

9-10-2019

## MODIFIED SLAG-ALKALINE BINDERS

Ag A. Mukhamedbaev

*Tashkent Institute of Architecture and Civil Engineering*

Kh Kh Kamilov

*Bukhara State University*

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi>

---

### Recommended Citation

Mukhamedbaev, Ag A. and Kamilov, Kh Kh (2019) "MODIFIED SLAG-ALKALINE BINDERS," *Scientific-technical journal*: Vol. 22 : Iss. 3 , Article 29.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi/vol22/iss3/29>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Scientific-technical journal by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact [sh.erkinov@edu.uz](mailto:sh.erkinov@edu.uz).

## BUILDING

УДК 666.972.

**MODIFIED SLAG-ALKALINE BINDERS**

Ag.A. Mukhamedbaev\*, Kh.Kh. Kamilov\*, A.A. Tulaganov\*\*

\*Tashkent Institute of Architecture and Civil Engineering,

\*\*Bukhara State University

**МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ШЛАКОЩЕЛОЧНЫЕ ВЯЖУЩИЕ**

Аг.А. Мухамедбаев\*, Х.Х. Камиллов\*, А.А. Тулаганов\*\*

\*Ташкентский архитектурно-строительный институт,

\*\*Бухарский государственный университет

**МОДИФИЦИРЛАНГАН ШЛАКИШҚОРЛИ БОҒЛОВЧИЛАР**

Аг.А.Мухамедбаев\*, Х.Х. Камиллов\*, А.А.Тулаганов\*\*

\*Тошкент архитектура-қурилиш институти,

\*\*Бухоро давлат университети

*The physic-mechanical characteristics and microstructure of modified slag alkaline binders are investigated. Plasticizers of various types and a foaming agent were used as modifiers. The positive effect of plasticizers on the properties of slag binders, except for the foaming agent, has been established.*

**Keywords:** slag binder; grinding; strength; density; microstructure; modifying.

*Исследованы физико-механические характеристики и микроструктура модифицированных шлакощелочных вяжущих. В качестве модификаторов использовались пластификаторы различного типа и пенообразователь. Установлено положительное влияние пластификаторов на свойства шлакощелочных вяжущих, кроме пенообразователя.*

**Ключевые слова:** шлакощелочное вяжущее; помол; прочность; плотность; микроструктура; модифицирование.

*Модифицирланган шлакишқорли боғловчиларнинг физик-механик хусусиятлари ва микроструктураси тадқиқ этилган. Модифицирловчи моддалар сифатида пластификаторлар ва қўпик ҳосил қилувчи модда ишлатилган. Қўпик ҳосил қилувчи моддадан ташқари барча пластификаторларнинг шлакишқорли боғловчини хусусиятларига ижобий таъсир этиши аниқланган.*

**Таянч сўзлар:** шлакишқорли боғловчи; туйиш; мустаҳкамлик; зичлик; микроструктура; модифицирлаш.

**Введение.** В современной жизни трудно найти строительный материал, который не обладал бы multifunctionalными свойствами при использовании в различных конструкциях. Для придания строительным материалам дополнительных свойств, улучшения физико-механических характеристик, а также сокращения производственного цикла при производстве изделий и конструкций проводят модифицирование вяжущего вещества.

В настоящее время многочисленными научными исследованиями и работами определены основные способы модифицирования вяжущих материалов:

- модификация органическими химическими добавками;
- испол отходов бытового и производственного происхождения (отработанное машинное масло, сульфатно-водный концентрат производства капролактама, и т.д.);
- применение термической активации компонентов;
- использование механохимической активации компонентов;

---

**BUILDING**

---

Применительно к минеральным вяжущим системам под модификаторами подразумеваются вещества, улучшающие технологические и строительно-технические свойства получаемых материалов.

Вводимые в незначительных количествах добавки таких веществ оказывают действие на реологические свойства незатвердевших вяжущих систем и параметры кристаллизации, влияя на морфологию новообразований (внешний вид фаз, их форму, размер, удельную поверхность), изменяя структуру материала за счет микровоздухо-(газо) вовлечения (выделения), природу поверхности затвердевшего искусственного камня и, тем самым, свойства камня вяжущего и бетона – их прочность, пористость, водонепроницаемость, усадку, трещиностойкость и прочность сцепления с заполнителем.

В работе [1] получено шлакощелочное вяжущее (ШЩВ) совместным помолом гранулированного шлака Новолипецкого металлургического комбината и цеолитсодержащей глины, в соотношении 1:0,3, в шаровой мельнице до удельной поверхности 3150-4000 см<sup>2</sup>/г. Ими было установлено, что модифицирование шлакощелочных бетонов (ШЩБ) этиловым спиртом, ацетоном, хозяйственным мылом, мылонафтом замедляет темпы роста прочности ШЩБ в возрасте от 1 до 28 сут.

