

УДК 691.327-41

## ИССЛЕДОВАНИЕ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЕРНОГО БЕТОНА В УСЛОВИЯХ КАЗАХСТАНА

**Жолбарысхан А.С**

*[a.zholbaryskhan@mail.ru](mailto:a.zholbaryskhan@mail.ru)*

Студент кафедры «Производство строительных материалов и конструкций» ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан  
Научный руководитель – Шашпан Ж.А

В настоящее время актуальность серного бетона в сфере строительства обусловлена рядом причин: быстрое отверждение и высокая прочность серного бетона, решение экологических проблем. Одним из важных компонентов серного бетона является модификатор, обеспечивающий сохранение свойств бетона в течение длительного времени. Как правило, основой модификаторов является сера. Сера является отходом нефтегазодобычи, в связи с чем нефтедобывающие страны сталкиваются с проблемой утилизации серы. Данная экологическая неувязка животрепещуща для Казахстана, беря во внимание, собственно что добыча углеводородного сырья на этих больших месторождениях, как Кашаган и Тенгиз, сопрягается с выбросом большущего числа серы. Так, по подсчетам специалистов, разработка Кашагана может сопровождаться попутным производством до 2 млн т серы ежегодно. При этом почти 10 млн т серы уже накоплено за время эксплуатации месторождения Тенгиз. Неизбежным следствием этого является техногенное воздействие скопившихся отходов на объекты окружающей среды.

Весьма логичным считается заключение об действенной переработке техногенных материалов и внедрение приобретенных материалов в сфере постройки.

Целью работы явилось изучение способности добычи материалов для изготовления серного бетона в критериях Казахстана, выявление и исследование вероятных экономически и экологически прибыльных заключений, а еще определение подходящих составов и выявление более действенных заполнителей и наполнителей.

Серный бетон-это материал, который был введен в гражданскую эксплуатацию машиностроительной промышленности в качестве заменителя обычного бетона, в котором цемент-это связующее звено. Свойства серного бетона обеспечиваются серным полимером и образуется в процессе синтеза обыкновенной серы с модификаторами что препятствует процессу кристаллизации серы, и приводит к стабилизации структура полимера серы. Установлено, что механические параметры серного бетона должны соответствовать свойствам используемого в производстве цементного бетона для изготовления сборных

элементов дорожно-строительной отрасли. Подтверждена и оценена точность параметров проектируемой смеси путем проведения серии испытаний затвердевшего бетона-физических, механических (прочность на сжатие), долговечность в суровых условиях эксплуатации. Результат испытания: подтвержденное низкое водопоглощение, высокая устойчивость к износу истиранию, высокая устойчивость к образованию отложений от замерзания и оттаивания (поверхностное выветривание) в соленой среде, а также высокая прочность на сжатие и растяжение отдельных композиций.

**Серные полимеры.** Серные полимеры - это материалы, полученные из природной серы, модифицированной химическими веществами, которые добавляются в строго определенных условиях и пропорциях. Следующие модификаторы: дициклопентадиен, стирол, скипидар и фурфурол добавляются в состав для преобразования свойств этого сера путем ингибирования его кристаллизации-что стабилизирует структуру, обеспечивая сохранение стабильных физических свойств независимо от истечения времени. Все они являются высококипящими жидкостями или твердыми частицами с низкой твердостью схватывания, придающими связующему пластичность. Они подвергаются общей полимеризации с частицами серы при температуре 140°C, создавая линейные (Стирол) сшитые структуры (дициклопентадиен) – в зависимости от типа модификаторов. Влияние производимых полимеров серы на здоровье людей не проверялось.

**Заполнители.** Заполнители, используемый в исследований были выбраны с особым акцентом на достижение удовлетворительных механических параметров изделия. Вторичным критерием отбора был экономический аспект. Обычно используются следующие типы заполнителей в качестве типичного цементного бетона в проекте были применены: песок, гравий, гранит и доломит. Для получения серного бетона были выбраны добавки (зола-унос, фосфогипс).

