

УДК 541.6.061.1

ҒТАМР ҒТАМР 39.03.27

<https://doi.org/10.51889/1728-8975.2022.74.4.013>

*М.К. Кабулова<sup>1</sup>, Т.Қ. Джумадилов<sup>1</sup>*

*Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті,  
Алматы, Қазақстан*

## **ТӨЗІМДІ ҚҰРЫЛЫС МАТЕРИАЛДАРЫН ЖАСАУ ҮШІН ПОЛИМЕРЛІ КОМПОЗИТТІ ПАЙДАЛАНУ**

### *Аңдатпа*

Полимерлер қасиеттері мен артықшылықтарының әмбебаптығына байланысты кең қолданысқа ие болды. Демек, макродан нанотолтырғыштарға дейін әр түрлі инфузиялармен күшейтілген полимер қоспалары мен композиттері дайындалуы мүмкін, бұл арнайы қолданбаларға әкеледі. Бұл зерттеудің негізгі мақсаты – электропластикалық шлам, күл және т.б. сияқты қалдықтарды қайта пайдалану үшін жүргізілген әртүрлі зерттеулерді шолу. Құрылыс материалдарын әзірлеу үшін. Шағын қоспалармен физика-химиялық және құрылымдық модификациялау әдістерімен құрылым түзілуін бақылау арқылы химиялық және биологиялық агрессивті ортада пайдалану үшін құрылыста ИКМ пайдаланудың сапасы мен тиімділігін арттыру. Бұл мақалада жеңіл бетон, қорғаныш жабындары, тротуарлар, кірпіштер және құрылымдық элементтер сияқты құрылыс материалдарын әзірлеуге арналған композициялық материалды құрамда полимерлерді пайдалану қысқаша сипатталған. Тұтқырлық, тығыздық, тұтану температурасы, амин мәні және эпоксидті эквивалент салмағы сияқты полимерлер олардың байланыстырушы материал ретінде жарамдылығын анықтау үшін әртүрлі сынақтар жүргізілді. Өзірленген материалдардың механикалық қасиеттерін анықтау үшін қысымға төзімділік, суды сіңіру, жырттылуға төзімділік, иілу күші және үзілу сынақтары сияқты әртүрлі зертханалық сынақтар жүргізілді. Тұрақты толтырғыштар мен қалдық материалдарды қосу арқылы полимерлерді пайдалану арқылы қымбат шикізатты төсеу блоктары жағдайында 50%-дан астамға, битум-полимерлі композиттерде – 60%-ға, жеңіл салмақта – 80%-ға дейін ауыстыруға болады. Бұл түсінік әртүрлі материалдарды таңдауға, материалдардың аралас қатынасын оңтайландыруға және полимер негізіндегі материалдарды әзірлеу үшін оларды сынауға негіз береді.

**Түйін сөздер:** полимерлер, құрылыс материалдары, қалдықтарды қайта пайдалану, композиттер, синтетикалық шайыр.

*Кабулова М. К.<sup>1</sup>, Джумадилов Т.Қ.<sup>2</sup>*

*Казахский национальный педагогический университет имени Абая,  
Алматы, Казахстан*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ УСТОЙЧИВОГО СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА**

### *Аннотация*

Полимеры получили широкое применение благодаря своей универсальности свойств и преимуществ. Следовательно, полимерные смеси и композиты, армированные различными наполнителями в разных масштабах, от макро – до нанонаполнителей, могут быть изготовлены, что приводит к конкретным индивидуальным применениям. Основной целью данного исследования является обзор различных исследований, проведенных для повторного использования отходов, таких как гальванический шлам, летучая зола и т. д., для разработки

строительных материалов. Повышение качества и эффективности применения ПКМ в строительстве для эксплуатации в химически и биологически агрессивных средах путем управления структуро-образованием методами физико-химической и структурной модификации малыми добавками. В этой статье обобщается использование полимеров в рецептурах композиционных материалов для разработки таких строительных материалов, как легкий бетон, защитные покрытия, блоки для мощения, кирпичи и конструкционные элементы. Различные тесты, а именно вязкость, плотность, температура вспышки, аминное число и эквивалентная масса эпоксидной смолы, были проведены на полимерах, чтобы определить их пригодность в качестве связующих материалов. Для определения механических свойств разработанных материалов были проведены различные лабораторные испытания, такие как прочность на сжатие, водопоглощение, сопротивление разрыву, прочность на изгиб и испытания на растяжение при разделении. При использовании полимеров с добавлением экологичных наполнителей и отходов можно добиться замены дорогостоящего сырья более чем на 50 % в случае брусчатки, до 60 % в случае битумно-полимерного композита, на 80 % в случае облегченных бетонных и полимерных панели. Это понимание дает основу для выбора различных материалов, оптимизации соотношения материалов и их тестирования для разработки материалов на основе полимеров.

