

МЕТАЛЛУРГИЯНЫҢ ТЕХНОГЕНДІК ҚАЛДЫҚТАРЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН ЖОҒАРЫ ТОЛТЫРЫЛҒАН ҰСАҚ ТҮЙІРШІКТІ БЕТОН

Тапалова Жұлдыз Маратқызы

tapalovazhuldyz@gmail.com

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті «Өнеркәсіптік және азаматтық құрылыс технологиясы» кафедрасының магистранты, Астана, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі – Ж.А. Шашпан

Андатпа. Бұл шолу мақаласында жасанды металлургиялық қалдықтарды бетон өндірісінде дәстүрлі ұсақ толтырғыштарды және цементті ішінара алмастыру ретінде пайдалану мүмкіндігі қарастырылады. Зерттеу металлургиялық қалдықтардың сипаттамаларына, олардың химиялық құрамына және физикалық қасиеттеріне шолу жасайды. Авторлар бұл қалдықтарды пайдаланудың бетонның механикалық және беріктік қасиеттеріне әсерін зерттейді. Мақалада сонымен қатар бетон өндірісінде осы қалдықтарды пайдаланудың экологиялық артықшылықтары талқыланады. Нәтижелер металлургия өндірісінің қалдықтарын дәстүрлі бетонмен салыстыруға болатын немесе жақсырақ механикалық және беріктік қасиеттері бар жоғары тиімді бетон алу үшін бетон өндірісінде сәтті пайдалануға болатындығын көрсетеді. Бұл зерттеу құрылыс саласының қоршаған ортаға әсерін азайту үшін осы пайдаланылған материалды тұрақты шешім ретінде пайдалану әлеуетін көрсетеді. Бетон өндірісіне бұл тәсіл құрылыс индустриясында кеңінен қолдануға мүмкіндік береді, сонымен қатар қалдықтарды азайтуға және тұрақты дамуға ықпал етеді.

Түйінді сөздер: ұсақ түйіршікті бетон, металлургияның техногендік қалдықтары.

Кіріспе

Металлургия өнеркәсібі Қазақстандағы негізгі салалардың бірі болып табылады, біздің елімізде металл кендерінің көптеген кен орындары бар [1], бұл осы өнеркәсіптің техногендік қалдықтарының көп жиналуына әкеледі. Индустриялық даму комитетінің 2022 жылдың аяғындағы есебі бойынша: «Өңдеу өнеркәсібіндегі кара металлургияның үлесі шамамен 18,6% құрайды. Бүгінгі таңда салада 193 кәсіпорын жұмыс істейді» [2].

Металлургиялық қалдықтарды қож түрінде пайдалану олардың саны мен экологиялық зақымдану аймағын азайтуы мүмкін. Перспективалы тәсілдердің бірі-металлургиялық қалдықтар сияқты өнеркәсіптің жанама өнімдерін бетон қоспаларына қосу. Бұл мақала цемент пен құмды ішінара ауыстыру ретінде техногендік металлургиялық қалдықтарды пайдалана отырып, жоғары толтырылған ұсақ түйіршікті бетонды әзірлеуге арналған. Бұл зерттеудің мақсаты-алынған бетонның механикалық және физикалық қасиеттерін зерттеу және оның тұрақты құрылыс материалы ретінде әлеуетін бағалау.

Қазақстанда, әсіресе елдің орталық және солтүстік бөлігінде өндіріс көлемі үлкен және қалдықтары бірдей ірі металлургиялық зауыттар бар. Оларға Қарағанды металлургия комбинаты (АрселорМиттал Теміртау), «Қазақалтын» тау-кен металлургия концерні, Балқаш түсті металдарды өңдеу зауыты және менің диссертациямның мақсаты ел экономикасы үшін маңызды осы өндірістердің қалдықтарын пайдалануды табу және оларды жоғары толтырылған ұсақ түйіршікті бетондар өндірісінде пайдалану. Осы шолу мақаласында металлургиялық қалдықтарды қолдану бойынша жұмыстарға қысқаша шолу жасалды.

