

И.Э. Казимагомедов, Ф.И. Казимагомедов, А.В. Рачковский

Харьковский национальный университет строительства та архитектуры, Харьков

ВЛИЯНИЕ АКТИВИРОВАННОЙ ЗОЛЫ-УНОС НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЯЖЕЛЫХ БЕТОНОВ

На основании анализа литературных источников были систематизированы новейшие результаты отечественных и зарубежных исследований в области утилизации отходов промышленности. Подтверждена высокая актуальность поиска новейших технологий накопления, хранения, обработки и подготовки отходов различных отраслей индустрии для их широкого использования в промышленности строительных материалов. Теоретически обосновано и экспериментально подтверждено влияние активированных компонентов на состав цементных бетонов. Изучены различные варианты составов с добавками, активированными различными способами. С целью определения граничных количественных значений наполнителя и цемента был проведен статистический анализ различных вариаций. Физико-механические характеристики цементно-зольных бетонов, полученные в лабораторных условиях, позволили подтвердить гипотезу пропорционального снижения цементной составляющей при условии высокой степени гомогенизации сухих компонентов, активированных различными способами. В табличном и графическом виде представлены переменные и константные величины составов бетонов и их физико-механических показателей. Результаты исследований могут быть использованы в качестве рекомендаций по оптимальному подбору компонентов при расчёте составов бетона на предприятиях строительной индустрии.

Ключевые слова: утилизация, гомогенизация наполнителя, активация, микронаполнитель, минеральная добавка, суперпластификатор, вяжущее, дезинтеграторная активация.

Введение

Постановка проблемы. Многочисленные отечественные и зарубежные исследования подтверждают возможность и целесообразность использования отходов и попутных материалов в промышленном производстве строительных материалов. В то же время ценовые колебания на рынке цемента повышают актуальность вопроса экономии, качества и логистики. В последние десятилетия во всем мире активное развитие получили процессы утилизации зол ТЭС и их использования для производства строительных материалов [1–3].

Одним из эффективных направлений снижения расхода цемента является широкое использование таких отходов промышленности как зола-унос в качестве добавки в цементные бетоны, улучшения ряда свойств бетонных смесей и бетонов. Несмотря на обширные исследования, проблему цементно-зольных бетонов к настоящему времени нельзя считать исчерпанной [2; 4].

Зола-унос – тонкодисперсный продукт высокотемпературной обработки минеральной части углей. Она образуется при их сжигании в пылевидном состоянии в топках котлов и осаждается улавливающими устройствами из дымовых труб.

Анализ последних исследований и публикаций. Основным компонентом золы (65 %) является стекловидная алюмосиликатная фаза в виде частиц

шарообразной формы размером до 100 мкм. Из кристаллических фаз в золах могут быть α -кварцем и муллит, а при повышенном содержании Fe_2O_3 – еще и гематит. Количественное соотношение между α -кварцем и муллитом определяется соотношением SiO_2/Al_2O_3 , с увеличением которого содержание α -кварцем в кристаллической форме возрастает, а муллита убывает. Соответственно возрастает активность зол по поглощению извести [1]. Золы, обогащенные оксидом железа, более легкоплавки, в них образуется больше стекла на поверхности частиц, активность по поглощению извести повышается. Активность золы зависит от содержания стекловидной фазы. Установлена тесная связь между прочностью раствора, содержащего золу, и расчетной удельной поверхностью стекловидной фазы. Стекло в золах можно рассматривать как материал, содержащий аморфиты – образования, близкие по составу и структуре соответствующим кристаллическим фазам, но с очень высокой удельной поверхностью, и неупорядоченные глиноземисто-кремнеземистые прослойки между ними. Способность стекловидной фазы к гидратации и гидролизу можно объяснить рыхлой субмикроструктурой и относительно высокой проницаемостью аморфитов, обусловленной наличием пустот между ионными группировками. Активность промежуточного вещества стекловидной фазы определяется соотношением глинозема и

кремнезема: чем оно больше, тем легче идет процесс гидратации зольного стекла в щелочной и сульфатно-щелочной среде, в нейтральной среде оно устойчиво. На гидравлическую активность кальциево-алюмо-силикатного стекла, содержащегося в золе, положительно влияют примеси магния, железа и некоторых других элементов [1].

