



О влиянии минерального наполнителя из сталеплавильного шлака на структуру и свойства композиционного гипсового вяжущего

Махаматалиев И.М., Тургунбаева Ж.Р., Тошев Н.К., Розмбаев Р.Ш.

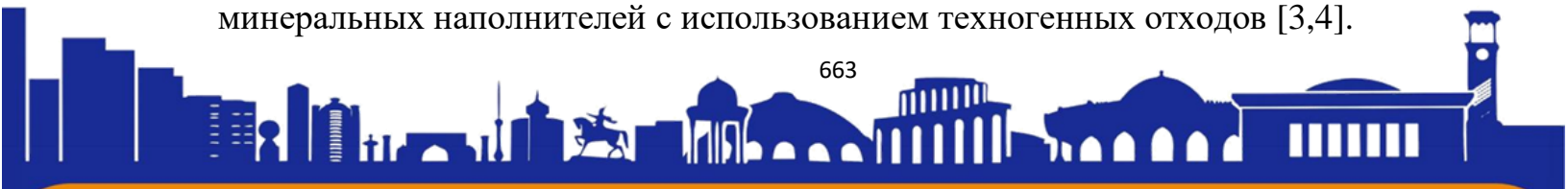
Tashkent State Transport University, Tashkent, Uzbekistan

Аннотация

Приведены результаты экспериментальных исследований по изучению влияния количества и дисперсности минерального наполнителя, полученного из сталеплавильного шлака на структуру и свойства композиционного гипсового вяжущего. Показано, что при введении минерального наполнителя в состав композиционного гипсового вяжущего в оптимальном количестве и дисперсности возможно повысить прочность гипсового камня на 18% и водостойкости на 25% за счет улучшения микроструктуры композита.

В настоящее время гипсовые материалы и изделия относятся к наиболее прогрессивным строительным материалам благодаря простоте, экономичности, экологичности и малой энергоемкости производства гипсового вяжущего. В то же время область применения гипсового вяжущего ограничивается из-за существенных недостатков, таких как невысокая прочность и низкая водостойкость, в связи с чем возникает необходимость модификации гипсовых вяжущих с целью улучшения их физико-технических характеристик. Перспективным направлением является также разработка композиционных гипсовых вяжущих и гипсобетонов на их основе с применением в качестве модификаторов техногенных отходов и использованием высокоэффективных суперпластификаторов [1,2].

Как известно, на основных принципах полиструктурной теории композиционных строительных материалов (ПТ КСМ) базируются научные исследования материаловедов и разрабатываются новые современные технологии композиционных строительных материалов, в том числе и технологии композиционных гипсовых вяжущих. Согласно принципам ПТ КСМ предопределяется и обосновывается необходимость оптимального наполнения минеральных наполнителей с использованием техногенных отходов [3,4].





Исходя из основных принципов ПТ КСМ самым простым и доступным методом, позволяющим управлять свойствами и структурообразованием гипсовых композиций в заранее намеченном нужном направлении является применение дисперсных минеральных наполнителей [5,6].

По результатам литературного обзора, проведенного авторами, сведений об использовании в составе гипсовых композиций минерального наполнителя из сталеплавильного шлака АО «Узметкомбинат», в том числе данных о выявленных закономерностях влияния технологических параметров минерального наполнителя на свойства и структуру композиционного гипсового вяжущего не содержится. В проведенных авторами экспериментальных исследованиях было изучено влияние количества и дисперсности минерального наполнителя из сталеплавильного шлака на физико-технические свойства гипсового вяжущего. В качестве исходных материалов были выбраны: строительный гипс Самаркандского и Бухарского гипсовых заводов и сталеплавильный шлак АО «Узметкомбинат».

Характеристики исходных материалов приведены в таблицах 1-3.