А.Ф. Акопяном [2] предложено в качестве модифицирующих добавок применять 0,05-0,5% углеводы типа сахарозы и 0,25-0,75% пылевидных отходов электродного производства при получении ШЩВ.

В.А. Рахмановым и др. [3] разработано ШЩВ на основе молотого доменного гранулированного шлака и жидкого стекла с добавлением нитрилтриметиленфосфоновой кислоты.

**Цель исследования.** Исследования были направлены на изучение влияния модифицирующих добавок на физико-механические показатели, а также микроструктуру ШЩВ.

**Сырьевые материалы.** В качестве основного алюмосиликатного компонента ШЩВ был выбран шлак электротермофосфорного производства (ЭТФ шлак). В качестве щелочного компонента использовали водный раствор дисиликата натрия с плотностью  $\rho=1,3$  г/см<sup>3</sup>. В качестве модифицирующих добавок использовали пластификаторы JK, Лахта КМД PRO, Glenium 150, Glenium 51 и пенообразователь ПБ-Люкс. Для равномерного распределения модификаторы добавляли в процессе помола ЭТФ шлака (механохимическая активация). Сухие пластификаторы JK и Лахта КМД PRO добавляли в количестве 1%, а жидкие Glenium 150, Glenium 51 и ПБ-Люкс - в количестве 0,3%. Время помола составляло 60 и 90 минут.

**Методы исследования.** В исследованиях пользовались стандартными физико-механическими методами используемые в научно-исследовательских работах и в современной производственной практике [4]. Для установления индивидуальности изучаемых образцов снимали рентгенограммы на дифрактометре ДРОН-3 с CuK $\alpha$  отфильтрованным излучением,  $V_{\text{даф.лент}}=600$  мм/час;  $V_{\text{дет.}} = 2^{\circ}$ /мин; пост.вр.  $I=0,5$ ; предел изм.  $4 \times 10^2$  мин/сек, щель счетчика:  $1 \times 2 \times 1$ ;  $U=30$ кВ;  $J=20$  мА. Область съемки с 2 до  $72^{\circ}$  CuK $\alpha$  2 $\theta$ .

Электронно-микроскопические исследования продуктов гидратации модифицированных ШЩВ проводили на микроскопе ЭМВ – 100БР методом одноступенчатой самооттененной угольной реплики. Ускоряющее напряжение 50кв. Разрешение прибора 20 Å. Напыление проводили на вакуумной установке ВУП-4.

**Экспериментальная часть.** В предыдущих работах нами были исследованы процессы механоактивации ЭТФ шлака и его смесей [5,6], определены декоративные показатели тонкомолотых порошков [7].

В качестве контрольного состава выбрали составы, в которых не использовались поверхностно-активные вещества. Результаты физико-механических характеристик приведены в таблице 1.

## BUILDING

Таблица 1. Физико-механические характеристики исследуемых вяжущих

№	Состав смеси, %	Время помола, мин	Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>	Удельная поверхность, см <sup>2</sup> /г	Прочность при сжатии ТВО, МПа		Плотность образцов, г/см <sup>3</sup>
					1 сут	28 сут	
1	ЭТФ – 100	60	1,080	2972	77,25	94,25	2,12
2		90	1,010	3698	89,00	101,90	2,13
3	ЭТФ – 99,7 GI-51– 0,3	60	1,185	2787	98,16	119,75	2,18
4		90	1,080	3502	113,58	118,16	2,27
5	ЭТФ – 99,7 GI-150– 0,3	60	1,140	2891	85,83	112,33	2,21
6		90	1,050	3879	101,42	126,66	2,12
7	ЭТФ – 99,7 ПБ-Люкс – 0,3	60	1,190	2852	49,83	57,75	1,83
8		90	1,075	3542	75,00	99,25	1,96
9	ЭТФ – 99,0 JK – 1,0	60	1,125	2784	94,91	103,00	2,07
10		90	1,035	3536	93,91	85,91	2,00
11	ЭТФ – 99,0 Лахта –1,0	60	1,100	2884	104,08	85,83	2,14
12		90	1,025	3488	95,66	92,00	2,08

Удельная поверхность контрольного состава при помоле 60 минут была выше в сравнении с другими составами при той же длительности измельчения. Такая же картина наблюдается и у показателя насыпной плотности тонкомолотых порошков, но в данном случае контрольные составы имели самые низкие показатели. При механоактивации длительностью 90 минут несколько высокую удельную поверхность в сравнении с контрольным имел состав с Glenium-150 [5].