**Ключевые слова:** полимеры, строительные материалы, переработка отходов, композиты, синтетические смолы.

*Kabulova M.K.<sup>1</sup>, Dzhumadilov T.K.<sup>1</sup>  
Kazakh National Pedagogical University named after Abai,  
Almaty, Kazakhstan*

## **UTILIZATION OF POLYMER COMPOSITE FOR DEVELOPMENT OF SUSTAINABLE CONSTRUCTION MATERIAL**

### *Abstract*

Polymers have gained an extensive application due to their versatility of properties and benefits. Hence, the polymer blends and composites reinforced with different infusions at different scales, macro to nanofillers, can be fabricated, leading to specific tailormade applications. The main objective of this investigation is to overview the various studies carried out to reuse the waste materials like electroplating sludge, fly ash, etc. For the development of construction materials. This paper summarizes the use of polymers in composite material formulations for the development of building materials such as lightweight concrete, protective coatings, paver blocks, bricks, and structural components. Different tests, namely viscosity, density, flash point, amine value, and epoxy equivalent weight, were performed on polymers to find their suitability as binder materials. Various laboratory tests such as compressive strength, water absorption, tear resistance, flexural strength, and split tensile tests were carried out to determine the mechanical properties of the developed materials. By using polymers with the addition of sustainable filler and waste materials, the replacement of costly raw material can be achieved by more than 50% in the case of paver blocks, up to 60% in bitumen-polymer composite, 80% in case of lightweight concrete and polymer-based panels. This insight gives the framework for the selection of different materials, optimization of combining ratio of materials, and their testing for the development of polymer-based materials.

**Keywords:** polymers, construction materials, recycling of waste, composites, synthetic resin.

**Кіріспе.** Полимерлер күнделікті өмірімізде маңызды рөл атқарады.

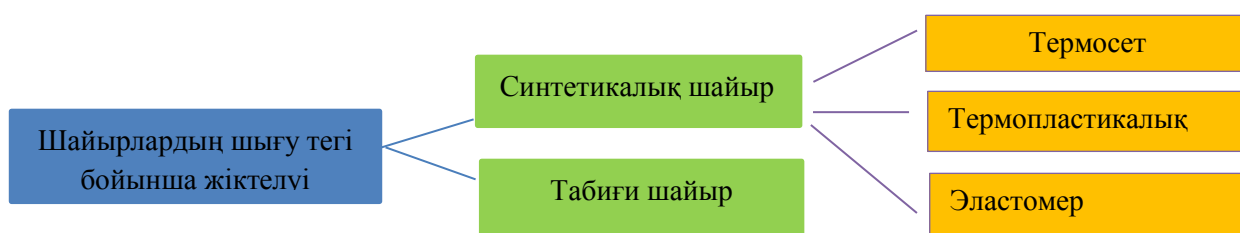
Полимерлерді «полимер» сөзінің «көп» және «бөлшек» дегенді білдіретін «полимер» деп бөлу арқылы түсіндіруге болады.

Полимерлер – тізбектер немесе басқа күрделі құрылымдар түріндегі мономерлер деп аталатын көптеген бөлшектердің дамуы. Олар өндірістің кез келген нүктесінде ең құнды материалдардың бірі болып табылады. Шайырлар, резеңке немесе қатты болуы мүмкін және автомобиль қалқандарынан сығуға болатын құмыраларға және нәзік текстураларға дейін шексіз өнімдердің ассортиментіне дейін алуы мүмкін. Содан кейін олар екі немесе одан да көп полимерлерді, толтырғыштарды немесе арматуралық материалдарды қосу арқылы жасалған полимерлі композиттер деп аталатын әрі қарай алынған өнімдер болып табылады, нәтижесінде алынған қоспа кең ауқымды қолданбаларда жақсы өнім береді [1, 2].

Бұл инженерлік полимерлік композиттер жоғары модуль – салмақ қатынасы сияқты қасиеттерге ие, композиттерді жеңіл, салыстырмалы түрде берік және шыңдалған, жоғары тұрақтылық пен үнемді етеді. Синтетикалық немесе жасанды шайырлар ғылыми түрде шығарылады.

Шайырлар, әсіресе тұтқыр материалдар, олар катаю процесінде қатты полимерлерге айналады. Шайырлар реактивті соңғы топтардың вулканизациялық түрленуіне ұшырайды. Бұл синтетикалық полимерлер органикалық қосылыстарды этерификациялау арқылы алынады [3].

