

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦЕОЛИТОВОЙ ПОРОДЫ В КАЧЕСТВЕ АКТИВНОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКИ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

Ряполов Александр Сергеевич, БГТУ им. В.Г. Шухова БГТУ им. В.Г. Шухова (308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46, БГТУ им. В.Г. Шухова) e-mail: ryapolov.aleksandr@pismorf.com

Корниенко Дарья Владимировна, БГТУ им. В.Г. Шухова БГТУ им. В.Г. Шухова (308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46, БГТУ им. В.Г. Шухова) e-mail: kornienko.daria91@mail.ru

Штрипов Иван Константинович, БГТУ им. В.Г. Шухова (308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46, БГТУ им. В.Г. Шухова) e-mail: ivan.051p.ru@mail.ru

Осознанное и целенаправленное использование природных цеолитов в производстве строительных материалов является актуальной задачей. Это обусловлено, во-первых, тем, что в силу повсеместной распространенности природные цеолиты становятся не экзотическим, а местным сырьем. Во-вторых, многие месторождения неоднородны по составу и степень цеолитизации их невысока (20-40%), что делает их непригодными для применения в так называемых "первоочередных" областях. Кроме того, высокоцеолитизированные месторождения всегда включают породы с граничной и низкой степенью цеолитизации, использование которых безусловно улучшает общую эффективность добычи. Наиболее ясно в настоящее время просматриваются перспективы использования природных цеолитов в составе различных вяжущих материалов. Обладая высокой пуццолановой активностью, природные цеолиты вступают во взаимодействие с известью и образуют гидросиликаты, гидроалюминаты, гидросульфалюминаты (в присутствии SO_3), обеспечивающие системам вяжущие свойства. При этом возможна экономия клинкера (в цементных системах), улучшение некоторых строительно-технических свойств материалов.

Ключевые слова: природные цеолиты, пуццолановая активность, вяжущие материалы.

Conscious and purposeful use of natural zeolites in the production of construction materials is an important task. This is due, firstly, the fact that by virtue of the widespread prevalence of natural zeolites are not exotic and local raw materials. Secondly, many deposits are non-uniform in their composition and their degree of zeolitization low (20-40%), which makes them unsuitable for use in so-called "priority" areas. In addition, field vysokotseolitizirovannye always include rock with a boundary and a low degree of zeolitization, the use of which is definitely improves the overall efficiency of production. The most obvious are currently browsing the prospects for the use of

natural zeolites in the various binding materials. With its high pozzolanic activity, natural zeolites react with lime and form hydrous, hydroaluminate, гидросульфалюминаты (in the presence of SO₃), provides systems astringent properties. It is possible to save the clinker (cement systems), improvement in some construction and technical properties of materials.

Key words: natural zeolites, pozzolanic activity, binding materials.

Введение. Природные цеолиты наиболее широко представлены цеолитизированными пепловыми туфами вулканогенно-осадочного происхождения. При этом размер кристаллического или скрытокристаллического цеолитоподобного вещества обычно составляет единицы и десятки микрон. Кроме собственно цеолитового вещества туфы обычно содержат остатки стекла, пепла и ряд сопутствующих минералов (монтмориллонит, гидрослюда, кристобалит и др.).

Особая структура тонкодисперсного цеолитового вещества в туфах, включающая многочисленные поры и каналы на микроуровне, приводит к высокой поглотительной способности материала. Связывая большие количества CaO и SO₃ в высокоизвестковых системах, цеолитовые туфы разлагаются на гидро(сульфо)-алюминаты и гидросиликатный гель. При этом образование указанных гидратов из цеолитов происходит более легко и быстро по сравнению с другими алюмосиликатами нецеолитной структуры. Это обусловлено тем, что алюмо- и кремнекислородные тетраэдры в цеолитах располагаются поочередно, легче высвобождаются и более легко встраиваются в структуры гидратов, поставляя готовые блоки. В результате в цементных композициях должен наблюдаться быстрый синтез гидросульфалюминатных фаз с дополнительным образованием геля гидросиликатов. Однако, как и любые пуццоланы, добавки цеолитовых порошков к цементам будут увеличивать их водопотребность с последующим ухудшением некоторых свойств материалов.