Определенной гидравлической активностью в золах, наряду со стекловидной фазой, обладает дегидратированное и аморфизированное глинистое вещество. Активность зависит от минералогического состава глин, входящих в минеральную часть топлива. С повышением в золе содержания аморфизованного глинистого вещества увеличивается ее водопотребность [2]. В тех случаях, когда минеральная часть топлива имеет значительное содержание карбонатов, в золе образуются низкоосновные силикаты, алюминаты и ферриты кальция, способные взаимодействовать с водой.

В золах, как правило, содержится углерод в виде различных модификаций коксовых остатков, содержание которых зависит от вида сжигаемого топлива: для бурых углей и горючих сланцев оно составляет менее 4 %, каменных углей – 3...12 %, а у антрацита – 15...25 %. Содержание несгоревших углеродистых частиц (НУЧ) в тонкодисперсных фракциях золы меньше, чем в грубодисперсных.

Химический состав зол колеблется в зависимости от месторождения углей.

Содержание основных оксидов в золах различных ТЭС находится в пределах: SiO_2 – 37...63 %; Al_2O_3 – 9...37 %; Fe_2O_3 – 4...17 %; CaO – 1...32 %; MgO – 0,1...5 %; SO_3 – 0,05...2,5 %; $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ – 0,5...5 %.

Важными показателями качества золы являются дисперсность и гранулометрический состав. Многочисленные исследования показывают, что прямой зависимости между этими двумя показателями нет.

Дисперсность золы выражается удельной поверхностью, определяемой методом воздухопроницаемости, а также остатком на ситах при просеивании, этот показатель колеблется от 1000 до 4000 $\text{см}^2/\text{г}$, во многих случаях он приближается к удельной поверхности цемента. Зола, содержащая большее количество остатков несгораемого топлива, имеют более высокие значения удельной поверхности.

Гранулометрический состав зол различен. Размер зерен частиц находится в пределах 1...200 мкм [3]. Содержание фракций более 85 мкм не превышает 20 %, 30...40 мкм – около 50 %. Более крупные фракции золы образуются при повышенном содержании в минеральной части топлива оксидов плавней CaO и Fe_2O_3 (рис. 1).

Дисперсность золы зависит от тонкости измельчения пылевидного топлива, с уменьшением последней увеличивается количество несгоревших частиц. Наиболее дисперсная зола улавливается электрофильтрами, при этом для различных полей электрофильтров гранулометрический состав золы изменяется.

Положительные свойства золы как активного полифункционального компонента бетонных смесей реализуется полнее при введении в бетонные смеси добавки – суперпластификатора. Комплекс «зола-суперпластификатор» особенно эффективен в литых бетонах при безвибрационных технологиях уплотнения. Литые цементно-зольные бетоны с добавкой суперпластификатора при умеренных расходах цемента обладают устойчивостью к расслоению и достаточно высокими физико-механическими свойствами.

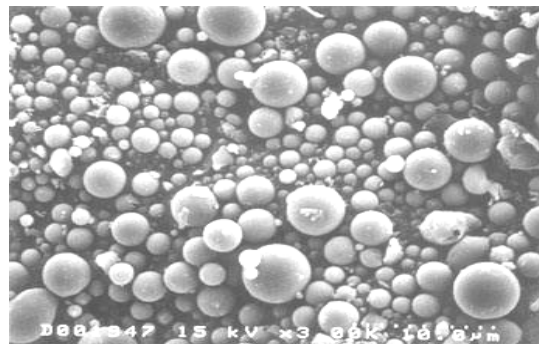


Рис. 1. Гранулометрический состав золы

В бетонной смеси зола играет роль как минеральной добавки, увеличивающей общее количество вяжущего, так и микро наполнителя, улучшающего гранулометрический состав песка и активно влияющего на процессы структурообразования бетона. Учитывая полифункциональный характер зольной добавки, введение ее без дополнительной обработки лишь взамен части цемента или песка не позволяет решить задачу оптимизации составов.

Цель исследований. Для оценки влияния золы Змиевской ГРЭС (Харьковская обл.) на прочность тяжелого бетона на кафедре строительных материалов и изделий Харьковского национального университета строительства и архитектуры были проведены исследования.