Были рассмотрены две основные цели: ассортимент и присадок. В качестве первой была использована мелкозернистая пыль, герметизирующая агрегатную матрицу один, а также более дешевые и легкодоступные отходы, хранящиеся в огромных количествах на запасы, были использованы во втором случае. В то же время для повышения конкурентоспособности компании с учетом экономического аспекта в качестве добавок были использованы зола-унос и фосфогипс.

**Производственный процесс.** Способ получения серного бетона, основан на плавлении элементарной серы и ее одновременном сплавлении его смеси с модификаторами при температуре в диапазоне от 130 до 140°C. Нагретый заполнитель и другие добавки добавляются в жидкое серное полимерное вяжущее и все вместе смешиваются. Наконец, после получения однородной массы, он готов для формовки. В исследовании использовались кубические и кубовидные формы. Была выполнена 1 партия, обычные образцы: 16 кубические и 9 кубовидные. Подробности состава представлены в таблице:

Таблица 1.1 Избранные составы партий

№	№ партии	Сера	Модификатор		Песок	Крупный наполнитель 2-8мм		Добавка	
		%	Тип	%		Тип	%	Тип	%
1	3	30	-	-	60	-	-	зола уноса	10
2	6	22,5	стирол	2,5	62,5	-	-	зола уноса	12,5
3	8	22,5	стирол	2,5	61	-	-	зола уноса	14
4	10	22,5	стирол	1,25	62,5	-	-	зола уноса	12,5
5	12	19	стирол скипидар	1	20	гравий	60	-	-
6	15	19	дицикл.	1	20	гранит	60	-	-
7	16	19	дицикл.	1	20	доломит	60	-	-
8	20	21,1	дицикл.	1,1	15,6	гравий	54,4	зола уноса	7,8
9	22	24,5	дицикл.	1,3	6,4	гравий	58,7	фосфогипс	9,1
10	24	24,5	дицикл. Фурфурол	0,65 0,65	13,1	гравий	52	зола уноса	9,1
11	25	24,5	дицикл. Фурфурол	0,65 0,65	13,1	гравий	52	фосфогипс	9,1
12	26	21,1	дицикл.	1,1	20	гравий	57,8	-	-
13	27	24,5	дицикл.	1,3	13,1	гравий	52	зола уноса	9,1
14	28	24,5	дицикл.	1,3	13,1	гравий	52	фосфогипс	9,1
15	30	21,1	дицикл.	1,1	20	гравий	57,8	-	-

### Экспериментальные исследования.

Основной целью шихтового состава было получение прочных серных бетонных изделий, способные выдерживать условия окружающей среды, их воздействие должно быть очень прочным и устойчивостью к погодным условиям. Были проведены следующие механические и прочностные испытания из: Водопоглощение; Насыпная плотность; Прочность на сжатие; Прочность на растяжение при изгибе; Определение скорости ультразвукового импульса;

Все экспериментальные испытания проводились в соответствии с европейскими или национальными стандартами

#### Результаты тестов

Кубовидные полимерные образцы серного полимера (40x40x160 мм) подвергались замораживанию - испытание цикла оттаивания в диапазоне температур от -20оС до +20оС в течение одного цикла. Все образцы, независимо от модификатора, трескаются в течение короткого времени после циклов замораживания-оттаивания начали (рис.1). Первые трещины появились на поверхности полимерных образцов внутри первые 72 часа, полные трещины (когда образец ломается) наблюдались через 7 дней от начала исследования. начало испытаний.



Рис. 1. Кубовидные образцы серных полимеров после 75 циклов замораживания-оттаивания.

Полимерные связующие не были затронуты такими добавками, как летучая зола, фосфогипс и другие вещества. Применение добавок в виде пыли и заполнителя хорошего качества гарантирует получение продукта с низким водопоглощением и высокой прочностью на сжатие. Применение крупного заполнителя с зернистостью 2-8 мм в смеси привело к тому, что значительное улучшение прочностных параметров серного бетона на Табл.2:

Таблица 2. Механические параметры выбранных серных бетонных партий.