Шайырдың әртүрлі түрлері 1-суретте көрсетілгендей термосеттік және термопластикалық шайырлар болып кеңінен жіктеледі. Мұнда «шайыр» сөзі әрекеттесуші затқа немесе өнімге, кейде екеуіне де қатысты. Шайыр – бұл сополимердегі бір немесе екі мономерге сілтеме жасау үшін қолданылатын термин, ал полимердің басқа бөлігі қатайтқыш агент ретінде белгілі.



Сурет 1. Шайырлардың жіктелуі

Құрылыс материалдары өнеркәсібінің ғылыми-техникалық прогресі әртүрлі талап етілетін өнімділік қасиеттері кешені бар жаңа тиімді полимерлі құрылымдық және сәндік және әрлеу материалдарын өндірумен және кеңінен қолданумен байланысты. Олардың ішінде полимерлі композиттер және жоғары толтырылған полимерлі құрылымдық материалдар: полимерлі бетон, бетон полимерлер, шыны талшық сияқты арматураланған материалдар, сонымен қатар құрылыста маңызды орын алатын оқшаулағыш коррозияға қарсы материалдар. Оларды қолдану жоғары техникалық, пайдалану және экономикалық сипаттамалары бар құрылыс құрылымдарын жасауға мүмкіндік береді [4-6].

Полимерлерге негізделген материалдардың артықшылықтары құрылыс құрылымдарында жақсы байқалады, олар үшін салыстырмалы төмен тығыздықтағы жоғары меншікті беріктік, динамикалық және ауыспалы физикалық жүктемелерге тұрақтылық және төзімділік, төмен жылу өткізгіштік, бірнеше сыртқы факторлардың бір мезгілде немесе күрделі әсер етуімен химиялық және биологиялық агрессивті орталарға жоғары төзімділік үлкен маңызға ие. Полимерлі композициялық материалдарды құрылыста қолдануда маңызды рөлді олардың әртүрлі қасиеттерін тиісті компоненттер мен әртүрлі қоспаларды таңдау арқылы, сондай-ақ байланыстырушы полимер матрицасының микро- және макроқұрылымын өзгерту арқылы бақылау мүмкіндігі үлкен рөл атқарады [4-7].

Полимер композиттеріне қатысты таксономия: Композиттің негізгі элементтері талшықтар, толтырғыштар және қоспалар және т.б. болып табылады. Әрбір құрамдас әр түрлі функциялар үшін көрсетілген әртүрлі материал композиттерін құрастыруда ажырамас рөл атқарады. Композит құрамына полимер негізін толтырғыш пен арматуралық материал кіреді. Полимер негізі термопластикалық, терморективті және эластомерлік типте болуы

мүмкін. Олар шайыр мен қатайтқыштың пропорциясына қатысты бір компонентті немесе екі немесе одан да көп компонентті полимерлер болуы мүмкін. Бұл қоспаның функциясы композитті дайындау үшін қажетті пішінді беретін химиялық құрылымды қамтамасыз ету арқылы арматуралық материал үшін негізді қамтамасыз ету болып табылады. Қоспаны тандау композициялық өнімді пайдалану мақсатына байланысты болады [8-10]. Арматура композицияның негізін бейнелейді және оның қажетті көлемдік модулін, қаттылығын және механикалық беріктігін қамтамасыз етеді. Арматуралардың әртүрлі түрлері жіп тәрізді болып табылады және органикалықтан бейорганикалық талшыққа дейін немесе пішін негізінде, яғни ұзартылған бөлшек немесе үздіксіз пішінде болады. Толтырғыш қоспаға немесе негізгі полимерге қосылған кезде оның физикалық, химиялық, механикалық және жылулық қасиеттерін өзгерту арқылы композиттік құрылымды тиімді жақсартатын инертті материалды білдіреді. Бұған икемділікті, температураға төзімділікті және негізгі материалдың бетінің көрінісін немесе әртүрлі жағдайларда қалаған өнім өнімділігін жақсарту арқылы қол жеткізіледі. Бұл ретте өндірілген өнімнің өзіндік құнының төмендеуіне әкеледі.

**Зерттеу мақсаты:** электропластикалық шлам, күл және т.б. сияқты қалдықтарды қайта пайдалану үшін жүргізілген әртүрлі зерттеулерді шолу.