Целью настоящей работы являются исследования механизма воздействия наполнителя из золы-уноса Змиевской ГРЭС, применяемого взамен части цемента, на свойства цементных бетонов.

Изложение основного материала

Изготавливались 5 серий образцов бетона базового состава с заменой 10 %; 15 %; 20 %; 25 %; цемента золой-унос Змиевской ГРЭС.

В табл. 1 приведены данные испытания полученных образцов на прочность при сжатии в возрасте 28 сут. нормального твердения.

Для снижения водопотребности и повышения удобоукладываемости бетонных смесей во все исследованные составы вводилась добавка суперпластификатора С-3 в количестве 0,5 % от массы цемента.

Таблица 1

Результаты механических испытаний образцов-кубов

№ пп	Марка бетона	Расход материалов на 1 м ³ , кг					Прочность при сжатии, МПа, 28 сут.	Прочность при изгибе, МПа, 28 сут.
		цемент ПЦ 400	зола	песок	щебень фракции 5–20 мм	вода, л.		
1	150	230	-	790	1220	160	14,65	6,33
2	150	207	23	790	1220	160	14,82	6,72
3	150	195,5	34,5	790	1220	160	14,86	6,83
4	150	184	46	790	1220	160	14,58	6,36
5	150	172,5	57,5	790	1220	160	14,24	6,29

Как видно из таблицы, введение 15 % золы-унос взамен цемента повышает прочность бетона на 1,5 %, а 20 % и более – снижает.

С целью дальнейшего снижения расхода цемента было исследовано влияние интенсивной гомогенизации в сочетании с активацией золы-унос с помощью шаровой мельницы и дезинтегратора. Активация заполнителей и смеси заполнителя с вяжущим получила распространение в производстве

строительных материалов, в результате чего разработан новый вид материала – силикальцит.

Для повышения активности золы производится её обработка в шаровой мельнице, которая осуществляется в течение 30 мин. при скорости 55–60 об/мин. Результаты использования активированной в шаровой мельнице золы приведены в таблицах (табл. 2–3).

Таблица 2

Характеристики образцов с золой-унос, активированной в шаровой мельнице

№ пп	марка бетона	Расход материалов на 1 м ³ , кг							Прочность при сжатии, МПа, 28 сут.	Прочность на растяжение при изгибе, МПа, 28 сут.
		Контрольный обр.	Ц+3 (20% от массы Ц)	Ц+3 (30% от массы Ц)	Ц+3 (40% от массы Ц)	песок	щебень	вода		
1	150	230				790	1220	160	14,73	6,24
2	150		184+46			790	1220	160	14,75	6,41
3	150			161+69		790	1220	160	14,22	6,03
4	150				138+92	790	1220	160	13,63	5,83

Таблица 3

Характеристики образцов с золой-унос, активированной в дезинтеграторе

№ пп	марка бетона	Расход материалов на 1 м ³ , кг							Прочность при сжатии, МПа, 28 сут.	Прочность на растяжение при изгибе, МПа, 28 сут.
		Контрольный обр.	Ц+3 (20% от массы Ц)	Ц+3 (30% от массы Ц)	Ц+3 (40% от массы Ц)	песок	щебень	вода		
1	150	230				790	1220	160	14,73	6,24
2	150		184+46			790	1220	160	15,52	6,81
3	150			161+69		790	1220	160	15,32	6,53
4	150				138+92	790	1220	160	14,23	5,93

Получены данные прочностных характеристик образцов после совместной активации цемента с золой унос в дезинтеграторе. По сравнению с контрольным образцом экспериментальные образцы

после испытаний показали незначительные колебания прочности при пропорциональной замене цемента золой после дезинтеграторной обработки.

Алгоритм экспериментальной части работы основывается на изучении вариации содержания цемента и золы. Четыре образца подвергались испытаниями на растяжение и сравнивались с прочностными показателями контрольного образца. Замена цемента золой производилась по той же схеме, что и при экспериментах с образцами, подвергнутым испытаниям на сжатие. Колебания содержания золы находились в тех же пределах.

В ходе исследований получены результаты экспериментов по испытанию образцов на прочность при сжатии после 28 суток хранения во влажных условиях. Целью эксперимента является определение зависимости прочности образцов на сжатие при различных составах золы по отношению к содержанию цемента. Результаты испытаний сравнивались с контрольным образцом.

