

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



ҚазҰТУ ХАБАРШЫСЫ

---

---

ВЕСТНИК КазННТУ

VESTNIK KazNRTU

---

---

№ 2 (138)

[5] Исследование и разработка интеллектуальной информационной системы для транспортной задачи. Казангапова Б. А., Социалов Е. Қ. Высшая школа Казахстана Международное научно-педагогическое издание 4/2019, 304-308.

Казангапова Б. А., Исмагулова Ж. С., Социалов Е. Қ.

**Көлік және логистикалық процесс үшін анық емес нейрожелілік моделді құру**

**Түйіндеме.** Қазіргі әлемде адам өркениетін дамыту іс жүзінде шексіз қашықтықтарға жүктерді тасымалдауды жүзеге асыратын қазіргі заманғы жүк көліктерінсіз мүмкін болмас еді. Тасымалдар ел экономикасын дамытудың және оның сыртқы экономикалық байланыстарын қамтамасыз етудің маңызды факторы болып табылады.

Көптеген зерттеулер тонна-километрмен өлшенген көлік өнімі аз болған сайын, еліміздің ұлттық экономикасы үшін соғұрлым жақсы болатындығын дәлелдеді. Бұл көлік жұмысының қысқаруы көлік шығындарының төмендеуімен және көлік құралдарына қажеттіліктің төмендеуімен қатар жүретіндігіне байланысты болып отыр. Сондықтан жүктерді тасымалдау экономиканың барлық салалары үшін мүмкіндігінше қысқа (оңтайлы) қашықтықта жүргізілуі керек.

Осындай оңтайландыру міндеттерінің бірі – көліктік есептер болып табылады. Бұл тауарларды неғұрлым ұтымды тасымалдауды құру үшін қолданылады. Мұндай жағдайларда, тасымалдау құны ең аз болатын тасымалдау жоспарын анықтауымыз қажет. Бұл проблема сызықтық бағдарламалаудың ерекше жағдайы болып табылады және оны ықтимал әдіс, симплекс әдісі, венгр әдісі сияқты әдістермен шешуге болады.

Түрлі факторлардың маңыздылығына сараптамалық баға көрсеткендей, көлікті таңдағанда, ең алдымен, мыналар ескеріледі: жеткізу кестесін, сенімді жеткізу уақытын, тасымалдау құнын ескеруіміз қажет.

Осыған байланысты сандық бағалауларды ғана емес, сонымен қатар сапалық, нақты берілген, олардың арасындағы өлшемдер мен байланыстарды формализациялауға келмейтін формализациялық үдерісті модельдеу әдісі ұсынылған. Модель осы процесті одан әрі зерттеу, оның мінез-құлқын болжау, жұмыс істеуін оңтайландыру үшін әзірленеді. Бұл әдіс анық емес нейрондық желілер технологиясына негізделген. Факторлық талдауды қолдану арқылы процесті оңтайландыру әдісі көрсетілген.

Модель динамикалық режимде ұрпаулылық шешімдерді мониторингілеу және диагностикалау үшін пайдаланылуы мүмкін, өйткені нақты оқиғалар мен процестерді моделдеуге, сыни жағдайларды болжауға және ескертуге мүмкіндік береді.

**Түйінді сөздер:** басқарудың зияткерлік ақпараттық жүйелері, ақпараттық жүйе, моделдеу, нейрожелілік технологиялар, анық емес логика.

УДК 6.691.544

**S.S. Satayeva, A.U. Imangaliyeva**

(West Kazakhstan Agrarian Technical University n.a. Zhangir Khan,  
Uralsk, Kazakhstan. e-mail: sataeva\_safura@mail.ru)

**THE PRODUCTION OF SULFUR CEMENT FROM CARBON WASTES**

**Abstract.** In the work, sulfur cement based on hydrocarbon waste was obtained. Technical sulfur and fuel oil of «ATYRAU REFINERY» LLP are studied and their characteristics are given. Quartz sand of the West Kazakhstan region was used as a filler. It is shown that the cement based on sulfur binder has improved performance and compares favorably with conventional cement: high strength, resistance to aggressive environments, low water absorption, frost resistance, rapid strength gain. The use of sulfur waste can solve the problems of the environment, the oil industry and the construction industry.