Можно ожидать достаточно высоких характеристик камня в известково-цеолитовых системах, но при условии получения низкопористого материала либо за счет прессования полусухих (силикатных) масс, либо за счет низкого водозатворения (пластифицирование). При этом необходимо учитывать легкость синтеза аномального алюминий замещенного берморита на базе цеолитов в автоклавных условиях, что, наоборот, будет приводить к существенному увеличению пористости материала и ухудшению его свойств.

Наконец, возможно ожидать получение легких заполнителей типа керамзита, термолита или пеностекла из цеолитового сырья. Однако необходимо учитывать малое содержание оксидов железа в таких туфах, т. к. Fe³⁺ обычно не встраивается в решетку цеолитов. По этой причине, не смотря на заметное содержание щелочей, температуры

достижения пиропластического состояния цеолитосодержащих материалов должны быть более высокие по сравнению с обычными легкоплавкими глинами.

Основная часть.

В качестве сырьевых материалов использовался цемент марки ПЦ 500 ДО «Белгородский цемент», цеолитовая порода "сакернит" (тип 2, тип 4) и липецкий шлак используемый на предприятии ЗАО «Белгородский цемент»

таблица 1

Химический состав сакернита

ТИП	TiO ₂	ППП	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	
2	5,82	9,86	63,70	12,51	1,23	1,37	0,39	0,00	2,84	2,28	100
4	0,75	10,61	57,67	19,09	5,63	0,45	1,41	0,1	4,03	0,27	100

Микроструктура цеолитовой породы (рис. 1-5)

