

FTAMP 67.09.55

С.Н. Кожиков¹ – негізгі автор, | ©
К. Жания²^{1,2}Магистр, ст. преподаватель

ORCID

¹<https://orcid.org/0009-0007-5865-070X>^{1,2}Торайғыров университет,

Павлодар, Қазақстан

¹sayan1988ksn@gmail.com<https://doi.org/10.55956/VTWO1043>

ЕКІБАСТҰЗ МАЭС-НЫҢ ГИДРОАЛДЫН АЛУ ӘДІСІМЕН АЛЫНҒАН КҮЛДЕРІН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП, КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ БАЙЫТҚЫШТАР МЕН БЕТОН ҚҰРАМДАРЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Аңдатпа. Мақалада Экибастұз МАЭС-ның гидроалдын алу күлдерін пайдалану арқылы композициялық байланыстырғыштар мен бетондардың құрамын оңтайландыру процесі қарастырылады. Негізгі назар бетондардың физика-механикалық қасиеттеріне, мысалы, беріктік, ұзақтық және мұзға төзімділік сияқты факторларға күлдің әртүрлі пропорцияларының әсерін зерттеуге аударылған. Эксперименттік деректерді сипаттау, гидродырау күлдерін байланыстырғыш материалдар мен бетондардың құрамына қоспа ретінде пайдаланудың тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді, бұл құрылыс материалдарын өндіру шығындарын төмендетуге және электр станцияларының қалдықтарын жоюмен байланысты экологиялық мәселелерді шешуге көмектеседі. Құрамдас бөліктердің оңтайлы қатынастарын талдаудың нәтижелері келтірілген, олар бетон конструкцияларының жақсартылған эксплуатациялық сипаттамаларын қамтамасыз етеді. Мақала гидродырау күлдерін жоғары сапалы бетон қоспаларын және төзімді құрылыс материалдарын жасау үшін балама компонент ретінде қолданудың перспективасын көрсетеді.

Тірек сөздер: МАЭС, күл, композициялық материалдар, пуццолан.



Кожиков, С.Н. Экибастұз МАЭС-ның гидроалдын алу әдісімен алынған күлдерін пайдалана отырып, композициялық байытқыштар мен бетон құрамдарын оңтайландыру [Мәтін] / С.Н. Кожиков, К. Жания // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2025. – №4(90). – Б.204-211. <https://doi.org/10.55956/VTWO1043>

Кіріспе. Соңғы онжылдықтарда қоршаған ортаға теріс әсерді азайту және табиғи ресурстарды пайдалануды оңтайландыру қажеттілігіне байланысты құрылыс саласында баламалы материалдарды әзірлеуге және қолдануға көбірек көңіл бөлінуде [1]. Осындай балама материалдардың бірі – жылу электр станцияларында көмірді жағу процесінде пайда болатын күл. Атап айтқанда, Экибастұз МАЭС-ның су жою күлі композициялық тұтқыр және бетон өндіру үшін әлеуетті құнды ресурс болып табылады [2].

Қазақстанның ірі электр станцияларының бірі болып табылатын Экибастұз МАЭС-ның жиі қолданылмайтын қалдықтарға айналатын

айтарлықтай мөлшерде қалдық шығарады. Алайда, күл химиялық және физикалық қасиеттеріне байланысты бетондар мен композициялық байланыстырғыштар сияқты жаңа құрылыс материалдарын жасау үшін компонент ретінде пайдаланылуы мүмкін [3]. Бетондардың құрамына қалдық қосу кәдеге жарату мәселесін шешіп қана қоймайды [4].

Сонымен қатар, бетондар мен тұтқыр материалдардың бөлігі ретінде гидроокшаулағыш қалдықтарды пайдалану цемент сияқты дәстүрлі компоненттерге қажеттілікті азайтуға мүмкіндік береді, бұл сонымен қатар оны өндіруге байланысты көміртегі шығарындыларының төмендеуіне әкеледі [5]. Бұл процесс тұрақты құрылыстың заманауи үрдістеріне толық сәйкес келеді және «Жасыл экономика» стратегиясын іске асыруға үлес қосуға мүмкіндік береді [6].