**Keywords:** technical sulfur, fuel oil, quartz sand, flame retardant, sulfur cement, compression and bending strength, frost resistance, water permeability, corrosion resistance.

**С.С. Сатаева, А.У. Имангалиева**

(Западно-Казахстанский университет им. Жангир хана, Уральск,  
Республика Казахстан. e-mail: sataeva\_safura@mail.ru)

**ПОЛУЧЕНИЕ СЕРНОГО ЦЕМЕНТА ИЗ ОТХОДОВ  
УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ**

**Аннотация.** В работе получен серный цемент. Изучены техническая сера и мазут Атырауского нефтеперерабатывающего завода (АНПЗ) и даны их характеристики. В качестве наполнителя использован

кварцевый песок Западно-Казахстанской области. Показано, что цемент на основе серного вяжущего обладает улучшенными эксплуатационными свойствами и выгодно отличается от обычного цемента: высокой прочностью, стойкостью к агрессивным средам, низким водопоглощением, морозостойкостью, быстрым набором прочности. Использование отходов серы позволяет решить проблемы экологии, нефтяной промышленности и строительной индустрии.

**Ключевые слова:** техническая сера, мазут, кварцевый песок, антипирен, серный цемент, прочность при сжатии и изгибе, морозостойкость, водопроницаемость, химическая стойкость.

### Введение

Накопление различных видов отходов жизни и деятельности человека в условиях достаточно сложной современной экологической ситуации ставит перед наукой задачи по изысканию новых областей их утилизации. Использование отходов в качестве вторичных материальных ресурсов позволяет не только предотвращать загрязнение окружающей среды, но и экономить основное сырье.

Сера является одним из распространенных компонентов промышленных отходов, получаемых, при переработке сернистых нефтей, коксовании, при выплавке меди и сжигании угля. За последние годы ее запасы постоянно увеличиваются в связи с ростом объемов добычи нефти и газа. Большое количество технической серы представляет серьезную экологическую опасность для окружающей среды [1].

Исторически рынок серы в основном зависел от спроса на серную кислоту и фосфатные удобрения, как основных потребителей этого продукта. Хотя в последние двадцать лет предпринимались попытки по развитию других широкомасштабных рынков серы, они сдерживались высокими ценами на серу в период 1980-х годов.

Основными направлениями нетрадиционного использования серы являются:

- использование серы для решения проблем радиационной защиты;
- использование серы в производстве строительных материалов (сероцементов и серобетонов);
- использование серы в производстве дорожных покрытий - сероасфальтов;
- применение серы при производстве нетрадиционных удобрений (серного бентонита);
- применение серы для пропитки;
- использование серы для захоронения золы мусороперерабатывающих предприятий [2].

Значительному оздоровлению экологической ситуации может способствовать использование серы, получаемой из отходов, в производстве строительных материалов.

*Сера является хорошим композиционным материалом и находит применение в качестве вяжущего в строительных конструкциях различного назначения, как например, получение серного цемента.* Технология производства серного цемента заключается в получении сополимерной серы (серного цемента) с использованием в качестве модификатора высокопарафинистого мазута [3].

Применение серы в качестве компонента строительных материалов обусловлено ее свойствами, такими как быстрое затвердевание, гидрофобность, устойчивость к воздействию агрессивных сред, низкая теплопроводность [4].

Строительные материалы на основе серы отличаются более высокими эксплуатационными характеристиками, такими как механическая прочность, водонепроницаемость, морозостойкость, стойкость к воздействию агрессивных сред, срок службы.