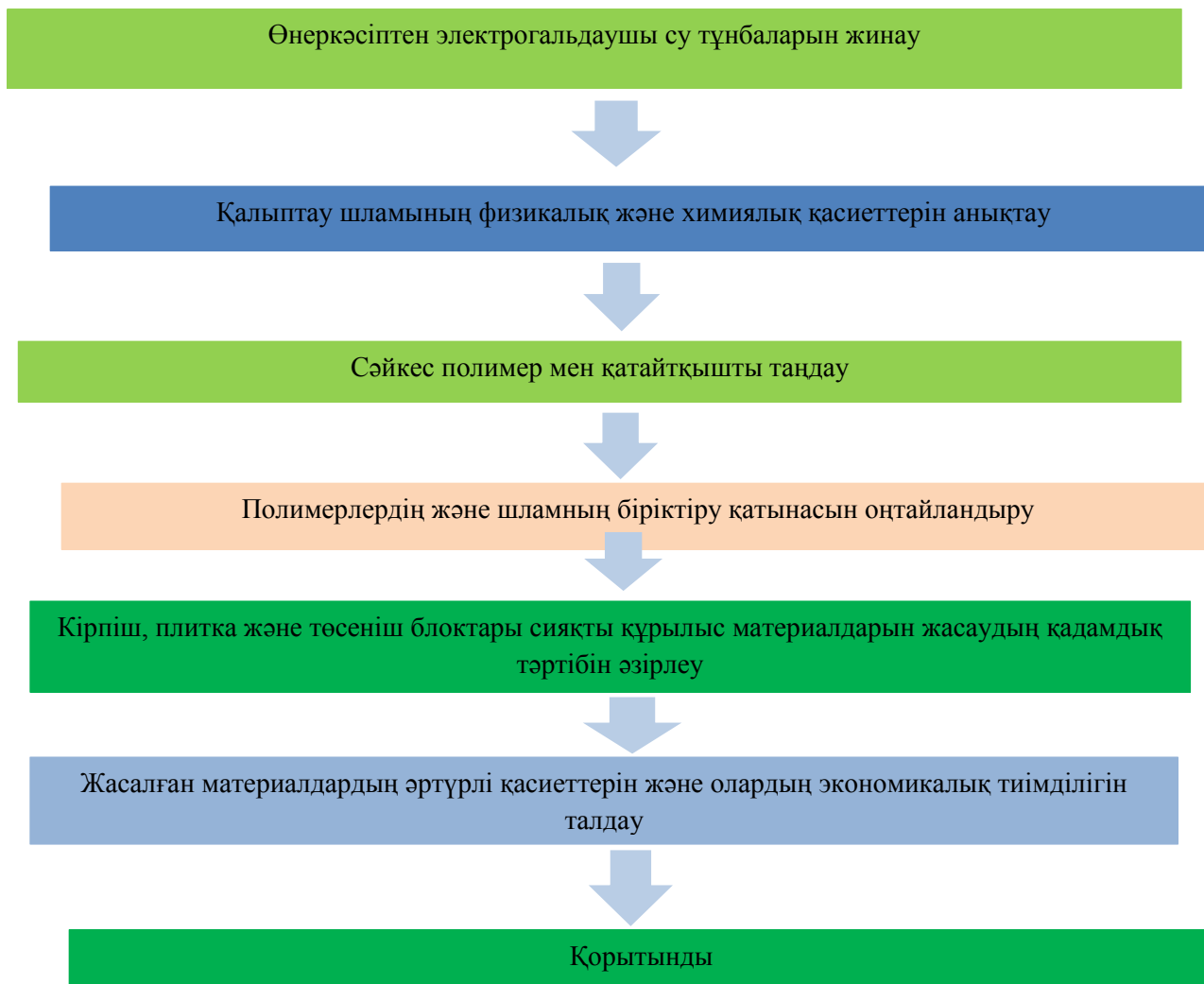
**Зерттеу материалдары мен әдістері.** Материалдарды жинау және оларды зерттеу әдістері келесі кезеңдерден құралады [11]:

- 1) зерттеудің негізгі сұрақтарын анықтау;
- 2) тақырып бойынша әдебиеттерге шолу жасау;
- 3) әдебиеттерді талдау, деректерді шығару және нәтижелерді талқылау.