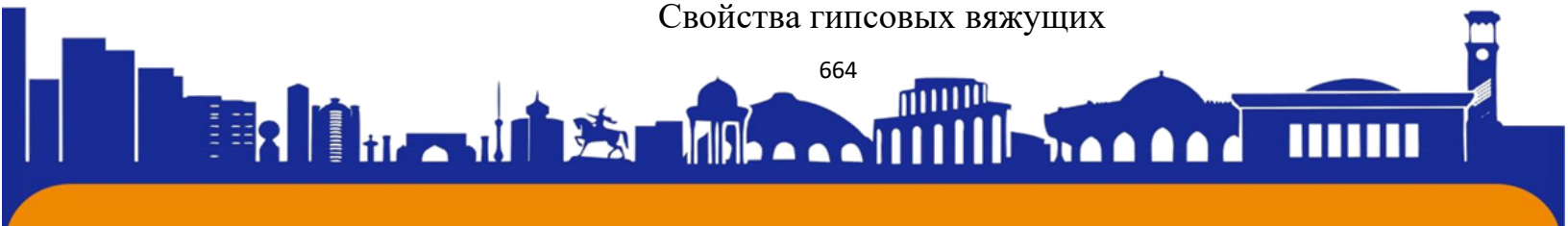
Таблица 1

Химический состав гипсового камня

Содержание, %							
CaO	MgO	SO ₃	H ₂ O	R ₂ O ₃	O ₂	Нерастворимый остаток	CaSO ₄ *H ₂ O
Зирабулакское-Кунгуртауское-Самаркандская область							
30,97-32,92	0,0-1,32	41,26-46,6	18,44-20,82	0-1,42	-	0,2-7,24	95,0-98,0
Мамаджургантинское-Бухарская область							
31,84-32,85	0-0,62	40,68-46,31	20,69-21,24	-	0,1-1,48	0-2,4	90,04-99,57

Таблица 2

Свойства гипсовых вяжущих



/ П	Наименование строительного гипса	Основные свойства							
		Тонкость помола (% ост. на сите 0,2)	Водопоглощаемость, %	Сроки схват., мин		Прочность, МПа		Класс по тонкости помола	Марка
				начало	конец	R _{сж.}	R _{изг}		
.	Самаркандский	2,3	70	5'30"	10'00"	6	3	II	Г-6
.	Бухарский	3,8	60	5'30"	8'30"	7,6	3,6	II	Г-7

Таблица 3.

Характеристики и химический состав сталеплавильного шлака АО «Узметкомбинат».

Наименование параметров	Значение параметров	
	Конвейер №11	Конвейер №3
Фракция пробы, мм	0-5	5-20
Проба состоит: Железо металлические, %	2,4	3,8
Шлак с инородными неметаллическими включениями (глина, песок и т.п.), %	97,6	96,2
Химический состав шлака и инородными неметаллическими включениями:		
CaO, %	36,1	29,8
SiO ₂ , %	29,6	37,7
Al ₂ O ₃ , %	8,7	13,7
FeO + Fe ₂ O ₃ , %	7,9	7,2
MgO, %	13,7	7,2



MnO,%	4,5	3,5
-------	-----	-----

Сталеплавильный шлак АО «Узметкомбинат» предварительно подвергался помолу в строительной шаровой мельнице до остатка на сите №008 в количествах 60, 30 и 0%. При этом дозировку минерального наполнителя варьировали в интервале от 5 до 25%. В начале было изучено влияние минерального наполнителя на водопотребность гипсового вяжущего. Результаты экспериментальных исследований приведены на рис.1

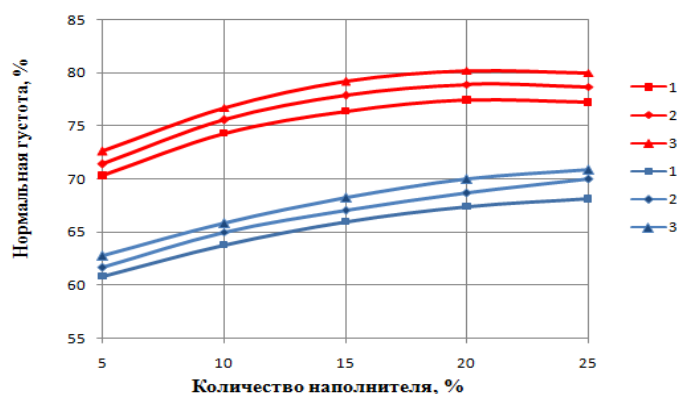
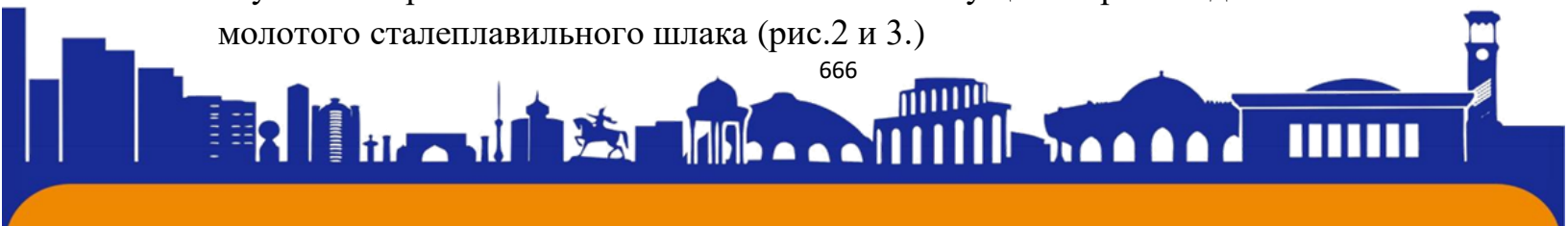