Использование серы в качестве связующего в композитных материалах требует придания ей ряда дополнительных свойств за счет химической модификации. Это позволяет получить продукт с улучшенными физико-механическими характеристиками, повышенной стойкостью к воздействию внешних факторов и др.

В связи с вышеизложенным целью настоящей работы является получение серного цемента с использованием отходов технической серы.

**Экспериментальная часть.** Серный цемент состоит из вяжущего, модификатора, наполнителя и антипирена. Для проведения исследований взята техническая сера Атырауского нефтеперерабатывающего завода (АНПЗ), которая является основным вяжущим материалом. Характеристика технической серы приведена в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика технической серы

|            |             |
|------------|-------------|
| Чистота, % | 99,99       |
| Цвет       | ярко-желтый |

|   |                          |
|---|--------------------------|
| Форма   | полусферические таблетки |
| Размер, мм  | 2-6                      |
| Содержание сероводорода, ppm wt. макс             | 10                       |
| Кислотность, ppm wt. макс                         | 40                       |
| Органические/углеродистые материалы, ppm wt. макс | 1000                     |

В качестве модификатора использовали тяжелый нефтяной остаток – мазут, Атырауского нефтеперерабатывающего завода (АНПЗ). Использование нефтяного остатка в качестве модификатора обусловлено его химическим взаимодействием с серой, которое выражается в присоединении его к концам полимерной серы, насыщении ее связей, обрыве процесса полимеризации и стабилизации ее в этом состоянии. Основная роль модификатора сводится к стабилизации структуры серы и предотвращению роста её кристаллов. Нами исследованы физико-химические свойства мазута Атырауского НПЗ по ГОСТ 10585-2013. Данные приведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты исследований физико-химических свойств мазута Атырауского НПЗ

| № | Показатель                              | Мазут АНПЗ | ГОСТ 10585-2013 |
|---|---|------------|-----------------|
| 1 | Плотность, кг/м <sup>3</sup>            | 980        | 980             |
| 2 | Вязкость (условная), мм <sup>2</sup> /с | 2,1        | 2,1             |
| 3 | Температура вспышки, °С                 | 158        | 158             |
| 4 | Температура застывания, °С              | 34         | 34              |
| 5 | Теплота сгорания, °С                    | 42099      | 42099           |
| 6 | Кислотность, мг                         | 5          | 5               |

Цементы и другие вяжущие вещества можно смешивать не только с активными в химическом отношении веществами (кислые гидравлические добавки и доменные шлаки), но и с тонко измолотыми инертными при обычных температурах добавками, называемыми наполнителями. К добавкам-наполнителям относятся: кварцевый песок, известняк, доломит, изверженные породы, природный пылевидный кварц, глины и ряд других.

Наполнители оказывают большое влияние на пластичность и водоудерживающую способность бетонной смеси. Тепловыделение и усадочные деформации при добавке наполнителя уменьшаются. Введение наполнителя ускоряет процесс гидратации цементных зерен. Зерна наполнителя участвуют в процессе формирования кристаллической структуры цементного камня. На поверхности зерен наполнителя гелеобразная фаза уплотняется и кристаллизуется более интенсивно. В ряде случаев наполнитель оказывает модифицирующее влияние на продукты гидратации цементных зерен, способствуя развитию отдельных кристаллических форм новообразований. Введение наполнительных добавок так же, как и гидравлических, снижает расход электроэнергии, топлива и себестоимость конечного продукта. Правильным подбором гранулометрического состава наполнителей можно повысить плотность затвердевшего цемента и бетона.

Исходя из этого, в ряде случаев рационально к цементам высоких марок добавлять местные дешевые добавки, которыми являются, например, кварцевые пески и карбонатные породы. В нашем случае наполнителем служит кварцевый песок месторождения Западно-Казахстанской области.

Структурный состав кварцевого песка изучали с помощью растрового электронного микроскопа. Результаты эксперимента представлены на рис. 1-2 и в табл. 3.

