термик шароит ёмонлашиши мумкин. Шу билан бирга, ички изоляция тарихий биноларни энергия билан модернизация қилишда муҳим рол ўйнайди.

«Хидросил» (Италия) - бу антисептик композицион пластиклаштирувчи тайёр сувли эритма. Музлашда у ўз хусусиятларини йўқотмайди, эритувчи моддаларни ўз ичига олмайди, токсик бўлмаган, экологик хавфсиз, намга ва шўрга қарши. Уни яхшилаб аралаштириб чўтка билан, ролик билан, икки қатламда бўшлиқларсиз суртилади.

ГСК-1 ва ГСК-2 универсал восита бўлиб бу қурилиш материалларини сув ўтказмайдиган, ўтга чидамли ва антисептик хусусиятларга эга бўлишини таъминлайди. Самарали ёғочни ҳимоя қилувчи восита сифатида кенг фойдаланилади, ҳаво алмашинувини бузмасдан материалларнинг иссиқлик ҳимояси ва чидамлилиқ хусусиятларини яхшилаш, материални мустаҳкамлаш ва уни коррозиядан ҳимоя қилиш вазифаларини бажаради. Янги қурилиш ва таъмирлашда, янги ва эски материалларда, ички ва ташқи ишларда қўлланилади. ГСК-1 ва ГСК-2 сингдириш материаллари билан ишланган юзалар чанг тутмайди ва тўпланмайди. Қопламаларнинг кўриниши кўп йиллар давомида ўзгаришсиз қолади. Шимдиришнинг ҳақиқий истеъмоли материалнинг зичлигига, кириб бориш чуқурлигига, чидамлилиқ талабларига ва антисептик ҳимоя даражасига боғлиқ.

ГСК-2 - бензинли эритувчига универсал сингдириш. ГСК-1 билан таққослаганда, у жуда оғир ҳолатларда, айниқса оғир шароитларда ( $-40$  дан  $+40$  ° С гача бўлган ҳароратларда) қўлланилади. ГСК-2 материалга чуқурроқ кириб боради ва ёғоч учун энг яхши антисептик ҳисобланади.

Пента 811 (Россия) - бу қурилиш материаллари учун универсал органосиликон бирикмаси. Унинг ўзига хос хусусияти ташқи таъсирларни кириб боришига тўсқинлик қиладиган, мономер, кучли адсорбцияланган плёнка ҳосил қилади. У оҳактош, қобик тош, шифер, ғишт, бетон, газланган бетон, кўпикли бетон, кенгайтирилган лой бетон, цемент-қумли гипс, қумтош, мрамор, гипс ва бошқалар каби капилляр жисмларни ҳам сирт, ҳам ҳажмли ишлов бериш учун ишлатилиши мумкин.

- ички микро-ёриқлар пайдо бўлишининг олдини олади.
- биноларнинг мустаҳкамлигини оширади.
- об-ҳавога чидамлилигини оширади.
- туз ва совуққа чидамлилигини оширади
- замбуруғларнинг мағлубиятини деярли йўқ қилади
- нам ва шўр ва портлашдан сақланиш
- материалнинг ташқи кўриниши ва буғ ўтказувчанлигини сақлайди.

Бу муаммоларнинг ечилишини талаб даражасидаги физик хоссалари ва олиш технологияси яхшиланган янги кремний сақловчи бирикмаларни олиш нуқтаи назаридан кўриб чиқиш мумкин.

### **1.5 §. Целлюлоза ва ёғоч материалларнинг ёниш имкониятлари**

Ўрмон ресурсларидан оқилона фойдаланиш муаммоси алоҳида ўрин тутди. Ёғоч энг муҳим хом ашё манбаи ҳисобланади. Шу билан бирга, ўрмон биогеоценозлари ва уларнинг ҳимоя функциялари атроф-муҳитни яратувчи ўрни жуда катта.

Ёғоч панеллар саноат ва турар жой обеклари қурилиши, мебел ишлаб чиқариш учун самарали қурилиш материалidir.

Уларни тайёрлаш учун ёғоч, ёғочни қайта ишлаш ҳосил бўладиган чиқиндилар ишлатилади. Ёғочдан ясалган панеллардан фойдаланиш саноат ёғочларида сезиларли тежашни таъминлайди ва меҳнат унумдорлигини сезиларли даражада оширади. Ёғочни олиб ташлашнинг атиги 2 фоизга кўпайиши билан, сўнгги 5 йил ичида сунта ва ёғоч толали плиталар ишлаб

чиқариш 60-85 фоизга ошади. Ёғочдан ясалган панеллар ишлаб чиқаришнинг юқори суръатларига қарамай, саноат ушбу материалга ҳар йили ортиб бораётган талабни қондира олмайди, унинг ҳажми ва қўлланилиш соҳалари доимий равишда кенгайиб бормоқда.

Ёғочдан ясалган панелларнинг кенг қўлланилиши илмий-техник тараққиётнинг ривожланишига тўғри келади, аммо уларнинг ўрнида бу структуранинг ёнғин хавфининг ошиши билан боғлиқ бўлган салбий томонини ҳам очиб беради. Деворларнинг ёғоч билан қопланиши ёнғинларнинг бир неча марта тез ривожланишига сабаб бўлди. Оддий атмосфера шароитида ёғоч учун парчаланиш тезлиги ёки ёнувчан учувчан маҳсулотларнинг тарқалиш тезлиги материалнинг геометрик ўлчамларига ва у сингдирган иссиқлик оқимининг миқдорига боғлиқ [90].

Геометрик омилнинг таъсири доимий равишда 0,4-0,8 мм/мин ўтинни ёқиш тезлигига боғлиқ. Масалан, қаттиқ ёғоч толали тахта каби ингичка чойшаб материалининг ёнувчанлиги ошиши билан ажралиб туриши аниқ. Шу муносабат билан қуйидаги ҳолатга эътибор қаратиш лозим. Замонавий кўп қаватли шаҳарсозликнинг ривожланиши одамлар ва ёнувчан материалларнинг кичик майдонларда вертикал структурада тўпланишига олиб келади ва шу билан ёнғинларнинг тез ривожланиши учун шароит яратади. Муаммони бир қатор сабабларга кўра кучайтирган денгиз флоти кемаларида, самолётларда ва темир йўлларда ёнғинларнинг келиб чиқиши айниқса хавфлидир [91].

Статистика шуни кўрсатадики, ёнғинлар сони, зарар ва қурбонлар сони доимий равишда ўсиб бормоқда. Жабрланганларнинг кўпи турар-жой биноларини ички безатиш учун ишлатиладиган пластмасса ва ёғоч қурилиш материалларини ёниши билан боғлиқ ёнғинларга тўғри келади. Ёғоч ва полимер материалларнинг ёнувчанлиги муҳим илмий ва ижтимоий муаммога айланмоқда. Бундан ташқари, ёнғинларнинг катта қисми паст калорияли оташ манбаларидан келиб чиқади: электр жиҳозларининг нотўғри ишлаши

ёки улардан фойдаланиш қоидаларининг бузилиши, ўчмаган сигареталар, газдан нотўғри фойдаланиш.

Бундай шароитда ёнғинга чидамли материаллар алангаланишга юқори бардош бериши ёки пайдо бўлган оловни ўзига ютиши мумкин. Ушбу ҳолат иншоотларнинг ёнғинга чидамлилигини белгилайди, бу оловга чидамли материаллардан фойдаланган ҳолда олов тарқалиши еҳтимолини камайтиради.

Ёнувчан бўлмаган муҳитни яратиш мақсадида деярли барча ноорганик бирикмалар оловни ушлаб турувчи моддалар сифатида синовдан ўтказилган.

Ёниш - бу мураккаб физик-кимёвий жараён бўлиб, унинг асоси тез содир бўладиган кимёвий оксидланиш реакцияси бўлиб, кўп миқдордаги иссиқлик ва ёруғлик чиқиши билан бирга келади.

Ёниш ҳодисаларининг асосий хусусияти шундаки, реакциянинг тез ўтиши учун зарур бўлган шарт-шароитлар иссиқлик таъсирида пайдо бўлади. Ушбу шартлар юқори ҳарорат ва тизимдаги иссиқлик тўпланишидан ёки юқори концентрациядан иборат бўлиб, реакцияни катализловчи фаол маҳсулотлардан иборат: эркин радикаллар, органик пероксидлар ва бошқалар. Биринчи ҳолатда, улар термал, иккинчи ҳолатда, занжир ёки автокаталитик ёниш кузатилади. Биринчиси фақат экзотермик билан, иккинчиси - автокаталитик реакциялар билан содир бўлади, улардан занжирли, тармоқланган занжирлар энг катта аҳамиятга ега.

Ёниш одатда термик ўз-ўзини ёқиш натижасида юзага келади, гарчи кимёвий реакциялар занжир механизми орқали ўтсада. Умумий ҳолда, ёнишнинг ўз-ўзини тезлаштириши ва тарқалиши учун учта оқимнинг комбинацияси талаб қилинади: иссиқлик (энергия) ва иккита моддий оксидловчи ва ёнувчан моддалар. Доимий ёниш учун реакция зонаси иссиқлик оқими бўлиб хизмат қилади. Бундай ҳолда, бундай миқдорда иссиқлик чиқарилади, бу модданинг ёниш ҳарорати сақлаб қолиш учун етарли. Ҳарорат ушбу даражадан пастга тушганда, ёниш тўхтади [92].

Учувчан бўлмаган қуюлтирилган моддаларнинг ёниши уларнинг термик парчаланиши билан бошланади, иссиқлик чиқиши билан давом этади ва дисперсия билан бирга келади, бу газсимон реакция маҳсулотларидан ва дастлабки модданинг зарраларидан иборат аэрозол аралашмаси ҳосил бўлишига олиб келади.

Газсимон маҳсулотлар экзотермик ўзгаришга кодир. Конденсацияланган фазада иссиқлик чиқарилиши натижасида газсимон маҳсулотдаги аэрозол аралашмаси, кўп зонали ёниш структураси ҳосил бўлади. Олов - бу иссиқлик тарқалиши ва учувчан маҳсулотларнинг чиқиши, кислороднинг ҳаводан ёниш юзасига тарқалиш вақти билан чекланган диффузия жараёни. Қаттиқ жисмларнинг ёниши атроф-муҳитга катта иссиқлик йўқотишлари билан бирга содир бўлади. Ёғочнинг ёнишида учувчан маҳсулотлар -  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$  ажралиб чиқади. Қаттиқ қолдиқ сифатида кокс ҳосил бўлади.

Ёғочнинг ёниши натижасида газлар чиқишининг энг паст ҳароратда, улар ташқи манбадан ёқилгандан кейин  $238-255^\circ\text{C}$  ёғочнинг мустақил аланга ҳосил қилиши ва ёниши содир бўлади. Бироқ, алангаланиш ҳарорати, модданинг характерли доимийси емас, балки аниқлаш шартига қараб нисбий қиймат бўлиб хизмат қилади. Бу унинг қийматларининг 228 дан  $414^\circ\text{C}$  гача тарқалишини аниқлайди [93].

Целлюлозанинг термик парчаланиш жараёни З.А.Роговин томонидан ўрганиб чиқилган. Бошқа муаллифларнинг натижаларидан фойдаланиб, у пиролиз парчаланиш механизмини тасвирлаб берди, ушбу механизмга мувофиқ, аввало, асосий занжирдаги боғланишлар радикал механизм билан узилиб қолади, терминал боғланиш, рекомбинация натижасида левоглюкозан қолдиғига айланади. Кейин левоглюкозанинг ҳалқали велоциклик бирлиги ажратиб олинади. Ва ниҳоят, чиқарилган левоглюкозан турли хил парчаланадиган маҳсулотларнинг чиқиши билан ажралиб туради.  $250-280^\circ\text{C}$  оралиғидаги целлюлоза парчаланиш тезлиги биринчи тартибли тэнглама билан тавсифланади. Пиролиз жараёнининг ҳисобланган умумий активланиш

энергияси 42 ккал/мол. Иссиқлик тезлигида термогравиметрик равишда аниқланадиган учувчан маҳсулотларнинг максимал чиқиш даражаси.

Лигниннинг фаол гидролизи 300-400<sup>0</sup>С да содир бўлади ва макромолекулаларнинг структуравий боғланишлари орасидаги боғланишларнинг узилиши, жуда кўп миқдордаги учувчи маҳсулотларнинг чиқиши ва қаттиқ фазада эркин радикаллар каби таркибий қисмларнинг пайдо бўлиши билан бирга келади. Учувчи маҳсулотларнинг ҳосил бўлиш даражаси целлюлоза парчаланишига қараганда анча паст. Ҳароратнинг янада ошиши билан парчаланиш тезлиги секинлашади ва қаттиқ фазада қуюлтирилган ароматик тузилмалар тўпланади. Лигниннинг термик парчаланиши учун умумий фаолланиш энергияси тахминан 23 ккал/мол бўлиб, парчаланишнинг турли босқичларида тебранишлар кузатилади.

Ёғоч ва унинг таркибий қисмларини термик парчаланиш жараёни жуда кўп миқдордаги кимёвий бирикмалар ҳосил бўлиши билан бирга келади, уларнинг аксарияти иккиламчи кимёвий реакциялар маҳсулотидир. Ҳаммаси бўлиб, ёғочни термал парчаланиш маҳсулотлари 200 дан ортиқ бирикмалар аниқланган. Карбонгидрат қисми оловли ёниш босқичида иссиқлик ҳосил бўлишига ҳисса қўшади, лигнин еса иккинчи ёниш босқичи учун асос бўлади.

Ёниш жараёнига физик омиллар сезиларли таъсир кўрсатади: иссиқлик ўтказувчанлиги, зичлиги ва намлиги. Материалнинг ғовақлилиги ошиши билан ёнувчанликнинг ошишини С.И.Таубкин юмшоқ ва қаттиқ ёғоч асосидаги панеллар мисолида кўрсатган [94].

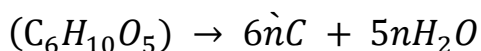
Коксинг ёниши - бу углерод ва кислороднинг ўзаро таъсирида углерод моно оксиди ва карбонат ангидрид ҳосил бўлиши, карбонат ангидриднинг парчаланиши ва углерод оксидининг кислород билан оксидланишидир. Бирламчи оксидларнинг ҳосил бўлиши углерод - кислород комплексларини ҳосил бўлиши ва йўқ қилиниши билан давом этади. CO / CO<sub>2</sub> нисбати бу ва оралик углерод-кислород бирикмаларининг кимёвий тузилишига боғлиқ бўлиб, жараённинг экзотермик таъсирининг юқорилигини кўрсатади.

Ёғочнинг ва умуман, целлюлозик материалларнинг ёнувчанлиги сабаби, ёнувчан учувчан маҳсулотлар чиқиши билан оралиқ ҳосил бўлган левоглюкозанинг парчаланиши деб ҳисобланади. Левоглюкозан ҳосил бўлишини кечиктирадиган ёки бутунлай тўхтатадиган шароитларни яратиб, уларнинг парчаланишини бартараф этиш мумкин.

Р.Ф.Ивенкер ва Е.Паскулар целлюлоза макромолекуласидаги олтинчи углерод атомидаги бирламчи гидроксид гуруҳларининг модификацияси целлюлозанинг термал парчаланиши пайтида левоглюкозан ҳосил бўлишининг олдини олиш керак деган фарзни илгари сурдилар. Бирламчи гидроксил гуруҳларининг 47 фоизгача карбоксилга айланадиган оксицеллюлоза нотекис, секин ёниб, кўмир қолдиғининг катта қисмларини ҳосил қилади. Оксицеллюлозанинг пиролизаси жараёнида қатронлар ва учувчан парчаланиш маҳсулотлари анча кам ҳосил бўлади ва ҳосил бўлган сув миқдори оксидланмаган целлюлоза пиролизидаги сув миқдоридан 2 баравар кўпдир. Ушбу гипотеза метил хлориднинг 2% NaOH билан ишланган целлюлозага таъсири ёки пиридиндаги месил хлорид суспензияси билан тасдиқланган. Бирламчи гидроксил гуруҳларини метил гуруҳлари билан алмаштириш ( $-\text{OCO}_2\text{CH}_3$ ) левоглюкозан ҳосил бўлишини сезиларли даражада пасайтиради [95].

Ушбу модификация оловли ёниш босқичини олдини олишда самарали восита ҳисобланади. Бироқ, кейинги тутунни бостириш учун қўшимча фосфор ўз ичига олган реактивни киритишни талаб қилди.

Оловнинг ёнишда целлюлоза парчаланишининг идеал схемаси, умуман, макромолекулаларнинг деградацияси билан ифодаланиши мумкин:



Ушбу турдаги реакцияни кислотали катализаторлар ёки юқори ҳароратда кислоталар ҳосил қилишга қодир бирикмалар асосида ўтказиш мумкин.

Каталитик дегидратация назариясининг асосий қоидалари қуйидагилардан иборат:

1. Каталитик дегидратация (C +).
2. Катализатор Люис кислотаси бўлиши керак ёки целлюлоза ёниш ҳароратидан паст ҳароратда оловни ушлаб турувчидан ҳосил бўлиши керак.
3. Катализатор 300-500<sup>0</sup>C ҳарорат оралиғида учувчан бўлмаслиги керак, катализатор ҳосил бўладиган оловга чидамли бирикма мустақил равишда ёнмаслиги керак.

Гай-Люссак томонидан 1820 йилда ўтказилган тажрибалардан маълумки, целлюлоза тўқимасини минерал тузлар билан сингдириш, улар қиздирилганда парчаланиб, ёнишни қийинлаштирувчи газлар ҳосил қилади. Ушбу жараёнда уларнинг ёниши учун зарур бўлган ҳаво кислород концентрациясининг пасайиши туфайли юзага келади [96]. Кейинчалик, ёнувчанликнинг бундай пасайиши ўз-ўзини ўчириш эффекти сифатида танилган. Аммиак барча газлар орасида энг самарали ҳисобланади.

Ёнғинга чидамли ёғочни қайта ишлаш учун аммиак тузлари кенг қўлланилади, улар қиздирилганда аммиак чиқариб парчаланади. Ҳимоя таъсири жиҳатидан газлар тартибида

уларнинг самарадорлиги қуйидагича тартибга солиниши мумкин:



Аммоний тузларининг парчаланиш ҳарорати жуда хилма-хил бўлиб, ёғочни ёқиш ҳароратига тўғри келмайди. Аммоний хлорид буғлари 338<sup>0</sup>C да тўлиқ  $\text{NH}_3$  ва  $\text{HCl}$  га ажралади.

Ёғоч материалларини ёнғиндан самарали ҳимоя қилиш нафақат олов ёнишига тўсқинлик қилишни, балки кейинги тутунни кечиктиришни ҳам талаб қилади. Биринчи босқичда ҳосил бўлган қаттиқ қолдиқ  $\text{CO}$  ва  $\text{CO}_2$  ҳосил бўлиши билан сиртда оксидланади.  $\text{CO} / \text{CO}_2$  нисбати оксидланиш шартлари билан аниқланади. Фосфат кислотасининг мавжудлиги углероднинг тўғридан-тўғри оксидланишини  $\text{CO}_2$  га қўшилиш йўналишидаги нисбатни ўзгартиради ва жараённинг экзотермик таъсирини сезиларли даражада камайтиради.

Ёғочдан ясалган панелларни ёнғиндан ҳимоя қилиш учун самарали композицияни ишлаб чиқишда, каталитик фаолликни таъминлаш учун қиздирилганда композицион целлюлозанинг бирламчи гидроксил гуруҳлари билан ўзаро таъсирлашиб, левоглюкозан ҳосил бўлишини истисно қилиши ёки секинлаштириши керак.

Юқорида таъкидлаб ўтилганидек, сунта ва толали плиталарнинг ёнғин хавфи ёки тайёр тахталарни сиртдан ишлов бериш ва сингдириш орқали ёнғиндан ҳимоя қилиш ёки уларни ишлаб чиқариш жараёнида ёнғиндан ҳимоя қилиш йўли билан камаяди. Ёнғинга чидамлилиқ даражаси ишлатиладиган композициянинг хусусиятларига, уни қўллаш ёки тахтага киритиш миқдори ва услубига боғлиқ.

Тайёр плиталарни ёнғинга қарши ишлов бериш, ишни ташкил этишнинг соддалиги туфайли кенг тарқалди. Бу плиталарни ишлаб чиқаришнинг технологик жараёнини ўзгартириш зарурати билан боғлиқ эмас ва истеъмолчилар томонидан амалга оширилиши мумкин. Шу билан бирга, плиталарни сирт билан ишлов бериш кам самарадорлик ва кўп меҳнат талаб қиладиган операция ҳисобланади

Финляндияда [97] ёғочга ва юмшоқ плиталарга сульфат, фосфат ёки хлориднинг тўйинган сувли эритмасини сингдириш технологияси ишлаб чиқилган. Мочевина-формалдегид қатронининг тўйинган эритмаси ёки поливинилхлориднинг сувли дисперсияси билан 20-50 г/м<sup>2</sup> тезликда ёғочга сингдирилганда ҳам оловбардошлик хоосасига эга бўлади.

Қопламасиз юмшоқ тахталарга 40% гача аммоний сульфат ва фосфат тузларининг киритилиши ёнғин синовлари пайтида фаол ёниш еҳтимолини камайтиради. Бунинг сабаби юқори даражада ривожланган ички юза ва материалнинг паст иссиқлик ўтказувчанлигида.

Чет элда саноатда қўлланиладиган тайёр плиталарни ёнғиндан ҳимоя қилишнинг мавжуд усуллари ва уларнинг BS-476 усули бўйича олов тарқалиши тезлигига қараб синфлар бўйича тақсимланиши 1.7-жадвалда келтирилган.

Ёғочдан ясалган панеллар учун ёнғиндан ҳимоя қилиш усуллари ва уларни  
BS-476 усули бўйича синфларга бўлиш

| Класс                       | Қаттиқ плиталар                                        | Юмшоқ плиталар                                                               |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 1.Қийин ёнувчан             | Сингдирилган ёки                                       | Сингдирилган ёки<br>покрытые 3 қават оловга<br>қарши бўёқ билан<br>қопланган |
| 2. Ёнувчан                  | Пластмасса билан<br>қопланган, эмал билан<br>қопланган | Бир қават оловга қарши<br>мойли бўёқ билан<br>қопланган                      |
| 3. Ёнувчан                  | Эмал ва эмулсия билан<br>ишлов берилмаган бўёқлар      | Эмулциялар билан<br>қопланган                                                |
| 4.Ёнувчанлиги<br>жуда юқори | Ишлов берилмаган                                       | Ишлов берилмаган                                                             |

Ультратовуш қаттиқ плиталарга оловбардош таркибларнинг сингдириш жараёнини тезлаштириш учун ишлатилган. Бунинг учун плиталар частотаси 20 mHz ва амплитудаси 3 микрон бўлган ультратовушли генератор ёрдамида УЗВС-1 очик ҳаммомида 50% концентрацияли эритма билан сингдирилган.

Ҳаммомнинг ҳарорати доимий равишда сақланиб турарди. Кавитация туфайли сингдириш даражаси сезиларли даражада ошади. 65<sup>0</sup>С ҳароратда, куруқ моддалар ҳисобланган композициянинг 15% плитага 10 минут ичида кириб боради, назорат сингдириш билан еса 1 соат давомида сингдирилгандан кейин белгиланган ютуққа еришилади. Ушбу миқдор деярли ёнмайдиган материаллар кичик гуруҳига тегишли плиталарнинг ишлаб чиқарилишини таъминлайди.

А.А.Леонович турли хил оловга чидамли сингдирилувчи композицияларни ўрганиб чиққан ва энг самарали таркиб ортофосфор кислотаси ва карбамиддан ташкил топган композиция эканлиги таъкидланган. Оловга чидамли композициялар ва олинишининг технологик усуллари ишлаб чиқилган [96].