Рис. 1. Влияние количества минерального наполнителя на водопотребность гипсового вяжущего при тонкости помола: 1-60%, 2-30% и 3-0% соответственно (по остатку на сите №008)

Анализ полученных результатов экспериментальных исследований, показывает, что повышение степени наполнения гипсового вяжущего минеральным наполнителем приводит к росту его водопотребности. Так, если при дозировке минерального наполнителя 5 % нормальная густота Бухарского гипса составляла в среднем 71-72% (для гипсового вяжущего без добавки 70%), то с увеличением его дозировки до 25% нормальная густота повысилась до значений 78-80%. Из этого следует, что влияние тонкости помола сталеплавильного шлака на водопотребность гипсового вяжущего оказалось незначительной. Далее были проведены экспериментальные исследования по изучению сроков схватывания гипсового вяжущего при введении в состав молотого сталеплавильного шлака (рис.2 и 3.)





ISSN (E): 2181-4570

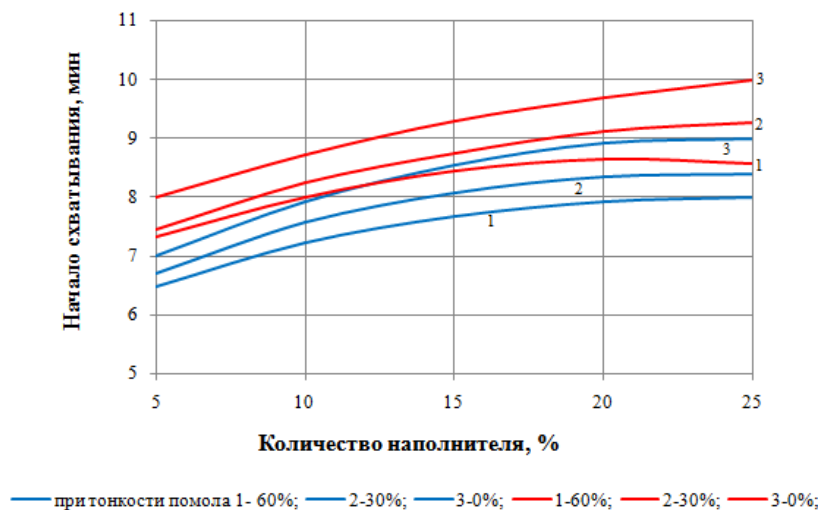


Рис.2. Влияние количества минерального наполнителя на начало схватывания гипсового вяжущего при тонкости помола: 1-60%, 2-30% и 3-0% соответственно (по остатку на сите №008)

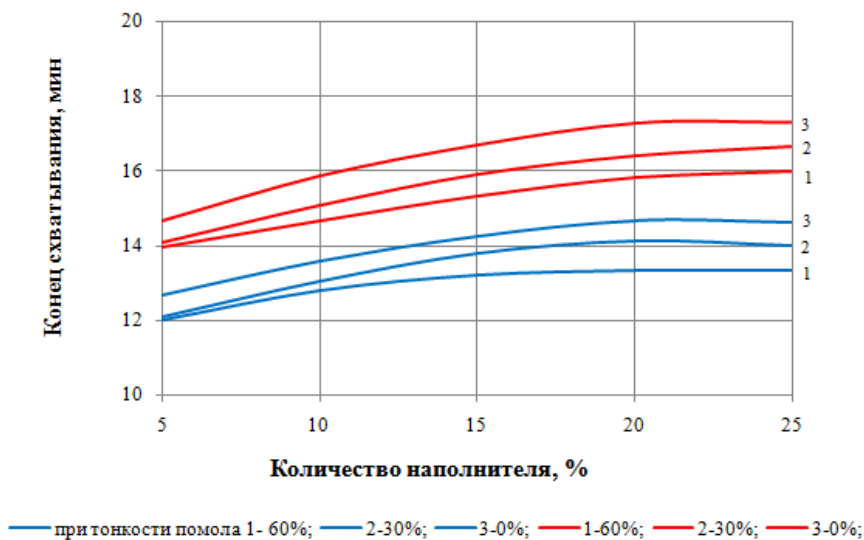
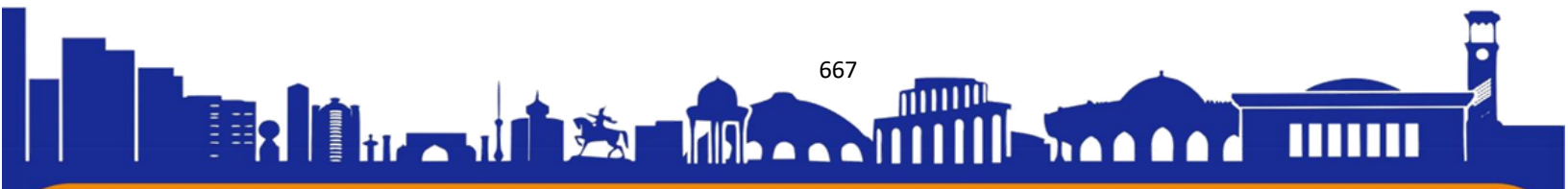