**Зерттеу нәтижелері.** Тратуар плиткалар, блоктар және кірпіштер. Электрлік қаптау – металды өңдеудің бірнеше әдістерінің бір түрі. Электрлік қаптау процесі көптеген қолданбаларға ие болса да, сонымен бірге ол СРСВ (Орталық ластануды бақылау кеңесі) Үндістандағы ең лаптаушы 17 саланың бірі болып саналады. Осы гальваникалық өнеркәсіптердің ЕТР (ағынды тазарту қондырғысы) шығаратын қалдық шламы өте көп және металл тұнбаларынан тұрады. Бұл қалдық шламда Ni, Ag, Sn, Cu, Zn, Cr, Pb, Cd, Fe және аммиак сияқты зиянды лаптаушы заттар болуы мүмкін және денсаулыққа үлкен қауіп төндіреді [12]. Қалдық шламдардан осы ауыр металдарды рекультивациялау және қайта өңдеу мүмкін емес, сондықтан кәдеге жарату және төгу проблемаларын тудырады [13]. Қазіргі уақытта Үндістандағы қауіпті қалдықтардың көп бөлігі арнайы жобаланбаған, кәдімгі коқыс көму орындары болып табылатын полигондарда аяқталады. Осыған байланысты ауыр металдар қоршаған ортаға сіңіп, ауаны, топырақты, тіпті ауыз суды лаптайды және сол арқылы жалпы халықтың денсаулығына үлкен қауіп төндіреді. Белгілі балама шешімдер аз болғанымен, олардың барлығын жалғастыру қиын. Солардың ішінде, біріншіден, қалдық шламдағы зиянды металдарды рекультивациялау және қайта өңдеу мүмкін де емес. Екіншіден, бұл қалдық тұнбаны жағу арқылы күлге айналдырғаннан кейін цемент бетоньындағы ұсақ толтырғыштарды фракциялық алмастырғыш ретінде пайдалануға болады. Бұл процесте максималды пайыз 20% дейін пайдаланылады, ал шламды қайтадан күлге айналдыру процесінде ауаның ластану мүмкіндігі бар. Өлемдегі цемент өнеркәсібі жаһандық парниктік газдардың шамамен 7%-ын шығарады. Үшіншіден, қалдық шламды кірпіш өндірісінде сазды жартылай ауыстыру ретінде де пайдалануға болады. Бұл процесте максималды пайыздық мөлшерлеме 30%-ға дейін қолданылады және кірпішті жағу қайтадан ауаның ластануын тудырады. Кірпіш өндіру өнеркәсібі ауа сапасының тез нашарлауына негізгі себепкер болып саналады. Соңғы уақытта басқа құрылыс материалдары ретінде полимерлерді пайдалануға назар аударылды. Полимерлер құрылыс материалдарын зерттеуде және материалдық мүлікті жақсартуда үлкен жетістіктерге жетуге мүмкіндіктер береді. Құрылыс индустриясы полимерлі композиттердің негізгі тұтынушыларының бірі болып табылады. Полимерлердің әлеуетті артықшылықтарына жоғары беріктік, ұзақ тұтыну тиімділігі, әмбебаптық және техникалық қызмет көрсетудің төмен шығындары жатады. Қазіргі құрылыс индустриясы берік, жеңіл, оңай орнатылатын, сонымен қатар бейімделгіш қасиеттері бар жоғары сапалы материалдарды іздеуде. Полимерлер құрылыс өнеркәсібінде ерекше беріктік пен салмақ қатынасына, қорғаныш қасиеттеріне, беріктігіне және икемділігіне байланысты кеңінен қолданылады. Тұрақтандыру және қатаю қауіпті қалдықтарды экологиялық тұрақты және таза өнімге өзгерту үшін қолданылатын бірегей стратегия болып қала береді [14]. Осы әмбебап мәселені шешу үшін электропластикалық өндірістердің ең лаптаушы қалдықтарынан кірпіш/плиткалар/плиталар сияқты берік және жеңіл полимер негізіндегі құрылыс материалдарын дайындауға арналған қарапайым және экологиялық таза

бірегей процесті әзірлеуге талпыныс жасалды. Процесс ауыр металдарды рұқсат етілген шектерде шаймалауды қамтиды және қоршаған ортаны ауаның, судың және топырақтың ластануынан қорғайды.

Процесс шламды жағуды/жылытуды қажет етпейді, сонымен қатар топырақ пен су сияқты табиғи ресурстарды тұтынбайды. Ақырында, процесс ешқандай қалдық қалдырмай, салмағы бойынша 50% шламды алмастыра алады. Сондықтан, процесс шынымен де пайдалы және экологиялық аспектілерде көптеген қолданбаларға ие. Жобалау тәсілінің технологиялық схемасы 2–суретте көрсетілген.



*Сурет 2. Төсеніш блоктарын, плиткалар мен кірпіштерді әзірлеу тәсілі*

**Нәтижелерді талқылау.** Осы зерттеуде полимерлер электропластикалық шламды тұрақтандыру және қатайту үшін байланыстырғыш ретінде сәтті қолданылды. Әртүрлі әрекеттердің/эксперименттердің мәліметтері төменде берілген.

Тәжірибе 1: Кептіру және ұнтақтаудан кейін қалдық шлам цемент бетонының цементін ауыстыру ретінде пайдаланылды. Бетонның әртүрлі маркалары, мысалы, М15 және М20, 5%, 10%, 15% және 20% пайыздық ауыстыру арқылы дайындалады. Текшелерді 7 күн және 28 күн сынақтан өткізгеннен кейін, мүмкін болатын ең көп ауыстыру 15% болатыны байқалды. Осыдан кейін бетонның сығылуға беріктігі төмендей бастайды. Сондықтан бетонмен жасалған соңғы өнімдегі қалдық шламның пайызы 5%-дан аз.