Аммоний фосфат ва алкилфенолларнинг полиэтилен гликол ефирлари аралашмасини ўз ичига олган ёнғинга чидамли композиция ишлаб чиқилган

[97]. Ёнғинга қарши қобилятини ошириш учун унинг таркибида қўшимча равишда калций сулфат, қалай хлорид ва пентаэритритол қуйидаги таркибий қисмларга эга: аммоний фосфат 10-20%; ОП-10% алкил фенолларининг полиэтилен гликол эфирлари аралашмаси - 5-1%; калций сулфат - 4-6%; қалай диклориди - 3-5%.

Трихлорэтилфосфата, тетрабромдифенилопропан, меламин ва тўлдирувчи моддалари қўшилган ҳолда алюинофосфат каби ноорганик моддалар асосида ёнғинга қарши қопламали композициялар олинадиган. Бу композициялар ёнғинга чидамлилиكنинг 1-гурухига мансуб қопламаларини ҳосил қилади ва декоратив мақсадларда ишлатилиши мумкин.

Умумий ҳолда ёғочдан ясалган панелларни ёнғиндан ҳимоя қилишнинг ўзига хос хусусияти уни тайёрлаш пайтида материалга тегишли композицияларни киритишдир. Синдириш, пуркаш ва бошқа усуллар оловбардош аралашмаларни киритиш усуллари ёғочни ёнғиндан ҳимоя қилишда кенг қўлланилади. Ёнғинга чидамли ёғоч тахталарни ишлаб чиқаришда муҳим талаб - бу композициянинг боғловчи моддаларни оловга бардошлилиги жараёни ёки толалараро боғланишларнинг шаклланишига салбий таъсир кўрсатмайдиган шароитларни яратишдир.

Яна бир талаб қуйидагиларга боғлиқ. Ёнғинга чидамли материаллар ҳавонинг ўзгарувчан намлиги, сув кириши, тебраниш, кўтарилган ҳарорат ва бошқаларнинг ҳар хил шароитида ишлатилади. Ёнғинга чидамлилиги ва ёғочдан ясалган панелларнинг асосий физик-механик хусусиятларини сақлаш учун ўтга чидамли моддаларнинг ёғоч материаллари билан кимёвий ўзаро таъсири.

Композицияларнинг формулалари ва ёғоч материалларини ёнғиндан ҳимоя қилиш усуллари ҳар хил. Масалан, Лёнс 6 минг хил усул ва рецептларни таърифлаган. Ёнғинга қарши воситалар сифатида таклиф қилинган композициялар асосан материалларнинг ёнувчанлигини ўзгартирмайди. Фосфор таркибидаги бирикмалар энг кўп қўлланилади. Улар, айниқса, кейинги ёниш жараёнини қийинлаштиради. Оловга чидамлилиқ

даражаси фосфор таркибидаги бирикмалар тузилишига сезиларли даражада боғлиқ. Фосфат кислота ва учувчан бўлмаган моддаларнинг тузлари ёнғинга қарши таъсирга эга эмас. Фосфорли бирикмаларни ёнғиндан ҳимоя қилиш самарадорлигини уларга азот ўз ичига олган бирикмалар, масалан, карбамид, меланин, гуанидин ва бошқаларни киритиш орқали ошириш мумкин.

Технологик жараён давомида ёнғинга қарши воситаларни массага киритиш қуйидаги усуллар билан амалга оширилиши мумкин:

1. Кукунли ёки дондор шаклда кириш.
2. Сувли эритмани киритиш – коллоидни сингдириш, кейин уларни қуритиш.
3. Елимдан олдин, кейин ёки бир вақтнинг ўзида қўллаш орқали сувли эритмани киритиш.
4. Тайёр сувли эритмаларга ботириш ёки сингдириш.

Шундай қилиб, сунта плиталарини ёнғиндан ҳимоя қилишнинг асосан иккита усули бор, яъни сиртни ҳимоя қилиш ва ички ҳимоя.

## **II. БОБ. ЁНГИНГА ЧИДАМЛИ КРЕМНИЙОРГАНИК ПОЛИМЕР МАТЕРИАЛЛАР ОЛИШ ВА УЛАРНИНГ ТАДҚИҚИ**

### **II.1. §. Ингредиентлар физик-кимёвий хоссаларини тадқиқ қилиш усуллари**

Кремнийорганик бирикмаларда кремнийни аниқлаш усули. Кремний сақлаган олигомерлардаги кремний икки усулда аниқланди. Биринчи усул полимерлардаги кремнийни аниқлашнинг анъанавий усули ҳисобланади [100; 101].

Кремний миқдорини аниқлашнинг иккинчи усули кремнийорганик смолалар (локлар) учун қўлланилади [100; 101].

Кремний сақлаган бирикмаларнинг термик барқарорлиги активланиш энергияси қуйи бўлган реакциянинг кинетикаси билан аниқланади, кўп ҳолларда реакция механизми номаълум. Бу хоссаларни полимерларнинг термодеструкцияланиш кинетикаси ва уларнинг оловбардошлиги ўрганилганда аниқланиши мумкин, чунки улар юқори ҳароратларда оксидланиш характериини белгилайди.

ТГ-ДСК тажрибалари К-турдаги термопара (Low RG Silver) ва алюминий тигелли Netsch Simultaneous Analyzer STA 409 PG (Германия) асбобида ўтказилди. Барча ўлчашлар азот оқимининг тезлиши 50 мл/мин бўлган инерт азот атмосферасида олиб борилди. Ўлчашларнинг ҳарорат оралиғи 20-550 °C ни, қидириш тезлиги 5 К/мин ни ташкил қилди. Битта ўлчаш учун намуна массаси 5-6 г. Ўлчов системаси  $\text{KNO}_3$ , In, Bi, Sn, Zn, CsCl моддаларнинг стандарт тўплами билан калибрланди.

Дериватограф ёрдамида тадқиқотлар полимер намунасининг ~0,1 г тортими ва турли тезликда 723 К да қиздириш билан олиб борилди. Динамик шароитда бошланғич ва барқарорлиштирилган полимерларнинг термооксидланишли парчаланишини ўрганиш учун “Паули-Паулик-Эрдей Q-1500” дериватографидан фойдаланилди. Тадқиқотлар керамик тигелли дериватографда ҳаво муҳитидаги динамик режимда ва намуналарни 10

град/мин қиздириш тезлигида олиб борилди. Эталон сифатида  $\text{Al}_2\text{O}_3$  қўлланилди.

Намуналар массасининг изотермик режимда камайишини ўлчаш учун вольфрам пружинали Мак-Бэн тарозисидан фойдаланилди. Массанинг изотермик камайишини аниқлаш йўли билан полимерларнинг эскириши аниқланганда бир вақтнинг ўзида газсимон деструкция маҳсулотларининг моль нисбатларини масс-спектрометр ёки газ хроматографи ёрдамида анализ қилиш ва регистрация қилиш мумкин.

(Олиго)полимерларнинг органик эритувчилардаги қовушқоқлиги Уббеллоде капилляр вискозиметрида ўлчанди. Қовушқоқлик  $50 \pm 0,1$  °C да [102] методика бўйича аниқланди.

Сополимерлар эритмаларининг нисбий қовушқоқлиги  $d_k = 0,5$  мм бўлган Оствальд вискозиметрида [103] қўлланма бўйича аниқланди.

Намуналарнинг инфрақизил спектрлари “Spekord-75UR” спектрофотометрида  $500\text{--}4000\text{ см}^{-1}$  тўлқин узунликлари оралиғида олинди. Ютилиш чизиқларининг характеристикалари [104; 109] га мувофиқ аниқланди.

## II.2. §. Тажриба усуллари

Полимерлар ва полимер материалларнинг оловбардошлиги уларнинг термоокисдланишли деструкциясига бевосита боғлиқдир. Полимерлар ва полимер материалларнинг оловга чидамлилиқ муаммоси ёниш, тутун ҳосил бўлиш ва ёниш маҳсулотларининг заҳарлиги (FST – fire, smoke, toxicity-хоссалар) бўйича масалаларнинг ечимини талаб қилади.

Анализ усулига боғлиқ ҳолда полимерлар ва полимер материалларнинг ёнувчанлигини характерловчи кўрсаткичларга ўз-ўзича алангаланиш ҳарорати, ёниш тезлиги, ёниш иссиқлиги, ёниб турган материалнинг сирт ҳарорати, кислород индекси (КИ) ва бошқалар (иссиқлик, ҳарорат, кинетик концентрацион мезонлар) киради. Юқори термобарқарорликни таъминловчи юқори ҳароратга чидамлилиқни эътиборга олувчи принциплар ёрдамида

полимерлар ва полимер материалларнинг оловбардошлигини камайтириш мумкин [107].

Полимерларнинг ҳароратга чидамлилигини ошириш, газификацияланиш ва ёниш газларининг чиқиш тезлигини камайтириш, юқори ҳароратли пиролиз ва ёниш шароитида карбонлашган қолдиқларнинг ҳосил бўлишга мойиллигини кўпайтириш мақсадида улар модификацияланади.

Намуналарнинг оловбардошлигини аниқлаш учун ГОСТ 16363-98 “Ёғочни ёнғиндан ҳимоя қилиш воситалари”га мувофиқ полимер материалларнинг оловбардош хоссаларини аниқлаш бўйича стандарт усул қўлланилди.

Намуналарнинг оловбардошлигини аниқлаш учун қўлланилган усулларнинг моҳияти қуйдагилардан иборат: иссиқликнинг йиғилишига имкон берувчи шароитда олов билан синаш жараёнида текшириладиган қоплама ёки сингдирилган таркиблар билан ишлов берилган намуна массасининг камайиши аниқланади. Классификацион усул ёнғиндан ҳимоя қилиш самарадорлик гуруҳини аниқлаш учун ва сертификацион синовлар ўтказилганда қўлланилади. Тезкор синовлар усули классификацион усулдан ўтган ёнғиндан ҳимоялаш воситаларининг самарадорлигини назорат қилиш учун қўлланилади.

Синовни ўтказиш учун қуйидаги аппаратура ва материаллардан фойдаланилади:

- Хатолиги 0,1 г дан ошмайдиган тарозилар;
- Секундомер;
- ГОСТ 20448 бўйича газ;
- Термостатлаш учун шкаф ёки камера, у 313 дан 333 К гача ҳарорат оралиғини таъминлаши керак ҳамда ҳаво алмашиниш қуввати (Кв) 4-8 бўлган мажбурий ҳаво алмашиниш тизими билан таъминланган бўлиши керак;
- Мажбурий вентиляцияли мўрили шкаф;

- Ҳаво намлигини ўлчаш асбоби;
- Ўлчаш оралиғи 7-22% бўлган ЭВ-2К турдаги намликни ўлчаш электр асбоби (ёғоч намуналарининг намлигини ўлчаш учун);
- Ёғоч намуналарига сингдириш учун идиш;
- Пульверизатор;
- Бўёқлар ва қопламаларни суртиш учун мўйкалам ва шпателлар;
- Эксикатор;
- ГОСТ 5106 бўйича 6 молекула сув сақлаган рух нитрат;
- Қопламалар ва сингдирилган воситаларнинг оловдан ҳимоя қилиш самарадорлигини аниқловчи қурилма. Қурилма йиғиб синов ишлари олиб борилди

Ёғоч намунасининг оловбардошлигини аниқлаш учун унинг ҳамма томонига синовдан ўтказилаётган ҳимояловчи воситанинг қопламаси суртилади ёки унга шу восита сингдирилади ва қурилади. Ҳимоя воситаси ўрнатилган тартибда тасдиқланган норматив ҳужжатларга эга бўлиши керак. Ҳимоя воситасининг сарфи, қуриши шароитлари ва вақти ҳам норматив ҳужжатларга мос келиши керак.

Синовлар ўтказилгандан кейин натижалар қайта ишланади ва намуна массасининг камайиши  $P, \%$  қуйидаги формула бўйича  $0,1\%$  аниқлик билан ҳисобланади:

$$P = (m_1 - m_2)100m_1$$

бунда  $m_1$  – синовдан олдинги намуна массаси, г;

$m_2$  – синовдан кейинги намуна массаси, г.

Қуйидаги тенгсизликлар бажарилмайдиган намуналар олиб ташланади, уларнинг ўрнида бошқалари ёндирилади ва янгидан ўртача арифметик қийматлар ҳисобланади.

$$(P_{\text{ўрт}} - P_i) < 3, \text{ олдин } (P_{\text{ўрт}} < 9;$$

$$(P_{\text{ўрт}} - P_i) < 5, \text{ олдин } 9 < P_{\text{ўрт}} < 25$$

бунда  $P_{\text{ўрт}}$  – масса камайишининг ўртача арифметик қиймати, %;  $P_i$  – синовдан ўтказилган ўнта намунадан биттасида масса камайишининг қиймати, %.

Тажриба синовларининг натижаси сифатида фоизнинг бутун сонигача яхлитланган 10 тадан кам бўлмаган аниқлашларнинг ўртача арифметик қийматлари олинади.

Синов натижалари бўйича текширилган қопламанинг ёки сингдирилган воситанинг оловдан ҳимоя қилиш самарадорлик гуруҳи аниқланади. Намуна массаси 9% дан кўп бўлмаган миқдорда камайганда унга ёғочни ҳимоя қилиш самарадорлигининг I гуруҳи берилади, масса 9% дан 25% гача камайганда – II гуруҳ берилади.

Массанинг камайиши 25% дан ортиқ бўлган вазиятларда, бу восита ёғочни оловдан ҳимоя қила олмайди, деб ҳисобланади.

Ёниш жараёни полимер материалларнинг ёниб кетиш чизиқли ва масса қийматлари билан характерланади. Лаборатория шароитларида материалнинг мустақил ёниш вақти аниқланади. Шундан келиб чиққан ҳолда, мазкур ишда ёнишни секинлаштирувчи воситалар самарадорлигининг баҳоланиши ГОСТ 21207.81 га мувофиқ композитларнинг мустақил ёниш муддати бўйича ёниш тезлигини аниқлаш усули билан бажарилди.

*Ёнувчанликни аниқлаш.* Тез алангаланиш ГОСТ 21207-81 (СТ СЭВ 2900-81) ва UL-94 га мувофиқ аниқланди.

Синовлар учун узунлиги 100 мм, кенглиги 10-15 мм, қалинлиги 3-5 мм ва кўндаланг кесим юзаси 40-50 мм<sup>2</sup> бўлган чорқирра шаклидаги намуналар қўлланилди. Намуналарнинг қалинлиги ва кенглиги бўйича оғишлар  $\pm 0,5$  мм дан ошмаслиги керак.

Намуналарга унинг четидан 80 мм масофада ўқига нисбатан перпендикуляр бўлган чизиқ – белги кенглиги бўйича чизилади ва ўша жойи ёндирилади.

Анализ учун қуйидагилардан фойдаланилади:

- мўрили лаборатория шкафи ёки 1 м<sup>3</sup> сигимли синов камераси;

- диаметри  $(9,5 \pm 0,5)$  бўлган Бунзен газ горелкаси;
- ГОСТ 5072-79 бўйича секундомер;
- метан ёки пропан-бутан газ.

Камерага намуна ва Бунзен горелкасини маҳкамлаш учун курилма жойлаштирилади. Намуна кенглиги бўйича горизонтал ҳолатда ўрнатилади, маҳкамланмаган қисмининг узунлиги 80 мм дан кам бўлмаслиги керак.

Бунзен горелкаси вертикал ҳолатда ўрнатилади, газ ёндирилади, унинг алангаси тахминан 100 мм атрофида бўлиши керак. Синовлар учун тайёрланган горелка бураладиган мослама ёрдамида ишчи келтирилади. Шу фурсатдан, яъни намунани ёндиришдан бошлаб вақт секундомер ёрдамида ҳисобланади. Намуна ёндарилгандан кейин 60 с ўтгач горелка ўчирилади, бир вақтнинг ўзида секундомер юргизилдаи ва намунанинг ёниш вақти ўлчанади.

Агар аланга намунадаги белгигача етиб борса, секундомер тўхтатилади, синов якунланади ва аланга ўчирилади.

Агар аланга намунадаги белгигача етиб бормасдан ўчса, унда синов горелка ўчирилгандан 30 с ўтгач тўхтатилади.

Синовлар якунлангандан кейин ёниш маҳсулотларини йўқотиш учун вентиляция ишга туширилади.

Намунанинг кенглиги бўйича ҳар икки томонидан белги ва куйдирилган жой орасидаги минимал масофа ўлчанади. Улардан энг кичиги кейинги ҳисоблаш учун қўлланилади.

Намунанинг куйдирилган қисмининг узунлиги ( $l$ ) куйидаги формула бўйича миллиметрларда ҳисобланади:

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

бунда  $l$  – намунанинг куйган қисми ва белги орасидаги энг кичик масофа;

$n$  – синовдан ўтказилган намуналар сони.

### **III. БОБ. ОЛОВБАРДОШ ПОЛИМЕРЛАРНИ ОЛИШ ВА УЛАРНИНГ ФИЗИК-КИМЁВИЙ ХОССАЛАРИНИ ЎРГАНИШ**

#### **III.1. §. Оловбардош полимерларни олиш ва уларнинг физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш**

##### **III.1.1. Органосиликон полимерларининг синтези ва хоссаларини ўрганиш**

Синтетик ва табиий полимерлар бугунги ҳаётнинг муҳим қисми бўлиб, улар ҳозирда деярли ҳамма соҳада ишлатилади. Бугунги кунда анъанавий синтетик полимер материаллари ва табиий полимерлар материаллар ишлатилади. Бироқ бундай полимер материалларнинг камчилиги бошқа материалларга нисбатан ёнувчанлиги юқори ҳисобланади. Шунинг учун, полимер ўз ичига олган якуний маҳсулотларнинг кўпчилиги (масалан, кабеллар, гиламлар, мебел шкафлари, турли матолар ва бошқалар) жамоат хавфсизлигини ёнғиндан сақлаш учун ёнғинга чидамлилиқ даражаси юқори бўлган теплоизоляцияцион полимерларнинг янги таркибини яратиш ва улардан фойдаланиш эҳтиёжини пайдо қилади. Кремнийорганик бирикмалар асосида юқори дисперсли ўтга чидамли ва теплоизоляцияцион қопламалар олиш, хоссаларини ўрганиш ва олинган кремний органик материалларнинг олиниш технологиялари ишлаб чиқиш ва қўллаш ҳам амалий, ҳам назарий аҳамиятга эга бўлиб ҳисобланади.

Кремнийорганик материаллар 1940 йиллардан бери тижорат асосида ишлаб чиқарилган. Ўтган 80 йил ичида кремнийорганик материаллар ишлаб чиқариш бир неча баробарга ўсди ва кўплаб соҳаларда қўлланила бошланди жумладан муҳандислик, қурилиш, электр, транспорт, авиация, муҳофаа, тўқимачилик ва косметика саноати каби соҳаларда фойдаланилмоқда.

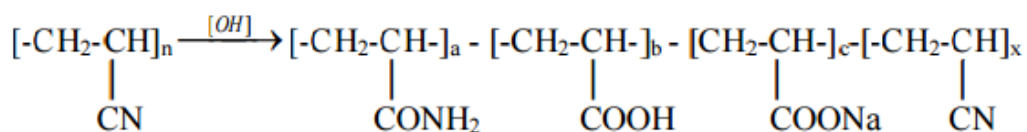
Юқоридагиларни инобатга олиб ҳозирда энг кўп қўлланиладиган кремнийорганик бирикмалар ассортиментини кўпайтириш учун тетраэтоксисилан асосида янги турдаги полимер бирикмалар олиш имкони мавжуд.

## ГИПАН асосида кремнийорганик полимерлар синтези

Органик бирикмалар ГИПАН, тетраэтоксисилан асосида юқори дисперсли ўтга чидамли ва теплоизоляциян тўлдирувчилар олиш, улар асосида ёғоч ва қурилиш материалларининг оловга бардошлилигини ошириш ҳамда уларни олов таъсиридан қўп босқичли ҳимоялаш мақсадида фойдаланилади.

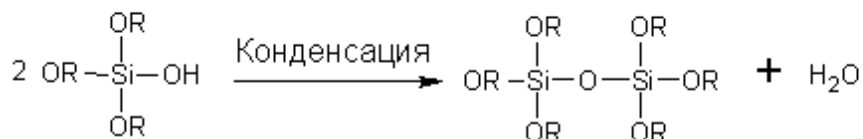
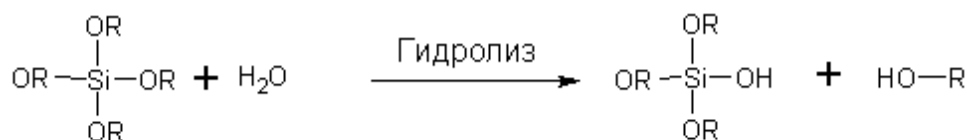
Саноат чиқиндиси ҳисобланган ГИПАН гидролиз йўли билан олинади. Гидролиз шароитларига (ҳарорат, катализатор тури, органик эритувчи мавжудлиги) қараб, функционал гуруҳлар миқдори турлича бўлиши мумкин.

ГИПАНнинг кимёвий таркибини схематик қуйидагича ифодалаш мумкин:



Бу ерда а, b, c, x лар гидролиз шароитига ва давомийлигига боғлиқ бўлади.

Жараён маҳаллий хом ашёлардан ГИПАН билан боғловчи тетраэтоксисилан ( $\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_4$ ) ни турли хил нисбатда ва ҳароратда реакторда олиб борилди.



Минерал кислоталарнинг эритмалари мавжуд бўлганда, тетраэтоксисилан ( $\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_4$ ) нинг гидролизланишда этанолни йўқотиш ва кейинчалик гидроксил гуруҳи конденсацияси билан содир бўлади.

Термометр билан жиҳозланган реакторга 50 мл ГИПАН жойлаштирилди, ҳарорат 30-60 °С гача ва (алоҳида ҳолда) ултрабинафша нур таъсирида кучли аралаштириш билан, (эмулгаторлар иштирокида)

тетраэтоксисилан (ТЭОС) аста-секин томчилаб қўшилди. Шундан сўнг, эритма хона ҳароратида бир неча соат давомида аралаштирилади, бунда қовушқоқ полимер олинди.

Реакциялар турли нисбатларда; ГИПАН:ТЭОС 50: 1; 50: 2; 50: 3; 50: 4; 50: 5 ва доимий аралаштириш орқали амалга оширилди.

Реакция бошланғич реагентларнинг турли нисбатлари билан (10:1 дан ГИПАН нисбати ортиши билан) 30-80°C гача бўлган ҳароратда амалга оширилди. Ҳарорат ва ТЭОС миқдори ортиши билан кўп миқдорда тикилиши натижасида олинган қаттиқ масса эритувчиларда эримайди, бу, эҳтимол, реакцияга киришувчи моддаларнинг ўзаро тўлиқ тикилиб боғланишига боғлиқ. ГИПАНнинг чизиқли шакли тўрсимон ҳолатга ўтиш даражаси ортиб бориши билан олинган полимернинг эрувчанлиги пасайиб қаттиқ масса ҳосил қилиши билан изоҳланади.