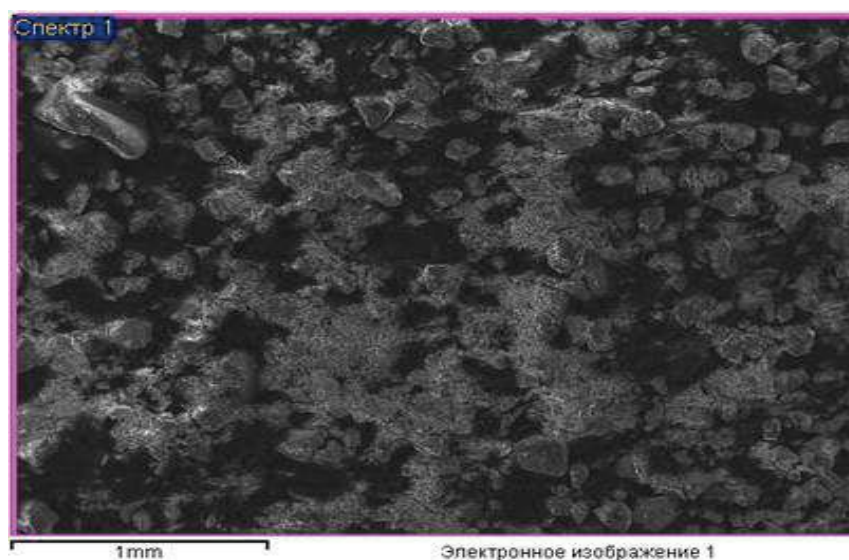


Рис. 1. Электронное изображение кварцевого песка Западно-Казахстанской области

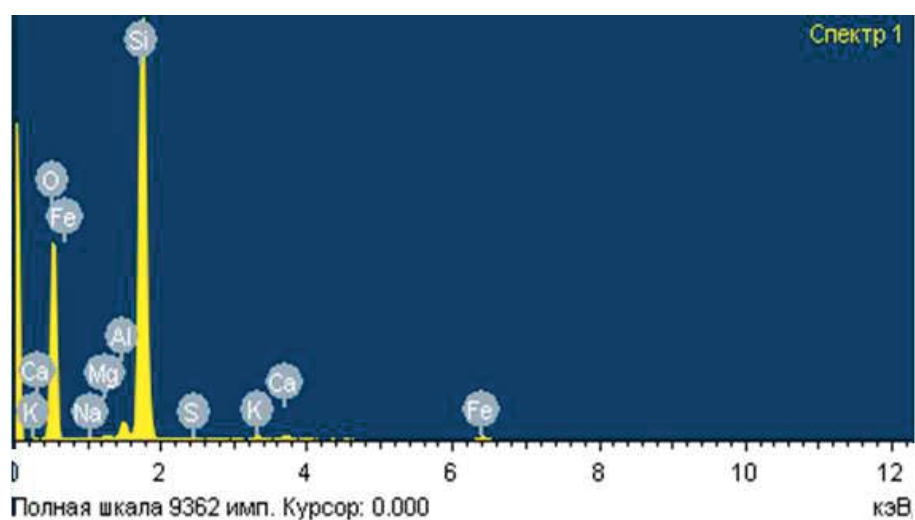


Рис. 2. Элементный состав кварцевого песка Западно-Казахстанской области

Таблица 3. Элементный, весовой и атомный составы кварцевого песка Западно-Казахстанской области

| Элемент | Весовой, % | Атомный, % |
|---------|------------|------------|
| O       | 54,80      | 68,56      |
| Na      | 0,16       | 0,14       |
| Mg      | 0,26       | 0,21       |
| Al      | 1,52       | 1,13       |
| Si      | 40,11      | 28,59      |
| S       | 0,17       | 0,10       |
| K       | 0,69       | 0,36       |
| Ca      | 0,63       | 0,31       |
| Fe      | 1,66       | 0,59       |
| Итого   |            | 100,00     |

Так же в настоящее время проводятся исследования по подбору антипирена, который позволит удалить главный и, пожалуй, единственный недостаток серосодержащих вяжущих - низкую огнестойкость. Уже созданы составы, позволяющие выявить лучший антипирен. В качестве антипиренов используются гидроксид алюминия, натрий тетраборнокислый, аммония сульфат и др. В данной работе для повышения огнестойкости серного цемента применяли тетраборат натрия.