Екібастұз МАЭС су жою қоқыстарын пайдалана отырып композициялық тұтқыр және бетон құрамдарын оңтайландыру бірнеше себептер бойынша өзекті болып табылады:

– Күлді жоюдың экологиялық проблемасы: жылу электр станцияларында, соның ішінде Екібастұз МАЭС-на көмірді жағу нәтижесінде пайда болатын күл қоршаған ортаға қиындық туғызады. Бұл күлдің көп бөлігі атмосфераға шығарылады немесе арнайы полигондарда жиналады, бұл ауа мен топырақтың ластануына әкеледі. Құрылыс материалдарын өндіруде күлді пайдалану қалдықтарды жою мәселесін шешуге мүмкіндік береді [7].

– Бетондар мен тұтқыр материалдарды өндіруге кететін шығындарды азайту: гидроокшаулағыш күл белгілі бір тұтқыр қасиеттерге ие, бұл цементті бетондар мен композициялық байланыстырғыштардың бөлігі ретінде ішінара немесе толығымен ауыстыруға мүмкіндік береді. Бұл қымбат компонент болып табылатын цементке деген қажеттілікті азайтады, сонымен қатар оны өндіруге жұмсалатын энергия шығындарын азайтады, бұл энергия бағасының өсуі жағдайында маңызды [8].

– Бетондардың тұрақтылығы мен беріктігі: гидроокшаулағыш қалдықтарды қоспа ретінде пайдалану бетондардың аязға төзімділігі, су өткізбейтіндігі, сондай-ақ олардың қоршаған ортаның агрессивті әсеріне төзімділігі сияқты сипаттамаларын жақсарта алады. Бұл әсіресе қиын климаттық жағдайларда пайдаланылатын объектілерді салу үшін өте маңызды [9].

– Табиғи ресурстарды үнемдеу: цементтің бір бөлігін және бетонның басқа компоненттерін күл сияқты қалдықтармен алмастыру арқылы әктас, саз және цемент өндірісінде қолданылатын басқа материалдар сияқты табиғи ресурстарды тұтынуды азайтуға болады. Бұл ресурстарды ұтымды пайдалануға және қоршаған ортаға әсерді азайтуға ықпал етеді [10].

– Тұрақты құрылыстың заманауи талаптарына сәйкестігі: соңғы жылдары тұрақты даму және «жасыл сәулет» қағидаттарына негізделген құрылысқа деген қызығушылық артып келеді. Құрылыс материалдарын өндіруде күл сияқты қалдықтарды пайдалану көміртегі ізінің төмендеуіне ықпал етеді және экологиялық тұрақтылық талаптарына жауап береді [10].

Осылайша, Екібастұз МАЭС гидроалу қалдықтарын пайдалана отырып, бетондар мен композициялық тұтқыр заттардың құрамын оңтайландыру жөніндегі зерттеулер экологиялық тұрақтылық пен ресурстарды ұтымды пайдалану бөлігінде қазіргі заманның сын-тегеуріндеріне жауап беретін құрылыс саласындағы маңызды бағыт болып табылады.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы Екібастұз МАЭС-ның гидравликалық жою күлін композициялық тұтқыр және бетон материалдарының құрамдас бөлігі ретінде кешенді зерттеу және негіздеуде болып табылады.

Зерттеудің мақсаты Екібастұз МАЭС-ның пайдалану сипаттамаларын жақсарту және құрылыс саласында қолдану тиімділігін арттыру үшін гидроалу күлін пайдалана отырып, композициялық тұтқыр және бетон құрамдарын оңтайландыру болып табылады.

Зерттеу шарттары мен әдістері. *Материалдар:* Екібастұз МАЭС гидроокшаулағыш күлі, тұтқыр және бетон компоненттері (цемент, химиялық қоспалар, бетонға арналған толтырғыштар). Зертханалық тәсілімен қоспаларды дайындау процесі 1-суретте, шыққан өнім 2-суретте көрсетілген.



Сурет. 1. Зертханалық тәсілімен қоспаларды дайындау процесі



Сурет. 2. Бетон қоспаларының компоненттерінен шыққан өнімі

Гидравликалық күл – бұл электр энергиясын өндіру процесінде Екібастұз МАЭС-на көмірді жағу кезінде пайда болатын қалдық. Суды кетіру арқылы алынған күл белгілі бір физика-химиялық сипаттамаларға ие, бұл оны құрылыс материалдарын, соның ішінде бетондар мен композициялық байланыстырғыштарды өндіру үшін әлеуетті құнды компонент етеді. Екібастұз МАЭС су жою күлінің негізгі сипаттамалары:

1. Химиялық құрамы (1-кесте): Екібастұз МАЭС гидроокшаулағыш күлі кремний (SiO_2), алюминий (Al_2O_3), кальций (CaO), магний (MgO) және темір (Fe_2O_3) оксидтерінің жоғары құрамымен сипатталады. Бұл оны поцзолан материалдарына ұқсас белсенді минералды компонент ретінде жіктеуге мүмкіндік береді, бұл оны жоғары сапалы тұтқыр материалдар мен бетондар жасау үшін пайдалануға мүмкіндік береді.