### 3.1-жадвал

#### Турли нисбатларда ҳамда 30°C ҳароратда гидролизланган полиакрилонитрил ва тетраэтоксисилан асосида олинган полимернинг хоссалари

| т/р | ГИПАН ( $v_{мл}$ ) | $Si(C_2H_5O)_4$ ( $v_{мл}$ ) | Ҳарорат °C | Қовушқоқлик<br>$N \cdot мм/с$ |
|-----|--------------------|------------------------------|------------|-------------------------------|
| 1   | 50                 | 1                            | 30         | 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                           |            | Қаттиқ масса                  |
| 7   | 50                 | 20                           |            | Қаттиқ масса                  |

Ҳароратнинг ошиши жараённинг тезлигини оширишга ва полимер тикилиш унумининг ошишишга олиб келади. Ҳароратнинг 50 °C дан ошиши ва кейинчалик бутунлай ўзаро боғланиш ва қаттиқ масса ҳосил бўлишига олиб келди. Шунини таъкидлаб ўтиш жоизки, натижада олинган маҳсулот

қаттиқ массага айланади. Реакцияга киришувчи компонентлар нисбатининг олинган маҳсулотга таъсири ўрганилди. (3.1-жадвал)

3.1-жадвалдан кўриниб турибдики, гидролизланган полиакрилонитрил ва тетраэтоксисилан турли нисбатда олинганда тетраэтоксисилан миқдорининг ортиб бориши билан олинган полимердаги тикилишлар миқдори ортиб бориши билан қовушқоқлик ортиб боради. Компонентлар нисбати 50:1 бўлганда тикилиш ортиб кетганлиги учун қаттиқ массага айланади. Юқоридагиларга асосланиб оптимал нисбатни 10:1 (50:5) деб олиб тадқиқотлар давом эттирилди.

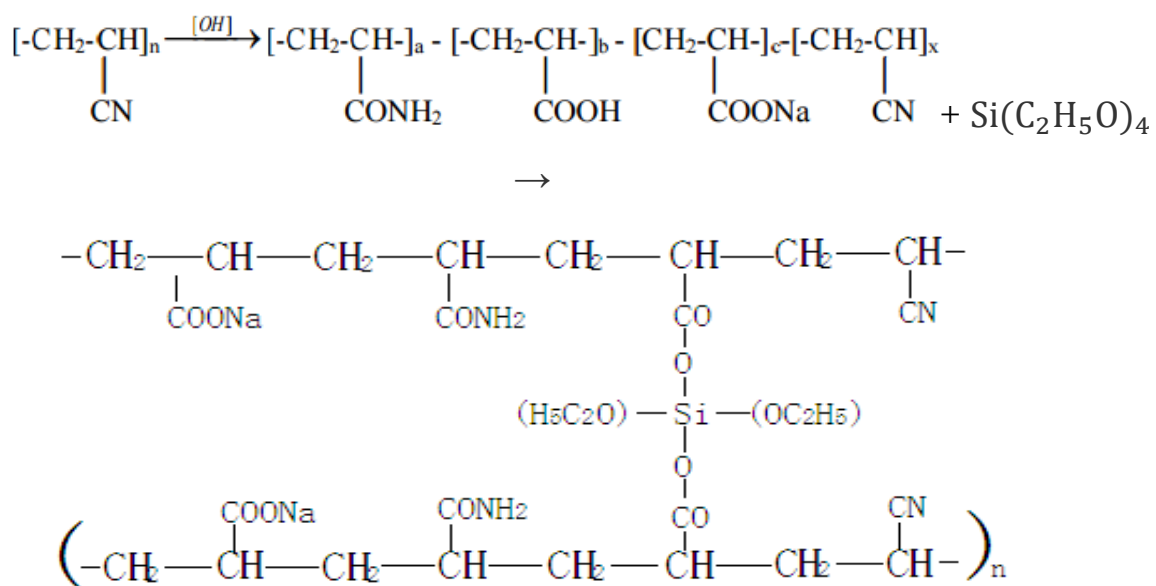
Шунингдек, турли хил ҳароратда полимернинг тикилиш кинетикаси ўрганилди.(3.2-жадвал)

**50:5 нисбатдаги гидролизланган полиакрилонитрил ва тетраэтоксисилан асосида олинган полимернинг хоссалари**

| T/p | ГИПАН<br>(v <sub>мл</sub> ) | Si(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O) <sub>4</sub> (v <sub>мл</sub> ) | Ҳарорат <sup>0</sup> С | Қовушқоқлик<br>N•мм/с |
|-----|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| 6   | 50                          | 5                                                                   | 30                     | 40,48                 |
| 7   | 50                          | 5                                                                   | 40                     | 38,50                 |
| 8   | 50                          | 5                                                                   | 50                     | 34,10                 |
| 9   | 50                          | 5                                                                   | 60                     | 29,70                 |
| 10  | 50                          | 5                                                                   | 70                     | 26,40                 |

Мақбул нисбат асосида олинган компонентларнинг тули ҳароратда тикилиш жараёни ўрганилганда (3.2-жадвал) ҳарорат ортиб бориши билан ГИПАН қовушқоқлиги камайиши ( $30^{\circ}\text{C}$  да эритма қовушқоқлиги  $40,48 \text{ N}\cdot\text{мм/с}$  га тенг бўлса  $70^{\circ}\text{C}$  да эса  $26,40 \text{ N}\cdot\text{мм/с}$  қийматга эга бўлиши кузатилди) туфайли тикилиш эҳтимоллиги камайишига олиб келади ва олинган полимерларнинг ҳам қовушқоқлиги мос ҳолда ҳарорат ортиши билан камайиб бориши олинган олдинги қонуниятларга тўлиқ мос келади.

Олиб борилган тажрибалар асосида Гидролизланган полиакрилонитрил даги функционал гуруҳларнинг тетраэтоксисилан билан таъсирлашишини қуйидаги схема билан ифодалаш мумкин.



Схемадаги  $b$  (юқорида келтирилган гидролизланган полиакрилонитрилнинг схематик тасвиридаги функционал гуруҳлар миқдори)  $\text{CH-COO}$  нинг тикилиш даражаси олинган полимернинг ковушқоқлигини белгилаб беради. Ва бу қиймат 10:1 нисбатдан ортиб кетиши полимернинг қаттиқ массага айланиши (резинасимон масса орқали) га олиб келади.

Шунингдек, тикилиш жараёнига физик жараёнларнинг таъсирини тадқиқ қилиш учун УБ нурлар таъсири ўрганилди. Бунда реакцион аралашманинг нур таъсирида ковушқоқлигининг ортиши жараённинг тезлашганлигидан далолат беради. УБ нурлар таъсирида аралашмада фаол марказларнинг ҳосил бўлиши кузатилади. Нурнинг таъсир механизми эса қуйидагича изоҳланади. Юқори энергияли кимёвий тизим таъсирида металл нанозарраларни тайёрлаш электронлар, радикаллар ва қўзғатилган зарралар каби жуда фаол кучли камайтирувчи моддалар ҳосил бўлиши билан боғлиқ. Амалдаги электромагнит нурланишнинг характерли тўлқин узунликлари ва энергия диапазони Жадвалда келтирилган. Тақдим этилган энергиянинг кимёвий тизимига таъсир қилиш турига кўра, нанопартикулларни ишлаб чиқариш усуллари фотокимёвий (фотолиз,  $<60 \text{ eV}$ ), радиоолитик (радиолизис,  $60-10^6 \text{ eV}$ ) ва тезкор электронлар оқими билан нурланиш ( $> 10^6 \text{ eV}$ ) га бўлиш мумкин. Ионлаштирувчи нурланиш рентген ва гамма нурлари, ултрабинафша ва қўзга кўринадиган нурланиш манбаи, одатда симоб ёки ксенон чироқ орқали ҳосил бўлади.

### **Электромагнит тўлқинлар кўлами**

Кимёвий хоссаларига кўра радиациявий жараёнлар, юқори энергияли нурланиш билан рағбатлантирилганда қуйидагилар ҳисобга олиниши керак: юқори ҳажмли ва сирт энергиясининг зичлиги; заррачаларнинг Максвелл бўлмаган ва Болцман бўлмаган тақсимоотида, трансляция ҳаракатининг энергиялари ва квант энергиялари популяцияси бўйича ўзини намоён қиладиган ҳеч қандай мувозанат йўқ; механик, физик-кимёвий ва кимёвий жараёнлар ҳисобланади.

**Радияция тасир қилишнинг баъзи физик-кинетик  
характеристикаси**

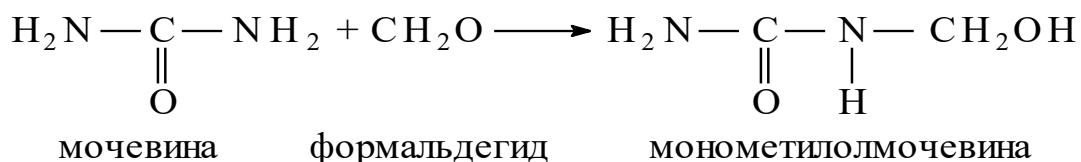
| Табиати                                                                                                         | Усуллар                                                            |                                                                                 |                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                 | Фотолиз                                                            | Радиолиз                                                                        | Фаол электронлар                                                            |
| Фаол реактив заррачалар                                                                                         | Электрон қўзғаладиган Электрон молекулалар, ионлари ва Электронлар | Электрон, ионлар, Электрон билан қўзғаладиган зарралар                          | Электрон, ионлар, Электрон билан қўзғаладиган зарралар                      |
| Бошланғич жараёнлар                                                                                             | $h\nu + M \rightarrow M^* \rightarrow$<br>Маҳсултлар               | $e^-, h\nu + M \rightarrow M^+, e^-$<br>, $(M^+)^*$<br>$\rightarrow$ Маҳсултлар | $e^- + M \rightarrow M^+, M^*$ ,<br>$(M^+)^{2pt} \rightarrow$<br>Маҳсултлар |
| Характерли жараёнлар иерархияси                                                                                 | $\tau_k < \tau_x \leq \tau$                                        | $\tau_x \tau_{\text{диф}}$                                                      | $\tau_x \approx \tau_{\text{п}}$                                            |
| Фаол заррачалар ишлаб чиқариш тезлиги ( $\nu \cdot 10^{15}$ , см <sup>3</sup> /с                                | $10^{-2} - 10^{-3}$                                                | $10^{-3}$                                                                       | $2 \cdot 10^4$                                                              |
| Эслатма: х-кимёвий пасайиш; к-тебраниш релаксация; э-Электрон релаксация; п - ўтказиш; диф -диффузия тарқалиши. |                                                                    |                                                                                 |                                                                             |

Қайта тикланиш реакцияларини тез ва самарали равишда ошириши мумкин бўлган электромагнит нурланиш кванти оқимининг интенсивлигини тартибга солиш туфайли, янги ташкил топган нанозарраларда сонини ва ҳажмини назорат қилиш мумкин.

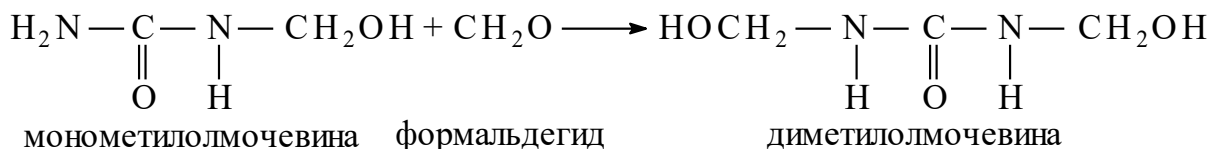
**Мочевина формальдегид смола ва тетраэтоксисилан асосидаги  
органосиликон полимерларнинг олиниши**

Янги компонент сифатида маҳаллий хом ашёлардан аввал мочевина ва формалдегид боғловчи (тетраэтоксисилан  $Si(OCH_2CH_3)_4$  билан смоласимон кўринишга келгунча аралаштирилади. Дастлабки моддалар турли хил

нисбатда 25 °C ҳароратда реакторда олиб борилди. Бунда мочевина формалдегид билан монометилол шаклида аввал смола ҳосил бўлади.



Агар формальдегид кўп миқдорда олинса диметилолмочевина шаклида смола ҳосил бўлади.



Три- ва тетраметилолмочевинанинг ҳосил бўлиши билан тикиш реакцияси олиб борилса термобарқоролиги жуда юқори бирор бир эритувчида эримайдиган қаттиқ масса ҳосил бўлади. Шунинг учун диметилолмочевинанинг кремнийорганик бирикмалар билан реакцияси олиб борилиши мақсадга мувофиқдир. Мочевинаформальдегид смолаларнинг хусусиятлари, хусусан, уларнинг барқарорлиги, баъзи бир қўшимчалар киритиш орқали яхшиланиши мумкин. Бунда белгиланган хоссали смолалар олиш имконияти туғилади.

Сувли эритмада мочевина ва формальдегид ўртасида конденсация реакциясини ўтказиш учун ҳал қилувчи омиллар қуйидагилар:

- реактивларнинг бошланғич нисбати;
- водород ионларининг концентрацияси;
- реакциянинг давом этиш вақти ва ҳарорат.

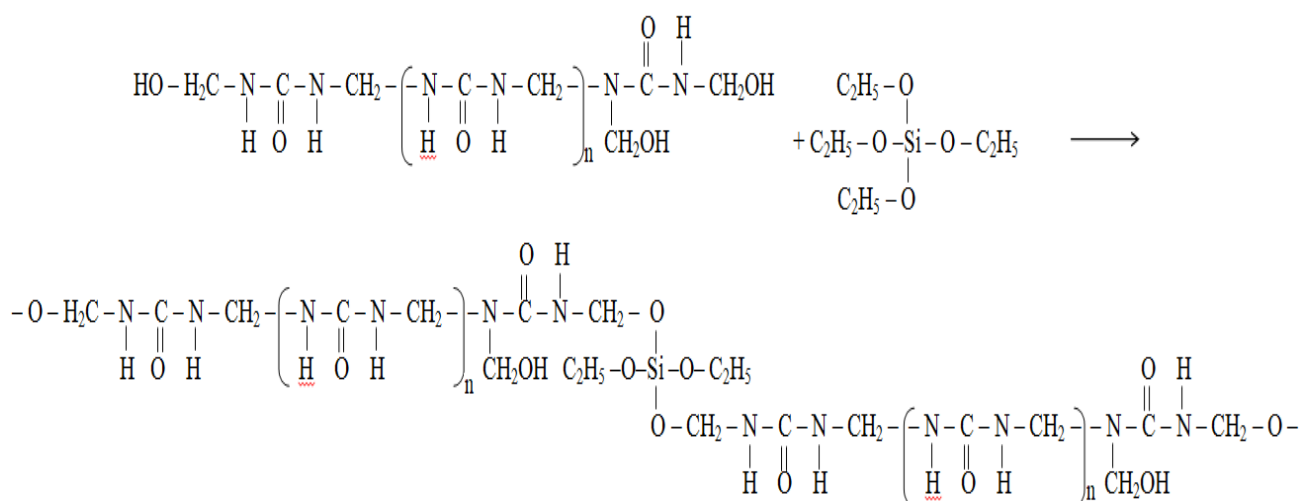
Юқоридагиларни ҳисобга олиб, тетраэтилортосиликат билан модификацияланган мочевинаформальдегид смола олигомерлари синтез қилинди.

Шунингдек, мочевинанинг сополиконденсациясида реакцияга киришувчи реагентларнинг нисбати, реакция давомийлиги ва ҳарорат таъсири ўрганилди. Кўрсатиб ўтилган параметрларни олигомернинг молекуляр массасига боғлиқлиги таҳлил этилди.

Ҳосил бўлган олигомерни куйдиришда қуруқ қолдиқ массасига асосланган ҳолда параметрларнинг оптимал шароитлари танланди.

Синтез қилинган олигомернинг чизиқлилиги, тармоқланганлиги, фазовий тузилиши ва заррача ўлчами тўғрисида тассаввур ҳосил қилиш учун уларнинг нисбий қовушқоқликлари ўрганилди. Нисбий қовушқоқлик ВПЖ-1 визкозиметрида 20°C, 30°C, 40°C ва 50 °C ҳароратлар ўрганилди. Олинган натижалар қовушқоқлик I вариантдан IV вариантга ўтган сари камайганлигини кўрсатди.

Бунда моддаларнинг куйидаги схема асосида реакцияга киришиши аниқланди.



Шунингдек, чокловчи реагент миқдори ҳамда тикилиш даражаси ортиши билан олигомернинг эрувчанлиги ва қовушқоқлиги ўзгарганлиги аниқланди (3.4-жадвал).

#### 3.4-жадвал.

#### Олигомернинг турли хил ҳароратларда молекуляр массалари ва қуруқ қолдиқнинг миқдорий ўзгариш қийматлари

| Кўрсаткич                                       |     | Қуруқ қолдиқ ва ҳисобланган молекуляр масса, % да |          |          |          |
|-------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------|----------|----------|----------|
|                                                 |     | I                                                 | II       | III      | IV       |
| Ҳарорат °C да,<br>реакция давомийлиги<br>1 соат | +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 |

Изоҳ: сурада қуруқ қолдиқ, махражда ҳисобланган молекуляр масса.

Вариантларда нисбий қовушқоқликнинг камайиши эса молекулалараро масофанинг камайганлигидан деб ҳисоблаш мумкин. Бу эса ўз навбатида молекулалараро Ван дер Ваальс кучларига боғлиқлигини кўрсатади.

Синтез қилинган олигомер фақат органик эритувчиларда эриши сабабли, тегирмонда дисперс ҳолатгача майдаланган ҳолда фойдаланилади. Теплоизоляция қоплама олиш учун композиция таркиби ишлаб чиқилди. Яна шу ҳолатни таъкидлаш жоизки, агар мочевинанинг формальдегид билан таъсиридан триметил ол ёки тетраметил олмочнвина ҳосил бўлса, у тетраэтоксисилан билан тўрсимон ҳолатга ўтиши тезлашиб, жараёни бошқариш имконияти йўқолади. Шунинг учун мочевина ва формальдегид нисбатини диметил олмочевина ҳосил бўлишига йўналтирган ҳолда 1:2 нисбатда олиниши мақсадга мувофиқ.

### **Қўлланилган ва синтез қилинган бирикмаларни квант-кимёвий ҳисоблашлари**

Барчага маълумки, молекулаларнинг кимёвий хоссалари ва реакцион қобилияти уларнинг электрон структураси ва энергетик характеристикаларига боғлиқ бўлади.

Ҳозирги вақтда квант кимёвий ҳисоблаш усуллари жадаллик билан ривожланмоқда. Натижада, молекулаларнинг геометриясини баҳолаш, оралиқ ва ўтиш ҳолатининг барқарорлигини ҳисоблаш мумкин. Кўпгина реакциялар учун бундай натижаларни экспериментал равишда ҳисоблашда кўп босқичли жараён билан бир вақтнинг ўзида оралиқ босқичларнинг пайдо бўлиши ва оралиқ маҳсулотларнинг жуда қисқа вақтда мавжуд бўлиши натижасида келиб чиқадиган қийинчиликлар билан боғлиқ. Квант кимёсини ҳисоблаш усулларининг жадал ривожланиши ва кучли компьютер воситалари ва дастурларининг пайдо бўлиши мураккаб органик бирикмаларнинг кўплаб хусусиятларини аниқлаш имконини берди. Шу сабабли, квант-кимёвий ва молекуляр-динамик тадқиқотлар ҳозирги вақтда органик бирикмалар синтезининг баъзи қонунлари ва механизмларини яратиш учун зарур бўлган

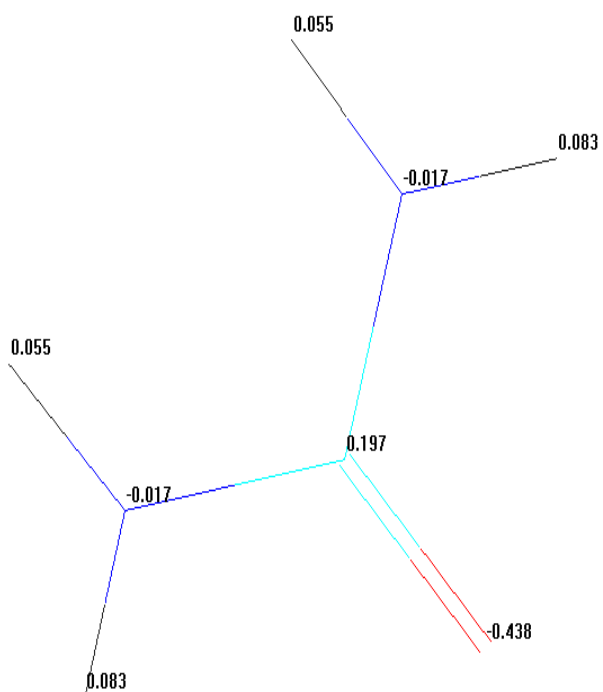
маълумотларни олишда физик-кимёвий тадқиқот усуллари муҳим ҳисобланади.

Органик бирикмаларнинг реакцион фаоллигинини экспериментал баҳолашда ва тушинтиришда квант кимёси яқиндан ёрдам беради ва бориши мумкин бўлган реакцияларни башорат қилишга имкон беради. Замонавий квант кимёсининг асоси Шредингер тенгламаси бўлиб, одатда стационар ҳолатлар учун адиабатик жараёнда ечилади.

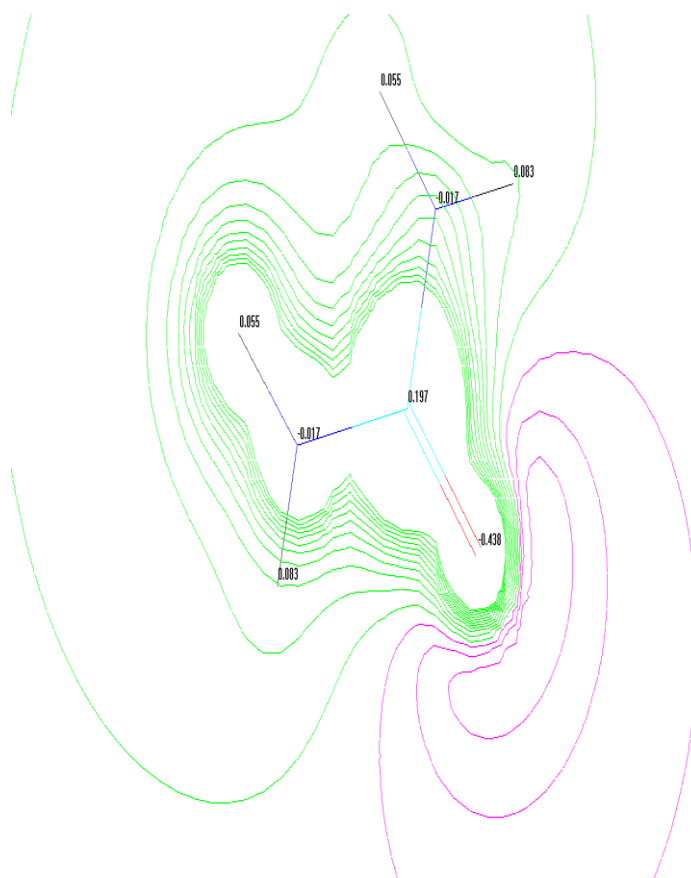
Квант кимёси усулларини қўллаш натижасида электрон ҳолатларнинг зичлиги, электрон зичлигининг тарқалиши, мумкин бўлган реакция юзалари ва турли хил спектроскопик миқдорларнинг ҳисоб-китоблари тўғрисида маълумотлар олинади. Ҳозирги вақтда квант кимёси усуллари молекулаларнинг электрон тузилишини ўрганиш учун арзон, қулай ва универсал усуллардир. Шунга қарамай, моддаларни ўрганиш учун ананавий экспериментал усуллардан бутунлай воз кечиб бўлмайди.

Ҳар қандай реакцияларда молекуланинг фаоллиги асосан унинг тузилиши ва энергия хусусиятларига боғлиқ. Ҳисоблашнинг квант кимёвий усуллари ривожланиши билан кимёгарлар экспериментал ишларни режалаштириш ва маҳсулотларнинг мақсадли синтезини амалга ошириш ва белгиланган хоссали моддалар олиш имконига эга бўлишди.