#### Методика получения серного цемента

В металлическую емкость на 200 мл загружают не более чем на 2/3 объема измельченную техническую серу (куски не более 100 мм). Содержимое равномерно нагревают при температуре 140-150 °С, не допуская местного перегрева и воспламенения серы. При температуре 120 °С сера начинает плавиться. После ее полного расплавления постепенно при непрерывном перемешивании с помощью магнитной мешалки вводят мазут (предварительно нагретый). Сера с мазутом варят до полной готовности (до полного удаления летучих веществ). В полученную смесь добавляют кварцевый песок и тщательно перемешивают миксером. Затем вводят тетраборат натрия (антипирен). Полученный серный цемент разливают в формы и оставляют для охлаждения [5].

#### Результаты и обсуждение

Серный цемент получали при различных концентрациях компонентов. Наиболее оптимальным составом серного цемента, отвечающим требованиям ГОСТ является следующий состав, %: сера техническая – 50; мазут – 10; кварцевый песок – 40.

Изучение физико-механических свойств серных цементов определяет назначение областей их практического применения. Основным показателем цементов является прочность, которая определяет его надежную работу в конструкциях и сооружениях.

Определены прочность при сжатии и изгибе, морозостойкость, водопроницаемость, стойкость в агрессивных средах. Данные представлены в табл. 4.

Таблица 4. Физико-механические свойства серного цемента

| Показатель                                | Ед. измерения | Метод испытания | Значение показателя в возрасте 28 сут. |   |
|---|---------------|-----------------|--|---|
|   |               |                 | Бетон на основе портландцемента ПЦ 500 | Серобетон на основе модифицированной серы |
| Предел прочности на растяжение при сжатии | МПа           | ГОСТ 10180      | 59,8                                   | 64,5                                      |
| Предел прочности на растяжение при изгибе | МПа           | ГОСТ 10180      | 7,3                                    | 11,8                                      |
| Морозостойкость                           | цикл          | ГОСТ 10060-2012 | F <sub>2</sub> 200                     | F <sub>2</sub> 1000                       |
| Водопроницаемость                         | ати           |                 | W 12                                   | W 20                                      |
| Химическая стойкость (к кислотам)         | %             |                 | 23                                     | 84  |

Как показано в табл. 4, свойства серного цемента, полученного на основе модифицированной серы отличаются более высокими показателями в сравнении с бетоном на основе портландцемента. Результаты испытания образцов цемента на основе модифицированной серы характеризуются высокими параметрами по морозостойкости, водонепроницаемости, химической стойкости в кислых средах. Полученный серный цемент можно рассматривать как строительный материал специального назначения, предназначенный для эксплуатации в условиях переменных температур и агрессивных средах.

#### Заключение

Проведенные исследования позволили сделать вывод о том, что, освоение технологии производства серного цемента позволит значительно снизить изъятие природных ресурсов и определит возможность максимально использовать технологические отходы производств, в том числе серосодержащие отходы. Изготовление серного цемента решает не только технико-экономические, но и экологические проблемы, и прежде всего защиты окружающей среды.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Трухин Г.О. Применение нефтегазовой серы в строительстве // Молодой ученый. - 2019. - № 13. - С. 31-36.

[2] Королев Е.В., Прошин А.П., Ерофеев В.Т. Строительные материалы на основе серы / Под общ. ред. А.П. Прошина. – Пенза: ПГУ АС; Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2003. – 372 с.

[3] Хамидуллин Ф.А., Гайнуллин В.И. Технология получения серополимерного цемента // Вестник Казан. технол. ун-та. - 2012. - Т. 17. № 1. - С. 148-149.