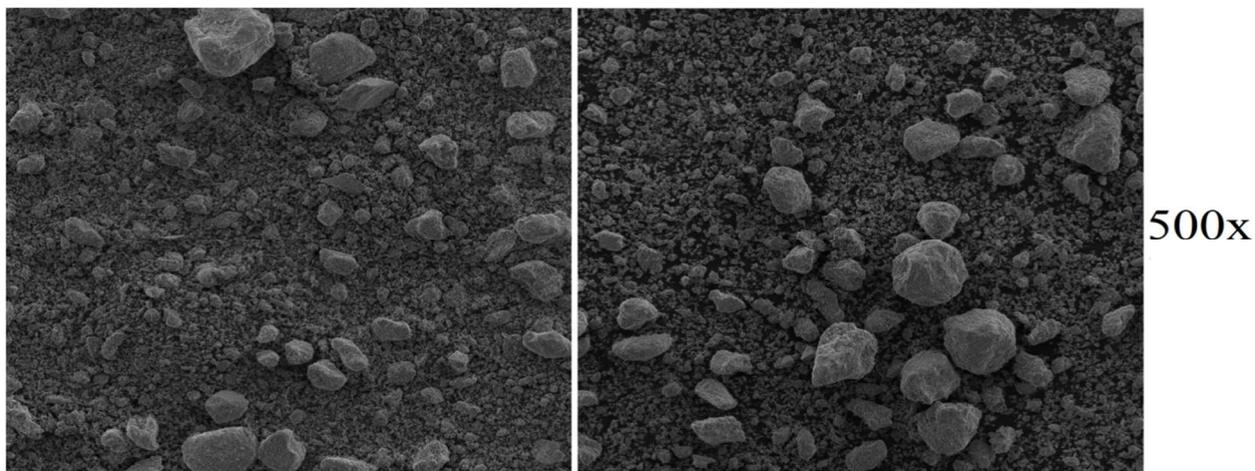
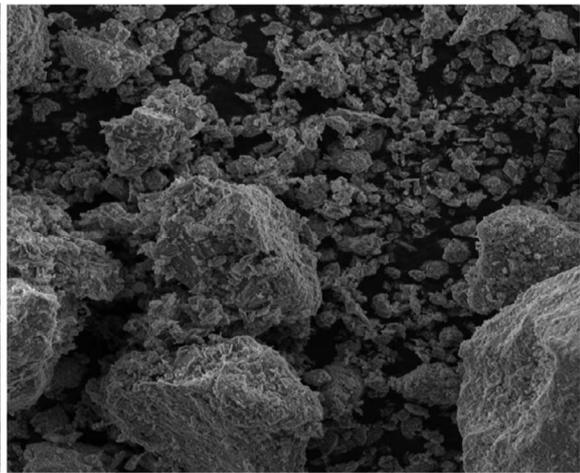
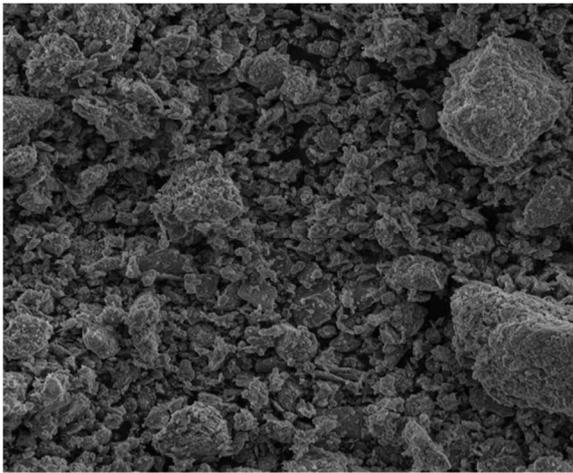
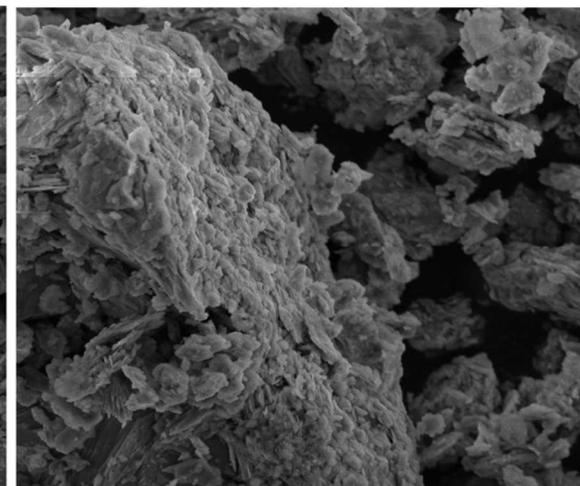
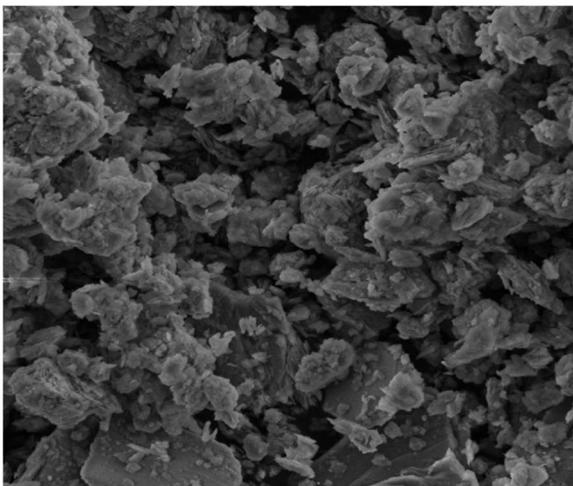