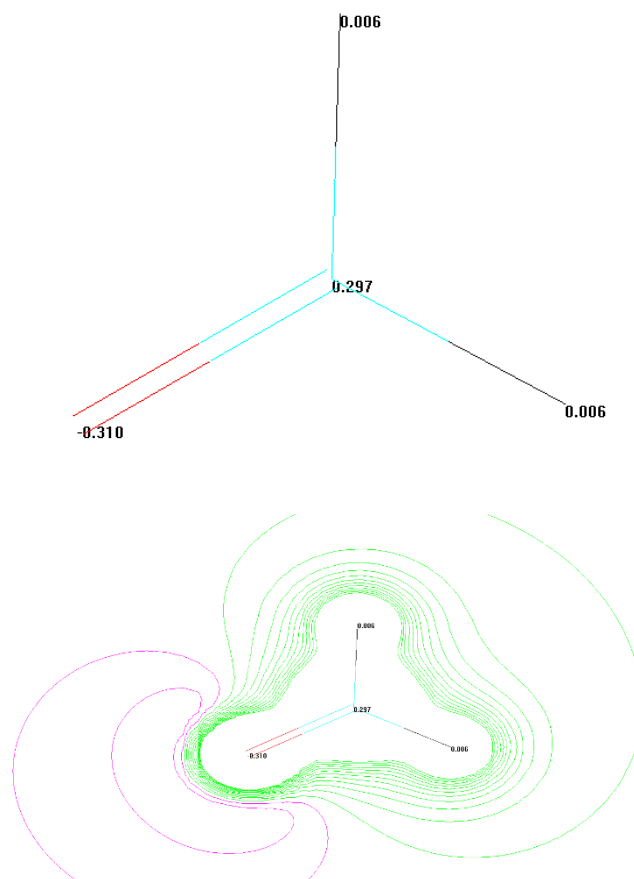
Юқоридагилардан келиб чиқиб, илмий тадқиқот ишида ишлатилган ва баъзи оралик моддаларни электрон тузилиши ўрганилди, квант-кимёвий ҳисоблашлари олиб борилди. Дастлабки моддалар мочнвина, формальдегид ва тетраэтоксисиланнинг РМЗ ва АМ1 ярим эмпирик усуллари ёрдамида олинган фазовий геометрияси ва электрон тузилиши тўғрисида олинган натижалар келтирилди (3.8- 5.2-расмлар).



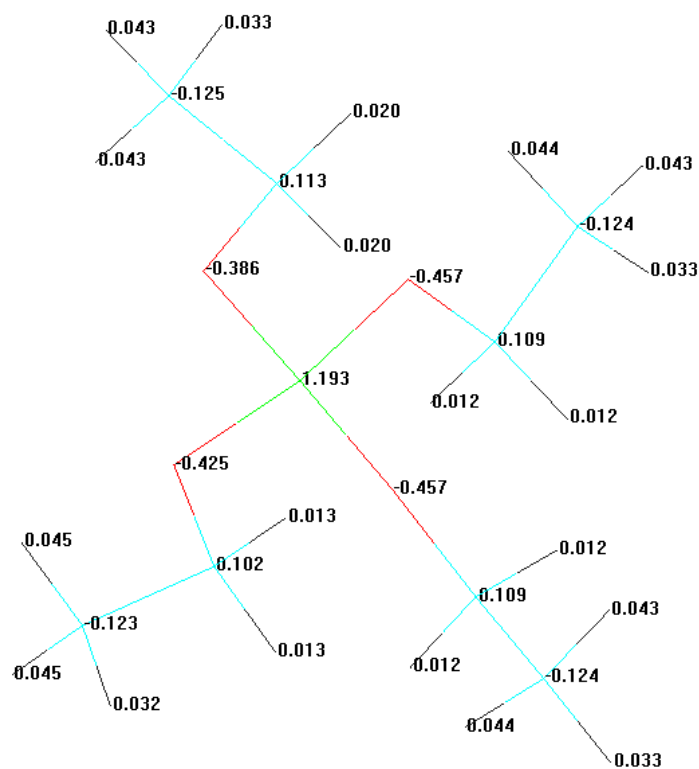
3.А-расм. Мочевина молекуласидаги зарядларнинг тақсимланиши

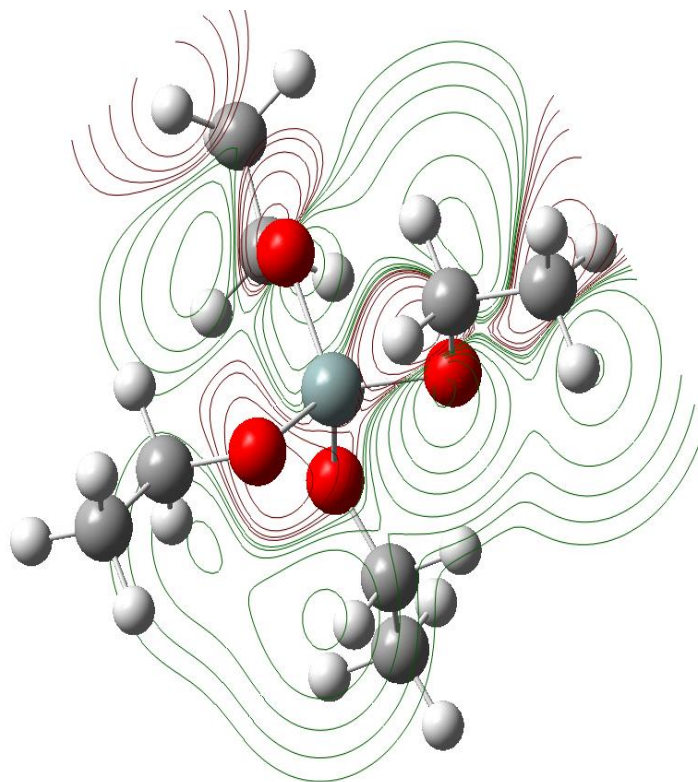


3.Б – расм. Мочевина молекуласидаги зарядларнинг тақсимланиши



3.9 - Расм. Формальдегид молекуласининг электрон тақсимот

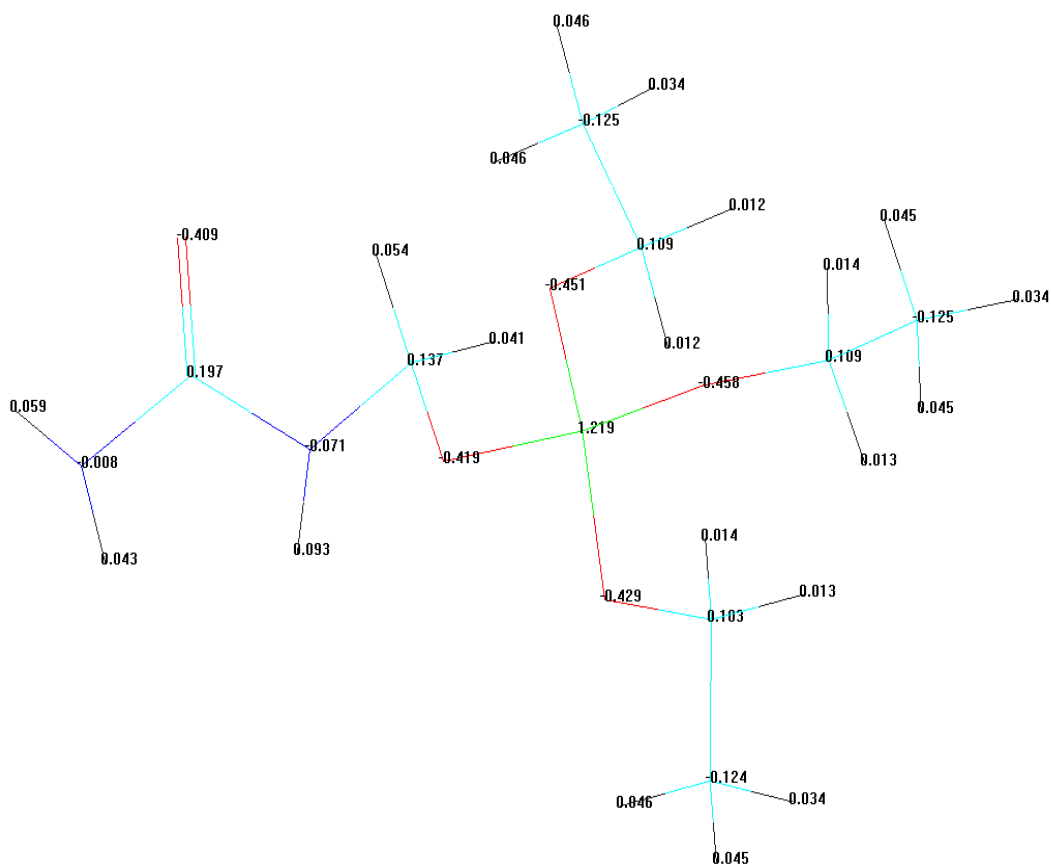




3.10-расм. А,б-тетраэтоксисилан молекуласида энергия ва электрон тақсимланиши

Ўрганилган молекулаларда зарядларнинг атомларда тақсимланиши шуни кўрсатадики, бошланғич моддалар молекулаларининг манфий ва мусбат заряди тақсимои асосида уларнинг реакцион қобилияти юқори ва турли хил бирикмалар билан реакцияга кириша олади.

Юқоридагиларга асосланган ҳолда мочевинанинг формальдегид билан ҳосил қилган монометил ол ҳосиласига тетраэтоксисилан бирикиши биз ўтказган тажрибаларда оралиқ ҳолат ҳисобланишини эътиборга олган ҳолда электрон тузилиши ва заряд тақсимланиши ўрганилди (3.11-расм).



3.11-расм. Монометилолмочевинанинг тетраэтоксисилан билан ҳосил қилган оралиқ ҳолат электрон заряд тақсимооти.

Органосиликон моддалар синтези учун танланган моддаларни квант-кимёвий ҳисоблашлари ўрганилди ва олинган натижалар қуйидаги 3.5-жадвалда келтирилди. Танланган молекулаларнинг электрон тузилиши ва энергетик хоссалари (умумий энергияси, ҳосил бўлиш энергияси, ҳосил бўлиш иссиқлиги, электрон энергияси, ядро энергияси, дипол моменти, кислород атомининг заряди) ва улардаги реакция марказ олдида аниқлаш имконини беради.

Таҳлил қилинган умумий энергияси, ҳосил бўлиш энергияси, ҳосил бўлиш иссиқлиги, электрон энергияси, ядро энергияси, дипол моменти, кислород атомининг заряди қийматлари ҳам олинган натижаларнинг умумий қонуниятларга мос эканлигидан далолат беради.

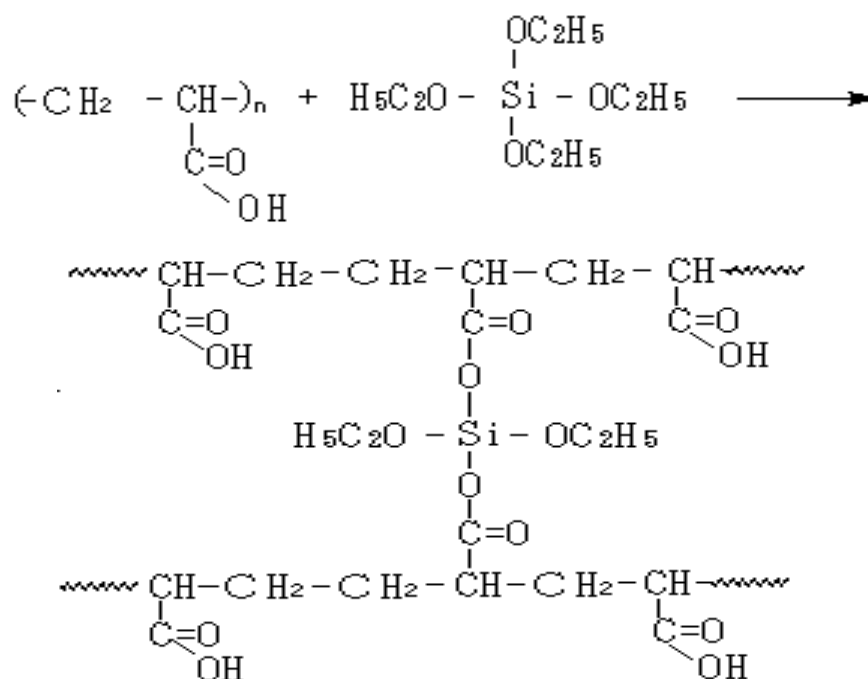
**Қўлланилган бирикмаларнинг квант-кимёвий ҳисоблашлари**

| Бирикмала<br>р                    | Умуми<br>й<br>энерги<br>яси<br>ккал/м<br>ол | Ҳосил<br>бўлиш<br>энерги<br>яси<br>ккал/м<br>ол | Ҳосил<br>бўлиш<br>иссиқли<br>ги,<br>ккал/мо<br>л | Электр<br>он<br>энергия<br>си, эВ | Ядро<br>энергия<br>си,<br>ккал/мо<br>л | Дипол<br>момен<br>ти (Д) | Кислор<br>од<br>атомин<br>инг<br>заряди |
|-----------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|
| Бошланғич моддалар                |                                             |                                                 |                                                  |                                   |                                        |                          |                                         |
| Мочевина                          | -18418                                      | -705                                            | -41,04                                           | -54689                            | 36270                                  | 4,071                    | 0,1017                                  |
| Формальд<br>егид                  | -10209                                      | -368                                            | -34                                              | -19246                            | 9037                                   | 2,164                    | 0,06                                    |
| ТЭОС                              | -57886                                      | -3082                                           | -326                                             | -338530                           | 280644                                 | 2,678                    | 0,08734                                 |
| Синтез қилинган оралиқ бирикмалар |                                             |                                                 |                                                  |                                   |                                        |                          |                                         |
| Оралиқ<br>ҳолат                   | -72148                                      | -3402                                           | -361                                             | -444066                           | 371918                                 |                          | 0,4244                                  |

Кимёвий реакцияларни режалаштиришда, айниқса реакцияларни технологик параметрларини аниқлаш ва технологиясини ишлаб чиқишда бошланғич кимёвий моддаларни квант-кимёвий ҳисоблашларини амалга ошириш, олинган натижаларни математик моделлаштиришни амалга ошириш муҳим ҳисобланади.

**Гидролизланган акрил эмульсия ва тетраэтоксисилан асосидаги  
органосиликон полимерларнинг олиниши**

Гидролизланган полиакрилонитрил молелуласи таркибида  $-\text{CN}$ ,  $\text{COOH}$ ,  $\text{COONH}_2$ ,  $\text{COONa}$  каби функционал гуруҳлар сақлайди. Гидролизланган акрил эмульцияси эса таркибида карбоксил гуруҳ тутувчи акрил хосилаларининг типик вакилидир. Бундаги карбоксил гуруҳлар билан тетраэтилортосиликат молекуласи уртасида этерификация реакцияси натижасида гидролизланган акрил эмульциясининг тикилиши содир бўлади. Тикилиш реакцияси схемасини умумий ҳолда куйидагича тасвирлаш мумкин.



Шунингдек реакциянинг боришига таъсир килувчи омиллар ўрганилди.

**3.6-жадвал.**

**Гидролизланган акрил эмульсия ва тетраэтоксисилан асосида турли нисбатда ва 30<sup>0</sup>С ҳароратда олинган полимернинг хоссалари**

| т/р | ГАЭ (v <sub>мл</sub> ) | Si(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O) <sub>4</sub> (v <sub>мл</sub> ) | Ҳарорат °С | Қовушқоқлик<br>N•мм/с |
|-----|------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------|
| 1   | 100                    | 2                                                                   | 30         | 38,05                 |
| 2   | 100                    | 4                                                                   |            | 39,85                 |
| 3   | 100                    | 6                                                                   |            | 41,50                 |
| 4   | 100                    | 8                                                                   |            | 42,77                 |
| 5   | 100                    | 10                                                                  |            | 44,87                 |
| 6   | 100                    | 20                                                                  |            | Ярим каттиқ<br>масса  |
| 7   | 100                    | 40                                                                  |            | Қаттиқ масса          |

3.6-жадвалдан кўриниб турибдики гидролизланган акрил эмульсия ва тетраэтоксисилан нисбатида тетраэтоксисиланнинг миқдори ортиб бориши билан олинган полимердаги тикилишлар миқдори ортиб бориши билан қовушқоқлик ортиб боради. Компонентлар нисбати 100:20 бўлганда тикилиш

ортиб кетганлиги учун ярим қаттиқ массага айланади. Юқоридагиларга асосланиб оптимал нисбатни 10:1 (100:10) диб олиб тадқиқотлар давом эттирилди.

Шунингдек, турли хил ҳароратда полимернинг тикилиш кинетикаси ўрганилди.(3.7-жадвал)

### 3.7-жадвал.

#### Гидролизланган акрил эмульсия ва тетраэтоксисилан асосида турли ҳароратда ва 100:10 олинган полимернинг хоссалари

| Т/р | ГАЭ (v <sub>мл</sub> ) | Si(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O) <sub>4</sub> (v <sub>мл</sub> ) | Ҳарорат <sup>0</sup> С | Қовушқоқлик<br>N•мм/с |
|-----|------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| 6   | 100                    | 10                                                                  | 30                     | 44,87                 |
| 7   | 100                    | 10                                                                  | 40                     | 46,10                 |
| 8   | 100                    | 10                                                                  | 50                     | 46,91                 |
| 9   | 100                    | 10                                                                  | 60                     | 47,30                 |
| 10  | 100                    | 10                                                                  | 70                     | Ярим қаттиқ масса     |

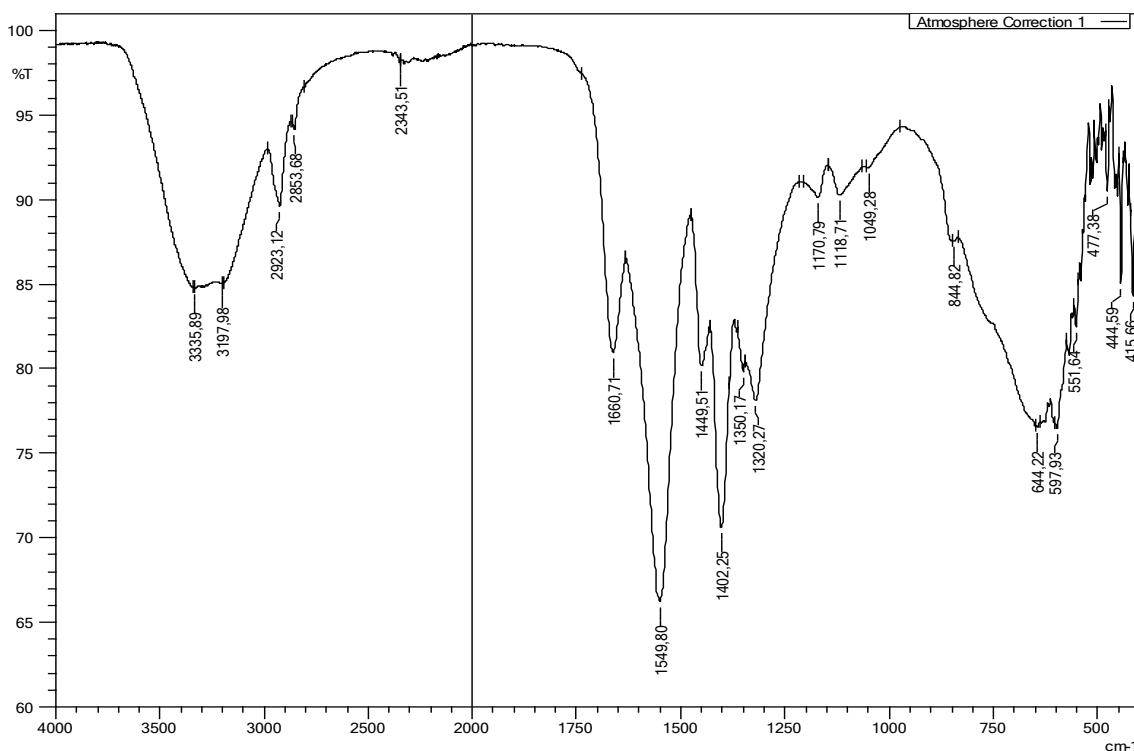
Оптимал нисбат асосида олинган компонентларнинг тули ҳароратда тикилиш жараёни ўрганилди (3.7-жадвал). Ҳарорат ортиб бориши билан гидролизланган акрил эмульсиядаги карбоксил гуруҳлар ҳаракатчанлиги ортиб боради. Натижада реакцион аралашманинг қовушқоқлик натижаларида ўзгариш кузатилади. Ҳарорат ортиб бориши билан олигомернинг ўзаро тикилиши туфайли ярим қаттиқ массага айланиши содир бўлади. Демак, гидролизланган акрил эмульциясининг тетраэтоксисилан билан таъсирлашиши натижасида гидрофоб термобарқарор органосиликон полимер материал олиш мумкин. Тажриба шароити, компонентлар нисбати, ҳароратни бошқариш орқали белгиланган хоссали органосиликон полимерлар олиш имкониятини туғдиради, бу эса ўз навбатида белгиланган хоссали полимерларни олиниш жараёнини бошқариш мумкинлигидан далолат беради.

### III.1.2. Оловбардош полимернинг структуравий тадқиқи

Модданинг агрегат ҳолатига боғлиқ бўлмаган инфрақизил спектр тасвирларида ҳар бир чизиқ модданинг интенсивлигини характерлайди. ИҚ спектр модданинг идентификациялашнинг энг қулай замонавий варианты ҳисобланади. У моддани идентификациялашда ишлатиладиган суюқланиш ҳароратини ўлчаш, нур синдириш кўрсаткичини ўлчаш, зичлигини ўлчаш каби оддий физикавий усуллардан ишончлилиги билан ажралиб туради. Шунингдек, ҳар бир модданинг ИҚ спектрини таҳлил қилганда уларнинг қандай атом ёки атомлар гуруҳини тутганлиги ва уларнинг ўзаро деформацион таъсирини эътиборга олиш лозим. Жумладан, органик бирикмаларда молекула ичкарасида индуктив ва мезомер эффектлар ҳам таъсир қилади. Молекулалараро ва ичкимолекуляр водород боғланишлар эса шу боғланишга иштирок этувчи боғларнинг спектр чизиқларини силжишига сабабчи бўлади. Шунинг учун спектрлар таҳлилида юқоридагиларни эътиборга олиш зарур.

ИҚ спектр таҳлиллари барча намуналар учун  $500-4500\text{ см}^{-1}$  ораликда кенг диапазонда ўтказилди. Олинган полимернинг тузилиши ИҚ спектроскопия усулида таҳлил этилди. (3.12-расм) .

Моддаларни идентификациялашда спектр чизиқлари  $4000-400\text{ см}^{-1}$  соҳасида ёзиб олинди. Гидролизланган полиакрилонитрил ва тетраэтоксисиланнинг ўзаро бирикиши натижасида олинган полимернинг ИҚ-спектроскопия усулида идентификация қилинганда ГИПАН таркибидаги карбоксил гуруҳлари тетраэтоксисиландаги  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}$ -гуруҳлари билан этерификация реакциясига кирганлигини спектр чизиқларидаги характерли ютилиш чизиқларига асосланиб хулоса чиқариш мумкин.



3. 12-расм. ГИПАН ва тетраэтоксисилан асосида олинган полимернинг ИҚ спектри.

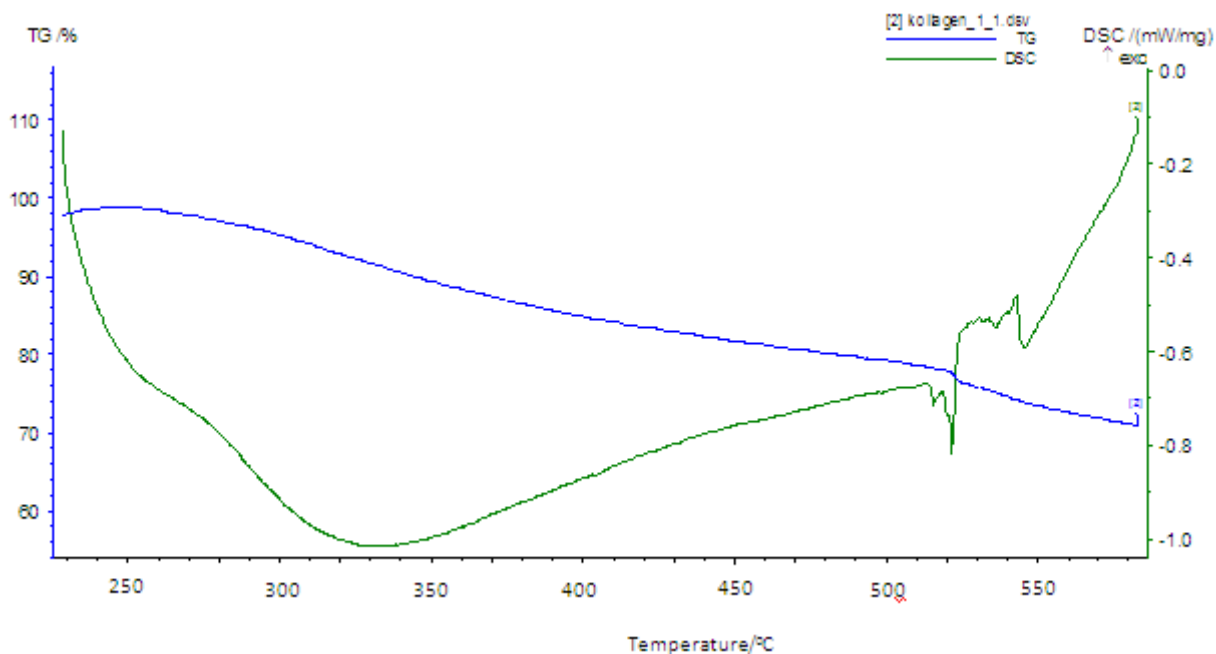
Спектр чизиқлари  $1402$ ,  $1449$ ,  $1320\text{ см}^{-1}$  соҳадаги ютилиш чизиқлар оддий C-C боғга, ,  $1650\text{--}1630\text{ см}^{-1}$  соҳада эса карбонил гуруҳга хос тебраниш частоталарини,  $1049$ ,  $1118\text{ см}^{-1}$  ва  $1000\text{--}1100\text{ см}^{-1}$  соҳадаги ютилиш чизиқлар эса Si-O га, оралиқда эса  $2930$  ва  $3335\text{--}3197\text{ см}^{-1}$  тўлқин узинлиги эса O-H боғига тегишли эканлигини кўриш мумкин.

### III.1.3. Полимерлар ва улар компонентларининг термобарқарорлигини ўрганиш

Олинган полимер билан ишлов берилган материалларнинг оловбардошлигини таъминловчи омил бу унинг термик барқарорлигидир. Шунинг учун, полимернинг термик барқарорлиги ДТТ(дифференциал термик таҳлил) усулида таҳлил этилди.

Термоаналитик тадқиқотлар К-тури (Low RG Silver) термокупл билан жиҳозланган ва алюминий қозиклардан фойдаланган ҳолда жиҳозланган NETZSCH STA-409 PG TG-DSC анализаторида ўтказилди. Намуна миқдори

5-6 мг оралиғида олинган. Барча ўлчовлар азотнинг инерт атмосферасида 50 мл/мин тозалаш тезлиги билан амалга оширилди. Ҳароратнинг ўлчов оралиғи 10 К/мин бўлган иситиш тезлигида 20-600 °С да олиб борилди. Оддий моддалар: индий, висмут, калай, руҳ ва сезий хлорид ёрдамида ўлчов тизимида соланган ҳолда олиб борилди. Органосиликон моддаларнинг термик барқарорлиги (3.13-рasm) олинди.



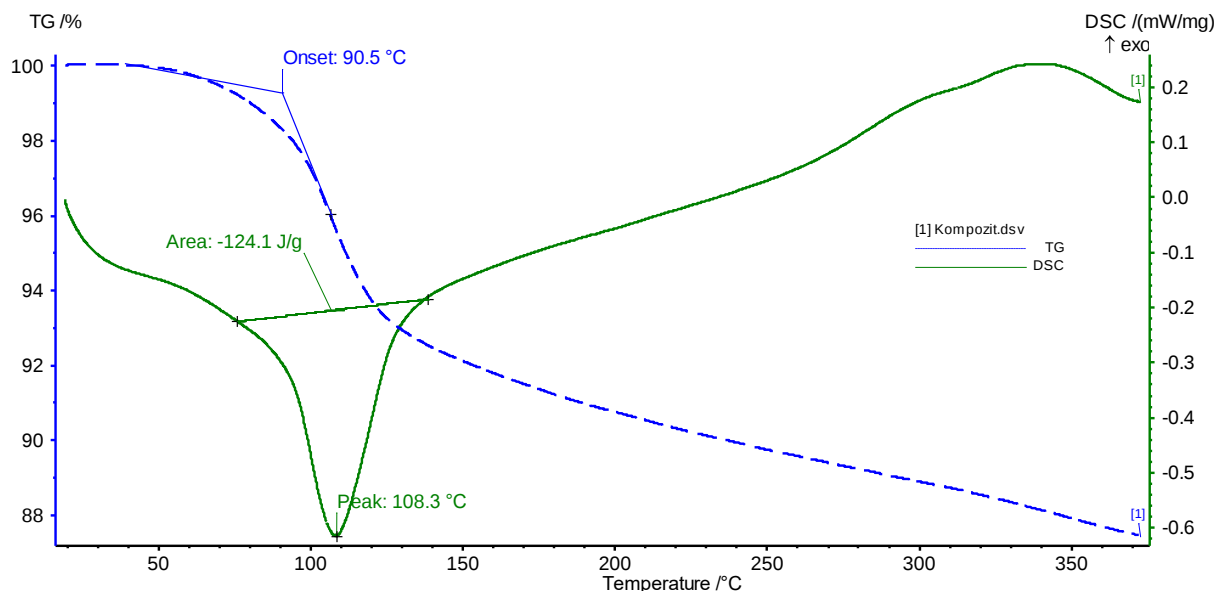
3.13-рasm. Гидролизланган полиакрилонитрил ва тетраэтоксисилан асосида олинган кремнийорганик полимернинг дифференциал термик тасвири

Дифференциал термик таҳлил натижаларини таҳлил қилганда, даставвал молекула таркибидаги боғланган, боғланмаган сувни эътиборга олиш зарур. Молекулаларнинг ҳосил бўлиш энтальпияларига асосланган ҳолда аввал қайси боғ узилиши тўғрисида маълумотга эга бўлган ҳолда таҳлил қилиш лозим. Шунингдек, масса камайишининг узилиши мумкин бўлган боғга мос ҳолда таркибига тўғри келишини таҳлил қилиш керак. Шунингдек, барча деструкция жараёнлари эндотермик эканлигини унутмаслик керак. 3.13-рasmда келтирилган дериватограмма тасвири таҳлил натижаларидан кўриниб турибди гидролизланган полиакрилонитрил асосида олинган кремнийорганик полимер дифференциал термик таҳлил қилинганда 20-522°C

ҳарорат оралиғида намуна аста-секин кўринадиган термал жараёнларсиз массани аста-секин йўқотади - бу намликнинг (гидратланган ва гидратланмаган) аста-секин йўқотилиши билан боғлиқ. 522°C ҳароратда кучли термал эмиссия кузатилади - полимернинг пиролитик парчаланиши билан боғлиқ экзотермик реакция. Намунанинг ўлчов оралиғида умумий вазн йўқотиши 27,4% ни ташкил этади. 548-550 °C да эса оддий C-C (боғларнинг энтальпиясига мос равишда) боғларининг узунлиги билан деструкция бошланиши кузатилади ва кул ҳосил бўлиши (Si-O боғ қолгунча) тугагунча жараён давом этади.

### **Гидролизланган акрил эмульсия ва тетраэтоксисилан асосида олинган кремнийорганик полимернинг термик барқарорлиги**

Гидролизланган акрил эмульсия ва тетраэтоксисилан асосида олинган кремнийорганик полимернинг дифференциал термик таҳлили юқоридаги усулда олинди. Таҳлил этиладиган намуналарни термонаналитик тадқиқ қилиш Нетзсч Синхрон СТА 409 ПГ анализаторида (Германия), К типигаги термोजуфт (Low РГ Силвер) ва алюминий халтачалари ёрдамида амалга оширилди. Барча ўлчовлар инерт азотли атмосферада азотнинг оқим тезлиги 50 мл / мин бўлган атмосферада ўтказилди. Ҳароратни ўлчаш диапазони 25-370 ° C, иситиш тезлиги 5K / мин. Бир ўлчов учун наmunанинг миқдори 5-10 мг ни ташкил қилади. Ўлчов тизими KNO<sub>3</sub>, In, Bi, Sn, Zn моддаларининг стандарт тўплами билан калибрланган. (3.14-расм).



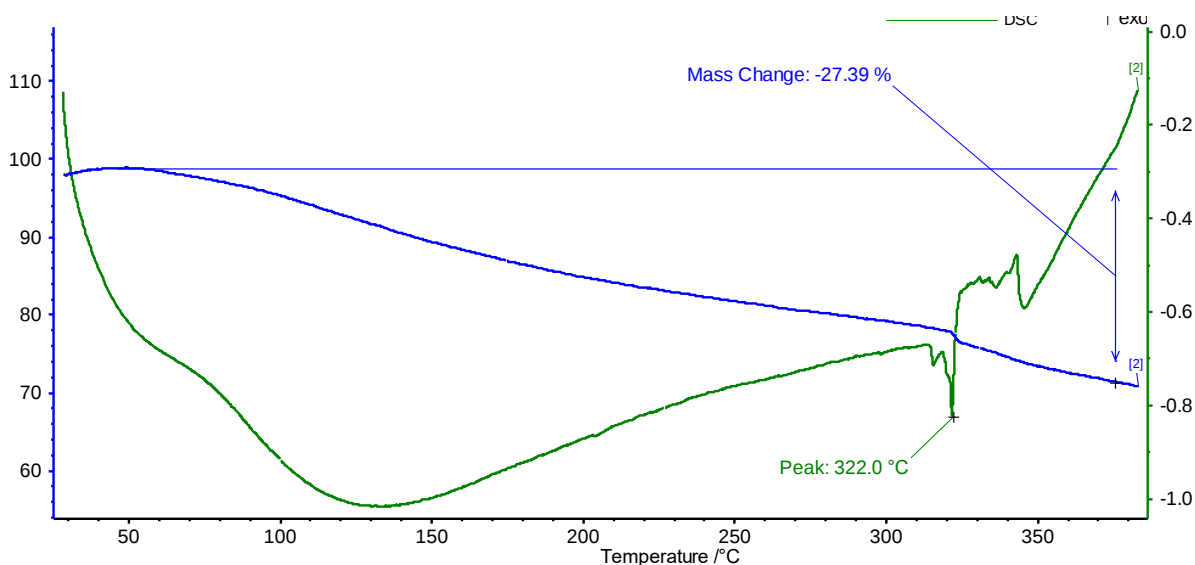
3.14.-расм. Гидролизланган акрил эмульсия ва тетраэтоксисилан асосида олинган кремнийорганик полимернинг дифференциал термик таҳлили

Олинган термик барқарорлик тасвирларидан хулоса чиқариш мумкинки, 20 – 390 °C ҳарорат оралиғида композит материалнинг термал ҳаракати кўрсатилган. 90-130 °C оралиғида масса = 7,49% адсорбцияланган сувнинг йўқолиши билан боғлиқ. Бундан ташқари, 390 °C гача, намуна массасида аста-секин йўқотиш 0,2 %/мин тезликда кузатилади. Ўлчанган диапазонда намунанинг умумий вазн йўқотиши 12,5% ни ташкил қилади.

### **Мочевинаформалдегид ва тетраэтоксисилан асосида олинган кремнийорганик (олиго)полимернинг дифференциал термик таҳлили**

Мочевина формальдегид ва фенолформальдегид олиго(поли)мерларни турли ташқи таъсирлар экстремал шароитларда деструкцияга учраши сабабли формальдегиднинг ҳиди доимий келиб туради. Шунинг учун уларнинг термик барқарорлигини ўрганиш орқали деструкция шароитини тадқиқ этиш мумкин. Мочевинаформалдегид ва тетраэтоксисилан асосида олинган кремнийорганик полимернинг дифференциал термик таҳлилида (3.15-расм) 20-322 °C ҳарорат оралиғида 1-намуна аста-секин кўринадиган термал жараёнларсиз вазнини йўқотади - бу, боғланган ва боғланмаган, гидратланган

сувнинг аста-секин йўқолиши билан боғлиқ. 322 ° С ҳароратда кучли иссиқлик эмиссияси кузатилади - соф полимернинг парчаланиш ҳароратининг қийматига яқин. Ўлчанган диапазонда намунанинг умумий вазн йўқотиши 27,4% ни ташкил қилади.



3.15.-расм. Мочевинаформалдегид ва тетраэтоксисилан асосида олинган кремнийорганик полимернинг дифференциал термик тасвири

Термик таҳлил натижалари тикилган олигомерларнинг термик барқарорлиги ортганлигидан далолат беради ва ўз навбатида аҳоли турар жойларида фойдаланиш жараёнида заҳарли формальдегидни чиқармайди. Шунингдек, экстремал шароитларда ҳам термобарқарорлиги асосий омил ҳисобланади.

Хар бир органосиликон (олиго) полимерларнинг хоссалари солиштириш усулида таққосланди (3.8-жадвал).

3.8-жадвалдаги натижалар далолат беришича ГИПАН асосидаги (олиго) полимерларнинг термик барқарорлигини юқоридир. Бунга асосий сабаб ГИПАН таркибидаги карбоксил гуруҳларнинг ТЭОС таркибидаги этил гуруҳи билан этерификацияга киришиш имконияти юқорилигидадир.

3.8-жадвал

**Тетраэтоксисилан ва турли хил бирикмалар асосида олинган  
полимерларнинг термобарқарорлик кўрсаткичлари**

| Намуна           | Парчаланишнинг<br>бошланиш ҳарорати | Учувчан моддаларнинг масса<br>камаиши, % да |     |     |
|------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------|-----|-----|
|                  |                                     | 10                                          | 20  | 50  |
|                  |                                     | Ҳарорат <sup>0</sup> С                      |     |     |
| ГИПАН ва<br>ТЭОС | 280                                 | 371                                         | 502 | 545 |
| МФС ва<br>ТЭС    | 88                                  | 131                                         | 320 | 481 |
| ГАЭ ва<br>ТЭОС   | 133                                 | 320                                         | 336 | 465 |

3.9-жадвал

**Гидролизланган полиакрилонитрил ва тетраэтоксисилан асосида  
олинган полимернинг ўртача молекуляр массаси ва элементлар  
таркиби таҳлили**

| ГИПАН<br>V <sub>мл</sub> | ТЭОС<br>V <sub>мл</sub> | Ўртача<br>молекуляр<br>масса | Элементар таркиб, % да |      |      |      |      |
|--------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------|------|------|------|------|
|                          |                         |                              | С                      | Н    | Si   | N    | O    |
| 50                       | 1                       | 11716                        | 49,19                  | 5,10 | 0,24 | 9,55 | 26,6 |
|                          | 2                       | 11832                        | 49,49                  | 5,20 | 0,48 | 9,46 | 27,1 |
|                          | 3                       | 11948                        | 50,41                  | 5,25 | 0,70 | 9,37 | 27,4 |
|                          | 4                       | 12064                        | 51,33                  | 5,30 | 0,92 | 9,28 | 27,9 |
|                          | 5                       | 12180                        | 52,26                  | 5,35 | 1,15 | 9,20 | 28,6 |
|                          | 10                      | 12760                        | 53,96                  | 6,01 | 2,20 | 7,77 | 29,5 |
|                          | 20                      | 13040                        | 55,03                  | 6,30 | 2,60 | 6,40 | 30,3 |

Шунингдек, турли хил органосиликон (олиго) полимерларнинг ўртача молекуляр массаси ва элемент таркиблари таҳлил этилди (3.9-жадвал, 3.10-жадвал, 3.11-жадвал).

3.10-жадвал

**Мочевина формалдегид смола ва тетраэтоксисилан асосида олинган  
полимернинг ўртача молекуляр массаси ва элементар таркиби таҳлили**

| МФС<br>$V_{\text{мл}}$ | ТЭОС<br>$V_{\text{мл}}$ | Ўртача<br>молекуляр<br>масса | Элементар таркиб, % да |      |      |       |       |
|------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------|------|------|-------|-------|
|                        |                         |                              | С                      | Н    | Si   | N     | O     |
| 50                     | 1                       | 1620                         | 33,29                  | 5,80 | 1,72 | 34,52 | 24,66 |
|                        | 2                       | 1804                         | 33,26                  | 6,00 | 3,10 | 31,04 | 26,31 |
|                        | 3                       | 1986                         | 33,23                  | 6,15 | 4,23 | 28,20 | 28,19 |
|                        | 4                       | 2168                         | 33,21                  | 6,30 | 5,16 | 25,83 | 29,52 |
|                        | 5                       | 2350                         | 33,19                  | 6,40 | 5,95 | 23,83 | 30,63 |
|                        | 10                      | 3260                         | 33,20                  | 6,75 | 8,56 | 17,18 | 34,35 |
|                        | 20                      | 4170                         | 33,09                  | 6,95 | 10,1 | 13,43 | 36,45 |

3.11-жадвал

Гидролизланган акрил эмульсия ва тетраэтоксисилан асосида олинган полимернинг ўртача молекуляр массаси ва элементар таркиби таҳлили

| ГАЭ $V_{\text{мл}}$ | ТЭОС<br>$V_{\text{мл}}$ | Ўртача<br>молекуляр<br>масса | Элементар таркиб, % да |      |      |       |
|---------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------|------|------|-------|
|                     |                         |                              | С                      | Н    | Si   | O     |
| 50                  | 1                       | 2996                         | 49,66                  | 5,60 | 0,93 | 43,80 |
|                     | 2                       | 3112                         | 49,36                  | 5,65 | 1,80 | 43,18 |
|                     | 3                       | 3228                         | 49,07                  | 5,70 | 2,60 | 42,62 |
|                     | 4                       | 3344                         | 48,80                  | 5,75 | 3,35 | 42,10 |
|                     | 5                       | 3460                         | 48,55                  | 5,78 | 4,05 | 41,61 |
|                     | 10                      | 4040                         | 47,52                  | 5,95 | 6,93 | 39,60 |
|                     | 20                      | 4620                         | 46,75                  | 6,06 | 9,09 | 38,09 |

3.9-жадвал, 3.10-жадвал, 3.11-жадваллардаги олинган натижаларга эътибор берадиган бўлсак, чокловчи реагентнинг миқдори ортиб бориши билан тикилиш даражаси ортиб бориши полимерланиш реакциялари қонуниятларига тўлиқ мос келади. Бу эса ўз навбатида ҳар бир олигомернинг элементар таҳлили натижаларида ҳам ўз аксини топганлигида ҳам кўриниб турибди. Худду шу ҳолатда чокловчи реагентни эмас ГИПАН, мочеви́на формальдегид смола ёки акрил эмульсия миқдорининг ортиши тесқари пропорционал таъсир қилади, бу эса тикилишнинг кескин камайишидан далолат беради.

Шунингдек  $-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-$  боғининг борлиги полимернинг термик барқарорлигини белгилайди. Олинган турли хил органосиликон (олиго) полимерларнинг термик таҳлили натижаларига асосланиб, энг яхши вариант сифатида ГИПАН молекуласида кремнийорганик кўприкларнинг кўпайиши

билан термал стабиллик ортиши аниқланди ва кейинги тадқиқотлар шу асосда олиб борилди.

### **III.2. Полимер композицияларнинг оловбардошлик қобилиятини ўрганиш**

Гетероген реакцияларда реакцияга киришувчи бирикмалар турли фазаларда бўлиши билан фарқ қилади. Қаттиқ моддаларнинг газлар, суюқликлар ва қаттиқ моддалар билан ўзаро таъсири билан боғлиқ бўлган интерфасиал реакцияларнинг қонуниятларига эътибор берайлик, бу янги материалларни шакллантиришнинг оптимал шартларини танлаш учун айниқса муҳимдир. Қаттиқ моддалар билан боғлиқ реакциялар иккита ўзига хос хусусиятга эга. Биринчидан, кимёвий ўзгаришлар қаттиқ жисмнинг чекланган зонасида бўлиб, маҳаллий даражада тавсифланади.

Иккинчидан, реакцияда бир неча реагентлар иштирок этганда қаттиқ маҳсулотлар реакциянинг давом этишини қийинлаштирадиган қатлам ҳосил қилиши мумкин.

Реакцияда қатнашувчи реактивнинг бошланғич миқдорининг камайишига ва маҳсулот ҳосил бўлишига олиб келганлиги учун бу жараённинг ривожланиши реакция тезлигининг ўлчовидир. Қаттиқ ва суюқ ёки газ орасидаги гетерофаза реакцияларининг кинетикасини изоҳлашда қуйидаги кинетик принциплардан фойдаланиш керак [106] - гетероген реакция тезлиги реагент-маҳсулот интерфейсининг умумий самарали соҳасига пропорционалдир. Бу принцип реагентнинг эриши бўлмагандагина амал қилади. Изотроп реактивда изотермик шароитда интерфейснинг авансланиш даражаси доимий бўлади. Якуний маҳсулот реагентлар билан алоқа қилиш ёки учувчи маҳсулотларни олиб ташлашга тўсқинлик қилмаса, бу тамойил амал қилади. Бир ёки бир неча маҳсулот фазалари реагентлар орасида тўғридан-тўғри алоқага ҳалақит берувчи қатлам ҳосил қилганда, умумий реакция тезлигини шу қатлам орқали реагентларнинг диффузияси орқали бошқариш мумкин. Умумий жараённинг кинетик ҳолати геометрик

омиллар ва реакциянинг маҳсулот қатлами томонидан таъсири билан аниқланади. Қаттиқ модданинг газ ёки суюқлик билан реакция тезлиги унинг концентрациясига боғлиқ бўлиши мумкин.

Қаттиқ фазали реакцияларнинг беҳисоб сони учун реакция тезлиги доимийсининг температурага боғлиқлиги Аррениус тенгламаси билан таърифланади. Гетероген реакциялар механизми нуктаи назаридан жараённинг тезлигини чеклайдиган қуйидаги жараёнларни кўриб чиқиш керак:

- кимёвий реакция ривожланиб бораётган интерфейсда содир бўлади ва нуклеация босқичини кузатади;

- кимёвий реакция собит интерфейсда содир бўлади ва компонентларнинг интерфейсга диффузиясини кузатиб боради;

- кимёвий реакция реактивлар реакция интерфейсига диффузиясига жуда тез ўтади. Гетерофаза реакцияларининг кинетик таҳлили одатда бир ёки бир неча миқдорнинг ўзгариш даражасига боғлиқлигини таҳлил қилади. Бир юз ўттиз уч бир неча моддалардан  $\alpha$  вақт  $t$  дан, яъни  $[\alpha=f(kt)]$ , бу ерда:  $k$ -реакция тезлиги константаси.

Кўп компонентли системаларда ўзаро таъсирлар паралел ва кетма-кет реакциялар мажмуи бўлиб, кинетик жиҳатдан аҳамиятли реакция ёки реакция босқичини ажратиб олиш ҳар доим ҳам мумкин эмас.