Негізгі бөлім

Ұсақ түйіршікті бетон цементті, суды және құм немесе қиыршық тас сияқты ұсақ толтырғыштарды қолданатын бетон түріне жатады. Бетонның бұл түрінің айрықша ерекшелігі-диаметрі әдетте 5 мм-ден аспайтын салыстырмалы түрде ұсақ толтырғыштарды қолдану. нәтижесінде бетон үлкен толтырғыштары бар дәстүрлі бетонға қарағанда тегіс және біркелкі құрылымға ие болады [3]. Ұсақ түйіршікті бетондарды туннельдер салу үшін және жерасты құрылыстарында қолдануға болады [4].

Лесовик Р.В. (2018) және т.б. мақаласында монолитті құрылысқа арналған тау - кен қалдықтарынан алынған ұсақ түйіршікті бетон жасалуы қарастырған. Кварцит құмтасы мен домна шлағы негізінде ұсақ түйіршікті бетонды салыстырған. Алынған мәліметтерді зерттеу және талдау түйіршіктелген домна шлактарын елеуіштердің кварцит құмтастарын ұнтақтау елеуіштерімен салыстырғанда ұсақтық модулінің төмендігімен және массалық тығыздығының жоғарылауымен сипатталатынын анықтады. Сондай-ақ, композит бөлшектерінің тығызырақ орналаса алуын жеңілдететін металлургиялық қалдық фракциясының мөлшерінің біркелкі таралуымен ерекшеленеді. Беріктік сынағы кварцит құмтастарын ұсақтаудан алынған толтырғыш үшін ең жақсы нәтижелер алынғанын көрсетті. 28 күннен еленген кварцит беріктігі 34,3 МПа, ал қожда 31,1 МПа. Осы нәтижелерге қарамастан, қалдық шлак негізіндегі бетондарды қолдану да орынды, өйткені кварцит құмы еленбенген кезде, ол нашар (10,3 МПа) беріктік көрсетті.

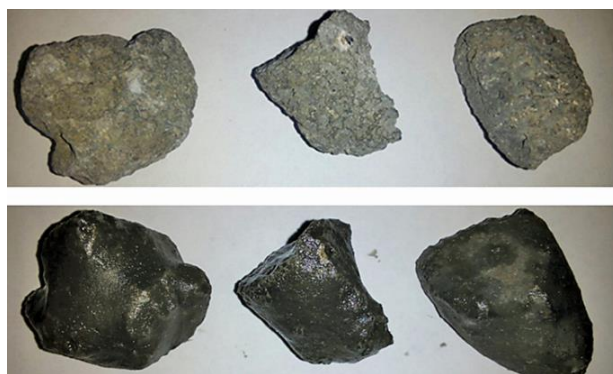
Авторлар бетон қоспасының оңтайлы құрамын, сондай-ақ оның механикалық және физикалық қасиеттерін анықтау үшін бірқатар эксперименттер жүргізді. Олар тау-кен қалдықтарын ұсақ түйіршікті бетон өндіру үшін шикізат ретінде пайдалану қалдықтарды қайта өңдеуге және қоршаған ортаға әсерді азайтуға мүмкіндік беретін тиімді және экологиялық таза шешім болып табылады деген қорытындыға келді [5].

Қадыров А.С. және т.б. ««АрселорМиттал Теміртау» тәжірибесі негізінде қара металлургия қалдықтарын қайта өңдеу перспективалары» мақаласында Қазақстандағы «АрселорМиттал Теміртау» тәжірибесіне баса назар аудара отырып, қара металлургиядағы қалдықтарды басқару практикасына терең талдау ұсынылған. Авторлар қара металлургия қалдықтарын басқарудың қауіпті табиғаты мен қоршаған ортаға әсері сияқты мәселелерін талқылайды. Авторлар компанияның металлургия қалдықтарын цемент және құрылыс сияқты басқа салалар үшін шикізат ретінде қалай сәтті пайдаланғанына мысалдар келтіреді.