В результате статистического анализа получены данные испытания образцов на растяжение при изгибе. Изучалась зависимость прочности при различном содержании цемента и золы при постоянном количестве содержания песка. Три образца после 28 суток выдержки были испытаны на растяжение. При незначительных колебаниях показателей прочности содержание цемента было снижено путём

замены эквивалентным количеством золы в пределах до 40 %. В результате экспериментов была подтверждена гипотеза достаточной активности золы-унос после обработки в дезинтеграторной установке и возможности повышенной экономии цемента при сохранении прочностных характеристик.

Выводы

В результате проведенных лабораторных исследований и испытаний образцов различных составов установлено следующее:

– введение золы-унос в бетоны без предварительной обработки обеспечивает снижение расхода цемента до 15 % (табл. 1);

– активация путем обработки золы-унос в дезинтеграторе позволяет снизить расход цемента в бетонах М 150 на 40 % (табл. 3);

– установлена эффективность обработки золы-унос совместно с цементом в дезинтеграторе, что увеличивает вяжущие свойства золы и цемента;

– предварительно установлено, что при использовании бездобавочных цементов в бетонах высоких марок эффект от применения активированной золы-унос оказывается значительно выше, чем низких марок.

Список литературы

1. Элинзон М.П. Топливосодержащие отходы промышленности в производстве строительных материалов / М.П. Элинзон, С. Васильков. – М.: Стройиздат, 1980. – 232 с.
2. Дворкин Л.И. Использование золы-уноса ТЭС для приготовления бетонов и растворов при строительстве АЭС / Л.И. Дворкин, И.Г. Пресман. – М. Информэнерго, 1987. – 168 с.
3. Сергеев А.М. Использование в строительстве отходов энергетической промышленности / А.М. Сергеев. – К.: Будівельник, 1984. – 119 с.
4. Веню М. Цементы и бетоны в строительстве / М. Веню. – М.: Стройиздат, 1980. – 110 с.
5. Баженов Ю.М. Технология бетона / Ю.М. Баженов. – М.: Высшая школа, 1987. – 415 с.
6. Люр Х.П. Влияние гранулометрического состава зол с низкими потерями при прокаливании на рост прочности бетона / Х.П. Люр, Я. Ефас // Шестой Международный конгресс по химии цемента. – М.: Стройиздат, 1976. – Т. 3. – С. 103-112.
7. Смит А.Е. Современный подход к применению золы-уноса в бетоне / А.Е. Смит // Технология товарной бетонной смеси. – М.: Стройиздат, 1981. – С. 18-24.
8. Стольников В.В. Использование золы-уноса от сжигания пылевидного топлива на тепловых электростанциях / В.В. Стольников. – Л.: Энергия, 1989. – 49 с.
9. Сокол Э.В. Природа, химический и фазовый состав энергетических зол Челябинских углей / Э.В. Сокол, Н.В. Максимова. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал "Гео", 2001. – 107 с.
10. Путилин Е.И. Обзорная информация отечественного и зарубежного опыта применения отходов от сжигания твердого топлива на ТЭС / Е.И. Путилин, В.С. Цветков. – М.: Союздзори, 2003. – 60 с.
11. Дворкин Л.И. Строительные материалы из отходов промышленности: учебно-справочн. пособ. / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. – 368 с.
12. Liu M. Wider Application of Additions in Self-compacting Concrete [Текст]: A thesis for the degree of Doctor of Philosophy / Miao Liu. – London, 2009.
13. Зырянов В.В. Комплексная технология переработки сухих зол уноса ТЭЦ. Энергетика UA / В.В. Зырянов. – 2007. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://energyua.com>.
14. Савицкий Н.В. Прочность и морозостойкость золобетонов / Н.В. Савицкий, Т.М. Павленко, А.Р. Аббасова // Строительство, материаловедение, машиностроение. – Днепрпетровск: ПГАСА, 2014. – Вып. 75. – С. 204-209.
15. Приходько А.П. Особенности золы тепловых электростанций как строительного материала / А.П. Приходько, Т.М. Павленко, А.Р. Аббасова // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2010. – № 2–3. – С. 47-52.