Рис.3. Влияние количества минерального наполнителя на конец схватывания гипсового вяжущего при тонкости помола: 1-60%, 2-30% и 3-0% соответственно (по остатку на сите №008)





Как показывают результаты проведенных экспериментов замедление сроков схватывания в среднем на 2-4 минуты наблюдается при достаточно тонком измельчении сталеплавильного шлака (при нулевом значении остатка на сите №008). При этом введение в состав молотого сталеплавильного шлака оказывает определенное влияние на сроки схватывания гипсового вяжущего уже при введении его в количестве 5%, достигая существенного значения при введении в количестве более 15%. Степень влияния вводимого в состав молотого сталеплавильного шлака на предел прочности при сжатии наполненного гипсового камня также зависит от его количества и тонкости помола (рис.4.)

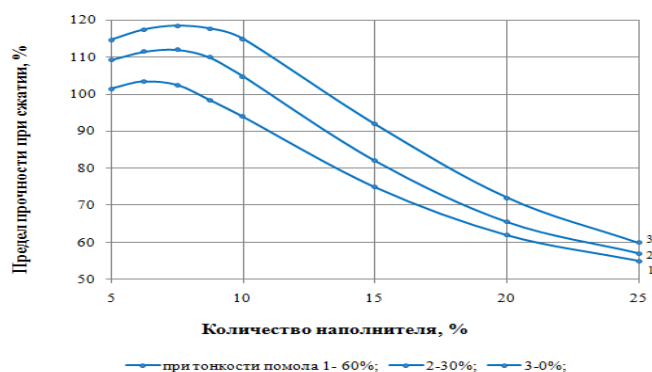
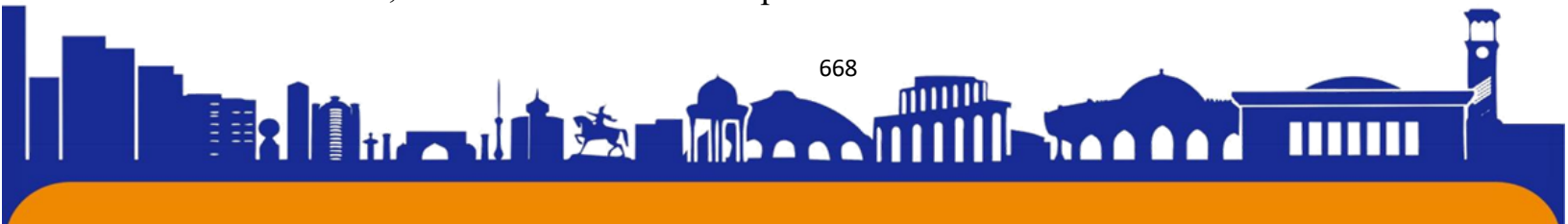


Рис.4. Влияние количества минерального наполнителя на предел прочности при сжатии гипсового камня при тонкости помола: 1-60%, 2-30% и 3-0% соответственно (по остатку на сите №008)

Анализ графических зависимостей показывает, что молотый сталеплавильный шлак при введении его в состав гипсового вяжущего в количестве 5% и дисперсности 60% (по остатку на сите №008) не оказывает существенного влияния на прочность наполненного гипсового камня, и остается на уровне бездобавочного состава (контрольного гипса). Дальнейшее увеличение дисперсности минерального наполнителя способствует повышению прочности образцов из наполненного гипсового камня. В частности, при таком же количестве молотого сталеплавильного шлака и при дисперсности наполнителя 30% прочность наполненного гипсового камня на сжатие повышается на 9%. Более тонкий помол минерального наполнителя, до уровня нулевого остатка на сите №008, позволяет повысить прочность наполненного гипсового камня на





18% при 5% количестве минерального наполнителя. Было изучено также и влияние минерального наполнителя на водостойкость гипсового камня. Результаты экспериментальных исследований приведены на рис.5.