Ёғоч қопламаларининг оловга бардошли самарадорлиги ГОСТ 16363-98 "Ёғоч учун ўтга чидамли" шартларига мувофиқ синовдан ўтказилди. Усулнинг моҳияти иссиқлик тўпланишига қулай шароитда олов таъсирида синов қатлами билан ишлов берилган ёғоч намунасининг оммавий йўқолишини аниқлашдан иборат эди. Қуйидаги композицияларнинг қопламалари ўрганилди (масса%):

- 1 - каолин 30%, Гидролизланган полиакрилонитрил 3% асосидаги полимер, суюқ шиша концентрати 67%;

- 2 - каолин 30%, Гидролизланган полиакрилонитрил 3% асосидаги полимер, суюқ шиша концентрати 77%;

3 - каолин 20%, Гидролизланган полиакрилонитрил 5% асосидаги полимер, суюқ шиша концентрати 75%.

### 3.12-жадвал

#### Суюқ шишага асосланган қопламаларнинг оловдан ҳимоялаш самарадорлигини баҳолаш учун синов натижалари

| № | Намуна<br>массаси, г |       | Температура, °C  |                  | Масса<br>камаиши, г |      | Эслатма |
|---|----------------------|-------|------------------|------------------|---------------------|------|---------|
|   | олдин                | кейин | T <sub>бош</sub> | T <sub>туг</sub> | G                   | %    |         |
| 1 | 250,6                | 238,4 | 200              | 350              | 12,2                | 4,86 | Ёнмайди |
| 2 | 200,8                | 192,3 | 200              | 350              | 8,8                 | 4,38 | Ёнмайди |
| 3 | 220,6                | 209,6 | 200              | 350              | 11                  | 4,98 | Ёнмайди |

3.12-жадвал натижалари шуни кўрсатадики, ГОСТ 16363-98 талабларига биноан №1, №2 ва №3 композициялари бўлган барча қопламалар оловни кечиктиришнинг II гуруҳига киради. Шундай қилиб, олинган натижалар олинган композицияларнинг оловдан ҳимоялаш самарадорлигини кўрсатади. Бу, айниқса, №1 ва №2-сонли композицияларда, энг кам вазн йўқотадиган янги модификацияланган каолин ўз ичига олган қопламаларда сезилади, шунинг учун ёғоч материаллари учун оловдан ҳимоя самарадорлигининг юқори кўрсаткичлари мавжуд. Бундан ташқари, ўлчамлари 90x55x25 мм бўлган ёғоч намуналарида оловни ҳимояловчи хусусиятларини синаш учун, оловдан ҳимояловчи қуйидаги бўёқ формулалари тайёрланди: "оловга бардошли иссиқлик изолятори" + "боғловчи компонент" + "полимер компонент" билан қоплама таркиби 8% дан 95% гача. Оловдан ҳимояловчи таркибий қисм сифатида 40-80 микрон донали каолин кукуни оловга чидамли иссиқлик изоляцион қоплама сифатида ишлатилди.

Ёнғин хавфсизлиги соҳаси меъёрий хужжатлари талабларига асосан металл конструкциялар учун критик температура яъни металл конструкция ўзининг мустаҳкамлигини йўқотадиган температура 500 °C ташкил этади. Ёғоч намуналари учун эса ҳарорат 250-300 °C ни ташкил қилади. Ушбу хоссасини ҳисобга олган ҳолда синов тажрибалари ўтказилди. Янги ишлаб

чиқилган композиция (адгезия кучайтирувчи, механик хоссаларни яхшиловчи толасимон материал, совуқ ҳарорат ва атмосфера таъсирига чидамлилиқни оширувчи қўшимчалар) қўшимчалардан иборат таркибли қопламаларнинг ёғочни термик ҳимоялаш самарадорлигини баҳолаш тажрибалари ўтказилди.

3.13-жадвалда келтирилган ўлчаш натижаларига кўра, назорат намунасини синаш пайтида чиқинди газнинг энг юқори ҳарорати кузатилганлиги аниқланди (ўтга чидамли қопламасиз). Оловга киритилган назорат намуна фаол равишда ёнишни бошлади ва 120 сониядан кейин массанинг 16% йўқотилди; намуна юзаси ҳарорати кўтарилиши содир бўлади.

3.13-жадвалдан кўришиб турибдики, назорат намунасининг қийматлари энг паси 2 намуна қийматлари эса энг ёнғинга чидамли эканлиги аниқланди. 5-6 дақиқада чиқинди газларнинг ҳарорати 145-155 °C ни ташкил этди, бу намунани ёқиш самарадорлигининг паст кўрсаткичларини кўрсатди.

### 3.13-жадвал

#### 100x50x50 ўлчамдаги ёғоч барларни ёнғин синовини натижалари

| №       | Намуна массаси, г |         | Масса камайиши, г |       | Чиқаётган газнинг ҳарорати | Намуна ҳолати                       |
|---------|-------------------|---------|-------------------|-------|----------------------------|-------------------------------------|
|         | олдин             | кейин   | олдин             | Кейин |                            |                                     |
| 1.      | 116,7             | 111,44  | 5,25              | 4,5   | 178-183                    | Ёнмайди                             |
| 2.      | 114,8             | 111,93  | 2,87              | 2,5   | 188-192                    | Ёнмайди                             |
| 3.      | 112,4             | 188,17  | 4,27              | 3,8   | 172-179                    | Ёнмайди                             |
| Назорат | 158,7             | 133,308 | 25.4              | 16    | 185-190                    | Ҳаво кириш имконияти бўлган ёнишлар |

Полимер билан ишлов берилган ёғоч намуналари термик барқарорлиги ўрганилди (3.16-расм).



*1. Қайта ишланмаган ёғоч*

*якундаги ҳолати*



*2. Қайта ишланган ёғоч*

*материалларнинг юкундаги ҳолати*

3.16-расм. Ёнғинга чидамлик самарадорлигини тест натижалари  
қайта ишланган ёғоч материалларнинг якуний кўриниши

Оддий ишлов берилмаган ёғоч намунаси 180-220 °C оралиғида олдин тутаб кейин эса чўғлана бошлади. Олинган теплоизоляцияцион полимер асосида ишлов берилган ёғоч материалларининг термик таҳлил қилинганда ундаги масса ўзгариши 260 °C дан бошланди ва 522 °C да даги масса ўзгариши 27,4 % ни ташкил этади, аммо термик ишлов бериш жараёнида теплоизоляцияцион полимер асосида ишлов берилган ёғоч намуналари тутун ҳосил қилди, лекин чўғланиш кузатилмади. Ёғоч намунасидаги масса камайишининг бир қисми балки, ёғочнинг намлигини йўқотиш ҳисобидан бўлиши мумкин.

Юқоридаги 3.14-жадвалдан кўриб турибдики ҳароратнинг кўтарилиб бориши билан оддий ёғоч намунасининг массаси 215-320 C° оралиғида жуда катта тезлик билан ёғочнинг чўғланиши ва тутати ҳисобига масса камайиши кузатилади. Теплоизоляцияцион полимер асосида ишлов берилган ёғоч намуналари термик таҳлил қилинганда 260°C да масса камайиши 5.2% ни ташкил этди. Бунда массанинг камайиши асосан ёғоч намунасидаги намликнинг камайиши ҳисобидан амалга ошади.

**3.14-жадвал**

**Олинган теплоизоляцияцион полимер асосида ишлов берилган ёғоч  
материалларининг термик таҳлили**

| Т/р | Қайта ишланмаган ёғоч |                   | Т/р | Қайта ишланган ёғоч |                      |
|-----|-----------------------|-------------------|-----|---------------------|----------------------|
|     | Ҳарорат<br>°C         | Масса камайиши, % |     | Ҳарорат<br>°C       | Масса камайиши,<br>% |
| 1   | 215                   | 15.3              | 1   | 260                 | 5.2                  |
| 2   | 245                   | 30.4              | 2   | 320                 | 15.6                 |
| 3   | 268                   | 36.7              | 3   | 450                 | 22.1                 |
| 4   | 320                   | 45.0              | 4   | 522                 | 27.4                 |

Ҳарорат 260-522 °C оралиғида массанинг камайиши кузатилади. Бунини синтез қилинган органосиликон (олиго)полимерларнинг дифференциал термик таҳлили натижаларига қараб билиш мумкин, бунда ҳарорат 522°C бўлганда массанинг камайиши 27.4 % ни ташкил этади.

Синтез қилинган турли хил органосиликон (олиго)полимерлар билан ишлов берилган материалларнинг термик таҳлиллари ўтказилди (3.15-жадвал, 3.16-жадвал, 3.17-жадвал, 3.18-жадвал).

**3.15-жадвал**

**Турли хил намуналар билан ишлов берилган материалларнинг термик  
барқарорлиги**

| Намуна              | Масса камайишининг ҳароратга боғлиқлиги |     |     |     | Энг юқори<br>тезликдаги<br>масса<br>камайиши<br>кузатилган<br>ҳарорат |
|---------------------|-----------------------------------------|-----|-----|-----|-----------------------------------------------------------------------|
|                     | масса камайиши, % да                    |     |     |     |                                                                       |
|                     | 5                                       | 10  | 20  | 30  |                                                                       |
|                     | ҳарорат °C                              |     |     |     |                                                                       |
| Ишлов<br>берилмаган | 160                                     | 195 | 235 | 298 | 202                                                                   |
| ГИПАН ва<br>ТЭОС    | 305                                     | 374 | 502 | 522 | 522                                                                   |
| МФС ва<br>ТЭС       | 290                                     | 320 | 336 | 480 | 254                                                                   |
| ГАЭ ва<br>ТЭОС      | 130                                     | 151 | 320 | 448 | 286                                                                   |

3.15-жадвал маълумотлари асосида юқорида таъкидлаб ўтилганидек, энг яхши вариант Гидролизланган полиакрилонитрил ва тетраэтоксисилан асосида олинган (олиго)полимернинг натижалари эканлиги кўриниб турибди, бу эса ўз навбатида полимернинг яхши сингиши натижасида келиб чиқади.

### 3.16-жадвал

**Термобарқарорлик ҳолатининг бошланишини оловбардош полимер микдориға боғлиқлиги (Гидролизланган полиакрилонитрил ва тетраэтоксисилан асосида)**

| Намуна                                  | Масса йўқотилиши оралиқлари |     |     |     |
|-----------------------------------------|-----------------------------|-----|-----|-----|
|                                         | масса йўқотилиши, % да      |     |     |     |
|                                         | 0                           | 10  | 20  | 50  |
|                                         | ҳарорат T <sup>0</sup>      |     |     |     |
| Ишлов берилмаган Ёғоч                   | 160                         | 195 | 235 | 320 |
| ГИПАН+ТЭОС ёғоч массасига нисбатан % да |                             |     |     |     |
| 1                                       | 275                         | 332 | 462 | 305 |
| 2                                       | 279                         | 343 | 478 | 333 |
| 3                                       | 287                         | 356 | 484 | 362 |
| 4                                       | 293                         | 363 | 493 | 445 |
| 5                                       | 305                         | 374 | 50  | 522 |

3.16-жадвалдан эса ёғоч массасига нисбатан органосиликон полимернинг ортиб бориши натижасида унинг термик ҳусусиятининг ўзгариши тадқиқи натижалари келтирилган. Олинган натижалар полимер микдорининг ортиб бориши билан ёғоч сиртида плёнка ҳосил қилиши туфайли сингишига тўсқинлик қилишини кўрсатади ва полимернинг ёғочга нисбатан сарфи 2-4 % атрофида бўлиши энг мақбул вариант саналади.

3.17-жадвалдан эса ёғоч массасига нисбатан органосиликон полимернинг ортиб бориши натижасида унинг термик ҳусусиятининг ўзгариши тадқиқи натижалари келтирилган.

### 3.17-жадвал

#### Термобарқарорлик ҳолатининг бошланишини оловбардош полимер миқдорига боғлиқлиги

(Мочевина формалдегид смола ва тетраэтоксисилан асосида асосида)

| Намуна                                      | Масса йўқотилиши оралиқлари |     |     |     |
|---------------------------------------------|-----------------------------|-----|-----|-----|
|                                             | масса йўқотилиши, % да      |     |     |     |
|                                             | 0                           | 10  | 20  | 50  |
|                                             | ҳарорат T <sup>0</sup>      |     |     |     |
| Ишлов берилмаган<br>Ёғоч                    | 160                         | 195 | 235 | 320 |
| МФС+ТЭОС ёғоч<br>массасига нисбатан<br>% да |                             |     |     |     |
| 1                                           | 193                         | 225 | 262 | 335 |
| 2                                           | 221                         | 248 | 278 | 343 |
| 3                                           | 244                         | 260 | 284 | 362 |
| 4                                           | 268                         | 293 | 293 | 445 |
| 5                                           | 290                         | 320 | 336 | 480 |

Олинган натижалар полимер миқдорининг ортиб бориши билан қовушқоқликнинг ортиши натижасида ёғоч сиртига сингишига тўсқинлик қилишини кўрсатади ва полимернинг ёғочга нисбатан сарфи 4-5 % атрофида бўлиши энг мақбул вариант саналади, лекин бу полимернинг кўп миқдорда сарф бўлишига олиб келади.

3.18-жадвалдан эса ёғоч массасига нисбатан гидролизланган акрил эмульсия ва тетраэтоксисилан асосида олинган органосиликон (олиго)полимернинг миқдори ортиб бориши натижасида унинг термик хусусиятининг ўзгариши тадқиқи натижасида олинган натижалар келтирилган. Олинган натижалар (олиго)полимер миқдорининг ортиб бориши билан қовушқоқлик ортиши натижасида ёғоч сиртида плёнка ҳосил қилиш осонлашиши, лекин ёғочнинг ички сиртига сингмаслиги кузатилди ва ГАЭ+ТЭОС асосида олинган (олиго)полимернинг суялтирилган эритмалари билан ёғочга нисбатан 1-3 % миқдорда ишлатиш тавсия этилади.

### 3.18-жадвал

**Термобарқарорлик ҳолатининг бошланишини оловбардош полимер  
миқдорига боғлиқлиги**

(Гидролизланган акрил эмульсия + тетраэтоксисилан асосида)

| Намуна                          | Масса йўқотилиши оралиқлари |     |     |     |
|---------------------------------|-----------------------------|-----|-----|-----|
|                                 | Масса йўқотилиши, % да      |     |     |     |
|                                 | 0                           | 10  | 20  | 50  |
|                                 | ҳарорат Т <sup>0</sup>      |     |     |     |
| Ишлов берилмаган<br>Ёғоч        | 160                         | 195 | 235 | 320 |
| ёғоч массасига<br>нисбатан % да |                             |     |     |     |
| 1                               | 165                         | 232 | 262 | 356 |
| 2                               | 179                         | 243 | 278 | 375 |
| 3                               | 187                         | 256 | 284 | 392 |
| 4                               | 193                         | 263 | 293 | 440 |
| 5                               | 230                         | 291 | 320 | 448 |

Лекин, бошқа синтез қилинган органосиликон (олиго) полимерларга нисбатан термик барқарорлиги паст эканлигини эътиборга олиш зарур.

Синтез қилинган органосиликон (олиго)полимерлар асосида композиция танлаш учун таркиблар танланди. Турли хил таркиблар ва нисбатлардан иборат композициялар яратилди. (3.19-жадвал).

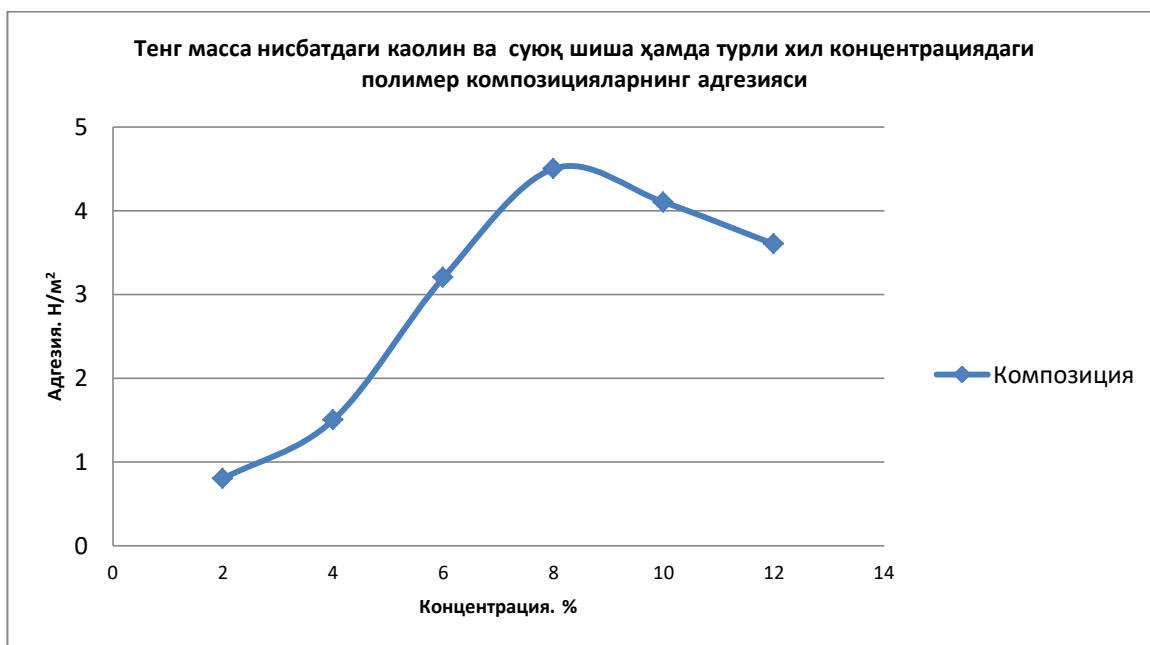
**3.19-жадвал.**

**Синтез қилинган органосиликон (олиго)полимерлар асосида  
олинган композицияларнинг таркиби**

| Т/р | Каолин | Суюқ шиша | Полимер (умумий<br>массага нисбатан % да) |
|-----|--------|-----------|-------------------------------------------|
| 1   |        |           | 2                                         |
| 2   |        |           | 4                                         |

|   |    |    |    |
|---|----|----|----|
| 3 | 50 | 50 | 6  |
| 4 |    |    | 8  |
| 5 |    |    | 10 |
| 6 |    |    | 12 |

Синтез қилинган органосиликон (олиго)полимерлар асосида яратилган композицияларнинг реологик хоссалари таҳлил этилди. (3.17-расм)



**3.17-расм. Олинган композицияларнинг адгезион хоссасининг ўзгариши.**

Композиция таркибидаги полимернинг миқдори ортиб бориши билан адгезион хусусиятининг яхшиланиши ва 8 % га етганда максимал қийматга етишини кўришимиз мумкин. Лекин, полимер сарфини камайтириш ва плёнка ҳосил қилишини меъёрлаштириш учун полимер миқдорини 6 % деб танлаш мақсадга мувофиқ бўлади.

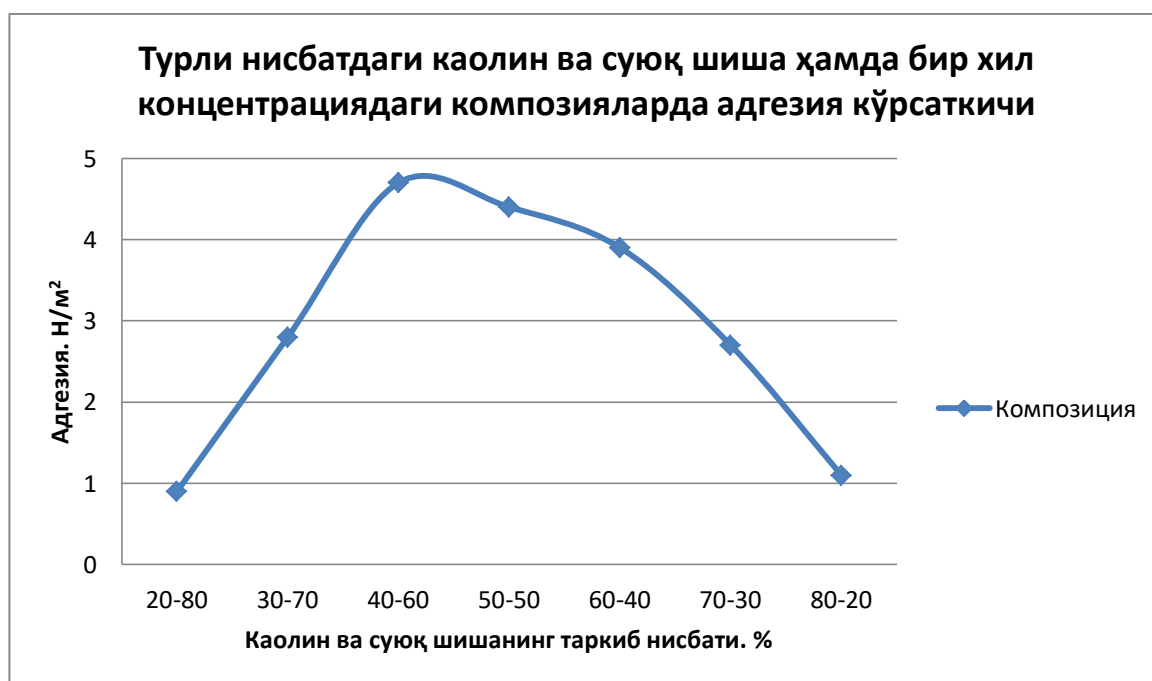
**3.20-жадвал.**

**Синтез қилинган органосиликон (олиго)полимерлар асосида  
олинган композицияларнинг таркиби**

| Т/р | Каолин (SiO <sub>2</sub> ) | Суюқ шиша | Полимер (умумий<br>массага нисбатан % да) |
|-----|----------------------------|-----------|-------------------------------------------|
|-----|----------------------------|-----------|-------------------------------------------|

|   |    |    |   |
|---|----|----|---|
| 1 | 20 | 80 | 6 |
| 2 | 30 | 70 | 6 |
| 3 | 40 | 60 | 6 |
| 4 | 50 | 50 | 6 |
| 5 | 60 | 40 | 6 |
| 6 | 70 | 30 | 6 |
| 7 | 80 | 20 | 6 |

Синтез қилинган органосиликон (олиго)полимерларнинг миқдорини бир хилда сақлаб турган ҳолда суюқ шиша ва каолин миқдори ўзгартирилиб композициялар яратилди (3.20-жадвал.) ва компонентлар миқдорининг композиция хоссаларига таъсири ўрганилди.



**3.18-расм. Олинган композицияларнинг адгезион хоссасининг ўзгариши.**

Органосиликон (олиго)полимерлар асосида тайёрланган композицияларда юқоридаги маълумотлар асосида каолин ва суюқ шишани 40-60 масса нисбатда олиб, уларнинг массасига нисбатан полимер миқдорини 6

% миқдорида қўшиб, белгиланган хоссали композиция яратиш имкониятига эга бўламиз.

Хулоса қилиб айтганда, органик бирикмалар гидролизланган полиакрилонитрил, тетраэтоксисилан асосида юқори дисперсликка эга бўлган ўтга чидамли ва теплоизоляция тўлдирувчилар олинди, ҳамда улар асосида ёғоч ва қурилиш материалларининг оловга бардошлилигини ошириш ҳамда уларни олов таъсиридан қўп босқичли ҳимоялаш мақсадида тадқиқотлар олиб борилди.

#### **IV БОБ. ТЕРМОБАРҚАРОР ПОЛИМЕРНИНГ ОЛИНИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ЯРАТИШ**

#### **КРЕМНИЙОРГАНИК ТЕРМОБАРҚАРОР (ОЛИГО)ПОЛИМЕРЛАР ВА УЛАР АСОСИДАГИ КОМПОЗИЦИЯНИНГ ОЛИНИШ ТЕХНОЛОГИК ИМКОНИАТЛАРИ**

Гидрофоб ва оловбардош кремний полимерларини ишлаб чиқариш ҳозирги кунга қадар қўп босқичли бўлиб келган ва доимий тизимга ўтиш имконияти жуда қийин. Шунингдек, бу жараёни мураккаблаштиради, чунки ҳал қилувчи истеъмоли жуда катта.