References

1. Elinzon, M.P. and Vasilkiv, S.G. (1980), “*PalivovmIschuyuchI vldhodi promishlennostI u virobnitstviI budivelnih materIalIv*” [Use of fuel-containing industrial waste for manufacturing building materials], Stroyizdat, Moscow, 232 p.
2. Dvorkin, L.I. and Presman, I.G. (1987), “*Ispolzovanie zolyi-unos TES dlya prigotovleniya betonov i rastvorov pri stroitelstve AES*” [Use of fly ash from thermoelectric power plants for manufacturing concrete and mortars in building nuclear power plants], Informenergo, Moscow, 168 p.
3. Sergeev, A.M. (1984), “*Vikoristannya v budivnitstvi vidhodiv energetichnoyi promislovosti*” [Using waste from power Use of waste from energy-producing industry in civil engineering], Budivelnik, Kyiv, 119 p.
4. Venyu, M. (1980), “*Tsementi ta betoni v stroitelstve*”, [Cement and concrete in civil engineering], Stroyizdat, Moscow, 110 p.
5. Bazhenov, Yu. M. (1987), “*Tehnologiya betona*” [Concrete technology], High school, Moscow, 180 p.
6. Lyur, H.P. and Efas, Ya. (1976), “*Vpliv granulometrichnogo skladu zol z nizkimi vtrataми pri prozharyuvanni na zrostantannya mitsnosti betonu, tehnologiya tovarnoyi betonnoyi sumishi*” [The dependence of concrete strength from the granulometric composition of ash with low loss while heating], *Sixth International Cement Chemistry Congress*, Stroyizdat, Moscow, pp. 18-24.
7. Smit, A.E. (1981), “*Suchasniy pidhid do zastosuvannya zoli-vinesennya v betonah, Tehnologiya tovarnoyi betonnoyi sumishi*” [Modern approach to using fly ash in concrete], *Concrete mix technology*, Stroyizdat, Moscow, pp. 18-24.
8. Stolnikov, V.V. (1989), “*Vikoristannya zolivinesennya vid spalyuvannya pilopodibnogo paliva na teplovih elektrostantsiyah*” [Use of fly ash waste from burning powdered fuel at thermoelectric power plants], Energiya, Leningrad, 49 p.
9. Sokol, E.V. (2001), “*Priroda, himicheskii i fazoviyi sostav energeticheskikh zol Chelyabinskikh ugley*” [Nature, chemical formulation and phase composition of ash from Chelyabinsk coal], Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Geo branch, Novosibirsk, 110 p.
10. Putilin, E.I. and Tsvetkov, V.S. (2003), “*Obzornaya informatsiya otechestvennogo i zarubezhnogo opyita primeneniya othodov ot szhiganiya tverdogo topliva na TES*” [Best national and global practices of using industrial waste from burning solid fuel at thermoelectric power plants], Soyuzdornii, Moscow, 60 p.
11. Dvorkin, L.I. and Dvorkin, O.L. (2007), “*Stroitelnyie materialyi iz othodov promyishlennosti: uchebno-spravochnoe posobie*” [Building materials made from industrial waste: reference and training manual], Feniks, Rostov-na-Donu, 368 p.
12. Liu, M. (2009), “*Wider Application of Additions in Self-compacting Concrete*” [A thesis for the degree of Doctor of Philosophy], London.
13. Zyryyanov, V.V. (2007), “*Kompleksnaya tehnologiya pererabotki suhih zol unosa TETs*” [Complex technology of recycling dry fly ash from thermoelectric power plants], Energetika UA, available at: www.energyua.com.
14. Savitskiy, N.V., Pavlenko, T.M. and Abbasova, A.R. (2014), “*Prochnost i morozostoykost zolobetonov*” [Strength and frost resistance of fly ash concrete], *Stroitelstvo, materialovedenie, mashinostroenie*, PGASA, Dnepropetrovsk, No. 75, pp. 204-209.
15. Prihodko, A.P., Prihodko, A.P., Pavlenko, T.M. and Abbasova, A.R. (2010), “*Osobennosti zolyi teplovyih elektrostantsiy kak stroitel'nogo materiala*” [Peculiarities of ash from thermoelectric power plants as a building material], *Bulletin of Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture*, No. 2, pp. 47-52.