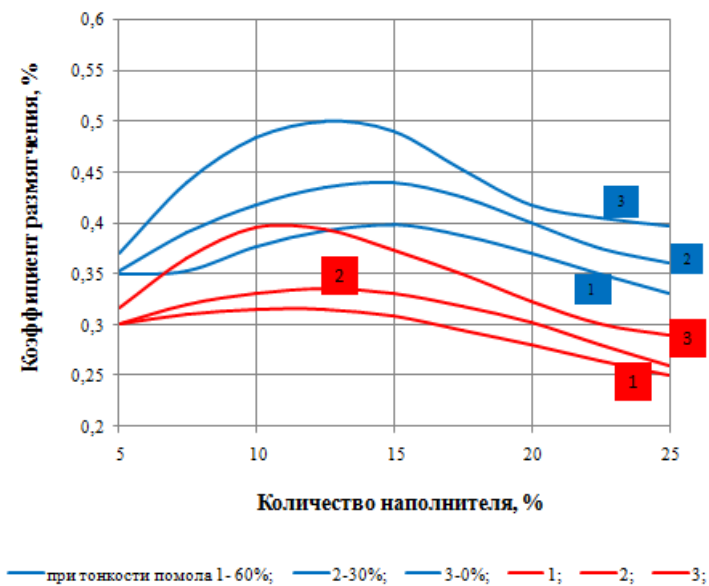
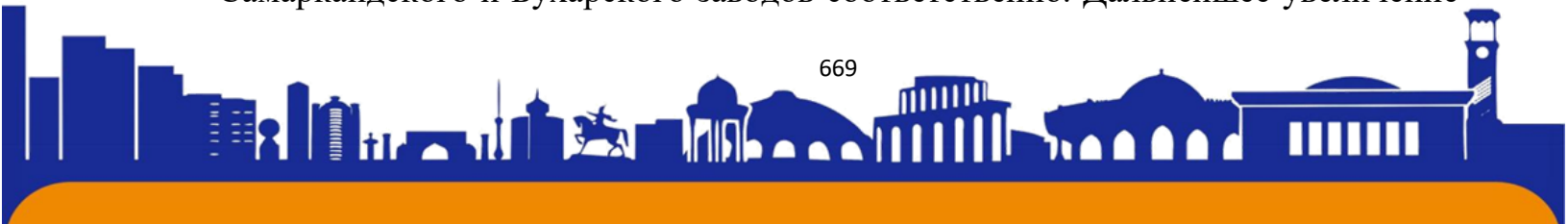


Рис. 5. Влияние количества наполнителя на водостойкость гипсового камня при тонкости помола: 1-60%, 2-30% и 3-0% соответственно (по остатку на сите №008)

Анализ результатов экспериментальных исследований по определению степени водостойкости наполненного гипсового камня показал, что молотый сталеплавильный шлак при дисперсности 30 и 60% (по остатку на сите №008) не оказывает существенного влияния на водостойкость наполненного гипсового камня (коэффициент размягчения находится в пределах значений 0,36-0,44 и 0,26-0,33 для гипсового вяжущего Бухарского и Самаркандского заводов соответственно). При увеличении дисперсности молотого сталеплавильного шлака (до полного прохождения через сито №008) наблюдается существенное повышение коэффициента размягчения наполненного гипсового камня. При введении более дисперсного минерального наполнителя в количестве 10% коэффициент размягчения наполненного гипсового камня повышается с 0,3 (для без добавочного состава) до 0,4 и с 0,35 до 0,5 для гипсового вяжущего Самаркандского и Бухарского заводов соответственно. Дальнейшее увеличение





содержания молотого сталеплавильного шлака в составе гипсового вяжущего (до 15-20%) позволяет получить наполненный гипсовый камень с коэффициентом размягчения в пределах 0,29-0,36 и 0,4-0,5 для гипсового вяжущего Самаркандского и Бухарского заводов соответственно, однако при этом наблюдается снижение его прочности. Вместе с тем увеличение тонкости помола минерального наполнителя из сталеплавильного шлака способствует повышению плотности наполненного гипсового камня и снижению его общей пористости. Такие изменения в физических свойствах наполненного гипсового камня, по нашему мнению, происходят вследствие изменения характеристик как общей, так и дифференциальной пористости композиционного материала. При этом наблюдается изменение характера вида пористости наполненного гипсового камня в виде увеличения доли закрытых пор в общем их объеме (рис.6).