1-кесте. ArcelorMittal Temirtau кәсіпорынының қалдықтарының химиялық құрамы, масс. %

Болат балқытылғанда пайда болатын қалдық									
Fetot	FeO	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	S	P ₂ O ₅	TiO ₂
21.68	18.37	42.21	5.34	10.33	2.43	4.30	—	5.98	0.18
Домна пешінің қалдықтары									
FeO	CaO/SiO ₂	CaO ₃	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	S	TiO ₂	BaO
0.43	1.08	9.3	9.76	36.34	14.88	0.62	0.91	1.1	0.32

Кесте көрсетіп тұрғандай металлургиялық қалдықтардың химиялық құрамы салыстырмалы түрде ұқсас болғанымен, пайыздық қатынасы әр түрлі. Домна пешінің қалдықтарында SiO₂ мен Al₂O₃ пайызы үлкен болса, ал болат балқығанда пайда болатын қалдықта CaO мен темір пайызы көп. Бұл олардың материалдарға әр түрлі қасиеттер бере алатынын көрсетеді.



1-сурет. Өңдеуден бұрын және кейін домна пешінің қалдықтарына негізделген қиыршық тастың эксперименттік үлгілері

Кадыров А.С. және т.б. (2018) зерттеуі бойынша домна пеші қалдықтарының өңделген түрі маркалық беріктігі өңделмеген түрінен жоғары болатынын көрсетті. Бұл дегеніміз осы қалдықтарды пайдаланып сапасы жоғары материал алуымызға болатынын көрсетеді [6].

Металлургиялық қалдықтарды тек құм орнына толтырғыш ретінде ғана емес, цемент орнына қолдануға болады. Ол үшін поззоландық белсенділігі болуы қажет. Поззолан белсенділігі судың қатысуымен поззолан мен кальций гидроксиді арасындағы реакция дәрежесін немесе реакция жылдамдығын білдіреді [7]. Бетонға сапасының жақсаруы үшін жасанды поззоландар қолдануға болады. Жасанды поззоландарға жоғары температурада өңделетін өңделген кальцийленген материалдар жатады, содан кейін олардың поззолан белсенділігін арттыру үшін ұнтақталады.

«Бақыланатын төмен беріктігі бар материалдар саласындағы зерттеулердің ілгерілеуі: металлургиялық үйінді шлактары цементтеу материалдары ретінде» ғылыми мақаласында Лю И. және т.б. (2022) бақыланатын төмен беріктігі бар материалдар саласындағы зерттеулердің қазіргі жағдайына шолу және металлургиялық үйінді шлактарды цементтеу материалы ретінде пайдалану болып табылады.

Авторлар материалдардың, оның қасиеттері мен техниканың әртүрлі салаларында қолданылуының толық сипаттамасын береді. Олар сондай-ақ үйінді қожын цементтеу материалы ретінде пайдаланудың артықшылықтары мен кемшіліктерін, соның ішінде оның химиялық құрамын, ылғалдандыру процесін және механикалық қасиеттерін талқылайды.

Эксперимент нәтижелері зерттелген үш металлургиялық қалдықтардың орташа поззолан белсенділігін көрсететінін көрсетті. Бұл шлактарды термиялық өңдеу процесінде кальций мен алюминий қоспаларын қосу арқылы химиялық түрлендіруге болады, ал шлактардың реактивтілігін тез салқындату арқылы жақсартуға болады [8].

Раджханс С. және т.б. өзінің шолу мақаласында болат қожын бетондағы үлкен агрегатты ішінара ауыстыру ретінде пайдалану туралы жан-жақты шолу берілген. Авторлар Болат қожының қасиеттерін және оны алмастыратын материал ретінде жарамдылығын, сондай-ақ оны бетонда қолданудың артықшылықтары мен кемшіліктерін талқылайды.