Поступила в редколлегию 24.05.2018
Одобрена к печати 17.07.2018

Відомості про авторів:

Казімагомедов Ібрагім Емірчубанович
кандидат технічних наук
доцент
Харківського національного університету
будівництва та архітектури,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-6770-8455>

Казімагомедов Фіраз Ібрагімович
кандидат технічних наук
доцент
Харківського національного університету
будівництва та архітектури,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-4978-4654>

Information about the authors:

Ibragim Kazimagomedov
Candidate of Technical Sciences
Associate Professor
of Kharkiv National University
of Civil Engineering and Architecture,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-6770-8455>

Firaz Kazimagomedov
Candidate of Technical Sciences
Associate Professor
of Kharkiv National University
of Civil Engineering and Architecture,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-4978-4654>

Рачковський Олександр Васильович
кандидат технічних наук
доцент
Харківського національного університету
будівництва та архітектури,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-6743-3845>

Alexander Rachkovskyi
Candidate of Technical Sciences
Associate Professor
of Kharkiv National University
of Civil Engineering and Architecture,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-6743-3845>

ВПЛИВ АКТИВОВАНОЇ ЗОЛИ-УНОС НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВАЖКИХ БЕТОНІВ

I.E. Kazimagomedov, F.I. Kazimagomedov, O.V. Rachkovskiy

На підставі аналізу літературних джерел були систематизовані новітні результати вітчизняних і зарубіжних досліджень в області утилізації відходів промисловості. Підтверджено високу актуальність пошуку новітніх технологій накопичення, зберігання, обробки і підготовки відходів різних галузей індустрії для їх широкого використання в промисловості будівельних матеріалів. Теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено вплив активованих компонентів на склад цементних бетонів. Вивчено різні варіанти складів з добавками, активованими різними способами. З метою визначення граничних кількісних значень наповнювача і цементу був проведений статистичний аналіз різних варіацій. Фізико-механічні характеристики цементно-золи бетонів, що отримані в лабораторних умовах, дозволили підтвердити гіпотезу пропорційного зниження цементної складової за умови високого ступеня гомогенізації сухих компонентів, активованих різними способами. У табличному і графічному вигляді представлені змінні і константні величини складів бетонів та їх фізико-механічних показників. Результати досліджень можуть бути використані в якості рекомендацій щодо оптимального підбору компонентів при розрахунку складів бетону на підприємствах будівельної індустрії.

Ключові слова: утилізація, гомогенізація наповнювача, активація, мікронаповнювачів, мінеральна добавка, суперпластифікатор, в'язучий, дезінтегруюча активація.

THE INFLUENCE OF ACTIVATED FLY ASH ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF HEAVY CONCRETE

I. Kazimagomedov, F. Kazimagomedov, A. Rachkovskiy

The article analyzes the preceding works on the topic and summarized the most recent achievements of research carried out on the national and global scale in the field of industrial waste recycling. The findings prove the considerable need for new and advanced technologies of collecting, storing, processing and preparing waste from different industries so that they can be widely used in manufacturing building materials. The article provides theoretical explanation and experimental proof of the influence of activated components on the composition of cement concrete. A variety of compounds were studied with additions activated in different ways. Statistical analysis of different variants was performed in order to establish marginal quantitative values of filler and cement. Physical and chemical characteristics of fly-ash-cement concrete, which were received under laboratory conditions, helped to prove the hypothesis of proportional decrease of cement component under the condition of highly homogenized dry components activated in different ways. Variable and constant values of concrete compounds and their physical and mechanical characteristics are presented in the form of tables and graphs. The results of the present research can be used as a recommendation for more efficient selection of components when estimating concrete compounds in civil engineering. The positive properties of ash as an active polyfunctional component of concrete mixtures is better realized when a superplasticizer additive is added to the concrete mixes. Complex "ash-superplasticizer" is especially effective in cast concrete with compaction without dynamic impact. Concretes with the addition of ash and superplasticizer are resistant to stratification and high physical and mechanical properties. In a concrete mixture, the ash plays the role of a mineral additive, which increases the total amount of the binder, and the microfiller, which improves the granulometric composition of sand and actively influences the processes of structure formation of concrete. Polyfunctional properties of the ash additive together with the additional processing increasing the activity of the cement-ash binder allow solving the problem of composition optimization.

Keywords: recycling, filler homogenization, activation, microfiller, mineral additions, superplasticizing admix, binding material, disintegrating activation.