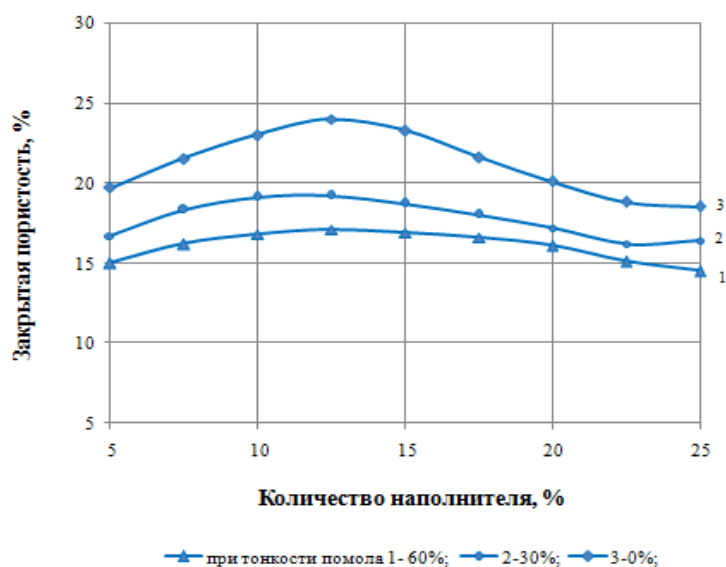
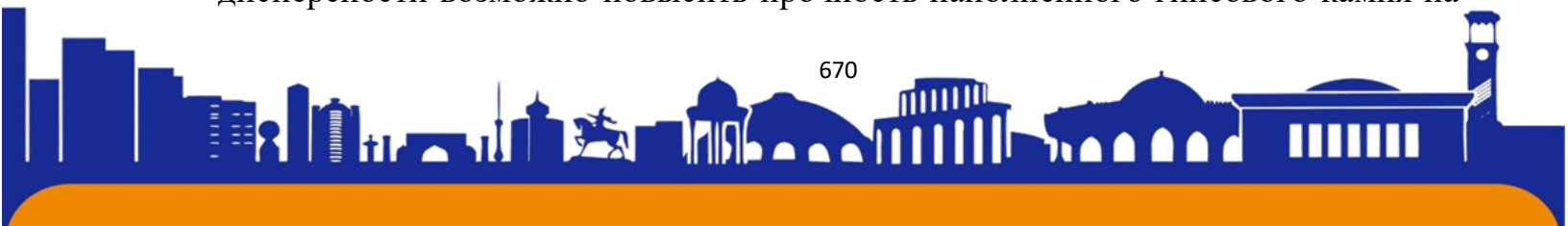


Рис.6. Влияние количества минерального наполнителя на закрытую пористость гипсового камня

Выводы. Таким образом в результате анализа полученных данных комплекса экспериментальных исследований можно констатировать, что при введении минерального наполнителя – молотого сталеплавильного шлака в состав композиционного гипсового вяжущего в оптимальном количестве и дисперсности возможно повысить прочность наполненного гипсового камня на

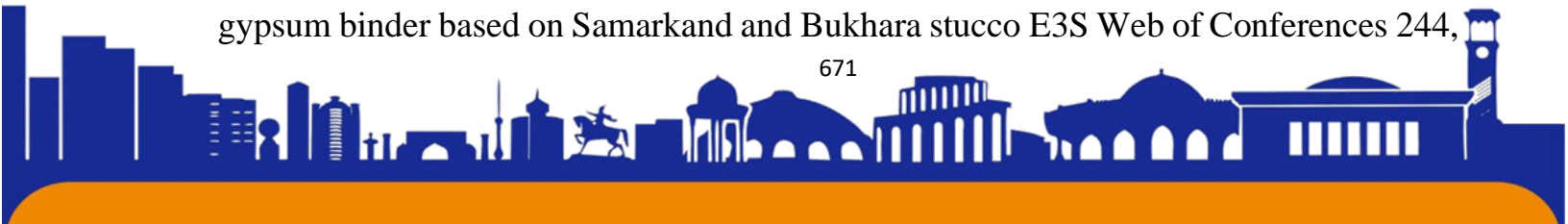




18% и водостойкости на 25% за счет улучшения микроструктуры композита. В качестве исходных данных для решения задачи по оптимизации состава композиционного гипсового вяжущего представляется целесообразным принять следующие интервалы варьирования рецептурно-технологических параметров: степени наполнения гипсового вяжущего - от 5 до 15% и дисперсности наполнителя - от 60% до нулевого остатка на сите №008.

