

## КҮКІРТТІ ШЫҒАРЫНДЫЛАРДЫ КҮКІРТ БЕТОНЫН ӨНДІРУДЕ ПАЙДАЛАНУ

**Капина Мадина Асетуллаевна**

[kapina.m01@mail.ru](mailto:kapina.m01@mail.ru)

«Қолданбалы экология» білім бағдарламасының 1 курс магистранты  
Х.Досмұхамедов атындағы Атырау университеті, Атырау қ, Қазақстан  
Республикасы Ғылыми жетекшісі, философия докторы PhD,  
қауымдастырылған профессор м.а. – **Есенаманова Ж.С.**

Күкірт және оның туындылары бүкіл әлемде өнеркәсіптік шикізат ретінде қолданылатын маңызды элементтердің бірі болып саналады. Технологиялық прогресс және жаңа заманауи материалдардың дамуы, сондай-ақ қоршаған ортаны қорғау саласындағы заңнаманы жетілдіру табиғи газдан, шикі мұнайдан және мұнай өнімдерінен күкіртті алудың технологиялары мен әдістерінің қарқынды дамуына себеп болды. Портландцемент құрылыс материалдарынан атмосфераға  $\text{CO}_2$  шығарындылары көп мөлшерде келіп түседі. Сондықтан ғалымдар цементке баламалы композиционды күкіртті модификацияланған бетонды шығаруды ерте кезден ойлап тапқан. Ол жоғары беріктікті төзімділігі бойынша әдеттегі бетоннан асып түседі. Жер асты инженерлік жүйелер, цистерналар, құбырлар, ағынды суларды тазарту қондырғыларында, дренаждық арналар, кәріз құбырлары, бордюрлер, тротуарлар т.б үшін жетекші құрылыс материалы ретінде қолдануға болады. Бұл мақалада күкірттің шығу көздері, оны өндіру технологиясы мен қасиеттері және күкірт негізіндегі бетонның бүгінгі күнгі құрылыс индустриясында қолданылуы зерттеледі [1].

Жаһандық өндірісте Қытай, Ресей, АҚШ, Канада, Қазақстанда мұнай және газ өндіру зауыттардың санының артуына байланысты күкірт- ірі тоннажды қалдықтардың жанама өнімі болып шығып жатыр. Портландцемент бетонымен салыстырғанда күкірт негізіндегі бетонның артықшылықтары: қышқылдар мен радиацияға жоғары төзімділігі, төмен электр өткізгіштігі, су өткізбейтіндігі, аязға төзімділігі жоғары және қайта өңдеу мүмкіндігі.

Күкірт атомдары сақина немесе тізбекті молекулалар түзу үшін әртүрлі аллотроптық модификациялардың көп санына ие. Күкіртті атомдары арасындағы химиялық байланыс нәтижесінде түзілетін және күкірт молекуласының кристалдар ішінде орналасуына байланысты түзілетін деп екі түрге жіктеуге болады.

Күкірт атомдары бірігіп, тізбектер және циклдік сақиналар (цикло- $S_n$  : мұндағы  $n$  атомдар санын білдіреді) түзеді, бұл миллиондаған күкірт аллотроптарының (молекулалық) болуына мүмкіндік береді. Егер  $S_n$  молекулаларында 6-12 күкірт атомы болса, олар сақина түрінде (өте тұрақты), ал алтыдан аз немесе он екіден көп күкірт атомы бар молекулалар сақина немесе тізбек түрінде болуы мүмкін (өте тұрақсыз). Күкірттің бірнеше кристалдық түрлері белгілі, оның ішіндегі орнықтылары ромбылы  $\alpha$ -күкірт және моноклинді  $\beta$ -күкірт. Күкірттің тығыздығы  $2,07 \text{ г/см}^3$  ( $\alpha$ -түрі) және  $1,96 \text{ г/см}^3$  ( $\beta$ -түрі), балку  $t 112,8^\circ\text{C}$ , қайнау  $t 444,6^\circ\text{C}$ , жылу өткізгіштігі  $0,208 \text{ Вт/(м}\cdot\text{град)}$  [2].

Күкіртті бетон үлгілері модификацияланған екіншілік күкірттен, құмнан, толтырғыштардан жасалады. Күкіртті бетонның төзімділігі 10%  $\text{HCl}$ , 20%  $\text{H}_2\text{SO}_4$

және 3% NaCl-де зерттеледі. Модификацияланған күкіртті байланыстырғыш шөгу, опырылу әсерінен қорғайды, күкіртті бетонның төзімділігін арттырады.

Күкіртті бетон – 120 °С жоғары температурада байланыстырғыш ретінде (цемент пен судың орнына) минералды толтырғыштан жасалған термопластикалық композиция. Физико- химиялық және механикалық қасиеттері бар күкіртті бетонды алу үшін бастапқы компоненттер белгілі бір талаптарды қанағаттандыруы керек: түйіршіктердің максималды тығыздалуын қамтамасыз ету, бетондағы бос орындар мен кеуектер саны аз болуы, материалдың беріктігі жоғары болу үшін максималды тығыздығына қол жеткізу, агрессивті химиялық ортаға және температураның күрт өзгеруіне жоғары төзімділігі, кеуектілік мүмкіндігінше ылғалдың төмен сіңуін қамтамасыз ететіндей төмен болуы керек.