Рис. 1



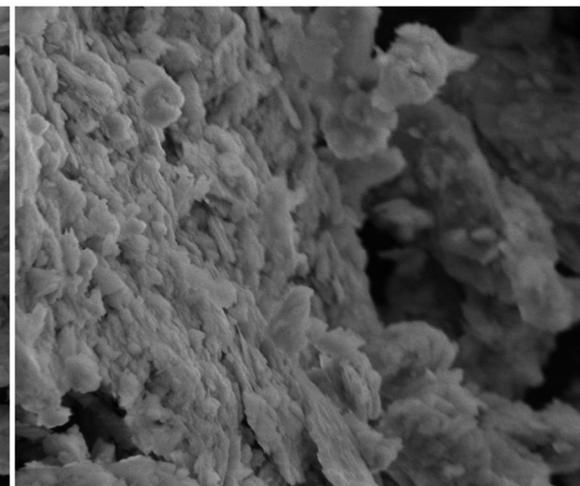
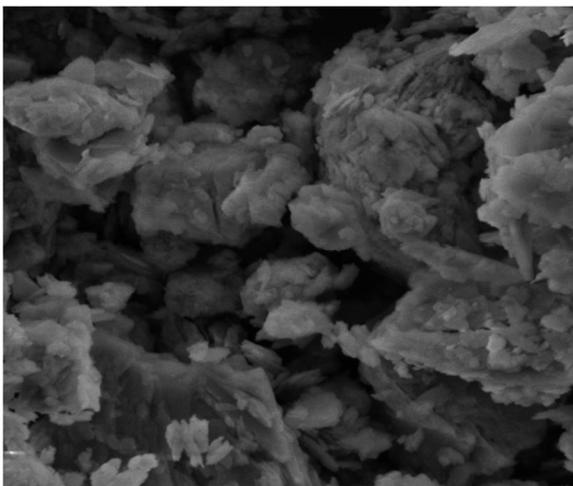
2500x

Рис. 2



10кx

Рис. 3



25кx

Рис. 4

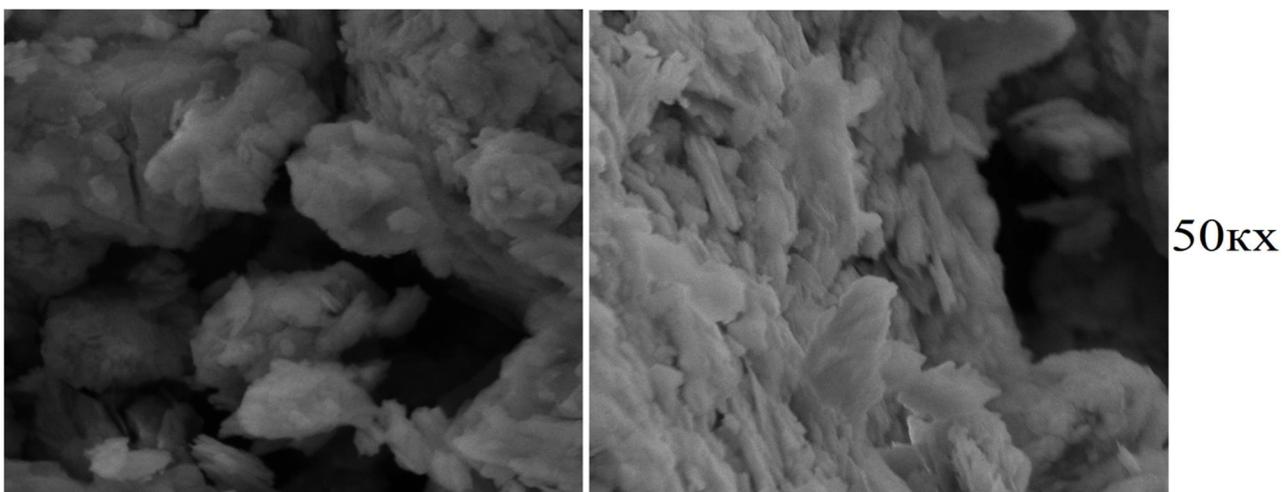


Рис. 5

В цемент были введены порции циолита в различном процентном соотношении. Для определения прочностных характеристик были изготовлены образцы из цементного теста (без песка), с определенным водоцементным отношением и испытаны в 2;7;28 суточном возрасте. Результаты приведены в табл.2,3 и на рис. 6,7.