Как показывают исследования, почти все виды рассматриваемых поверхностно- активных веществ положительно влияют на прочностные свойства ШЩВ, кроме пенообразователя ПБ-Люкс. При добавлении JK в количестве 1%, несмотря на разную продолжительность времени помола, значение прочности было почти одинаковой (94,91-93,91МПа). Добавка Glenium 51 в сравнении с добавкой Glenium 150 более положительно повлияла на прочностные показатели ШЩВ. Добавка Лахта КМД PRO показала наибольшие прочностные показатели при наименьшей продолжительности механоактивации.

Определение значений плотности образцов показали, что использование пенообразователя ПБ-Люкс приводит к понижению плотности образцов на 7,98-13,67% в сравнении с контрольными.

ШЩВ и композиты на основе ЭТФ шлака являются весьма сложными объектами исследования. Трудность их исследования обусловлено аморфностью продуктов гидратации вяжущего. Нами также была изучена возможность определения фазового состава и плотности упаковки вышеприведенных составов рентгенографическими и микроскопическими методами исследований.

На рис. 1 представлены результаты рентгенофазового анализа пропаренных образцов.

## BUILDING

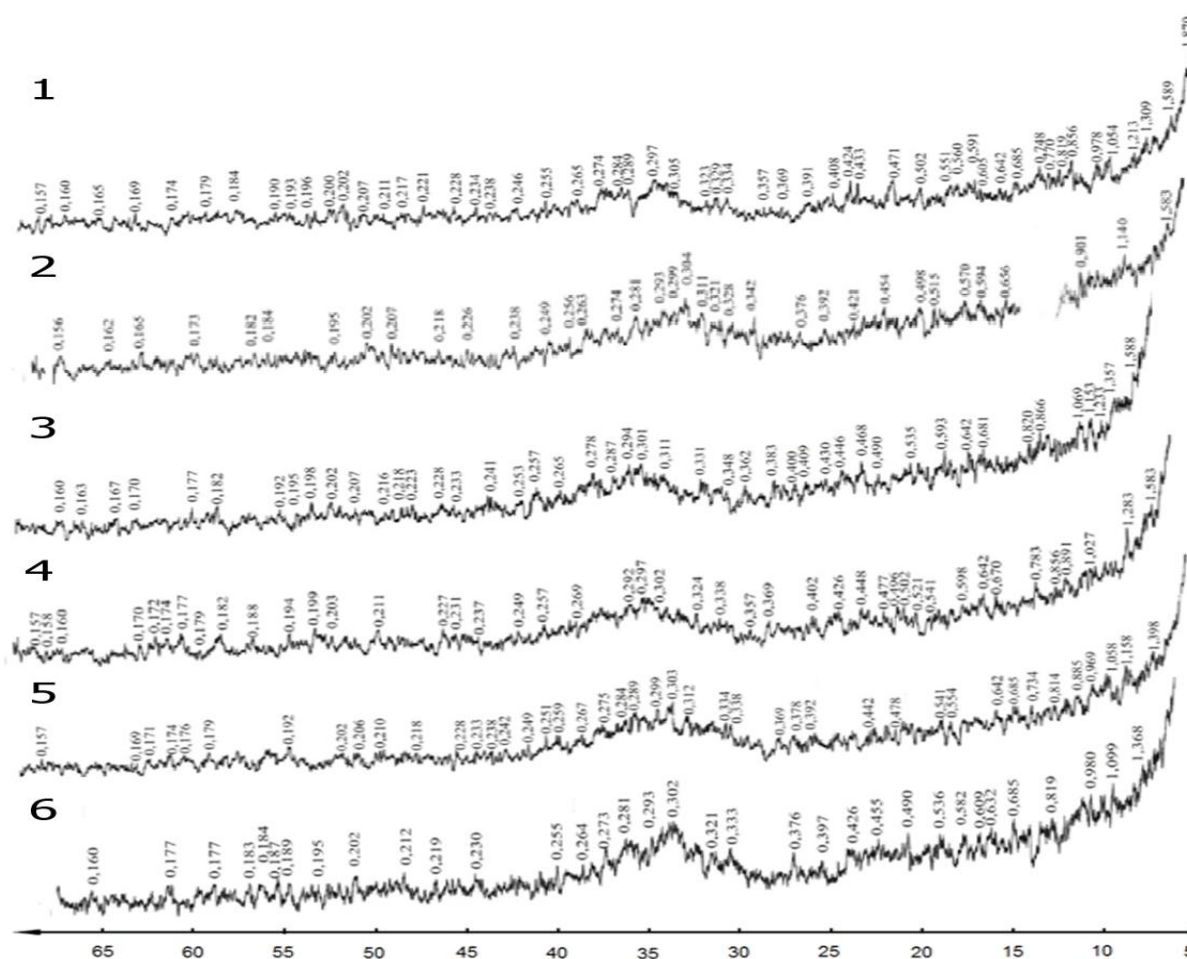


Рис.1. Рентгенограммы пропаренных образцов в 28-суточном возрасте твердения. 1) ЭТФ шлак; 2) ЭТФ шлак при добавке 0,3% ПБ-Люкс; 3)то же, при добавке 1% JK; 4)то же, при добавке 0,3% Glenium 150; 5)то же, при добавке 1% Лахта КМД PRO; 6)то же, при добавке 0,3% Glenium 51.

Как видно из рис. 1, на снимках не было обнаружено завышение дифракционных максимумов независимо от вида применяемого поверхностно-активного вещества. Это связано, в первую очередь, как уже было отмечено с аморфной структурой ЭТФ шлака, а также с тем что, органические вещества предлагаемых модификаторов не имеют кристаллическую структуру, отражающихся в рентгеновских излучениях.