Кесте 1 – Күкіртті бетонға арналған модификаторлар мен толтырғыштар [3]

Бейорганикалық қоспалар		
Модификатор	Күкірт массасының концентрациясы %	Нәтиже
Ауыр металдар және сынап	6	Қышқылға төзімділік
Глинозем	20-26	
Ұшқыш күл	20-23	
Кремний диоксиді	22-25	
Органикалық қоспалар		
Дициклопентадиен	0,1	Коррозиялық химиялық ортада беріктілік, отқа төзімділік, төмен су өткізгіштік
Циклопентадиен	1-30	
Олефинді полисульфидті қоспалар	5-25	
Битум	1-4	
Стирол	2-30	

Модификацияланған күкіртті бетонды эксперименттік бағалау. Модификацияланған күкіртті бетонның экологиялық пайдасын сандық бағалау үшін төмендегі зерттеулерге сүйенеміз.

Модификацияланған күкіртті цементті алу үшін ұсақ және ірі толтырғыштар ретінде құм және кремнийлі өзен қиыршық тастары алынды. Агрегаттарға 24 сағатта химиялық төзімділік сынағы орындалады, бұл олардың модификацияланған күкіртті бетонға жарамдылығын анықтауға бағытталған. Өндірістік орта жағдайларын модельдеу үшін агрегаттарға 40% концентрацияда күкірт қышқылы  $H_2SO_4$  және аммоний сульфаты  $SO_4(NH_4)$  қосылады. Толтырғыштар температурасы реттелетін араластырғышта 135 °С дейін алдын ала қыздырылады, содан кейін күкірт пен күкіртті модификатор қоспасы қосылады және қоспа шамамен 20 минут бойы механикалық гомогенизацияланады. Араластырғыштағы температура әрқашан 130-дан 140 °С-қа дейінгі диапазонда болады. Осы температураға жеткеннен кейін модификацияланған күкірт қоспасы дайын болады және құюға арналған қалыптарға орналастырылады. Үлгіні дайындау үшін диаметрі 15 см және биіктігі 30 см болатын цилиндрлік болат қалыптарды қолданып, қоспаны құймас бұрын 120 °С температурада алдын ала

қыздырды. Содан кейін бұрын бөлме температура



тардан шығармас

Сурет 1. Модификацияланған күкіртті бетонның қысым беріктігі

Модификацияланған күкіртті бетонның қысым беріктігі шамамен құйғаннан

кейін 70%

бірнеше сағаттан кейін 75-85% құрайды. Алынған үлгілердің беріктілігін сынау 3, 7, 14 және

28 күндерде жүргізу арқылы бағаланды [6].

Күкірт пен оның қосылыстарын полимерлі материалдарды алу үшін шикізат ретінде пайдалану арқылы экономикалық тиімділікке қол жеткізе аламыз. Табиғатты қорғау іс-шараларын табысты іске асыруда бұл маңызды рөл атқарады. Композицияларда күкірт полимерлі байланыстырушы рөл атқарады, мұндай материалдар полимерлі бетондар, серопласттар және т. б. болып есептеледі.

АҚШ пен Канадада 80-жылдардың басында күкіртті бетон компаниялары құрылды, ол минералды қышқылдарды шығаратын кәсіпорындарда еден жабыны ретінде пайдаланылды. Ресейдің Норильск тау-кен металлургия комбинатының "Спецфундаментстрой" тресі күкіртті бетоннан тротуар плиткаларын өндіруді жүзеге асырды. Күкіртті бетон толтырғыштары ретінде қолданылу мақсатына байланысты кварц құмы, қиыршық тас, қышқылға төзімді силикат ұны, ұнтақталған кокс немесе графит ұнтағы, әк ұны, ЖЭО күлі және т. б. қолданылуы мүмкін. Күкірт бетондарының ерекшелігі- құрылымын өзгерту, қайта балқыту және қайта пайдалану мүмкіндігі. Күкірт бетондары тек дайын емес, сонымен қатар монолитті құрылымдарды өндіруде, сондай-ақ әртүрлі жөндеу жұмыстарында қолданылады. Химиялық төзімділігі мен диэлектрлік көрсеткіштер бойынша олар полимербетондардың көптеген түрлерінен кем түспейді, ал құны бойынша олардың ең арзанынан едәуір төмен. Қазіргі уақытта құрылыста күкіртті қолданудың екі негізгі бағыты анықталды. Канадада жол жабындары үшін битум-күкірт бетондары қолданылады. Мұндай жабындар берік болып келеді. Канадалық фирмалар мен АҚШ-тың тау-кен зертханасы жүргізген ғылыми-зерттеу жұмыстары қоспаларды дайындаудың технологиялық режимін әзірлеумен айналысты. Сонымен қатар, серобитумды байланыстырғышты, қоспаларды дайындауға және жол құрылысына арналған заманауи сериялық жабдықты барынша пайдалана отырып, олардың қабаттарын орналастыруға көп көңіл бөлінді. Күкірттің тығыздығы битумның тығыздығынан әлдеқайда жоғары болғандықтан, асфальтбетон қоспаларын дайындауға күкіртті органикалық тұтқыр зат ретінде пайдаланады. Қазіргі уақытта күкірт өндірумен айналысатын әлемдегі жетекші елдердің бірі Польша болып табылады [7].