Тәжірибе 2: Қалдық тұнбалар жанғаннан кейін күлге айналды және цемент бетон жасауда құмды алмастырғыш ретінде пайдаланылды. Бетонның әртүрлі маркалары, мысалы, М15 және М20, 10%, 15%, 20%, 25% және 30% пайыздық ауыстырумен дайындалады. Текшелерді 7 күн және 28 күн сынақтан өткізгеннен кейін, мүмкін болатын ең көп ауыстыру

25% болатыны байқалды. Сондықтан бетонмен жасалған соңғы өнімдегі қалдық шламның пайызы 10%-дан аз. Шламды қайтадан күлге айналдырған кезде атмосфераға зиянды газдардың шығу қаупі бар.

Тәжірибе 3: Қалдық шлам кірпіш өндірісінде сазды ішінара ауыстыру ретінде де қолданылды. Пайдаланылатын максималды пайыз 30% дейін және бұл кірпіштерді 1000 ° С температурада жағу қажет. Әзірге кірпішті қайтадан жағу, қоршаған ортаға улы газдардың шығу мүмкіндігі бар. Қалдық шламнан құрылыс материалдарын өндіру үшін келесі маңызды қадамдарды орындау қажет.

Зерттеулердің ешқайсысы инновациялық полимерлі композиттің өсіп келе жатқан құрылымдық элемент ретінде артықшылықтарының қаншалықты пайдаланылғанын бағаламады. Сонымен қатар, панельдер әдетте сым торды пайдаланады және дәстүрлі түрде қолданылатын сым торды ауыстыру үшін озық инновациялық шешімдерді зерттеу қажет, олар тиімді және сонымен бірге оны қолдануда тұрақты. Осылайша, осы бағыттағы зерттеулерді үйлестіру үшін ағымдағы зерттеу аясында ПЭТ торын әзірлеу және қолдану ұсынылды. Механикалық қасиеттерді жақсарту үшін негізгі қолдану үшін шайыр мен әзірленген ПЭТ торын жетілдіру бойынша жаңа ізденістер мен зерттеулер жүргізілуі керек. Бұдан былай полимер қосылған материалдың барлық пайдалы қасиеттерін қамтитын, сондай-ақ әртүрлі салаларда, жағдайларда тиімділікті арттыру үшін ПЭТ қалдықтарының қасиеттерін тор ретінде пайдаланатын осындай материалды жобалау, өндіру және дамытудың терең қажеттілігі бар, оны механикалық беріктігі, оқшаулағыш қасиеттері және ұзақ мерзімділігі бойынша сұранысқа ие өнім етеді. Модификацияланған пастаның механикалық және термиялық қасиеттеріне әсерін зерттеу үшін эксперименттер жүргізілді. Соңында жылу беру сияқты әртүрлі қасиеттердің үлкен жақсаруы байқалды.

Полимер негізіндегі панельдердің қасиеттері механикалық және төзімділік тұрғысынан әдеттегі панельдерден жоғары. ПЭТ сым торын күшейту әсері полимер панельдерінің иілу беріктігі сияқты инженерлік қасиеттерді арттырады. Полимерлі панельдерді қосалқы шатыр панельдері, теміржол шпалдары, көпір палубасы, бетон сызаттарын жөндеу, ағынды су құбырлары, тротуар төсемдері, автотұрақ, сәндік құрылыс панельдері және т.б. үшін пайдалануға болады. 4-суретте полимер негізіндегі панельдерді әзірлеу тәсілі көрсетілген және 3 – сурет иілгіш панельдерді сынаудың нақты бейнесін көрсетеді..

Иілу кезінде сыналған панельдерде сызаттардың пайда болуы

Үлгіні жарғаннан кейінгі сым торлары



Сурет 3. Полимер негізіндегі иілу панельдері



Сурет 4. Полимер негізіндегі панельдерді әзірлеу тәсілі

**Қорытынды.** Осы зерттеудің маңызды нәтижелерін және полимерлі композиттерді қолдануды төмендегідей қорытындылауға болады:

1) Әзірленген полимер негізіндегі төсеніш тақтайшалары, төсеніш блоктары және кірпіштері қалдық шламның 50%-дан астамын қамтиды және BIS стандарттарына сәйкес (IS 13801-2013, IS 3495-1-ден 4-ке дейін (1992) және IS 15658 : 2006) төсеу тақтайшаларының, төсеніш блоктарының және кірпіштерінің барлық талаптарына сәйкес келеді.

2) Бұл әзірленген материалдар берік, жеңіл, икемді, химиялық төзімді, дыбыс өткізбейтін және нарықта қолжетімді бетон төсеу тақтайшалары, бетон төсеу блоктары және қатты саз кірпіштер сияқты кәдімгі өнімдермен салыстырғанда жылтыр қабаты бар. Процесс шламды жағуды немесе қыздыруды қажет етпейді және топырақ немесе су сияқты табиғи ресурстарды тұтынбайды.