На рис. 2 показаны микрофотографии рассматриваемых ШЦВ. На контрольных образцах были обнаружены параллельно расположенные мелкие кристаллы размером от 0,1-1мкм округленной формы (рис.2, а). Во всех составах с добавками наблюдалось изменение микроструктуры различного рода.

В составе с добавкой ПБ-Люкс отмечались зонально-расположенные мелкие кристаллы размером до 0,1 мкм, кристаллы удлиненной формы, а также единичные кристаллы почковидной формы с размерами до 3 мкм (рис.2, б).

При добавлении JK были обнаружены радиально-лучисто расположенные плоские кристаллы, кристаллы почковидной формы размерами до 2 мкм (рис.2, в). Кроме того, наблюдалось образование равномерно расположенной шагреновой микроструктуры из мелких кристаллов до 0,1 мкм.

## BUILDING

Добавка Glenium 150 привела к образованию хаотически расположенных крупных кристаллов до 4 мкм и кристаллов удлиненной формы (темные) до 8 мкм (рис.2, г). Также по всей поверхности были равномерно расположены мелкие кристаллы с размерами до 0,5 мкм и зонально-расположенные кристаллы почковидной формы до 1 мкм.

В составе с добавкой Лахта КМД PRO по всей поверхности образовались плоские кристаллы размером до 2 мкм и цепочки из мелких кристаллов (рис.2, д). Кроме этого, обнаруживались радиально – лучисто расположенные кристаллы удлиненной формы с размерами до 7 мкм и единицы мелких кристаллов до 0,5 мкм.

Добавление Glenium 51 привело к образованию в верхней части образца плоских кристаллов до 1 мкм, а в нижней части - наличие крупных кристаллов выпуклой формы до 6 мкм. Обнаруживались зонально-расположенные кристаллы различной формы (почковидной формы от 0,1-1 мкм), крупные кристаллы удлиненной формы (рис.2, е).

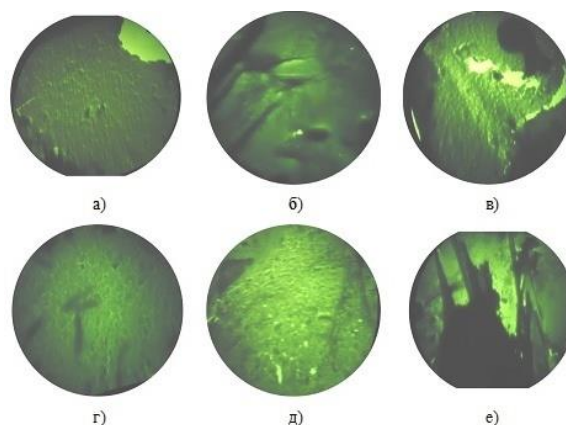


Рис. 2. Микрофотографии пропаренных образцов в 28-суточном возрасте твердения (ув. x5200): а) ЭТФ шлак; б) ЭТФ шлак при добавке 0,3% ПБ-Люкс; в) то же, при добавке 1% ЖК; г) то же, при добавке 0,3% Glenium 150; д) то же, при добавке 1% Лахта КМД PRO; е) то же, при добавке 0,3% Glenium 51.