Таблица 2

Прочность на сжатие (кгс/см²)

сроки (сут.)	ПЦ 500 Д0	T2-5	T4-5	T2-10	T4-10	T2-15	T4-15	T2-20	T4-20	T2-25	T4-25
2	438	345	364	309	300	273	313	257	286	268	231
7	580	502	543	461	586	495	443	403	402	424	394
28	808	669	642	723	703	564	701	569	507	711	565

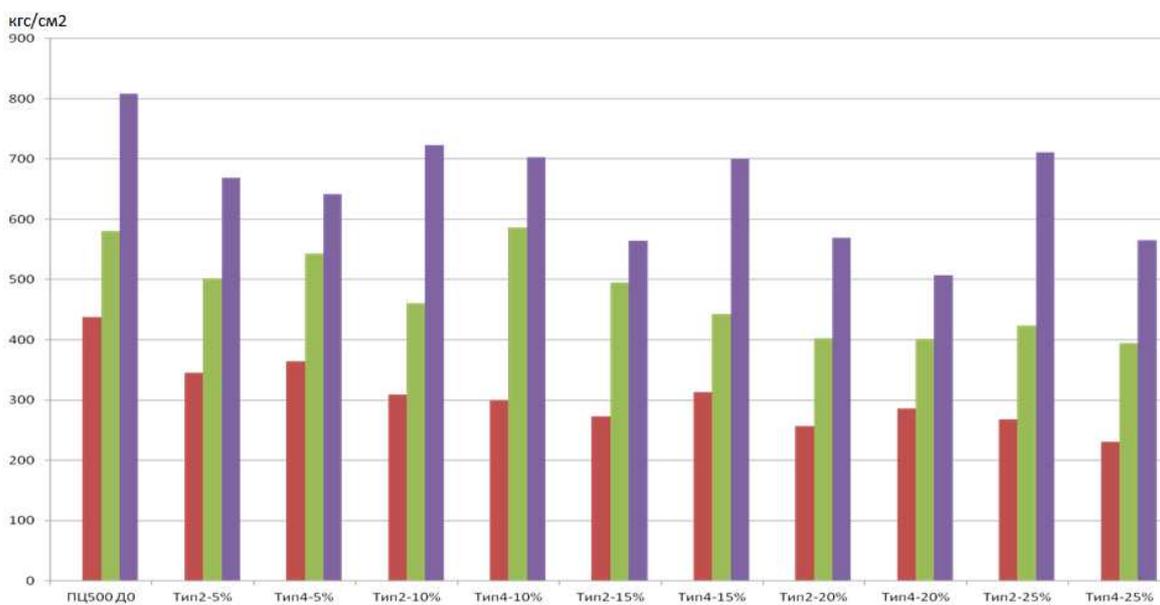


Рис. 6 Прочность на сжатие.

Таблица 3

Прочность на изгиб (кгс)

сроки (сут.)	ПЦ 500 Д0	T2-5	T4-5	T2-10	T4-10	T2-15	T4-15	T2-20	T4-20	T2-25	T4-25
7	5,43	5,18	6,07	5,27	5,72	4,73	6,09	4,55	4,31	4,2	3,62
28	5,47	5,37	6,47	5,44	5,91	5,01	6,78	5,05	4,86	4,65	4,83

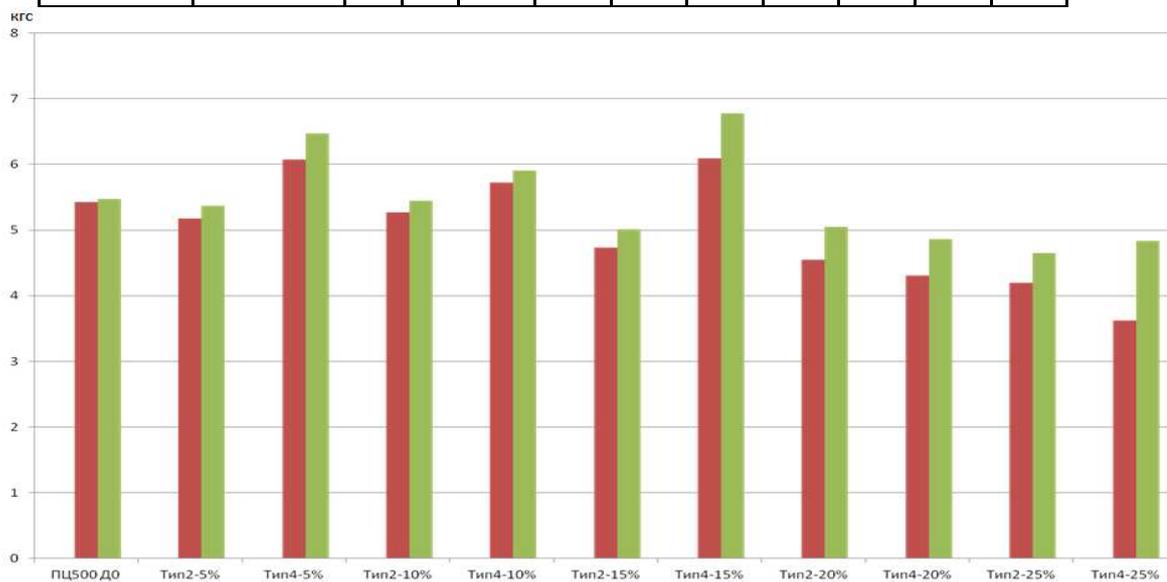


Рис. 7 Прочность на изгиб.

Проведя сравнение полученных результатов было принято решение в образцы содержащие 25% сокернита «Тип-2» и 15% «Тип-4» добавить 10%, 15% и 20% липецкого шлака для снижения водопотребности и возможного улучшения прочностных показателей. Так же были изготовлены образцы из цементного теста (без песка), с определенным водоцементным отношением и испытаны в 2;7;28 суточном возрасте. Результаты приведены в табл.4,5 и на рис. 8,9.

Таблица 4

Прочность на сжатие (кгс/см²)

сроки (сут.)	ПЦ 500 Д0	T2-25-10	T2-25-15	T2-25-20	T4-15-10	T4-15-15	T4-15-20
2	275	198	206	181	239	241	229
7	522	328	315	362	459	392	335
28	795	442	422	411	481	527	472