3) Бұл процесс ешқандай қалдық қалдырмай, кірпіш қалыптастыруда қолданылатын әдеттегі материалдың салмағы бойынша 50%-дан астам шламды алмастыра алады. Сондықтан бұл процесс пайдалы, тиімді және үнемді және қоршаған орта мен денсаулық аспектілерінде көптеген қолданбаларға ие. Өнеркәсіптік қолдану бойынша әзірленген өнімдер тротуарлар, жаяу жүргіншілер жолдары және автотұрақтар үшін, сондай-ақ құрылыс алаңдарында тиімді. Сондықтан бұл процестің өнеркәсіптік мәні жоғары және оны оңай кеңейтуге болады.

4) Полимер негізіндегі жабындар жағдайында полимерлі композициялық жабындардың сипаттамалары толығымен битум, эпоксид, цемент сияқты негізгі материалдың химиялық құрылымына және негіз-шайыр-қаттылатқыш пен арматура мен толтырғыш матрицасы арасындағы өзара әрекеттесуіне байланысты. Полимерлі композиттік жабындарды әзірлеудің бүкіл процесі олардың субстраттардың қызмет ету мерзімін ұзартатынын және өз кезегінде инфрақұрылымды жөндеуге байланысты шығындарды азайтатынын көрсетеді. Полимерлермен инфузияға байланысты механикалық өнімділікті арттырумен қатар, жабындар атмосфералық әсерлерге, ультракүлгін әсерлеріне және гидроқшаулағыш қасиеттеріне үлкен төзімділік береді.

5) Полимер негізіндегі жеңіл бетон жағдайында жасалған материал қалыпты бетонмен салыстырғанда 7 күнде ерте беріктікті қамтамасыз ететін жақсы механикалық қасиеттерге ие. Ұсынылған жұмысты полимер негізіндегі материалдарды жобалау мен әзірлеуге арналған техникалық шарттарға техникалық анықтама ретінде қолануға болады.

6) Зерттеудің басым көпшілігі әдеттегі панельдерде жасалды. Синтетикалық шайыр парниктік газдар шығарындылары бар кәдімгі бетонның негізгі байланыстырушы құрамдас бөлігі болып табылатын цементті алмастыратын байланыстырғыш ретінде қоланылады. Полимерлі панельдерді қайталама шатыр панельдері үшін пайдалануға болады, бұл арзан тұрғын үйдің қызмет ету мерзімін ұзартады, сонымен қатар күл, су бөтелкелері және т.б. сияқты өндірістік қалдықтарды азайтуға көмектеседі.

Дегенмен, полимерлі композиттер өңдеу, құрылымы, өнімділігі және қасиеттері (PSPP) тұрғысынан тұрақты және жоғары құрылыс материалдарының үлкен ауқымын ұсынады. Композитті әзірлеуде кездесетін негізгі қиындықтардың бірі полимерлерді пайдалану болып табылады. Полимерлердің температураға бейімділігі және құмыраның қызмет ету мерзімі алынған қоспаның аз жұмыс қабілеттілігінің себебі болып табылады, бұл композитті дайындау кезінде нәтижесіз зерттеулерге әкеледі. Бірақ полимерлік композиттерге қатысты материалтану ғылымының осы саласында әлі де зерттелмеген кең ауқым мен әлеует бар.

Бұл материалдарды дамытудың болашақ ауқымы кең болып қала береді, өйткені полимерлерді әлеуетті пайдалану арқылы қалдық материалдарды көбірек ауыстыруға болады. Көптеген осындай болашақ қолданбаларды тереңірек зерттеуге болады.