Таклиф қилинаётган муқобил схема, мавжуд усуллардан фарқли ўлароқ, олигомерларнинг органосиликон бирикмалари билан ўзаро боғлиқлигига ва энергия ва меҳнат харажатлари камайишига асосланади.

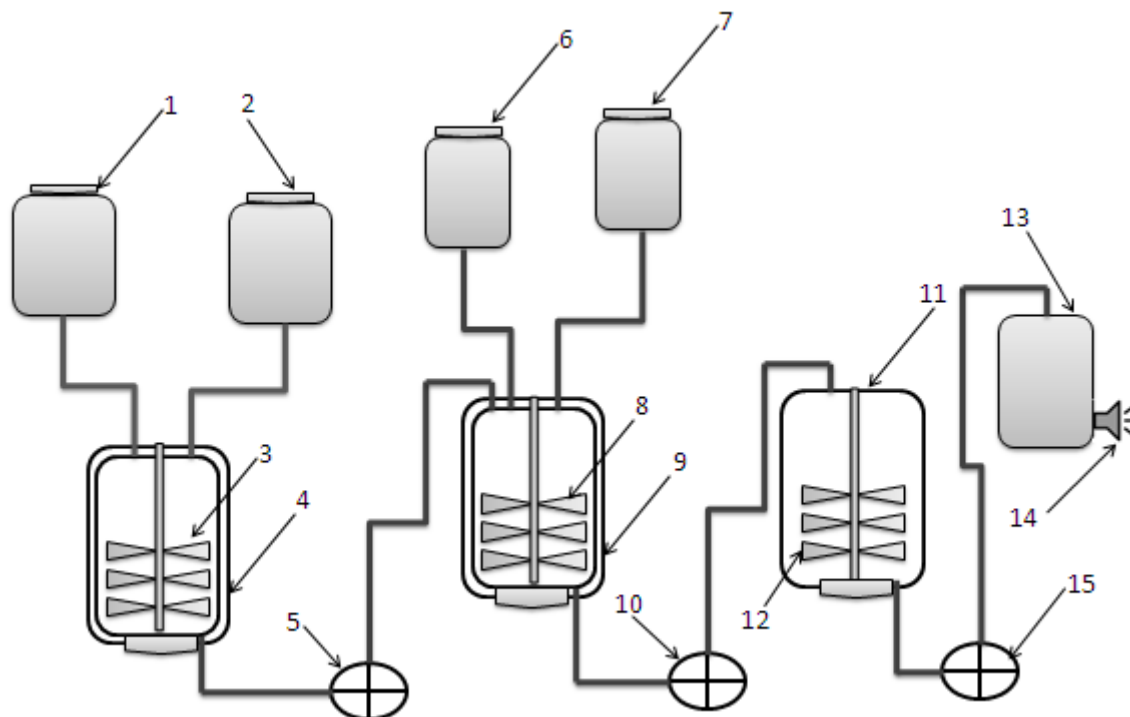
Ишлаб чиқилган технологияда эфир, бензол, ТГФ, ДМСО, ДМФ, гексан, толуол, диоксан каби эритувчилар ишлатилмайди, сув эритувчи сифатида ишлатилади, бу эса юқори унумдорликка олиб келади, шу билан бирга ТЭОС гидролизини камайтиришга эришилади (3.19-расм).

Таклиф этилаётган технология қуйидаги босқичларни ўз ичига олади:

1. Ишлатилган реактивларни тозалаш.
2. Олигомерни ўзаро боғлаш жараёни.
3. Полимерни қўшимчалардан тозалаш, сирка кислотасини вакуум дистиллаш.

4. Таркибни тайёрлаш ва ҳомогенлаш.

5. Таркибни қадоқлаш ёки сақлаш.



3.19-расм. Полимер термобарқарор бирикмалар ва улар асосидаги композицияларнинг олиниш технологияси

1-Гидролизлаган полиакрилонитрилнинг сувли эритмаси, 2-тетраэтоксисилан, 3,8,12-аралаштиргич, 4,9 -куйлакли реактор, 5,10,15-электр насос, 6 – каолинни сақлаш учун сиғим, 7 - суюқ шишани тушурувчи сиғим, 11- миксер - гомогенизатор, 13,14-пуркагич

3.19 - расмда термобарқарор органосиликон (олиго)полимер синтезининг асосий схемаси кўрсатилган: Гидролизлаган полиакрилонитрилнинг сувли эритмаси 1 реакторига юборилади, тетраэтоксисилан 2 реакторига қўйилади, улар кейинчалик реакторга ўтказилади ва 50: 1 нисбатда реакторга юборилади. Реактордаги тажриба бир соат давомида 50-60 °C ҳароратда амалга оширилади, реакция жараёнида масса 3,8,12 миксерлар ёрдамида аралаштирилади, бу эса бир хил ҳолатни таъминлайди, олигомер ва гомогенизация жараёни. 4.9 реакторларда жараён тегишли ҳароратда амалга оширилади.

Реакция пайтида ҳосил бўлган моддаларнинг бошқа реакторларга ўтиши 5,10,15 электр моторли ассимиляция насослари ёрдамида амалга

оширилади. Каолин ва суюқ шиша тўлдирувчи композиция таркибий компоненти сифатида ишлатилади ва реакторга 6 - ёрдамида каолин системага киритилади. Суюқ шиша 7 композициянинг шаклланишига жавоб берадиган асосий таркибий қисмдир. Тайёр композицион маҳсулот учун контейнерга 11 миксер билан киритилади ва бир хил ҳолга келгунча гомогенизацияланади. Тайёр маҳсулот фойдаланиш учун 13, 14 сақлагич сифимга юборилади ва пуркаш йўли билан материалга ишлов берилади.

Технологик жараёнларда қуйидаги асбоб ускуналардан фойдаланилади ва техника хавфсизлигига риоя қилинади.

**Аралаштиргич** - бир хил ва турли хил агрегат ҳолатлардаги моддаларни аралаштириш бир хил эритмалар ва ягона гомоген аралашмаларни олиш учун кимёвий технологияда кенг қўлланилади.

#### 4.1.-жадвал

##### Аралаштиргичларга техник характеристика

|                                |           |             |          |
|--------------------------------|-----------|-------------|----------|
| Ҳажми, л                       | 50        | 100         | 250      |
| Ўртача:                        | Аппаратда | Занглаш     |          |
|                                | Қолипда   | Буғ ёки сув |          |
| Босим, мПА:                    | Аппаратда | 0,6         |          |
|                                | Қолипда   | 0,6         |          |
| Температура: °С                | Аппаратда | 150 гача    |          |
|                                | Қолипда   | 160         |          |
| Апаратнинг умумий ўлчами, мм   | 1560×300  | 1705×340    | 2050×900 |
| Апаратнинг умумий оғирлиги, кг | 140       | 210         | 440      |

#### 4.2.-жадвал

##### Мерникнинг техник характеристикаси

|                              |         |         |           |
|------------------------------|---------|---------|-----------|
| Ҳажми, л                     | 50      | 100     | 250       |
| Ички диаметри, мм            |         | 500     | 800       |
| Апаратнинг умумий ўлчами, мм | 605×550 | 850×650 | 1900×1100 |
| Қўрсатгич, мл                | 50      | 100     | 250       |

**Реакторлар** – қиздириш ва аралаштириш билан агрессив суюқликларда турли хил кимёвий жараёнлар учун мўлжалланган.

#### 4.3.-жадвал

##### Реакторларга техник характеристика

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| Ҳажм, л                        | 630       |
| Ўртача:                        |           |
| Аппаратда                      | Занглаш   |
| Қолипда                        | Сув       |
| Босим, мПа:                    |           |
| Аппаратда                      | 0,6       |
| Қолипда                        | 0,6       |
| Температура: °С                |           |
| Аппаратда                      | 130 гача  |
| Қолипда                        | 150       |
| Апаратнинг умумий ўлчами, мм   | 2485×1400 |
| Апаратнинг умумий оғирлиги, кг | 2690      |

#### 4.4.-жадвал

##### Плунжерли насосга техник характеристика

|                                          |           |
|------------------------------------------|-----------|
| Насоснинг ишлаш ҳажми, м <sup>3</sup> /ч | 122-192   |
| Босим, мПа                               | 0,37-0,28 |
| Электродвигател қуввати, кВт*            | 30 (1450) |
| Насоснинг умумий ўлчами, мм              |           |
| А                                        | 800       |
| Б                                        | 580       |
| В                                        | 300       |
| Г                                        | 200       |
| Д                                        | 170       |

**Куб** - улар суюқ маҳсулотларни сақлаш ва уларни сиқилган ҳаво ёки инерт газ ёрдамида 200 °С гача ва 0,4 МПа бўлган иш босими остида ташиш учун мўлжалланган.

#### 4.5.-жадвал

##### Кубга техник характеристика

|          |      |
|----------|------|
| Ҳажми, л | 2500 |
|----------|------|

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| Шартли                        |           |
| Тўлиқ                         | 2300      |
| Корпуснинг ташқи диаметри, мм | 1400      |
| Кубнинг умумий ўлчами, мм     | 2050×1970 |

**4.6.-жадвал**

### Насос –5Ф-6 га техник характеристика

|                                          |              |
|------------------------------------------|--------------|
|                                          | 5Ф-6         |
| Насоснинг ишлаш ҳажми, м <sup>3</sup> /ч | 75-150       |
| Босим, мПа                               | 0,50-0,45    |
| Электродвигател қуввати, кВт             | 20-30 (1450) |
| Насоснинг умумий ўлчами, мм              |              |
| А                                        | 2120         |
| Б                                        | 750          |
| В                                        | 420          |
| Г                                        | 232          |
| Д                                        | 346          |

**4.7.-жадвал**

### Технологик режим нормаси

| Жараёнлар, операциялар ва объектларнинг номи | Аппаратлар      | Давомийлиги, ч | Кимёвий материаллар ва бошқа сарфланмалар.                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------|-----------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Аралаштириш                                  | Аралаштиргич    | 0,5            | Мочевина(100г)<br>Формалин (100 мл)<br>Эмулгатор (10 мл)                                                                                                                                                                                                        |
| Реагент ҳажмини ўлчаш                        | Мерник          | 0,1            | ПАВ (сульфонол, препарат ОП-7) - 3 л                                                                                                                                                                                                                            |
| Термобарқарор аралашмани тайёрлаш            | Реактор         | 4,40±0,5       | Нар бир ўлчов идишига 100г дан мочевина ва аралаштириш билан 10 ± 2,0 мин. 1: 1 нисбатда формалин қуйилади. Гомоген аралашма ҳосил қилиш учун 10 мл эмулгатор қўйилади. Реаксия 30-40 °С оралиғида олиб борилади. Жараён охирида аралашма оқ рангга эга бўлади. |
| Насос                                        | Плунжерли насос | -              | Олинган 300 л маҳсулот насос орқали кубга қуйилади                                                                                                                                                                                                              |
| Термобарқарор аралашмани сақлаш              | Куб             | -              | 300 л гидрофобловчи аралашмани сақлаш учун куб                                                                                                                                                                                                                  |

**Импорт аналоглари ўрнида кремнийорганик (олиго)полимерлар асосида  
олинган композицияларни қўллашдан олинган иқтисодий  
самарадорликни аниқлаш**

Оловбардош кремнийорганик (олиго)полимерларини ишлаб чиқаришдан олинган иқтисодий самарадорлик аниқланди. Ёғочга ишлов бериш жараёнида сарфланган тўлдирувчи, компонентларининг миқдорларини таққослаш учун қийматлар 4.8-жадвалда келтирилган. Иқтисодий самарадорликни қуйидаги формула асосида ҳисоблаб чиқдик:

$$\mathcal{E}_{\text{сам}} = C_{\text{н}} - C_{\text{т}}$$

$\mathcal{E}_{\text{сам}}$  – иқтисодий самарадорлик, сўм

$C_{\text{н}}$  – маҳсулотнинг синовгача бўлган таннари, сўм

$C_{\text{т}}$  – маҳсулотнинг синовдан кейинги таннари, сўм

Ёғочга ишлов бериш мақсадида синтез қилинган кремнийорганик (олиго)полимерлар асосида олинган композицияларни қўллаш жараёнида, умумий юзаси 600 м<sup>2</sup> га тенг бўлган ёғоч қурилиш материалларига ишлов берилди.

**4.8.-жадвал**

**Ёғочга ишлов бериш жараёнида сарфланган, компонентларининг  
миқдорларини таққослаш, назорат ва тажриба вариантлари бўйича  
олинган кремнийорганик (олиго)полимер композициялар ишлаб  
чиқаришдаги харажатлар**

| Тўлдириш компонентлари                     | Ўртача<br>ҳақиқий<br>қиймати<br>(сўм) | Назорат<br>(Т <sub>1</sub> )      |               | Тажриба (Т <sub>2</sub> )         |       |
|--------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------|-----------------------------------|-------|
|                                            |                                       | кг/м <sup>2</sup><br>учун<br>сарф | Сўмда         | кг/м <sup>2</sup><br>учун<br>сарф | Сўмда |
| <b>Назорат композиция</b>                  | <b>1067</b>                           | <b>0.1652</b>                     | <b>176,25</b> | -                                 | -     |
| ГИПАН асосида                              |                                       |                                   |               |                                   |       |
| ГИПАН (гидролизланган<br>полиакрилонитрил) | 800                                   | -                                 | -             | 0,007680                          | 6,144 |
| Тетраэтоксисилан                           | 4213                                  | -                                 | -             | 0,0001098                         | 4,626 |

|                                   |      |               |               |               |             |
|-----------------------------------|------|---------------|---------------|---------------|-------------|
| Суюқ шиша                         | 750  | -             | -             | 0,006862      | 5,146       |
| Эмулгатор                         | 2932 | -             | -             | 0,0001098     | 3,220       |
| Сув                               | 10,2 |               |               | 0,0017019     | 0,1735      |
| <b>Жами</b>                       |      |               |               | <b>0,0165</b> | <b>19,3</b> |
| <b>Смола асосида</b>              |      |               |               |               |             |
| Мочевина -99,8                    | 7400 | -             | -             | 0,007686      | 56,876      |
| Формалин                          | 850  | -             | -             | 0,007411      | 6,299       |
| Тетраэтоксисилан                  | 4213 | -             | -             | 0,0001098     | 4,626       |
| Эмулгатор                         | 2932 | -             | -             | 0,0001098     | 3,220       |
| Суюқ шиша                         | 750  | -             | -             | 0,006862      | 5,146       |
| Сув                               | 10,2 |               |               | 0,0017019     | 1,735       |
| <b>Жами</b>                       |      |               |               | <b>0,0240</b> | <b>77,9</b> |
| <b>ГАЭ асосида</b>                |      |               |               |               |             |
| ГАЭ (гидролизланган акри эмулсия) | 3100 |               |               | 0,007960      | 24,676      |
| Тетраэтоксисилан                  | 4213 | -             | -             | 0,0001098     | 4,626       |
| Эмулгатор                         | 2932 | -             | -             | 0,0001098     | 3,220       |
| Суюқ шиша                         | 750  | -             | -             | 0,006862      | 5,146       |
| Сув                               | 10,2 |               |               | 0,0017019     | 1,735       |
| <b>Жами:</b>                      |      | <b>0.1652</b> | <b>176,25</b> | <b>0,017</b>  | <b>39,4</b> |

Кутиладиган йиллик иқтисодий самарадорлик қуйидаги формула асосида аниқланди:

$$\Theta_c = \Theta_n - \Theta_t$$

$\Theta_n$  - назорат

$\Theta_t$  - тажриба

ГИПАН асосида  $\Theta_c = 176,25 - 19,3 = 156,95$  сўм  $1\text{м}^2$  учун

Смола асосида асосида  $\Theta_c = 176,25 - 77,9 = 98,35$  сўм  $1\text{м}^2$  учун

ГАЭ асосида  $\Sigma_c = 176,25 - 39,4 = 136,85$  сўм  $1\text{м}^2$  учун

Ҳар йили бир вилоятда ўртача  $1\,000\,000\text{ м}^2$  юза термобарқарор материаллар билан ишлов берилишини эътиборга олсак;

Йиллик фойда  $98\,000\,000$  дан  $156\,000\,000$  млн сўмгача ташкил этади.

### **Техника хавфсизлиги, меҳнат муҳофазаси ва экологик ҳимоя**

**Электр хавфсизлиги.** Электротехника иншоотлари ва электротехник қурилмалар, фабрикаларининг ишлаши, электр станциялари ва тармоқларидан техник фойдаланиш қоидалари талабларига жавоб бериши керак.

Ускуналарнинг қурилмалари ва ишлаши қурилиш саноатининг технологик ускуналари учун умумий хавфсизлик ва саноат санитария талабларига жавоб бериши керак.

Ёниш иссиқ, иссиқ нарсалар, шунингдек жуда юқори ҳароратли моддалар (масалан, буғ) ва каустик моддалар (ишқорлар, кислоталар, бром ва бошқалар) туфайли юзага келиши мумкин.

Ёнғиндан, буғдан, иссиқликдан куйган ҳолда куйган жойни сув билан ҳўлламанг. Ҳар қандай ҳолатда ҳам куйишдан пайдо бўлган пуфакчаларни очиб, куйган жойни бандаж билан боғламанг. Куйган жойни ун ёки ўсимлик мойи билан ёғланг. Куйган жойни бинт, дока ёки тоза сочиқ ёрдамида янги тайёрланган 5% таниннинг сувли эритмаси билан намлаш жуда яхши ссамара беради. Танин эритмаси билан мойлаш терининг шикастланган жойлари жигар рангга айлангунча давом этади.

Уч даражали куйишлар мавжуд. Биринчи даража - қизариш. Куйган жой этил спирти билан намланган пахта билан артилади (ўта оғир ҳолатларда денатурланган спирт).

Иккинчи даража - қизариш. Куйган жой биринчи даражали куйиш каби спиртдан фойдаланилади. Шунингдек, уни 3%  $\text{KMnO}_4$  эритмаси ёки таниннинг 5% сувли эритмаси билан даволаш мумкин.

Учинчи даража - тери тўқималарининг некрози. Ярани стерилланган мато билан ёпинг ва шифокорни мурожаат қилинг. Енгил куйишлар учун куйиш учун махсус малҳам ишлатилади.

Биринчидан, яра шиша бўлаклардан ва ҳоказолардан стерил мато ёки стерил дока билан тозаланади, сўнг яранинг атрофига ёдли эритма билан артилади. Агар кесма кичкина бўлса, унда сиз ярани совун ва сув билан ювиб, оқ стрептоцид ёки бошқа сульфат препаратининг кукуни билан сепиб, ярани стерил бандаж билан боғлаб қўйишингиз мумкин. Пахта момигининг ярага киришига йўл қўйманг.

Бир вақтнинг ўзида кислота ёки ишқор билан шикастланганда яра тезда шиша парчалардан тозаланади ва тегишли эритма (3% сирка кислотаси ёки 3-5% натрий бикарбонат эритмаси) билан ювилади, сўнг яранинг қирралари бўйлаб ёд билан намланиб стерил бандаж ёки дока билан ўралади. Жиддий шикастланиш ва кучли қон кетиш бўлса, қон кетишини тўхтатиш учун жароҳатдан юқори бандаж (турникет) қўлланилади. Шифокор келгунча яра стерил дока билан ёпилади. Бандажда 2 соатдан кўп бўлмаган муддатда сақлаш мумкин.

### **Заҳарли моддаларни қайта ишлаш учун эҳтиёт чоралари**

1) Заҳарли газларни чиқариш билан боғлиқ барча ишлар ҳаво алмашинадиган (мўрили) шкафларда амалга оширилади.

Заҳарли газлар ажралиши иш шароитларига мувофиқ бўлмаган ҳолларда, махсус ҳимоя ниқобларида ишлатилади.

Заҳарли газ билан заҳарланганда, жабрланувчини дарҳол тоза ҳавога олиб чиқиш керак. Нафас бериш ёстиғи орқали кислородни бериш зарур. Нафас олиш сезиларли даражада заифлашганда, кислород ёрдамида сунъий нафас олиш амалга оширилади.

Жабрланувчига тинчлантириш учун кўп миқдордаги сут (баъзи ҳолларда қаҳва) берилади.

Қаттиқ ишларда, зарарли ёки хавфли меҳнат шароитида ишлайдиган дастлабки даврий тиббий кўрикдан ўтишади.

Иш хонасининг микроиклим параметрлари йилнинг вақтига қараб нормаллашади (совуқ ва ўтиш даври ҳаво ҳарорати 10°C дан паст; иссиқ - 10 °C дан юқори); жисмоний меҳнатнинг оғирлиги инсон 175 ватт энергия сарф қилмаса, у энгил деб ҳисобланади; ўртача (икки гуруҳ) - 175-233 ва 233-290 Вт қувватга ва оғирлиги - 290 Вт дан ортиқ энергия учун; хонада ортиқча иссиқлик мавжудлиги; 23 Вт/м<sup>3</sup> дан кам харажатлар ўртача деб ҳисобланади, аҳамиятлиси - 23 Вт/м<sup>3</sup> дан юқори.

Ёзда иш жойидаги энг юқори ҳаво ҳарорати, энг иссиқ ойнинг 13 соатидаги ташқи ҳаво ҳароратидан 5°C юқори, аммо 26-28°C дан ошмайди. Истисно ҳолатларда юқори ҳароратга рухсат берилади, аммо 31-33 °C дан ошмаллиги керак.. Енгил иш учун оғир ишларга қараганда оптимал ҳаво ҳарорати энг юқори кўрсаткичлари белгиланади: қишда 20-23 °C ва ёзда 23-25 °C.

Табиий ёруғлик билан жиҳозланган хонанинг оғирлиги, улардаги ҳаво алмашилиш мавжудлигидан мавжудлигидан қатъи назар, очиш ва ёпиш учун механик қурилмаларга эга бўлиши керак. Трансом (фрамугу) орқали кирадиган ҳаво юқори зонага етказилиши керак.

Берилган махсус иш кийимлари, хавфсизлик пояфзали ва шахсий ҳимоя воситалари фойдаланиш учун қулай бўлиши ва белгиланган стандартлар ва техник шартларга жавоб бериши керак.

Корхоналар маъмурияти иш кийимлари ва хавфсизлик пояфзаллари ва шахсий ҳимоя воситаларини дезинфекциялаш, ювиш ва таъмирлашни таъминлаши керак (филтр алмаштириш, газ ниқобини текшириш ва бошқалар).

Ишчилар иш кийимлари ва хавфсизлик пояфзаллари ва шахсий ҳимоя воситаларисиз ишлашларига йўл қўйилмаслиги керак.

Шахсий ҳимоя воситаларини олган ишчилар уларни ишлатишда ва уларни синашнинг энг оддий усулларида ўқитилиши керак.

Шундай қилиб, таклиф қилинаётган технология мураккаб, энергия сарфлайдиган ва катта миқдордаги меҳнатни талаб қиладиган

технологиялардан фарқли ўлароқ, кўп миқдордаги эритувчидан фойдаланмасдан органосиликон бирикмаларига асосланган термобарқарор (олиго)полимер материалларни доимий равишда ишлаб чиқариш имконини беради.

## ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. ЧУППИНА С.В. Физико-химические закономерности формирования и деградации органосилократных покрытий в системах полиорганосилоксан - силикат – оксид // Автореферат дисс...д-ра хим. Наук, Санкт-Петербург.- 2009.-33-35 с.
2. Horrocks A.R., Price D. Fire retardant materials. // Woodhead Publishing and CRC Press LLC, 2001. p.435.
3. Грибова И.А., Краснов А.Л., Чернявский А.И. и др. Модифицирование полиамидов олигоорганосилоксаном. //Пласт. массы, - 1990. -№8 -С.78-81.
4. Гордиенко В.П., Вапиров Ю.М., Ковалева Г.Н. Действие УФ-облучения на структуру и свойства полиэтилена, содержащего неорганические добавки различной степени дисперсности. //Пласт. массы, - 2008. -№4.-С.6-8.
5. Патент №2634491 (RU129214) РФ. G 01 В 1/167. Высокотемпературный полупроводниковый тензорезистор / С.В.Чуппина, В.А.Жабрeв, Н.М.Володин, Н.Н.Володина. Опубл. 20.06.2013г.
6. Патент США.№°5965272.Защитное покрытие на основе полиалкокси- силанов. //Доннелли К., Кания Ч., Майо М., Майкл У. МПК{6} В 32 В 9/04. 08/959995; 1999. С.6.
7. Принцева М.Ю. Влияние природы антипиренов и способов их введения на снижение горючести полимербитумных связующих для кровельных и гидроизоляционных материалов. Диссер... канд.хим.наук. - Казан. 2005. -143 с.
8. Патент РФ.2101286. Метил (гексафторалкил)дихлорсиланы для получения термо- и маслoбензостойких фторсодержащих силоксановых полимеров. 2013.С.4-5.
9. Chatgililoglu C. Organosilanes in Radical Chemistry Principles, Methods, and Applications; Wiley&Sons, Ltd: West Sussex, U.K., 2004.P. 188-194.
10. Lepage O., Kattnig E. , Ferstner A. J. Am Chem. Soc. 2004, 126, p.15970-15971.
11. Заиков Г.Е., Арцис М.И. Последние достижения в области снижения горючести полимерных материалов. XVIII Ежегодная конференция. //Пластические массы, -2007.-№5. - С.54-55.
12. Borais R., Georlette P. Полимерные антипирены. Требования и рынок. //Kunststoffe. 2004. Т.94. №9. С.256-260.
13. Rudnik E. and Dobkowski Z. Thermal degradation of uhmwpe // Journal of Thermal Analysis, 1997. Vol.49. P.471-475.
14. Ненахов С.А., Пименова В.П. Современные тенденции в разработке и применение огнезащитных материалов. (Обзор трудов берлинской конференции). //Науч.-техн.ж. Лакокрасочная промышленность.- М., -2009. - №7. -С.7-10.
15. Гарипов Р.М., Колпакова М.В., Загидуллин А.И., Старостина

И.А., Стоянов О.В. Влияние кремнийсодержащего амина на свойства эпоксидных покрытий. //Науч.-техн.ж. Лакокрасочные материалы и их применение. - М., - 2007. №7-8. -С.47-52.

16. Beylerian N.M. Trends in Molecular and High Molecular Science. Ch.11.NY.USA, 2005.P.175-197.

17. Кучменова Л.Х. Термические свойства полимер - полимерных компо-зитов на основе полипропилена: дис.раб.канд. хим. наук. Кабардино-Балкарский гос. университет, -Нальчик, 2014.С.99-105.

18. Lewin, M. Mechanisms and Modes of Action in Flame Retardancy of Polymers, In: Horrocks, A.R. and Price, D. (eds) / M. Lewin, E.D. Weil // Fire Retardant Materials, Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, 2001.P. 31-68.

19. Патент РФ. №2442801. Композиция покрытия, содержащая силиконовую смолу, и подложка с нанесенным покрытием. //Маурер Норман Р.(Ш), Шет Камлеш Дж. (US). 10.05.2011. ППГ ИНДАСТРИЗ ОГАЙО, ИНК.С.8.

20. Митюкова Э.Н., Чалая Н.М., Максимовский А.Н., Осипчик В.С. Способы снижения горючести полиэтиленовой пленки в составе многослойного пленочного материала.//Успехи в химии и химической технологии. -М,- 2010. Т. XXV. №3(119). -С.11-19.

21. L. Van Wabeeke Resinex AG, Freienbach, Schweiz Flame retardant plastics: a general review Selected from International Polymer Science and Technology, Technology, 28, No. 9, 2001, reference GK 01/07/460; transl. serial no. 14643. P 460-462

22. Montgomery J. Science of Synthesis Houben - Weyl Methods of Molecular Transformations. Georg Thieme Verlag,- 2003.-P.112-128.

23. Карпухин О.Н., Быстрицкая Е.В., Неповинных В.И., Сальникова Т.В., Цварава В.Г., Анисимова О.М. Применение термогравиметрического анализа для прогнозирования термической устойчивости полимерных материалов сложной слоистой структуры. //Пластические массы, -2008. -№7. -С.21.

24. Ueno T., Nakashima E., Takeda K. Quantitative analysis of random scission and chain-end scission in the thermal degradation of polyethylene.//Polymer Degrad. Stab. -2010.V.95. -P.1862-1869.

25. Jian Shi, Bo Jing, Xiaxuan Zou, Hongjun Luo, Wenli Dai. Investigation on thermostabilization effect and nonisothermal degradation kinetics of the new compound additives on polyoxymethylene. //Mater. Science. -2009. Vol. 44.-P. 1251-1257.

26. Xiao W., He P., Hu G., He B. Study on the Flame-retardance and Thermal Stability of the Acid Anhydride-cured Epoxy Resin Flame-retarded by Triphenyl Phosphate and Hydrated Alumina.// J. Fire Sciences, - 2001. Vol. 19. - P.369-377.

27. Кирилин А. Д., Белова Л.О., Лега А.В., Максимов А.С., Петров М.Ю., Чернышев Е.А. Использование кремнийорганических продуктов в синтезе гетероциклических соединенийУ/Х Всероссийская конференция «Кремний- органические соединения: Синтез, свойства, применение». Тез.

докл.- Москва, 2005.- С.12.

28. Lawrence N. J. Category Organometallics V. 4. Compounds of Group 15 (As, Sb, Bi) and Silicon Compounds Product Subclass 4.4.27  $\wedge$ -Haloalkylsilanes Science of Synthesis Houben-Weyl Methods of Molecular Transformations. //Georg Thieme Verlag, -2003.-P.211-215.

29. Лега А.В., Коробова Е.А., Кирилин А.Д. Использование кремнийазот- содержащих органических соединений в синтезе гетероциклических продуктов. //Международная конференция «Органическая химия от Бутлерова и Бейльштейна до современности»: Тез.докл.- г.Санкт-Петербург,2006 -С. 388-389.

30. Becker O., Simon G.P., Dusek K. Epoxy layered silicate nanocomposites, // Advanced Polymer Science, 2005. №179. P. 329-347.

31. Lee J.-Y., Fu G. C. J. Am. Chem. Soc. -2003, V 125, -P.5616-5617.

32. Кирилин А.Д., Белова Л.О., Лега А.В., Лахтин В.Г. Использование винилсиланов в качестве исходного сырья при получении ценных в прикладном плане мономеров. // Международная научно-практическая конференция «Химия - XXI век: новые технологии, новые продукты»: Тез.докл.- Кемерово, 2003.- С. 96-97.

33. Denmark S. E., Wehrli D. Org. Lett. 2000, №2,-P. 565-568.

34. Л.Г. Герасимова , А.И. Николаев , М.В. Маслова , В.А. Жабрев , С.В. Чуппина Эффективные наполнители изолирующих материалов и покрытий на органической основе. Труды кольского научного центра РАН. 2015. 5 (31) С.124-124.

35. Rahul Ramesh Harshe. Synthesis and Processing of Amorphous Si(Al)OC Bulk Ceramics: High Temperature Properties and Applications. A dissertation submitted to the Department of Materials Science. Darmstadt University of Technology in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doktor-Ingenieur by Master of Technology (M. Tech) from Kirloskarwadi. India.-2009. -P.159-165.

36. Font R., Aracil I., Fullana A., Conesa J.A. Semivolatile and volatile compounds in combustion of polyethylene. // Chemosphere.-2004.Vol. 57.-P. 615-627.

37. Алексеева О.К., Амирханов Д.М., Котенко А.А., Челяк М.М., Шапир Б.Л. Углеродные мембраны, полученные из полимерных композиций, нанесенных на пористые керамические носители. //9-я межд.конф. «Водородное светриаловедение и химия углеродных материалов». ICHMS. 2005. Севастополь, Крым, Украина. 5-11.09.2005.с.590-591.

38. www. <http://vondi.ru>.Warker. С .3-12.

39. Centeno T.A., Vilas J.L., Fuertes A.B. Effects of phenolic resin pyrolysis conditions on carbon membrane performance for gas separation // J. Membr. Sci.2004. V.228.P. 45-54.

40. Fukuyama, T., Tokuyama, H. Aldrichimica Acta.2004, P.37, 87-96.

41. Дмитриева Ю.Н. Выбор компонентов для огнезащитных водно-дисперсионных материалов. //Журнал. Сырье, полупродукты, материалы.

2000. С. 19-27

42. Патент США. № 0287348 А1. Дисперсии наночастиц с нанесенным покрытием из смолы и способов их получения. 2005.

43. Patent USA. № 60/482167. 2003.

44. Сидоров О.И., Милёхин Ю.М. Создание теплостойких связующих для полимерных композиционных материалов. //Пластические массы, -2010. №10.-С.4-13.

45. Басалаева Л.В., Шофран Л.М., Пресняк И.С., Копа М.Р. Поливинилхлорид на транспорте: назначение физико-химические и гигиенические свойства, горение. //Актуальные проблемы транспортной медицины. 2008. №2 (12). стр. 87-97.

46. Ахраров А.А., Алламуратов М.У., Мухамедгалиев Б.А. Исследование горения огнезащищенных древесных материалов, модифицированных полимерными антипиренами. //Химическая промышленность сегодня, 2016. Т.93. №4. С.137-139.

47. Логинова Л.Н., Кочкина Л.Г., Захаров П.С., Подлеская Н.К. Полимерные материалы пониженной горючести. //Тез. докл. 5 межд. конф. - Волгоград, 1 -2 октября 2003 г. С.34-35.

48. Кирилин А.Д., Белова Л.О., Лахтин В.Г., Чернышев Е.А. Использование кремнийорганических соединений, в синтезе линейных и гетероциклических продуктов. //Ж.Общая химия. 2002. Т.72. №12. С.2025-2028.

49. Балакин В.М., Полищук Е.Ю. Азот-фосфорсодержащие антипирены для древесины и древесных композиционных материалов. (Литературный обзор) //Пожаровзрывобезопасность, 2008. Т.17. №2. С.43-51.

50. Балов А. Антипирены без галогенов. // Россия ООО «Полихимгруп». <http://tcj.ru/archive/antipireny-bez-galogenov/> Химический журнал. Ноябрь. 2010. -С. 54-55.

51. Крашенинникова М.В. Огнезащитные вспучивающиеся материалы на основе органорастворимых пленкообразователей. //Сырье, полупродукты, материалы.- 2000. №12. -С.34.

52. Hollingbery L.A., Hull T.R. The fire retardant behaviour of huntite and Hydromagnesite. //Polymer Degradation and Stability, 2010. Vol. 95. P. 221-222.

53. Патент РФ. 2270751. Способ получения антипиренов.- 2006.- С.6.

54. Ломакин С.М., Шибряева Л.С., Заиков Г.Е. Новые типы экологически безопасных систем снижения горючести полимеров. Влияние морфологии на горючесть системы полипропилена - тройного этилен-пропиленового сополимера. // Пластические массы, -1998. №5. -С.33-35.

55. Nurkulov F.N. Jalilov A.T., Tadzhikhodzhaev Z.A. New environmentally safe flame retardant phosphorus-based organic compounds. //Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. №5-6, 2016. -P.52-56.

56. Мухамедгалиев Б.А. Новый полимерный антипирен на основе третичного фосфана. //Ж.Пластические массы. 2004. №4 С.41-42.

57. Захаревич А.В., Стрижак П.А. Пожарная опасность взаимодействия источников ограниченного теплосодержания с легковоспламеняющимися жидкостями // Ж. Пожарная безопасность. 2011. № 4. С.70-75.
58. Банерджи А.К., Лайа Мимо М.С., Вера Вегас В.Х. Силикагель в органическом синтезе. // Ж. Успехи химии. 70(11) 2001. Стр.1094-1115.
59. Rudnik E., Dobkowski Z. Thermal degradation of UHMWPE // J. Th. Anal. 1997. V.49. P.471-475.
60. Кирилин А.Д., Белова Л.О., Гаврилова А.В. Алкоксисиланы. Синтез, свойства и применение. М; ИПЦМИХТ им.М.В.Ломоносова, 2009. с.60.
61. Багиров МА, Аббасов Т.Ф., Керимов Ф.Ш. Влияние модифицирующих добавок на структуру и элементарно-физические свойства ПЭВД. // Пластические массы, 1989. №3. С.72-74.
62. Сапаев Х.Х. Исследование влияния компонентов ПВХ композитов на их физико-химические свойства и разработка кабельных пластиков пониженной горючести. Диссер. раб. докт. техн. наук. Нальчик. 2015. С. 169-172.
63. Долбин И.В., Козлов Г.В., Русанова С.Н., Заиков Г.Е. Огнестойкость нанокompозитов на основе полимер/органоглина. // Вестник Казанского технологического университета. -2013. Т. 16. № 6. -С. 98-100.
64. Fuertes A.B. Adsorption-selective carbone membrane for gas separation // J. Membr. Sci. -2000. V. 177. -P.9.
65. Калинина Н.К., Аркар С.О., Мишкин С.И., Костромина Н.Е., Осипчик В.С. Атмосферостойкие композиционные материалы на основе хлорсульфированного полиэтилена, модифицированного кремнийорганическими и металлоорганическими соединениями. // Пластические массы, 2010. №10. С.20-24.
66. Амирханов Д.М., Алексеев С.Ю., Алексеева О.К., Котенко А.А., Челяк М.М., Шапир Б. Л. Карбонизация и графитизация полимерных покрытий на пористых керамических носителях. // 2-ая Межд. конф. «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология», -Москва, 15-17 октября 2003 г. С. 44.
67. Patent US. 0056687. A1. Flame retardant polymer compositions. 2010. P.6-7.
68. Zhang, J. Hereid, M. Hagen, D. Bakirtzis, M.A. Delichatsios, A. Fina, A. Castrovinci, G. Camino, F. Samyn, S. Bourbigot. Effects of nanoclay and fire retardants on fire retardancy of a polymer blend of EVA and LDPE. // Fire Safety Journal. 2009. Vol. 44. P. 504-513.
69. Соболев А.В. Исследование коэффициентов диффузии антипиренов в шпоне разных пород. Дис. раб. канд. хим. наук. -Москва, -2004.-С.133.
70. Трукшин Д.В., Аксенов И.М. Проблемы определения горючести строительных материалов. // Пожаровзрывобезопасность, -2001. №4.- С.3-8.
71. Хашхожева Р. Р., Жанситов А.А., Хаширова С.Ю., Микитаев

А.К. Разработка огнестойких композиционных материалов на основе полибутилентерефталата.//Пластические массы. -2015, № 9-10.-С.56-59.

72. Нуркулов.Ф.Н., Джалилов А.Т. Фосфор-борсодержащие олигомерного антипирены для древесины и древесных композиционных материалов // «Олигомеры-2015» V- Международная конференция-школа по химии и физикохимии олигомеров. -Волгоград, 1-6 июня 2015. -С. 241.

73. Палецкий А.А., Гончикжапов М.Б., Шундрин И.К., Коробейничев О.П. Механизм снижения горючести полиэтилена различного молекулярного веса добавками фосфорсодержащих соединений. //Известия ЮФАО. Технические науки. -2012. № 3. -С.57-65.

74. Максумова А.С. Особенности процесса получения и свойств некоторых функционально-активных полимеров: Автореф. дис.... док. хим. наук. - Ташкент: ТХТИ, 2005. - 41 с.

75. Салиджанова Н.С. Некоторые аспекты модификации структуры композиционных материалов на основе цементных систем поличетвертичными солями // Композиционные материалы. -Ташкент, 2000. -№1. -С. 53-57.

76. Beach M.W., Rondan N.G., Froese R.D., Gerhart B.B., Green J.G., Stobby G., Shmakov A.G., Shvartsberg V.M. and Korobeinichev O.P. Studies of degradation enhancement of polystyrene by flame retardant additives. // Polymer Degrad. Stab. -2008. Vol.93, № 9. -P.1664-1673.

77. Хашходжаев Э.Р. Самозатухающие нанокмпозиты на основе модифицированного полиэтилена высокой плотности и антипиренов. Дис.раб.канд.наук. -Нальчик, 2009.130 С.

78. Нуркулов Ф.Н. Исследование огнезащитной эффективности олигомерных антипиренов для древесины и полимерных материалов // Universum: Технические науки: Электронный научный журнал. №10(31). URL:<http://7universum.com/ru/tech/archive/item/3776>. Москва-2016.

79. Nurkulov F.N., Vafaev O.Sh., Karimov M.U., Djalilov A.T. The study of certain proper ties of the urethane oligomers //»Современные проблемы науки о полимерах» 9-ая Санкт-Петербургская конференция молодых ученых. - Санкт-Петербург.11-14 ноября. 2013. -С. 77.

80. Font R., Aracil I., Fullana A., Conesa J. A. Semivolatile and volatile compounds in combustion of polyethylene. //J.Chemosphere. 2004.V.57.P. 615-627.

81. Bellus D., and ed. Science of Synthesis: Houben-Weyl methods of molecular transformations. /ThiemeFr her u. d. T.: Methoden der organischen Chemie Category 1. Organometallics Vol. 4: Compounds of group 15 (As, Sb, Bi) and silicon compounds. -Stuttgart ; New York : 2002, P.16.

82. <http://www.strovinform.ru>.

83. <http://www.promtorg.com>

84. <http://www.allbest.ru>

85. Патент РФ. 2130951. Порошкообразная полиорганосилоксановая смола, способ ее получения и способ композиций на основе полиорганосилок-сановых смол. //Йохан Ш., Фолкер Ф., Херман Б., Рихард

В. 1999. С. 6.

86. Патент РФ. 2088603. Способ получения кремнийорганический смол.1997.С.8.

87. Патент РФ. 2170744. Способ получения кремнийорганической смолы. //Харькова Т.К., Поликанов Н.И., Мышляев Е.М. и др. 2000.С.6.

88. Патент РФ. 2061697. Способ получения мономеров, содержащих функциональные группы, для синтеза полиэтилсилоксановых жидкостей. //Скороходов И.И., Власова Т.А., Шейникова С.З., Маркинат Е.Г., Королева Т.В. и др. 2012. С. 2-3.

89. Jin Woo Park, Sea Cheon Oh, Hae Pyeong Lee, Hee Taik Kim, Kyong Ok Yoo. A kinetic analysis of thermal degradation of polymers using a dynamic method. //Polymer Degrad. Stab.2000.V.67.P.535-540.

90. Aboulkas A., El Harfi K., El Bouadil A. Thermal degradation behaviors of polyethylene and polypropylene. Part I: Pyrolysis kinetics and mechanisms.// Energy Conv. Management.2010.V.51.P.1363-1369.

91. Kawaguchi O., Ohtani T., Kojima H. Thermal decomposition process of a polyethylene pellet in a hot stagnation flow. // Comb. Sc. Tech. 1997.V. 130.P. 411421.

92. Ceamanos J., Mastral J.F., Millera A., Aldea M.E. Kinetics of pyrolysis of high density polyethylene. Comparison of isothermal and dynamic experiments // J. Anal. App. Pyr.2002.V.65. P.93-110.

93. Альмяшев В.И., Гусаров В.В. Термические методы анализа. Учебное пособие. Санкт-Петербург. 1999. -С.5-19.

94. Коптелов И.А., Карязов С.В. Методические проблемы исследования кинетики термического разложения полимеров. 1.Дифференциальный термический анализ. // Пластические массы, -2008. №7.- С.24.

95. Климова В.А. Основные микрометоды анализа органических соединений. - М., 1975.

96. Мазор А. Методы органического анализа. - М.:Мир, 1986.-С. 584.

97. Вайсбергер В.А., Проскукаэр Э. Органические растворители. М.: 1958. –С. 518.

98. Потапов В.М., Чертков И.Н. Строение и свойства органических веществ.- М., Просвещение, 1972 .- С. 208.

99. Петрова И. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ. –М.: Мир, 1984. 301 с.

100. Головтеева А.А., Куциди Д.А., Санкин Л.Б. Лабораторный практикум по химии и технологии кожи и меха.- М.: Легпромбытиздат, 1987 .- 311с.

101. Касьянова А.А., Добрынина Л.Е. Лабораторный практикум по физике и химии высокомолекулярных соединений.- М.: Легкая индустрия.- 1979.- 97 с.

102. Кросс А. Инфракрасная спектроскопия. М.:Мир. 1961. С.214.

103. Тройон М., Горовец З. Аналитическая химия полимеров. М.:Мир. 1965. - Т.2. -С.244

104. Чиргадзе Ю.Н. ИК-спектры и структуры полипептидов и белков.- М.: Наука, 1965.- 239с.
105. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул.-М.: ИЛ, 1963.-263с.
106. Збинден Р. Инфракрасная спектроскопия высокополимеров.- М.,1965.-355с.
107. Уэндландт У. Термические методы анализа.- М.: Мир, 1978.- 528с.
108. В.Н.Ахмедов., Л.Н.Ниязов.,К.Э.Рузиева., Ф.Ф Рахимов., Паноев Н.Ш. Гидрофобизация в строительстве. (монография).- Издательство Бухара, Дурдона, 2018. с160.
109. В.Н Ахмедов., К.Э Рўзиева., М.С Рахматов., Н.Ш.Паноев., Ҳ.Р Рўзиев., С.М Муроджонов. Гидрофоб цемент олишнинг баъзи аспекти // Фан ва технологиялар тараққиёти. Илмий-техникавий журнал, Бухоро, 2018 №1. 69-73б.
110. 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.
111. 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
112. Н.Ш Паноев., В.Н.Ахмедов. Кремнийорганик бирикмалар асосидаги теплоизоляция қопламаларнинг янги таркибини яратиш ва хоссаларини ўрганиш // Фан ва технологиялар тараққиёти. Илмий-техникавий журнал, Бухоро, 2019 №3. 64-69б.
113. Panoyev N.Sh.,Akhmedov V.N., Niyozov L.N., Eshonqulov A. Synthesis, propererties and applications of antipyrines based on polymers // Фан ва технологиялар тараққиёти. Илмий-техникавий журнал, Бухоро, 2019 №5. 102-105б.
114. В.Н Ахмедов., М.С Рахматов., Н.Ш.Паноев. Технология получения композиций на основе кремнийорганических гидрофобизирующих полимеров // II international scientific conference of young researchers. Baku, 2018. с 472-474.
115. Б. Собиров., В.Н Ахмедов., Н.Ш.Паноев. Влияние параметры на выход кремнийорганических мономеров // Сборник трудов международной научно-технической конференции студентов, магистрантов на тему Молодежь-залог будущего великой степи. Шымкент, 2019. С 294-296.
116. Паноев Н.Ш., Ахмедов В.Н. Кремнийорганик бирикмалар асосида термобарқарор олигомерлар олиш // Академик А.Ғ. Ғаниевнинг 90 йиллигига бағишланган “Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари” VI Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами, 2020 йил 24-26 апрель. -Термиз. -291-б.

117. Паноев Н.Ш., Ахмедов В.Н. Кремнийорганик термобарқарор (олиго)полимерлар ва улар асосидаги композициялар олиш технологияси // Академик А.Ғ. Ғаниевнинг 90 йиллигига бағишланган “Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари” VI Республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами, 2020 йил 24-26 апрель. -Термиз. -292-б.

**ПАНОЕВ НОДИР ШАВКАТОВИЧ**  
**АХМЕДОВ ВОҲИД НИЗОМОВИЧ**

**КРЕМНИЙОРГАНИК ТЕРМОБАРҚАРОР**  
**ҚОПЛАМАЛАР**

Редактор:

Техник муҳаррир:

Саҳифаловчи:

Лицензия рақами :

Асл макетдан чоп этишга рухсат этилди.

ООО «        » нашриётида чоп этилди, Бухоро ш.,