№	№ партии	Плотность [кг/м <sup>3</sup> ]	Водопогла %]	Прочность на сжатие [МПа]		Прочность на изгиб [МПа]		Ультразву ковой волна скорость [км/с]
				раннее	позднее	раннее	позднее	
1	3	2285	-	41	41	4,3	-	-
2	6	2160	0,23	14,5	18	4,2	4,2	3,44
3	8	2053	0,37	12,1	14,2	4,1	4,1	3,15
4	10	2029	0,36	11,2	14,1	3,4	3,8	3,23
5	12	2351	0,35	57,3	56,1	8,7	7,7	3,91
6	15	296	0,31	65,6	53,4	5,2	-	3,82
7	16	2387	0,47	57	51,7	7,3	-	4,15
8	20	2235	0,07	50,6	68,7	13,3	10,4	4,07
9	22	2300	0,1	39,7	45,8	7,4	2,3	3,97
10	24	2241	0,06	38,4	41,9	4,9	5,3	3,94
11	25	2256	0,04	49,6	50,5	4,5	3,7	3,79
12	26	2420	0,25	54,5	54,6	5,5	5,8	3,89
13	27	2341	0,04	58,7	58,2	10,1	10	3,82
14	28	2390	0,04	61,8	51,3	8	5,7	3,91
15	30	2300	0,13	55,4	44,9	7	5,5	3,76

Рис.2. Сравнение ранней и поздней прочности образцов серного бетона.

Проч  
ность  
на  
сжат  
ие  
[МПа  
]

Модификация серного полимера стиролом значительно снизила прочность серного раствора от 41,0 МПа до примерно 14,5 МПа. Природный заполнитель (гравий, гранит, доломит) не повлияли на прочность соединения. Время отверждения образцов не изменилось

и не влияет на прочность, растяжение при сжатии или изгибе. Ранняя прочность (1-4-дневный возраст) и поздняя прочность через 28 дней была аналогичной (рис. 2). Различия между исследуемыми параметрами были обусловлены неоднородностью образцов. Основная причина полученных результатов-дисперсность, варьировалась из-за условиями литья образцов. Время проведения строго ограничено, так что перепады температур существенно повлияли на конечную прочность серного бетона образцы. Кроме того, различия в прочности на растяжение при изгибе наблюдаются и на образцах испытанные на ранней и поздней стадии инкубации могут быть связаны с чрезмерным максимумом размер заполнителя, содержащегося в серном бетоне (8 мм) для такой формы (40x40x160мм), который предназначен для проверки параметров раствора (максимальный размер заполнителя 4 мм).

**Заключение.** Представленные результаты испытаний серного бетона подтверждают низкое водопоглощение и высокую устойчивость к выделению в сухих условиях. Кроме того, прочность на сжатие и растяжение отдельных композиций допускается для проектирования изделий высокого класса прочности. Результаты исследований однозначно указывают на то, что данный материал может быть применен в строительстве, главным образом для крытых и подводных или подземных применений, под заморзанием зона (например подземные выгребные ямы).

#### **Список использованных источников**

1. ACI Committee 548, ACI 548.2R-93 (Reapproved 1998) - Guide for Mixing and Placing Sulfur Concrete in Construction (1998)
2. Central Statistical Office – Statistical Information and Elaborations (2015)
3. M. Abdel-Mohsen, M. El Gama, Cement and Concrete Composites, 31, 186-194, (2009)
4. M.M. Vlahovic, Martinovic, Construction and Building Materials, 25, 3926-3934, (2011)
5. V. Rezvani, H. Saghi, American Journal of Civil Engineering 3, 69–74 (2015)
6. A.Yu. Fomin, V.G. Khozin, Building Materials 11, 20–23 (2009)
7. V.A. Gladkikh, E.V. Korolev, D.L. Khusid, News of Moscow State University of Architecture and Construction 12, 70–78 (2016)
8. V.A. Gladkikh, E.V. Korolev, D.L. Khusid, Building Materials, Equipment and Technology of XXI century 3, 30–33 (2015)
9. Тенгизшевройл цифры и факты (2019)
10. Оспанова М. Ш., Сулейменов Ж. Т. Полимерсерные бетоны. Тараз: ТарГУ., 2001 – 265 с.