#### *Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:*

1. S. N. A. Azrie, M. T. H. Sultan, M. Jawaid, and K. Jayakrishna, "Impact behaviour of hybrid composites for structural applications: a review," *Composites Part B: Engineering*, vol. 133, pp. 112-121, 2018.
2. N. Saba and M. Jawaid, "A review on thermomechanical properties of polymers and fibers reinforced polymer composites," *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, vol. 67, pp. 1-11, 2018.
3. G. Mart'inez-Barrera, O. Gencel, and J. M. L. Reis, "Civil Engineering Applications of Polymer Composites," *Civil Engineering Applications of Polymer Composites*, vol. 2016, Article ID 3941504, 2 pages, 2016.
4. Мэттьюз Ф., Ролингс Р. Мир материалов и технологий / Композитные материалы. Механика и технология. М.: Техносфера, 2004. 408 с.
5. Беженуца Л.П., Пахаренко В.А. Пластмассы в строительстве. Киев, «БудІвельник», 1976. – 200с.
6. Баженов Ю.М. Бетонополимеры. М.: Стройиздат. –1983. – 472 с.
7. Михайлов К.В., Патуроев В.В., Крайс Р. Полимербетоны и конструкции на их основе / Под ред. В.В. Патуроева. М.: Стройиздат, 1989. –304 с.
8. G. C. C. Yang and K.-L. Kao, "Electroplating and calcium carbonate sludges as binding material for sludge solidification," *Water Environment Research*, vol. 68, no. 2, pp. 215–221, 1996.
9. M. Xia, F. Muhammad, S. Li et al., "Solidification of electroplating sludge with alkali-activated fly ash to prepare a non-burnt brick and its risk assessment," *RSC Advances*, vol. 10, no. 8, pp. 4640-4649, 2020.
10. G. D. Airey, J. R. A. Grenfell, A. Apeageyi, A. Subhy, and D. Lo Presti, "Time dependent viscoelastic rheological response of pure, modified and synthetic bituminous binders," *Mechanics of Time-Dependent Materials*, vol. 20, no. 3, pp. 455-480, 2016.
11. B. Singh, M. Gupta, and L. Kumar, "Bituminous polyurethane network: preparation, properties, and end use," *Journal of Applied Polymer Science*, vol. 101, no. 1, pp. 217–226, 2006.
12. A. C. Sophia, K. Swaminathan, and K. Swaminathan, "Assessment of the mechanical stability and chemical leachability of immobilized electroplating waste," *Chemosphere*, vol. 58, no. 1, pp. 75-82, 2005.



13. K. Varinder and J. Siby, "Use of electroplating industry sludge as a construction material," *MOJ Civil Engineering*, vol. 2, no. 1, pp. 28–34, 2017.

14. L. Zhang, "Production of bricks from waste materials – a review," *Construction and Building Materials*, vol. 47, pp. 643-655, 2013

#### References:

1. S. N. A. Azrie, M. T. H. Sultan, M. Jawaid, and K. Jayakrishna, "Impact behaviour of hybrid composites for structural applications: a review," *Composites Part B: Engineering*, vol. 133, pp. 112-121, 2018.

2. N. Saba and M. Jawaid, "A review on thermomechanical properties of polymers and fibers reinforced polymer composites," *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, vol. 67, pp. 1-11, 2018.

3. G. Mart'inez-Barrera, O. Gencel, and J. M. L. Reis, "Civil Engineering Applications of Polymer Composites," *Civil Engineering Applications of Polymer Composites*, vol. 2016, Article ID 3941504, 2 pages, 2016.

4. Matthews F., Rawlings R. *World of materials and technologies / Composite materials. Mechanics and technology*. M.: Technosfera, 2004. 408 p.

5. Bezhenutsa L.P., Pakhareno V.A. *Plastics in construction*. Kyiv, "BudIvelnik", 1976. – 200p.

6. Bazhenov Yu.M. *Concrete polymers*. Moscow: Stroyizdat. –1983. – 472 p.

7. Mikhailov K.V., Paturoev V.V., Kreis R. *Polymer concretes and structures based on them*, Ed. V.V. Paturoev. M.: Stroyizdat, 1989. –304 p.

8. G. C. C. Yang and K.-L. Kao, "Electroplating and calcium carbonate sludges as binding material for sludge solidification," *Water Environment Research*, vol. 68, no. 2, pp. 215–221, 1996.

9. M. Xia, F. Muhammad, S. Li et al., "Solidification of electroplating sludge with alkali-activated fly ash to prepare a non-burnt brick and its risk assessment," *RSC Advances*, vol. 10, no. 8, pp. 4640–4649, 2020.

10. G. D. Airey, J. R. A. Grenfell, A. Apeageyi, A. Subhy, and D. Lo Presti, "Time dependent viscoelastic rheological response of pure, modified and synthetic bituminous binders," *Mechanics of Time-Dependent Materials*, vol. 20, no. 3, pp. 455-480, 2016.

11. B. Singh, M. Gupta, and L. Kumar, "Bituminous polyurethane network: preparation, properties, and end use," *Journal of Applied Polymer Science*, vol. 101, no. 1, pp. 217-226, 2006.

12. A.C. Sophia, K. Swaminathan, and K. Swaminathan, "Assessment of the mechanical stability and chemical leachability of immobilized electroplating waste," *Chemosphere*, vol. 58, no. 1, pp. 75-82, 2005.

13. K. Varinder and J. Siby, "Use of electroplating industry sludge as a construction material," *MOJ Civil Engineering*, vol. 2, no. 1, pp. 28–34, 2017.

14. L. Zhang, "Production of bricks from waste materials – a review," *Construction and Building Materials*, vol. 47, pp. 643-655, 2013