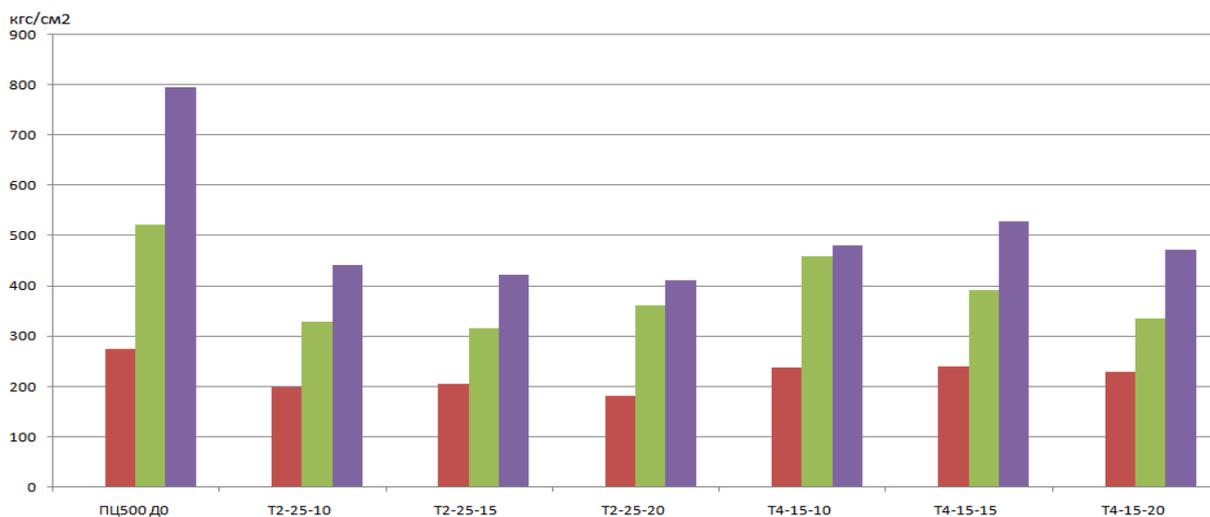


Рис. 8 Прочность на сжатие.

Таблица 5

Прочность на изгиб (кгс)

сроки (сут.)	ПЦ 500 Д0	Т2-25-10	Т2-25-15	Т2-25-20	Т4-15-10	Т4-15-5	Т4-15-20
2	3,95	2,67	2,71	2,52	2,88	3,6	3,31
7	5,08	4,05	4,48	4,04	4,36	4,76	4,33
28	5,65	5,08	5,07	4,49	5,27	5,39	5,32

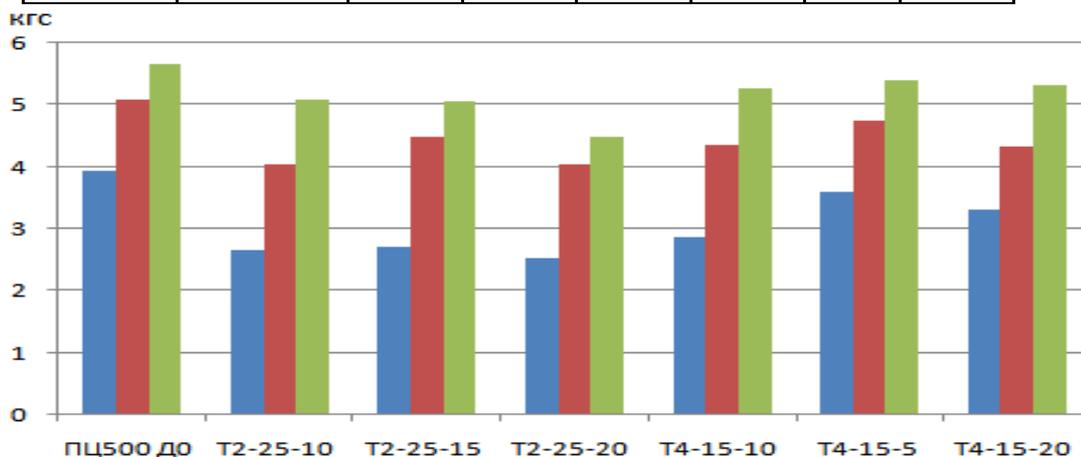


Рис. 9 Прочность на изгиб.

Выводы: ввод цеолита в количестве 10-15% дает снижение прочности на сжатие на 10% и рост прочности на изгиб на 23% что позволяет говорить о получении цемента класса ЦЕМ II/A-П 42,5 Н, обладающего повышенной морозостойкостью, сульфатостойкостью. Высокой способностью к пластической деформации во влажных условиях при постоянной температуре

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чистякова З.А., Лукеря М.И., Шмилык А.И. Влияние добавок цеолитового туфа на свойства цемента // Вестник Львовского Политехнического института. - 1980.- N 139.- С. 162-163.
2. Чистякова З.А. Исследование механической прочности цемента с добавкой цеолитовой породы // Вестник Львовского политехнического института. - 1982.- N 163.- С. 135-136.
3. Вагнер Г.Р., Тихонов В.Г., Банатов В.П. Влияние щелочных компонентов цеолитовых пород на процессы твердения шлако-и портландцемента // Шлакощелочные цементы, бетоны и конструкции: Тезисы докладов II Всесоюзной научно-практической конференции, Киев, октябрь 1984 г.- Киев, 1984,- С. 160-161.