Литература

1. Адылходжаев А.И., Махаматалиев И.М., Цой В.М. и др. Инновационные материалы и технологии в строительстве/ Монография под общ ред. Адылходжаева А.И., Т.: «Фан ва технология», 2016. -292с.
2. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение / Учеб. Пособие для ВУЗов –М: Высшая школа, 2004.- 701с.
3. Соломатов В.И. Развитие полиструктурной теории композиционных строительных материалов. // Известия Вузов. Строительство и архитектура. - 1985.-№8.- 58-64с.
4. Соломатов В.И. Полиструктурная теория и эффективные технологии КСМ. - В кн.: Эффективные технологии композиционных строительных материалов. - Ашхабад. - 1985.-3-7с.
5. Соломатов В.И., Выровой В.Н., Дорофеев В.С. Основы композиционных строительных материалов. - Харьков: ХИИГХ. - 1990. - 52с.
6. Соломатов В.И., Выровой В.Н., Дорофеев В.С., Сиренко А.Н. Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости. - Киев.: Будивельник. - 1991. - 145с.
7. Тургунбаева Ж.Р. Структурообразование и свойства гипсобетона с добавкой поликарбонатного суперпластификатора, Специальность 05.09.05 – «Строительные материалы и изделия» автореферат диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам, 2023г., с. 34-37.
8. Turgunbayeva J.R., On the properties of filled plaster of Paris with metallurgical slag and plasticizing additive E3S Web of Conferences **264**, 02027 (2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126402027> CONMECHYDRO - 2021, 2021, pp. 1-6.
9. Turgunbayeva J.R., Turgunbayev U.J., Methods for obtaining a composite gypsum binder based on Samarkand and Bukhara stucco E3S Web of Conferences 244,





02027 (2023) <https://doi.org/10.1063/5.0125342> *CONMECHYDRO* - 2023, 2023, pp. 1-7.

10. Тургунбаева Ж.Р. Влияние металлургического шлака на физико-механические свойства строительного гипса Вестник ТашИИТ - Ташкент 2015г.с.25-28.

11. Тургунбаева Ж.Р. Рузметов Ф.Ш, Инновацион технологияларни жорий қилиш – мамлакатимиз иқтисодиёти юксалишининг муҳим гаровидир, Ферганский Политехнический Институт, Научный –Технический Журнал (STJ FerPI), 2017г, Выпуск №1, с.192-194.

12. Тургунбаева Ж.Р., О свойствах модифицированных гипсовых композиций со шлаковым наполнителем и химической добавкой, Вестник спец. выпуск ТашИИТ - Ташкент 2020г,с.129-132.

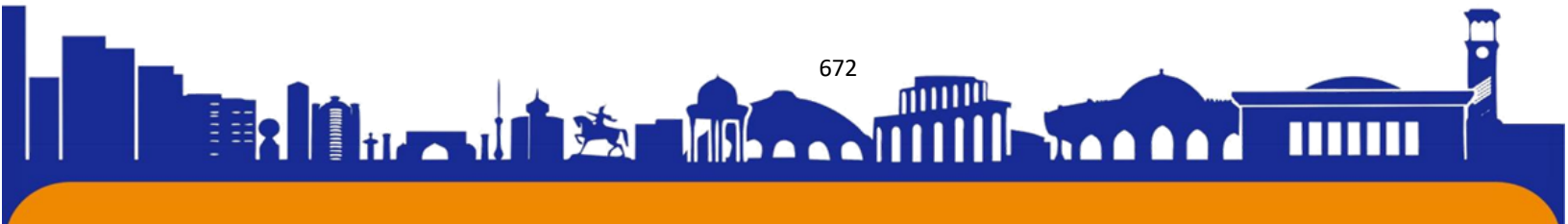
13. Makhamataliyev I.M., Turgunbayeva J.R., Turgunbayev U.J., Ruzmetov F.Sh. On the Influence of Polycarboxylate Superplasticizer Polimix on the Performance Properties of Gypsum Binder, Journal of Innovative Studies of Engineering Science (JISES) Volume: 01 Issue: 04 | 2022 ISSN: 2751-7578 <http://innosci.org/pp.62-65>.

14. Тургунбаева Ж.Р., О сухой растворной смеси, Ресурсосберегающие технологии строительства. ТашИИТ - Ташкент, 2009г. Выпуск 4, с.123-126.

15. Тахиров М.К., Тургунбаева Ж.Р., К вопросу обоснования технологии получения сухих строительных смесей Материалы научно-практической международной конференции с участием зарубежных ученых «Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте» ТашИИТ - Ташкент, 2009г., с.3-12.

16. Тургунбаева Ж.Р., Влияние добавок поликарбоксилатного суперпластификатора на свойства гипса, II Республиканской научно-технической конференции «Проблемы внедрения инновационных идей, технологий и проектов в производство» Сборник научных трудов Жиззах, 2010г. 1- часть, с.210-212.

17. Тургунбаева Ж.Р., Модифицированный гипс, Материалы Республиканской научно-технической конференции «Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте» ТашИИТ - Ташкент, 2010г., с.106-109.





18. Махаматалиев И.М., Тургунбаева Ж.Р., О перспективах применения гипсовых материалов в строительстве, Межвузовский сборник научных трудов «Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте» ТашИИТ – Ташкент, 2011г., с.106-108.

19. Тургунбаева Ж.Р., Оптимизация составов композиционных гипсовых вяжущих с добавкой поликарбоксилатного суперпластификатора и металлургического шлака. Материалы международной научно-технической конференции «Перспективы применения инновационных технологий в сфере архитектуры и строительства» Книга – 2, СамГАСИ - Самарканд, 2016г., с.144-146.

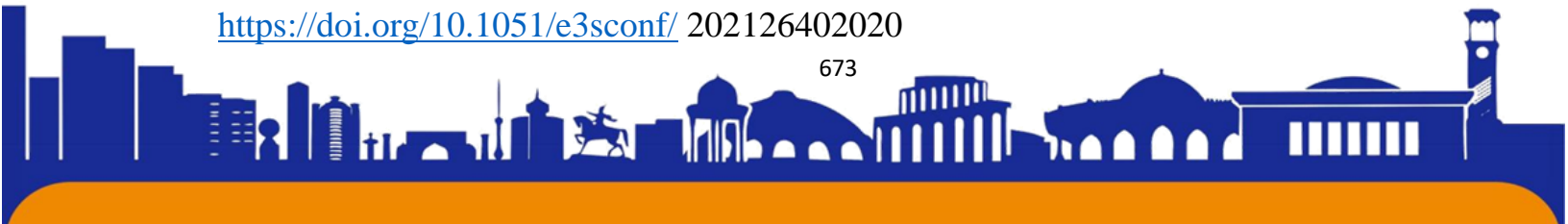
20. Тургунбаева Ж.Р., О свойствах наполненного строительного гипса металлургическим шлаком, Гуманитарный национальный исследовательский институт «Нацразвитие» материалы конференций Санкт-Петербург сентябрь 2017г., с.19-23.

21. Тургунбаева Ж.Р., О свойствах модифицированных гипсовых композиций со шлаковым наполнителем Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте. Инновационные технологии в строительстве. Научные труды республиканской научно-технической конференций с участием зарубежных ученых. ТашИИТ - Ташкент, 2020г.15 – выпуск, с.263-265.

22. Махаматалиев И.М., Тургунбаева Ж.Р., Тургунбаев У.Ж., Программа для ЭВМ “Пўлат эритмаси тошқолли минерал микротўлдиргични шарли тегирмонда механик фаоллаштириш вақтига боғлиқ ҳолда, унинг дисперслик даражасини аниқлаш”, Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № DGU 17098, 2022г.

23. Anvar Adilkhodjaev, Ilkhom Kadyrov and Makhamadaziz Rasulmukhamedov, Research of porosity of a cement stone with a zeolite containing filler and a superplastic stificatorE3S Web of Conferences 264, 02007 (2021), CONMECHYDRO - 2021 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126402007>

24. Urinbek Turgunbaev and Bobur Toxirov, Influence of complex chemical additives on the rheological properties of cement paste and concrete mixture, E3S Web Conf. Volume 264, 2021 International Scientific Conference “Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering” (CONMECHYDRO - 2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126402020>





25. Ulugbek Abdullaev and Urinbek Turgunbaev, About the properties of ash-filled concrete and JV GLENIUMSKY 504, E3S Web Conf. Volume 264, 2021 International Scientific Conference “Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering” (CONMECHYDRO - 2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126402036>.

26. Тургунбаева Ж.Р., Шарипова Д.Т, Тургунбаев У.Ж., Тўхтабоев Э.И. О свойствах неавтоклавного газобетона с применением местного сырья. EURASIAN JOURNAL OF ACADEMIC RESEARCH Innovative Academy Research Support Center UIF = 8.1 | SJIF=5.685 www.in-academy.uz. <https://in-academy.uz/index.php/ejar/article/view/13689>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7890179>. 2023г. с.22-29.

27. [Turgunbayeva J.R.](#), [Turgunbayev U.J.](#), Methods for obtaining a composite gypsum binder based on Samarkand and Bukhara stucco, Экономика и социум международный научно-практический журнал. №6, 2022г.

28. Тургунбаева Ж.Р., Тургунбаев У.Ж., Исследование процесса механоактивации сталеплавильного шлака и получение тонкодисперсного наполнителя для гипсовых смесей. “USTOZLAR UCHUN” Respublika pedagoglar jurnali. №225, 2022-yil.