Кесте 1

Күл үлгісінің орташа химиялық құрамы

Элемент	Күл үйіндісі, %		Эл. Фильтр, %	
	SiO_2	55,7	56,25	50,4
CaO	6,8	6,84	13,96	13,57
Al_2O_3	21,83	21,84	20,52	20,6
MgO	1,95	1,65	1,55	1,67
MnO	0,09	0,1	0,1	0,09
Fe_2O_3	7,44	7,4	8,55	8,53
FeO	6,69	6,66	7,69	7,68
K_2O	3,53	3,44	1,35	1,31
TiO_2	1,11	1,28	0,97	0,81
SO_3	0,72	0,68	0,87	0,82
BaO	0,44	-	0,5	0,59
P_2O_5	0,38	0,4	1,08	1,1

2. Физикалық қасиеттері:

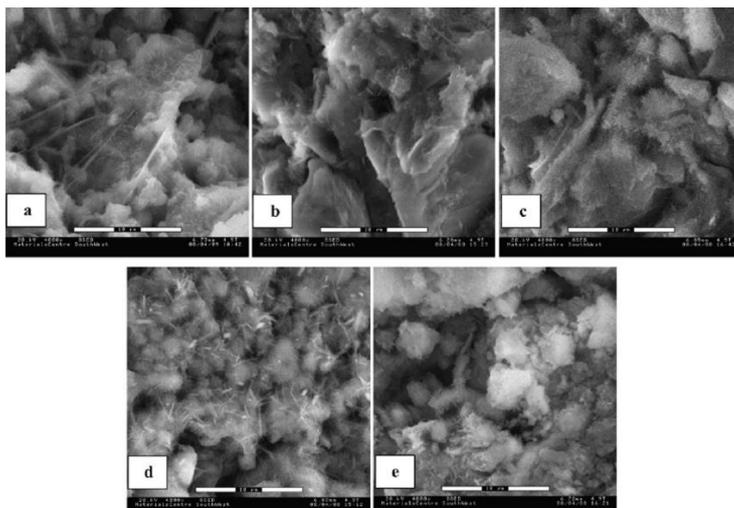
– меншікті тығыздық: әдетте гидроокшаулағыш күлдің тығыздығы төмен, бұл оны бетон үшін жақсы толтырғыш етеді;

– суды сіңіру: күл судың жоғары сіңуімен сипатталады, бұл бетон қоспаларының суға төзімділігі мен беріктігі сияқты қасиеттеріне әсер етуі мүмкін;

– бөлшектердің пішіні: гидроокшаулағыш күл бөлшектері әдетте ұсақ болады, бұл олардың бетон құрамындағы тұтқыр материалдармен өзара әрекеттесуін жақсартуға көмектеседі [11].

3. Белсенділік: Гидроокшаулағыш күл пуццолан белсенділігіне ие, яғни ол судың қатысуымен кальций гидроксидімен әрекеттесіп, тұтқыр қасиеттері бар қосылыстар түзе алады. Бұл күлді бетон құрамындағы цементтің бір бөлігін ауыстыру үшін компонент ретінде пайдалануға мүмкіндік береді, бұл оның құнын төмендетеді және экологиялық іздерді азайтады [12].

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Екібастұз МАЭС-тің су жою күлін пайдалана отырып, композициялық тұтқыр және бетон құрамдарын оңтайландыру бойынша жүргізілген зерттеу барысында осы материалды құрылыс саласында қолданудың орындылығын растайтын маңызды нәтижелер алынды. 3-суретте цемент-күл пасталарының 24 сағаттық гидратациядан кейінгі микроқұрылымы көрсетілген.