Күкіртті асфальтбетон қоспаларын дайындаудың дәстүрлі технологиясына кейбір өзгерістер енгізу қажеттілігі Венгрияда жүргізілген зерттеулермен

дәлелденді. Бұл зерттеулердің нәтижелері күкірт пен битумды араластыру қоспаның жоғары біртектілігіне және біркелкілігіне қол жеткізуге мүмкіндік беретін араластырғыш қондырғыларда жүргізілуі керектігін көрсеткен. Бұл жағдайда қоспаның температурасы 150°C-тан аспауы керек, ал күкірт мөлшері органикалық компоненттің салмағы бойынша 20-25% аспауы керек [5].

Қорытындылай келе, күкіртті қайта пайдалану бұл белгілі бір дәрежеде атмосфераға шығарындыларды азайтуға көмектеседі. Соңғы жылдары Теңіз мұнай кен орнын игеру кезінде жер қойнауынан күкірт он миллион тонна мөлшерде анықталған. Күкірттің жиналуы нәтижесінде аймақтағы экологиялық жағдай нашарлайды. Каспий өңірінің Теңіз және басқа да мұнай кен орындарында мұнай өндіру көлемінің ұлғаюын ескере отырып, күкірттің өтімді емес қорларын кәдеге жарату проблемасы Қазақстан үшін жаһандық сипатқа ие болып табылады.

Еліміздің Үндістан, Иран және Ресейді жалғайтын Солтүстік – Оңтүстік халықаралық көлік қатынасына қосылуы, үлкен қашықтықтағы автомобиль жолдарын салуға себеп болды. Ол үшін үлкен инвестициялар құйылды. Жол құрылысында күкірт бетонды қолдану технологиясын дамыту және қоршаған ортаға бейімдеу бойынша кешенді зерттеулер жүргізу үшін қажетті нормативтік-құқықтық базалар әзірленіп, ҚР Үкіметі осы тақырыпты ҚР Көлік министрлігінің инновациялық дамудың салалық бағдарламасына енгізу туралы қаулысының жобасын жасады. Бұл қаулы жобасы ҚР Энергетика және минералдық ресурстар министрімен келісіліп, Президентіміз Қасым-Жомарт Кемелұлы Тоқаев Үкіметіне ұсынылды.

Қазіргі уақытта заман талабына сай инновацияларды қолдап, өндіріске енгізу аса маңызды шара болып табылады. Отандық ғылым саласын дамытпайынша, жаңа инновациялық секторларды дамыту мен ғылыммен байланысты салаларды құру да мүмкін емес. Инновациялық сектор экономиканың барлық бағыттарын қамтиды. Ал оларды дамыту көбінесе ғылыми зерттеулер мен нанотехнологияға байланысты екені белгілі.

Күкіртті бетон өндірісін технологиялық дамуда шетелдік тәжірибелерге бейімделу аса маңызды.

#### **Қолданылған әдебиеттер тізімі:**

1. Гматейко В.В. Использование серы и серосодержащих отходов в дорожном строительстве // В.В. Гматейко, В.А. Золотарев // Обзорная информация. – М., 19 с.

2. Текрей М. Күкірт аллотроптарының балку нүктелерінің интервалдары. Дж.Хим. Аг. Деректер. 1970, 15, Б. 495-497.

3. McBee W.C., Sullivan T.A., Jong B.W. Модификацияланған күкіртті бетон технологиясы; Халықаралық күкірт конференциясының материалдары. Калгари, АВ, Канада. 1981, Б. 367-388.

4. Химия: Усманова М.Б., Сақариянова Қ.Н. Жалпы білім беретін мектептің 9- сыныбына арналған оқулық, 2-басылымы, өңделген, толықтырылған. – Алматы: Атамұра, 2009, 288 б.

5. Кузьменков М.И. Серный бетон из отходов / М.И. Кузьменков // Строительство и архитектура. 1991, No 4, С. 16-18.3. Хоржевский, В. И. Свойства и технология серного бетона на основе серосодержащих отходов промышленного производства.

6. Өнеркәсіптік қолданбаларда тұрақтылыққа қол жеткізу үшін модификацияланған күкіртті бетонды эксперименттік бағалау мақаласы.

7. Серобетон мен серобитум өндірісінің өзектілігі. АҚШ, Канада, Франция, Польша жол құрылысында күкіртті қолдану. <https://xn--dtbhaacat8bfloi8h.xn--p1ai/serobeton-actual> ғаламтор желісі.