**Заключение.** Таким образом, результаты исследований показали, что пластификаторы различного рода приводят к повышению прочностных свойств ШЩВ при пропарке по сравнению с контрольным составом, кроме пенообразователя. Рентгенографический анализ не дает информацию об фазовых изменениях микроструктуры вяжущих, так как ЭТФ шлак является рентгеноаморфным веществом. Более достоверные данные об изменениях микроструктуры дает электронно-микроскопический анализ. Установлено, что повышенные прочностные показатели при использовании пластификаторов по сравнению с контрольными образцами возникают с образованием кристаллов почковидной и удлиненной форм, равномерным расположением кристаллов, а также повышением плотности упаковки гидратирующихся зерен вяжущего. Кроме того, добавка пластификаторов во время помола, вяжущего приводит к равномерной адсорбции поверхностно-активного вещества на поверхности зерен материала.

## References:

- [1]. Romanenko I.I., Mixaylina S.V. Modifitsirovannye shlakoshelochnye betoni dlya proizvodstva plit po litevoy tekhnologii // Jurnal «Stroitelnye materialy». Moskva. 2006. №9. S.51-53.
- [2]. Akopyan A.F. Shlakoshelochnoye vyajushee modifitsirovannoe saxarami i elektrodnoy pilyu. Avtoref. diss. na sois. uch. step. kand. texn. nauk. Rostov-na-Donu. 2011. 24 s.
- [3]. Patent № 2072333 RU. Vyajushee / Raxmanov V.A., Velichko Ye.G. i dr. // Zayav.:03.04.1992; opub.:27.01.1997. <http://www.freepatent.ru/patents/2072333>.
- [4]. Butt Yu.M., Timashev V.V. Praktikum po khimicheskoy tekhnologii vyajushix materialov. Ucheb. pos. dlya xim.-texn. spets. vuz. Moskva, «Vissh. shkola», 1973. 504 s.
- [5]. Mukhamedbaev Ag.A., Kamilov X.X., Xasanova M.K., Tulaganov A.A. Osobennosti protsessa pomola elektrotermofosfornogo shlaka i yego smesey // Jurnal «Ximiya i khimicheskaya tekhnologiya». Tashkent, 2016. № 1. С. 58-61.

---

**BUILDING**

---

- [6]. Mukhamedbaev Ag.A. Mexanoaktivatsiya alyumosilikatnogo komponenta bezobjigovogo shelochnogo vyajushhego // Jurnal «Suxie stroitelnie smesi». Moskva, 2017. № 5.S. 35-37.
- [7]. Mukhamedbaev Ag.A., Tulaganov A.A., Kamilov X.X., Mukhamedbaev A.A., Yaichnikov Ya.M. Opredelenie belizni elektrotermofofornogo shlaka i yego smesey – kak metod kontrolya kolichestva dobavok v bezobjigovom shelochnom vyajushem // Jurnal «Ximiya i ximicheskaya texnologiya». Tashkent, 2014. -№ 3. S.16-19.

**Список литературы**

- [1]. Романенко И.И., Михайлина С.В. Модифицированные шлакощелочные бетоны для производства плит по литьевой технологии // Журнал «Строительные материалы». Москва. 2006. №9. С.51-53.
- [2]. Акопян А.Ф. Шлакощелочное вяжущее модифицированное сахарами и электродной пылью. Автореф. дисс. на соис. уч. степ. канд. техн. наук. Ростов-на-Дону. 2011. 24 с.
- [3]. Патент № 2072333 RU. Вяжущее / Рахманов В.А., Величко Е.Г. и др. // Заяв.:03.04.1992; опуб.:27.01.1997. <http://www.freepatent.ru/patents/2072333>.
- [4]. Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Практикум по химической технологии вяжущих материалов. Учеб. пос. для хим.-техн. спец. вуз. Москва, «Высш. школа», 1973. 504 с.
- [5]. Мухамедбаев Аг.А., Камилов Х.Х., Хасанова М.К., Тулаганов А.А. Особенности процесса помола электротермофосфорного шлака и его смесей // Журнал «Химия и химическая технология». Ташкент, 2016. № 1. С. 58-61.
- [6]. Мухамедбаев Аг.А. Механоактивация алюмосиликатного компонента безобжигового щелочного вяжущего // Журнал «Сухие строительные смеси». Москва, 2017. № 5.С. 35-37.
- [7]. Мухамедбаев Аг.А., Тулаганов А.А., Камилов Х.Х., Мухамедбаев А.А., Яичников Я.М. Определение белизны электротермофосфорного шлака и его смесей – как метод контроля количества добавок в безобжиговом щелочном вяжущем // Журнал «Химия и химическая технология». Ташкент, 2014. -№ 3. С.16-19.

**Web сайтлар**

- [1]. [sciencecemtech@mail.ru](mailto:sciencecemtech@mail.ru)