Сурет. 3. Цемент-күл пасталарының 24 сағаттық гидратациядан кейінгі микроқұрылымы: (a) 0 % күл, (b) 10 % күл, (c) 20 % күл, (d) 30 % күл, (e) 40 % күл

Гидроокшаулағыш күлдің химиялық және физика-механикалық қасиеттері (2-кесте): Екібастұз МАЭС гидроокшаулағыш күлінің құрамында SiO_2 , Al_2O_3 және CaO сияқты белсенді оксидтердің жоғары мандері бар, бұл оған пуццолан белсенділігін береді. Бұл қасиет күлді бетон құрамындағы цементтің бір бөлігін ауыстырудың құрамдас бөлігі ретінде пайдалануға мүмкіндік береді, олардың экологиялық және экономикалық сипаттамаларын жақсартады.

Кесте 2

Гидроокшаулағыш күлдің химиялық және физика-механикалық қасиеттері

Элемент/оксид	Массалық үлесі (%)	Рөлі
SiO ₂	55,20	Гель түзуші «матрица»
Al ₂ O ₃	37,65	Құрылымды күшейтуге әсері
CaO	1,47	Гидравликалық белсенділікке ықпал етеді
Fe ₂ O ₃	1,20	Минералогиялық құрамға әсер етеді
MgO, SO ₃ , Na ₂ O, K ₂ O	Қалдық	Қосымша әсерлер (тұтқырлық, реактивтілік)

Гранулометрия және минералогиялық құрамы (3-кесте): гидроокшаулағыш күл ұсақ гранулометриялық құрамымен және аморфты кремний диоксиді бөлшектерінің болуымен сипатталады, бұл бетон құрамындағы тұтқыр компоненттермен жақсы әрекеттесуге ықпал етеді. Кварцты және басқа белсенді минералдарды қамтитын күлдің минералогиялық құрамы олардың бетондардың беріктік сипаттамаларын жақсарту қабілетіне де әсер етеді.

Кесте 3

Гранулометрия және минералогиялық құрамы

Фракция (мкм)	Үлес салмағы (%)	Ескерту
< 10	25	Аморфты кремний диоксидінің басым бөлігі
10-50	45	Жалпы фракцияның негізгі бөлігі
> 50	30	Ірі бөлшектер, кварц және минералдар

Бетон қасиеттеріне әсері (4-кесте): цементті гидравликалық күлмен ішінара ауыстыру кезінде бетон қоспалары сығымдау беріктігі, су өткізбейтін және аязға төзімділік сияқты кейбір физикалық қасиеттердің жақсаруын көрсетеді. Суды кетіру күлді қолдану су-цемент қатынасын төмендетеді және бетондардың беріктігін арттыруға көмектеседі.

Кесте 4

Бетон қасиеттеріне әсері

Параметр	Бақылау (цемент 100%)	Күл қосылған бетон	Жақсару (%)
Сығу беріктігі, 28 күн (МПа)	35	40	+14
Су өткізгіштік коэффициенті (см/с)	$1,5 \times 10^{-8}$	$1,0 \times 10^{-8}$	-33
Аязға төзімділік (цикл)	100	150	+50

Экологиялық және экономикалық тиімділік: бетон өндірісінде суды кетіру күлін пайдалану цементке деген қажеттілікті азайтады, бұл көміртегі ізін азайтуға және құрылыс материалдарын өндіруге кететін шығындарды азайтуға көмектеседі. Бұл сонымен қатар көмір ЖЭС қалдықтарын жоюдың экологиялық мәселесін шешуге көмектеседі.

Әрі қарайғы зерттеулердің перспективалары: Екібастұз МАЭС гидроокшаулау күлін пайдалана отырып, бетон құрамын одан әрі жетілдіру үшін күл мен химиялық қоспалардың дозасын оңтайландыруға, сондай-ақ әртүрлі климаттық және пайдалану жағдайларында бетондардың ұзақ мерзімді пайдалану сипаттамаларын зерделеуге бағытталған қосымша

зерттеулер жүргізу қажет. Сондай-ақ, құрылыста кеңінен қолдану үшін суды кетіру технологиясын жақсарту және күлді өңдеу бойынша зерттеулерді жалғастыру маңызды.

Осылайша, жүргізілген зерттеу Екібастұз МАЭС-ті гидравликалық күлмен ылғалсыздандыру композициялық байланыстырғыштар мен бетондарға қоспа ретінде пайдалану құрылыс материалдарының өнімділігін айтарлықтай жақсартатын, олардың құнын төмендететін және өндірістің экологиялық тұрақтылығын арттыратын жоғары тиімді және экономикалық негізделген шешім болып табылатынын көрсетті.

Қорытынды. Екібастұз МАЭС гидроокшаулау күлін тұтқыр және бетон құрамына қоспа ретінде пайдалану нәтижесінде олардың беріктігі, аязға төзімділігі және суды сіңіру сияқты физикалық-механикалық қасиеттерін жақсартуға қол жеткізуге болады. Сонымен қатар, күлді қолдану цемент сияқты дәстүрлі материалдарға деген қажеттіліктің төмендеуіне ықпал етеді, бұл бетон өндірісін үнемді және экологиялық тұрақты етеді.

Әдебиеттер тізімі

1. Калашников, В.И. Технология бетонов с добавками зол угольных ТЭС и их применение в строительстве [Текст] / В.И. Калашников, Т.Н. Иванова. – М.: Стройиздат, 2020. – 256 с.
2. Рогозин А.С. Использование отходов гидроудаления угля в строительных материалах [Текст] / А.С. Рогозин, Д.В. Белов // Материалы для строительства. – 2019. – № 3. – С. 45-51.
3. Зинченко, В.П. Пуццолановые свойства зол угольных электростанций и их влияние на свойства бетонов [Текст] / В.П. Зинченко, М.А. Николаев // Строительные материалы. – 2018. – № 6. – С. 101-107.
4. Абрамов А.К. Влияние зол угольных ТЭС на прочностные и долговечностные характеристики бетонов [Текст] / А.К. Абрамов, О.С. Михайлова // Вестник строительных наук. – 2017. – Т. 42. – № 2. – С. 89-95.
5. Siddique R. Utilization of fly ash in concrete: A review // Journal of Civil Engineering and Management. – 2011. – Vol. 17. – No. 3. – P. 129-135.
6. Bui Q.B., Duong T.L. Fly ash and its role in concrete production // Journal of Building Materials. – 2020. – Vol. 28, No. 4. – P. 310-317.
7. Шевченко А.Г. Модификация свойств бетонов с добавками зол гидроудаления угольных электростанций [Текст] / А.Г. Шевченко, С.Ю. Куликов // Технологии и конструктивные решения в строительстве. – 2015. – № 5. – С. 134-139.
8. Степанов И.П. Современные методы улучшения свойств бетонов с добавками зол [Текст] / И.П. Степанов, В.Г. Захаров // Вестник ВГУ. Серия: Строительство и архитектура. – 2014. – № 7. – С. 78-83.
9. Власова И.А. Микроструктура бетонов с добавками зол угольных ТЭС [Текст] / И.А. Власова, М.Л. Герасимова // Журнал строительных и архитектурных технологий. – 2017. – № 8. – С. 152-158.
10. [?] Экологическая эффективность использования золы угольных ТЭС в строительстве [Текст] // Экологические проблемы и решения. – 2022. – № 12. – С. 44-49.
11. ГОСТ 31108-2016. Цементы общестроительные. Технические условия [Текст]. – Введ. 2017-03-01. – М.: Стандартинформ, 2019. – 18 с.
12. ГОСТ 10181-2014. Смеси бетонные. Методы испытаний [Текст]. – Введ. 2015-07-01. – М.: Стандартинформ, 2015. – 28 с.

Материал редакцияға 02.03.25 түсті, 25.12.25 қабылданды.

С.Н. Кожиков¹, К. Жания¹*¹Торайгыров университет, Павлодар, Казахстан***ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВОВ КОМПОЗИЦИОННОГО ВЯЖУЩЕГО И БЕТОНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗОЛ ГИДРОУДАЛЕНИЯ ЭКИБАСТУЗСКОЙ ГРЭС**

Аннотация. В статье рассматривается процесс оптимизации составов композиционного вяжущего и бетонов с использованием зол гидроудаления Экибастузской ГРЭС. Основное внимание уделено исследованию воздействия различных пропорций зол на физико-механические свойства бетонов, таких как прочность, долговечность и морозостойкость. Описание экспериментальных данных позволяет оценить эффективность использования зол гидроудаления в качестве добавки в составы вяжущих материалов и бетонов, что способствует снижению затрат на производство строительных материалов и решению экологических проблем, связанных с утилизацией отходов электростанций. Приведены результаты анализа оптимальных соотношений компонентов, которые обеспечивают улучшенные эксплуатационные характеристики бетонных конструкций. Статья демонстрирует перспективность применения зол гидроудаления как альтернативного компонента для создания высококачественных бетонных смесей и устойчивых строительных материалов.

Ключевые слова: ГРЭС, зола, композиционные материалы, пуццолан.

S.N. Kozhikov¹, K. Zhaniya¹*¹Toraighyrov University, Pavlodar, Kazakhstan***OPTIMIZATION OF COMPOSITIONS OF COMPOSITE BINDERS AND CONCRETE USING ASH FROM THE HYDRO-REMOVAL PROCESS AT EKIBASTUZ GRES**

Abstract. The article discusses the development of compositions of composite binders and products based on them using the ash of the Ekibastuz thermal power plant. The properties of ash as an additive in cement and concrete mixtures are investigated. The results of experiments on optimizing the composition of binders to improve their mechanical characteristics and durability are presented. The ash of the Ekibastuz thermal power plant is used as an active mineral component that helps reduce production costs and reduce the negative impact on the environment. The physicochemical properties of the obtained materials, their structure and phase composition are analyzed. The results of the research demonstrate the possibility of significantly increasing the strength, water resistance and frost resistance of products made of composite materials when using ash in the composition of binders. In conclusion, recommendations are offered for the introduction of the developed formulations into industrial production.

Keywords: CHP, ash, composite materials, pozzolan.

References

1. Kalashnikov V.I., Ivanova T.N. Tekhnologiya betonov s dobavkami zol ugol'nykh TES i ikh primeneniye v stroitel'stve [Technology of concretes with coal-fired TPP fly ash additives and their application in construction]. – Moscow: Stroyizdat, 2020. – 256 p. [in Russian].
2. Rogozin A.S., Belov D.V. Ispol'zovanie otkhodov gidroudaleniya uglya v stroitel'nykh materialakh [Use of coal hydraulic ash removal wastes in construction materials] // Materials for Construction. – 2019. – No. 3. – P. 45-51. [in Russian].
3. Zinchenko V.P., Nikolaev M.A. Putstsolanovye svoystva zol ugol'nykh elektrostantsiy i ikh vliyanie na svoystva betonov [Pozzolan properties of coal

- power plant fly ash and their influence on concrete properties] // Construction Materials. – 2018. – No. 6. – P. 101-107. [in Russian].
4. Abramov A.K., Mikhailova O.S. Vliyanie zol ugol'nykh TES na prochnostnye i dolgovechnostnye kharakteristiki betonov [Influence of coal-fired TPP fly ash on strength and durability characteristics of concrete] // Bulletin of Construction Sciences. – 2017. – Vol. 42. – No. 2. – P. 89-95. [in Russian].
 5. Siddique R. Utilization of fly ash in concrete: A review // Journal of Civil Engineering and Management. – 2011. – Vol. 17. – No. 3. – P. 129-135.
 6. Bui Q.B., Duong T.L. Fly ash and its role in concrete production // Journal of Building Materials. – 2020. – Vol. 28, No. 4. – P. 310-317.
 7. Shevchenko A.G., Kulikov S.Yu. Modifikatsiya svoystv betonov s dobavkami zol gidroudaleniya ugol'nykh elektrostantsiy [Modification of concrete properties with additions of hydraulically removed coal ash] // Technologies and Structural Solutions in Construction. – 2015. – No. 5. – P. 134-139. [in Russian].
 8. Stepanov I.P., Zakharov V.G. Sovremennyye metody uluchsheniya svoystv betonov s dobavkami zol [Modern methods for improving properties of concretes with fly ash additives] // Bulletin of Voronezh State University. Series: Construction and Architecture. – 2014. – No. 7. – P. 78-83. [in Russian].
 9. Vlasova I.A., Gerasimova M.L. Mikrostruktura betonov s dobavkami zol ugol'nykh TES [Microstructure of concretes with coal-fired TPP fly ash additives] // Journal of Construction and Architectural Technologies. – 2017. – No. 8. – P. 152-158. [in Russian].
 10. [?] Ekologicheskaya effektivnost' ispol'zovaniya zoly ugol'nykh TES v stroitel'stve [Environmental efficiency of using coal-fired TPP fly ash in construction] // Environmental Problems and Solutions. – 2022. – No. 12. – P. 44-49. [in Russian].
 11. GOST 31108–2016. Tsementy obshchestroitel'nye. Tekhnicheskie usloviya [Cements for general construction purposes. Technical specifications]. – Introduced 2017-03-01. – Moscow: Standartinform, 2019. – 18 p. [in Russian].
 12. GOST 10181–2014. Smesi betonnye. Metody ispytaniy [Concrete mixes. Test methods] – Introduced 2015-07-01. – Moscow: Standartinform, 2015. – 28 p. [in Russian].