[4] Стоянов С.О., Нуриев Н.К. Технологическая линия по производству серных и других гомогенных композиций // Вестник Казан. технол. ун-та. - 2010. - Т. 16. № 14. - С. 47-49.

Сатаева С.С., Имангалиева А.У.

#### **Көмірсутек шикізаты қалдықтары негізінде күкіртті цемент алу**

**Түйіндеме.** Жұмыста көмірсутек шикізаты қалдықтары негізінде күкіртті цемент алынды. Атырау мұнай өңдеу зауытынан шыққан (АМӨЗ) техникалық күкірт және мазут зерттеліп, олардың сипаттамалары берілді. Толықтырғыш ретінде Батыс Қазақстан облысының кварц құмы пайдаланылды. Күкіртті тұтастырғыш негізіндегі цемент жақсартылған эксплуатациялық қасиеттерге ие және қарапайым цементтен едәуір айырмашылығы бар: жоғары беріктігі, агрессивті орталарға төзімділігі, төмен су сіңіргіштігі, аязға төзімділігі, тез қатайғыш. Күкірт қалдықтарын пайдалану экология, мұнай өнеркәсібі және құрылыс индустриясы мәселелерін шешуге мүмкіндік береді.

**Кілт сөздер:** техникалық күкірт, мазут, кварц құмы, антипирен, күкіртті цемент, қысу және иілу кезіндегі беріктігі, аязға төзімділігі, су өткізгіштігі, коррозияға төзімділігі.

УДК: 621.311.22

**N. Sidorova, N. Tin, M. Kaldybekkyzy**

(Satbayev University, Almaty, Kazakhstan. tin\_n@list.ru)

#### **THE USE OF MEMBRANE TECHNOLOGY METHODS IN THE WATER TREATMENT SYSTEM AT THE CHP**

**Abstract.** The article is devoted to the analysis of the use of membrane technologies in the water treatment system at the CHP. A comparison of existing methods of desalting the source water was made, as a result of which the most suitable method was proposed. The experience of using the chosen method abroad is given.

**Key words:** membrane technologies, reverse osmosis, water treatment, water treatment, salt content.

**Н.В. Сидорова, Н.Е. Тин, Қалдыбекқызы М.**

(Satbayev University, tin\_n@list.ru)

#### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МЕМБРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ ВОДОПОДГОТОВКИ НА ТЭЦ**

**Аннотация.** Статья посвящена анализу использования мембранных технологий в системе водоподготовки на ТЭЦ. Произведено сравнение существующих методов обессоливания исходных вод, в результате чего был предложен наиболее подходящий метод. Приведен опыт применения выбранного метода за рубежом.

**Ключевые слова:** мембранные технологии, обратный осмос, водоподготовка, доочистка, солесодержание.

**Введение.** Надёжная работа тепловых электрических станций и систем теплоснабжения обеспечивается, прежде всего, отсутствием внутренней коррозии конструкционных материалов оборудования и трубопроводов. К числу факторов, вызывающих внутреннюю коррозию. Растворенные в воде соли являются электролитами, поэтому увеличение их концентрации до определенного предела повысит электропроводность среды и, следовательно, ускорит процесс коррозии.

Анализ современных подходов к решению проблемы повышения качества теплоносителя на ТЭУ показывает, что применение на ВПУ новых технологических схем водоподготовки с использованием обратноосмотических, электродиализных, термических, гидромагнитных технологий в сочетании с традиционными методами является одним из наиболее перспективных направлений развития ВПУ в теплоэнергетике.

**Основная часть.** В процессах обессоливания используются четыре метода: выпаривание, ионный обмен, обратный осмос и электродиализ. Каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки. Электродиализ имеет ограничение по глубине обессоливания и солесодержанию питающей воды. Поэтому в настоящее время он применяется достаточно редко и далее не рассматривается.

Основные преимущества каждого из методов следующие: