

УДК 662.997

А.Х.Алиазаров, А.А.Атамов., Ш.Э.Хайдаров

Наманганский инженерно – строительный институт

Ж.Х.Салимжонов

Ферганский политехнический институт

**ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ
ГЕЛИОТЕПЛОХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Аннотация. В статье показано, технико-экономическая эффективность применения гелиотеплохимической технологии при производстве многокомпонентных золоцементных материалов. При этом, прежде всего, можно достичь существенной экономии энергии и ряда природных ресурсов, что, в конечном итоге, способствует также существенному улучшению экологической обстановки промышленных энергетических районов.

Ключевые слова. гелиотеплохимическая обработка, золоцементных материалов, тепломассоперенос, солнечной радиация, многокомпонентные цементные материалы, теплоперенос, лучепоглощение, экзотермия.

Annotation. The article shows the technical and economic efficiency of using solar thermal chemical technology in the production of multicomponent ash-cement materials. At the same time, first of all, it is possible to achieve significant savings in energy and a number of natural resources, which, ultimately, also contributes to a significant improvement in the environmental situation of industrial energy regions.

Keywords. solar thermal treatment, ash-cement materials, heat and mass transfer, solar radiation, multicomponent cement materials, heat transfer, radiation absorption, exothermia.

Актуальность работы. В процессе перевода экономики Республики Узбекистан на рельсы интенсивного развития важное место отводится разработке, внедрению и дальнейшему развитию высокоэффективных, энергоэкономичных и экологически целесообразных технологий, что является акту-

альным направлением на современном этапе научно-технического прогресса.

В докладе президента Республики Узбекистана Ш.М. Мирзиёева выделено, что «во все сферы будут активно внедряться технологии «зеленой экономики», и нашей приоритетной задачей станет повышение энергоэффективности экономики на 20 процентов, сокращение выбросов вредных газов - на 10 процентов». [1].

Анализируя данные о сравнительных затратах энергоносителей на объем производства одной тысячи штук условного кирпича, специалисты АК «Узкурулишматериаллари» пришли к выводу, что наименее перспективным в условиях рынка является производство, прежде всего, жженого строительного кирпича, затем стеновых материалов, требующих автоклавной обработки и пропарки. Наиболее эффективным в этих условиях представляется производство кирпича на основе цемента, еще лучше – малоклинкерного цемента без термовлажностной обработки, или использование для этих целей нетрадиционных источников энергии, в частности – солнечной [2,3,4].

Разработанные составы и технология производства высоконаполненных золоцементных материалов были внедрены в производство при строительстве сельских домов в Ферганской и Наманганской областях Республики Узбекистан [5,6].

Наружные и внутренние монолитные стены и перегородки изготавливались из литых золоцементных материалов марки М7,5 с добавками МПД-1, МПД-2 и МПД-3. Производственные составы приведены в табл. 1.

Расход золоцементного материала на строительство одного здания составлял 95 м³.

Для возведения домов использован комплект крупнощитовой опалубки системы «Гражданстрой» СУ, ОГ, КЩ, ОО, ОО с подборными элементами.

Приготовление золоцементного материала осуществлялось в передвижном циклическом гравитационном смесителе СБ-80А с объемом замеса 165 л. Учитывая передвижной характер работ, добавки растворяли в воде в подго-

товительной емкости объемом 100 л до плотности 1,065 г/см³ (30%-ная концентрация), которую вводили вместе с водой затворения [7,8,9].

Таблица 1

Производственные составы литых высоконаполненных золоцементных материалов

№ пп	Расход материала на 1м ³ , кг				Добавка ПАВ		Осадка конуса, см	В/Т	Плот- ность, кг/м ³	Прочность при сжа- тии, R _{ср} ²⁸ , МПа
	Ц	З	И	В	Тип	количе- ство, % от массы Ц + З				
1	190	1005	50	465	МПД-2	0,30	18-20	0,376	1325	7,9
2	200	985	49	470	МПД-1	0,32	18-20	0,380	1335	8,0
3	220	950	47	462	МПД-3	0,28	18-20	0,380	1350	7,8

В работе [10,11] рекомендована следующая оптимальная последовательность загрузки составляющих в барабан бетоносмесителя при приготовлении золоцементных смесей. При влажности золы более 30% в первую очередь подается 20% воды, затем полностью портландцемент и известь. Состав перемешивается в течение 60 с. Затем в барабан загружается зола и оставшая вода, смесь перемешивают в течение 120 с. Если влажность золы менее 20-30%, то сначала загружается 100% золы и 80% воды, смесь перемешивается 60 с., затем подают цемент, известь и оставшая вода. Смесь перемешивается в течение 120 с [12,13].

Усложнение технологии перемешивания вызвано повышенной вязкостью золоцементной смеси, значительной адгезией к металлу лопастей, комкованием смеси в барабане [14,15].

Проведенные в АК «Узкурилишматериаллари опытнопроизводственные работы показали, что предложенная [16] последовательность должна соблюдаться лишь при приготовлении смесей без добавок ПАВ. При введении МПД-1, МПД-2 или МПД-3, оптимальная последовательность значительно упрощается - сразу загружаются вода с добавкой, зола, цемент, известь.

Продолжительность перемешивания модифицированной смеси составляет 90-100 с и обеспечивает получение однородной нерасслаиваемой массы

с осадкой конуса 18-20 см. Сравнительные показатели прочности свойств золоцементных материалов в зависимости от последовательности перемешивания приведены в табл.2.

Прием готовой золоцементной смеси осуществляется в поворотные бабды объемом 0,8 м³ и размерами 2820x1150x900 мм. Бетонирование начинали с наружных стен и проводили непрерывно слоями с высотой слоя 50-60 см с помощью растворонасоса С-10.

Отработана также более прогрессивная укладка золоцементных смесей. Приготовленная на полигоне смесь растворонасосом С-10 подавалась в самосвалы, перевозилась и также насосом СО-58 по раствороводу укладывалась в опалубку. Объемная подача составляла около 6 м³/ч [17,18].

Съемка боковых щитов опалубки стен производилась через 3-4 суток в период с октября по апрель, а в летний период через одни сутки. В этот период золоцементный материал набирал прочность 2,0-2,5 МПа, что обеспечивало сохранность геометрической формы и поверхности стен.

В летний период открытые поверхности стен через 6-7 суток укрывали однослойной пленкой ПВХ согласно требованиям [19].

Монтаж опалубки, арматуры и укладка золоцементной смеси осуществлялись комплексной бригадой из 7 человек в 2 смены в следующем цикле: монтаж опалубки и арматуры - 3 дня, бетонирование стен и перегородок - 2 дня, демонтаж опалубки - 2 дня.

Таблица 2

Влияние последовательности перемешивания на прочность золоцементных материалов

Последовательность загрузки и перемешивания компонентов смеси	Прочность материала, $R_{ст}^{28}$, МПа, с добавками			
	МПД-1	МПД-2	МПД-3	без добавок
I этап: 20% воды + 100% цемент + 100% из- весть, перемешивание 60 с. II этап: 100% золы + 80% воды, перемешивание 120 с.	7,7	8,0	7,6	4,5

I этап: 100% воды + 100% цемент + 100% известь, перемешивание 60 с. II этап: 100% золы, перемешивание 120 с.	7,8	7,9	7,5	3,8
I этап: 100% золы + 100% воды +100% известь, перемешивание 90 с. II этап: 100% цемента, перемешивание 120 с.	8,0	8,3	8,0	4,4
100% воды + 100% зола + 100% цемент + 100% известь, перемешивание 100 с.	7,9	8,1	7,6	3,5

Производственные процессы сооружения монолитных стен сельских домов из золоцементных материалов, технологическая схема приготовления и укладки смеси, варианты плана монолитных домов и спецификация элементов опалубки приведены в приложениях № 19-20.

Контроль качества бетонных работ осуществлялся работниками строительной лаборатории Намангонского Государственной инспекции по архитектуре и строительству, под авторским надзором специалистов НамИСИ.

Качество золоцементных материалов проверялось ежедневно у места укладки, расслоение определялось один раз в смену, объемная масса уложенной смеси и подвижность - два раза в смену. Допустимые отклонения назначались в соответствии с [19] и составляли: осадка конуса ± 2 см; коэффициент расслаиваемости - $0,93 \pm 0,02$; объемная масса уплотненной смеси ± 50 кг/м³. При превышении допустимых показателей производилась корректировка состава золоцементного материала.

Отбор проб на прочность и плотность производился один раз в смену. При этом изготавливалось 3-6 кубов размером 15x15x15 см. Образцы твердели в условиях, аналогичных условиям твердения конструкций, и испытывались в возрасте 28 суток. Пробы на морозостойкость отбирались не реже 1 раза в месяц.

В процессе контроля был определен коэффициент вариации прочности золоцементного материала для 100 партий по 3 образца, согласно ГОСТ 10180-78, составивший 16,7%, что вполне удовлетворительно для сельского

строительства. Таким, образом, золоцементный материал марки М75 соответствовал классу по прочности не ниже В5,0.

За период внедрения было приготовлено и уложено более 1,2 тыс. м³ высоконаполненных литых золоцементных смесей с добавками МПД-1, МПД-2 и МПД-3, построено 20 домов сельского типа.

На кирпичном заводе Бувайдинского МХП «Агрокоммунстройремонт» построена технологическая линия, включающая комбинированную солнечную установку с аккумулятором тепла для сушки изделий из золоцементных материалов. Производительность кирпичного завода составила 3 млн. шт. в год, при поверхности гелионагревателя 300 м².

Технико-экономическое обоснование эффективности внедрения новой энерго- и ресурсосберегающей технологии

Приведенные прикладные и экономические аспекты разработанной энерго- и ресурсосберегающей технологии получения многокомпонентных золоцементных материалов и изделий из них методом гелиотеплохимической обработки показывают, что происходит сокращение продолжительности твердения, в результате чего получается экономический эффект по ресурсам.

Необходимо также отметить, что использование добавок МПД и естественно нагретой бетонной смеси при гелиотепловом воздействии позволяет существенно сократить продолжительность тепловой обработки изделия. Составлен восходящий ряд $\tau_1 < \tau_2 < \tau_3$, соответственно указывающий сокращение расхода энергии на 30; 34 и 38%.

Применение гелиотеплохимической обработки изделий из высоконаполненного золоцементного материала позволяет, прежде всего, получать такие положительные эффекты, как:

снижение температуры и периода изотерического прогрева изделий на базе техногенных отходов;

улучшение однородности, связности и пористой структуры золоцементной системы;

сокращение продолжительности уплотнения смеси при формовании

изделий;

сокращение расхода вяжущего компонента и повышение прочности изделий из золоцементных материалов.

На основе проведённых опытно–производственных испытаний новой энергоэффективной технологии (рис. 1) была установлена адекватность расчётно–теоретических и экспериментальных результатов с вероятностью $93 \div 95\%$.

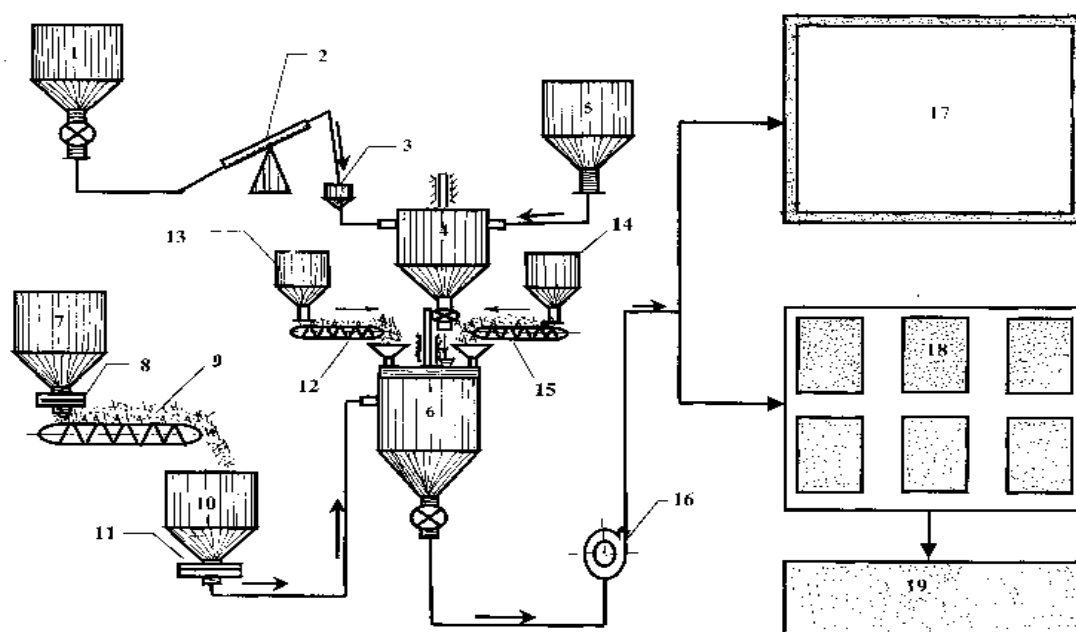


Рис. 1. Технологическая схема производства золоцементных материалов:

1 – мерник; 2 – гелиоколлектор; 3 – ороситель для теплообмена; 4 – дозатор для МПД; 5 – ёмкость для жидких целевых добавок; 6 – турбулентная растворомешалка; 7 – ёмкость для золы; 8 – дозатор; 9 – шнек; 10 – сито; 11 – дозатор для золы; 12 – шнек для цемента; 13 – ёмкость для цемента; 14 – ёмкость для дисперсных целевых добавок; 15 – шнек для извести; 16 – растворный насос; 17 – сплошная опалубка для стен; 18 – формы для готовых изделий; 19 – комбинированная гелиоустановка

Разработанная для производственных условий технология состоит из следующих стадий (рис. 1). Водопроводная вода через мерник 1 поступает в гелиоколлектор 2, где происходит ее нагрев до $38-41^{\circ}\text{C}$, после чего она попадает в ороситель для теплообменных аппаратов 3, где её температура доводится до оптимальной. Затем она направляется в дозатор 4, в который поступает также модифицированно-пластифицирующая добавка из ёмкости жидких целевых добавок 5. После перемешивания смесь (водный раствор) поступает в растворомешалку 6. Зола из ёмкости 7, пройдя дозатор 8, при помощи шнека 9 подается в сито 10 для удаления шлаков крупной фракции. За-

тем зола в определенной дозе подается к дозатору 11 и направляется в растворомешалку 6, в которую также шнеком подается цемент из ёмкости 13 и известь из ёмкости для дисперсных целевых добавок 14 шнеком 15. После получения однородной массы приготовленный раствор насосом 16 перекачивается к формам для формовки изделий [20]. Полученные изделия направляются в комбинированную гелиоустановку 19, где в процессе тепловой обработки изделия достигают требуемой прочности.

В качестве базового варианта принят экспериментальный проект 181-149-3с.85, серия 149, разработанный ТашЗНИИЭП. В проекте предусмотрено сооружение одноэтажного 2-х квартирного жилого дома усадебного типа с 3-х комнатными квартирами. Фундаменты - монолитные бутобетонные М75, цоколь из монолитного бетона М100. Стены наружные и внутренние толщиной 30 см предусмотрено возводить из монолитного керамзитобетона М75.

В качестве варианта по новой технике принят аналогичный вариант жилого дома со стенами из монолитного золоцементного материала М75.

Расчет фактической экономической эффективности от внедрения гелиотеплохимической технологии позволило домостроительному комбинату г. Намангана сэкономить энергоресурсы и дорогостоящий цемент, а также позволило использовать техногенные отходы, что улучшило экологическую обстановку в Ферганской долине.

В проекте предусмотрено сооружение одноэтажного 2-х квартирного жилого дома усадебного типа с 3-х комнатными квартирами. Фундаменты - монолитные бутобетонные М75, цоколь из монолитного бетона М100. Стены наружные и внутренние толщиной 30 см предусмотрено возводить из монолитного керамзитобетона М75.

В качестве варианта по новой технике принят аналогичный вариант жилого дома со стенами из монолитного золоцементного материала М75.

Расчет экономической эффективности произведен в соответствии с рекомендациями [21] на 1 дом.

Расход материалов на приготовление 1 м³ керамзитобетонной смеси М75 составляет:

- гравий керамзитовой фракции 20-40 - 173 кг/540 л;
- гравий керамзитовой фракции 5-10 - 222 кг/540 л;
- гравий керамзитовой М_{кр} = 4,30 - 172/360 л;
- портландцемент М400 - 180 кг.

Кроме того, при применении золоцементной смеси сокращение цикла перемешивания, подачи и укладки составляет 35-45%, при этом экономия себестоимости бетонных работ при возведении монолитных стен по данным АК «Узкурилишматериаллари составляет 40-50%.

Результатами лабораторных исследований подтверждены в производственных условиях новая энерго-и ресурсосберегающая технология при устройстве монолитных стен приусадебных домов из золоцементных материалов в объеме более 1,2 тыс. м³.

В производственных условиях доказана высокая эффективность применения предельно наполненных золоцементных материалов, позволяющая экономить дефицитные легкие заполнители при незначительном перерасходе цемента, а также решить проблему утилизации крупнотоннажных отходов – зол тепловых электростанций и энергоцентралей.

Оптимизированы производственные составы высоконаполненных золоцементных материалов, выявлены особенности технологии приготовления, подачи, укладки и твердения смеси, составлена технологическая карта работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: на основе анализа мелкозернистых золоцементных материалов полиструктурного строения в качестве объекта гелиотеплохимической обработки и технологической переработки, впервые были обобщены принципы научных основ энерго- и ресурсосберегающей гелиотеплохимической технологии. Обоснована возможность и технико-экономическая эффективность применения в сельском строительстве высоконаполненных золоцементных материалов с модифицированно-пластифицирующими добавками по-

лифункционального действия, что, в свою очередь, позволяет решить проблему утилизации крупнотоннажных отходов - золы гидроудаления ТЭС.

Комплексными физико-химическими исследованиями установлены основные закономерности влияния условий экзотермии на процесс структурообразования мелкозернистого золоцементного изделия при гелиотеплохимической обработке. Впервые показаны граничные, временные, интегральные и другие его показатели. Найдены оптимальные дозировки мелкозернистых золоцементных материалов при добавке извести и МПД. Было установлено, что применение добавок МПД совместно с известковой активацией позволяет получать на основе низкоактивной золы строительные материалы с прочностью 7,5-12,5 МПа в области "псевдооптимального" наполнения. Турбулентное перемешивание смеси приводит к механохимической активации смеси с образованием активных центров в структурообразующей среде, а регулируемое гелиотеплохимическое воздействие обеспечивает дополнительное увеличение прочности в среднем на марку.2. Результаты работы используются при разработке энерго- и ресурсосберегающей технологии получения золоцементных материалов и изделий методом гелиотеплохимической обработки. Концептуальные идеи, математические модели, разработанные методы и методики расчета и другие научно-технические результаты значительно расширяют возможности технологов, гелиотехников и экспериментаторов при производстве строительных материалов полиструктурного строения, при проектировании и строительстве гелиотеплохимтехнологических линий, комплексов турбулизации и механохимической активации в области энерго- и ресурсосбережения. Научные и теоретические результаты диссертации использованы при проведении занятий в ВУЗах республики при чтении лекций и проведении практических занятий по специальностям «Теплоэнергетика», «Строительство инженерных коммуникаций» и по дисциплине «Использование нетрадиционных источников энергии».

Производственная апробация разработок показала технико-экономическую эффективность применения гелиотеплохимтехнологии при

производстве мелкозернистых золоцементных материалов полиструктурного строения. При этом, прежде всего, можно достичь существенной экономии энергии и ряда природных ресурсов, что, в конечном итоге, способствует также существенному улучшению экологической обстановки промышленных энергетических районов. Совокупный годовой экономический эффект от внедрения результатов работы на этих предприятиях составляет порядка 925 млн. 791 тыс. сумов в год (расчет на 2020 год). При использовании разработанной технологии только в областях Ферганской долины экономический эффект может составить свыше 500 млрд. сум в год (по ценам 2020 года).

Список использованной литературы.

1. Ш.М.Мирзиёв. Новый Узбекистон-это общество и Государство, где высшей ценностью являются человек и интересы народа.-Тошкент: “Узбекистан”, 2021.-144с.

2. А.Х.Алиазаров. «Энергоэффективная теплотехнология получения золоцементных композиционных материалов» Монография, Москва: Русайнс, 2019.-166 с.

3. А.Х.Алиазаров. «Энерго- и ресурсосберегающая технология получения строительных материалов и изделий методом гелиотеплохимической обработки» Монография, Москва: Русайнс, 2021.-138 с.

4. Alinazarov A.N. Otaqulov B.A., Otajonov O.A. Binolarning energiya samaradorligini oshirish. “Navro’z” nashriyoti. Toshkent. 2020 yil. -120 с.

5. Alinazarov A.Kh. Mazhidov N.N. Mathematical Modeling of Thermal Processes in the Helio-thermochemical Treatment of Fine- Applied Solar Energy. Vol. 37, No. 2. Allerton Press, Ins. New York. 2001. p. 18-20.

6. А.Х.Алиазаров., Ш.Э.Хайдаров., Д.М.Хатамова., «Технологические особенности использования угольной золы как эффективное решение экологической проблемы» «Молодой учёный» ежемесячный научный журнал 2014 часть IV. стр. 366-370.

7. Alinazarov. A.Kh. Mukhiddinov D.N. Solar Thermochemical Treatment of Ash-Cement Compositions. Applied Solar Energy. Vol. 35, No. 4. Allerton Press, Inc. /New York. 1999. pp. 13-19.

8. А.Х.Алиазаров., М.Мамаджонов., Ш.Э.Хайдаров «Влияние солнечной радиации при интенсификации твердение золоцементных строительных материалов» Международный научный журнал научное периодическое издание «Cognitio Rerum» Россия, 2017 стр. 10-12.

9. Алиазаров А., Мамаджонов М., Хайдаров Ш. Методика расчёта нестационарных полей температуры с учётом лучепоглощения в изделиях из композиционных строительных материалов. Общества Науки и Творчества, Россия, 2017 стр. 16-18.

10. Alinazarov A., Atamov A., Khaidarov Sh., Procedure for solving the internal heat source taking into account solar radiation in multicomponent cement materials. The scientific heritage (Budapest, Hungary) Vol 1, No 62(62) (2021). ISSN 9215-0365. pp. 49-52

11. Alinazarov A.Kh., Atamov A.A., Khaydarov Sh.E. Heliothermal-chemical effect taking into account exothermia in multicomponent cement materials. Annali d'italia Scientific journal of Italy Vol. 1 №17 2021 ISSN 3572-2436. pp. 55-59

12. Alinazarov A.Kh., Atamov A.A., Khaydarov Sh.E., Nabiyev A.B. Математическое моделирование гелиотепловых процессов при физико-химическом взаимодействии с жидкими средами. EPRA International Journal of Multidisciplinary research. Vol. 7 Issue -5. 2021. ISSN 2455-3662. pp. 200-208

13. Alinazarov A.Kh. Гелиотеплохимическая обработка золоцементных материалов. Альтернативная энергетика и экология, АЭЭ, Россия, г. Саров 2006. - № 6 (38). –С.114-116

14. А.Алиазаров, М.Алиазарова, Ш.Мамадалиев. Теорические предпосылки и технологические возможности разработки ресурсосберегающей теплотехнологии получения золоцементных систем. ФарПИ илмий техника журнали, №1 Фарғона, 2012

15. А.Алиазаров, М.Алиазарова, Ш.Рахмонов. Особенности управление теплофизическими свойствами золоцементных композиционных строительных материалов при гелиотепловой обработке. ФарПИ илмий техника журнали, №2 Фарғона, 2012

16. А.Алиазаров, Ш.Мамадалиев. Особенности использования угольной золы как эффективное решение экологической проблемы ФарПИ илмий техника журнали, №3 Фарғона 2013

17. А.Алиазаров, Б.Дедаханов, М.Юлдашев. Муқобил энергия манбаларида фойдаланишнинг самарали усули. Фарғона политехника журнали, илмий-техника журнали Фарғона №2 2014

18. А.Алиазаров, А.Хамидов. Намунавий уйлар қурилишида иссиқлик изоляция материалларининг ўрни. Фарғона политехника журнали, илмий-техника журнали Фарғона №4 2016

19. А.Алиазаров. Исследование эксплуатационных свойств золоцементных материалов с модифицировано-пластифицирующими добавками полифункционального действия. Фарғона политехника журнали, илмий-техника журнали Фарғона, махсус сон, 2018

20. А.Х.Алиазаров, М.Х.Абелкасимова Оптимизация режимов гелиотеплохимической обработки для высоконаполненных золоцементных композиций. Москва: Экономика и социум. 2019, №5, стр. 40-46

21. Н.М.Сафаров, А.Х.Алиазаров Экологик мақбул энергия манбаларидан фойдаланиш. Тошкент. Фан. 2014 йил. -164 б.