Мақалада алмастырғыш ретінде болат қожы бар бетонның сипаттамаларын зерттеу үшін жүргізілген әртүрлі зерттеулер мен эксперименттерді қамтиды. Авторлар сонымен қатар бетонның беріктігі мен беріктігіне ауыстыру пайызы сияқты әртүрлі факторлардың әсерін атап көрсетеді.

Сонымен қатар, мақала қалдықтар мен парниктік газдар шығарындыларын азайту сияқты бетондағы Болат қожын пайдаланудың ықтимал экологиялық артықшылықтары туралы қосымша ақпарат беруден пайда көруі мүмкін. Мақалада

болат қожын материалды алмастырғыш ретінде пайдаланудың экономикалық орындылығы, соның ішінде процестің экономикалық тиімділігі туралы қосымша ақпарат қамтылуы мүмкін [9].

Қорытынды

Жоғары толтырылған ұсақ түйіршікті бетонда техногендік металлургиялық қалдықтарды пайдалану тұрақты бетон өндірісіне перспективалы тәсіл болып табылады. Бұл қалдық материал бетонның қасиеттерін жақсартып алады және оны жою мәселесін шешуді қамтамасыз етеді. Дегенмен, қоспаның құрамын оңтайландыру және бетон өндірісінде қалдықтарды пайдаланумен байланысты мәселелерді шешу үшін қосымша зерттеулер қажет. Қарастырылған әдебиеттерде металлургиялық қалдықтарды толтырғыш ретінде де, цемент алмастырғыш байланыстырғыш ретінде де көрінісін тапты. Техногендік металлургиялық қалдықтардың материалға қандай қасиет беретіні оның химиялық құрамына сәйкес келетінін көріуімізге болады. Құрамында зиянды заттар болмаған жағдайда ғана, адам денсаулығына зиянды әсерін бермейтін сапалы материал шығады. Қазақстан тау-кен металлургиялық кәсіпорындарының қалдықтарын қолдану экологиялық жағдайды жақсартуға мүмкіндік береді.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Forbes.kz: Казахстан наращивает производство драгметаллов // Jusan Analytics. — 2023.
2. Производство продукции черной металлургии выросло почти в два раза в Казахстане [Electronic resource] / INFORM.KZ // Казинформ. — [2022]. — Mode of access: <https://www.inform.kz/ru/article/3997491> (accessed date: 25.02.2023).
3. Fine-Grained Concrete: Significance and Properties: Explained With Video [Electronic resource] // The Constructor. — [2020]. — Mode of access: <https://theconstructor.org/exclusive/fine-grained-concrete/190448/> (accessed date: 23.03.2023).
4. Исследование стойкости мелкозернистых бетонов к поверхностной эрозии в водной среде [Текст] / Т.В. Лам, Б.Б. Игоревич, А.О. Владимировна // Вестник МГСУ. — 2017. — Т. 12, № 1 (100). — С. 41–45.
5. Fine-grain concrete from mining waste for monolithic construction [Text] / R.V. Lesovik, M.S. Ageeva, G.A. Lesovik, D.M. Sopin, O.V. Kazlitina, A.A. Mitrokhin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. — 2018. — Vol. 327, No. 3. — P. 032028. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/327/3/032028>
6. Prospects for Processing of Ferrous Metallurgical Waste Based on Arcelormittal Temirtau Experience [Text] / A.S. Kadyrov, V.A. Kunaev, I.V. Georgiadi // Metallurgist. — 2018. — Vol. 62, No. 1. — P. 22–28. <https://doi.org/10.1007/s11015-018-0620-3>
7. Pozzolanic activity [Text] // Wikipedia. — 2022.
8. Research Progress on Controlled Low-Strength Materials: Metallurgical Waste Slag as Cementitious Materials [Text] / Y. Liu, Y. Su, G. Xu, Y. Chen, G. You // Materials. — 2022. — Vol. 15, No. 3. — P. 727. <https://doi.org/10.3390/ma15030727>
9. A Review: Partial Replacement of Coarse Aggregate with Steel Slag [Text] / S. Rajhans, A.K. Singh, M.R. Patel — 2022.