

УДК 666.97

**Омурбекова Гулзат Кочкорбаевна**

доцент, кандидат технических наук,  
Кыргызско-Узбекский Международный университет имени Батыралы Сыдыкова,  
[gulzat\\_omurbekova@mail.ru](mailto:gulzat_omurbekova@mail.ru)

**Өмүрбекова Гүлзат Кочкорбаевна**

доцент, техникалык илимдердин кандидаты,  
Батыралы Сыдыков атындагы Кыргыз-Өзбек Эл аралык университети,  
[gulzat\\_omurbekova@mail.ru](mailto:gulzat_omurbekova@mail.ru)

**Omurbekova Gulzat Kochkorbaevna**

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences,  
Kyrgyz-Uzbek International University named after Batyraly Sydykov,  
[gulzat\\_omurbekova@mail.ru](mailto:gulzat_omurbekova@mail.ru)

**Ташполотов Ысламидин**

д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник,  
Институт природных ресурсов Южного отделения Национальной академии наук  
Кыргызской Республики; Ошский государственный университет

**Ташполотов Ысламидин**

Ф.-м.и.д., профессор, башкы илимий кызматкер,  
Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Түштүк бөлүмүнүн  
Жаратылыш байлыктары институту; Ош мамлекеттик университети,  
e-mail: [itashpolonov@mail.ru](mailto:itashpolonov@mail.ru), +(996)555260554

**Tashpolotov Yslamydin**

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Chief Researcher,  
Institute of natural resources in the southern branch of the National Academy of Sciences of  
the Kyrgyz Republic; Osh State University,

**Жапаркулов Асилбек Маматович**

старший преподаватель, Ошский государственный университет  
[Zhaparkulov1970@mail.ru](mailto:Zhaparkulov1970@mail.ru)

**Жапаркулов Асилбек Маматович**

ага окутуучу, ОшМУ,  
[Zhaparkulov1970@mail.ru](mailto:Zhaparkulov1970@mail.ru)

**Zhaparkulov Asilbek Mamatovich**

Senior Lecturer, Osh State University,  
[Zhaparkulov1970@mail.ru](mailto:Zhaparkulov1970@mail.ru)

**Адылова Эльмира Садыкжановна**

старший преподаватель,  
Кыргызско-Узбекский Международный университет имени Батыралы Сыдыкова,  
[A\\_elmira01@mail.ru](mailto:A_elmira01@mail.ru)

**Адылова Эльмира Садыкжановна**

ага окутуучу,

Батыралы Сыдыков атындагы Кыргыз-Өзбек Эл аралык университети,

[A\\_elmira01@mail.ru](mailto:A_elmira01@mail.ru)

**Adylova Elmira Sadykzhanovna**

Senior Lecturer,

Kyrgyz-Uzbek International University named after Batyrally Sydykov,

[A\\_elmira01@mail.ru](mailto:A_elmira01@mail.ru)

### **ФИЗИКО – ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА (БЕТОНА)**

**Аннотация.** Статья посвящена физико-техническим основам создания композиционного материала (бетона). Объектом исследования является бетон изготовленный на основе кварцевого песка Озгурского месторождения, предметом исследования является определение прочности, водонепроницаемости и морозостойкости бетона.

Создана математическая модель, а также компьютерная модель для расчетов прочности, водонепроницаемости и морозостойкости бетона используя входные данные как соотношение цемента к воде, соотношение песка к щебню, температура окружающей среды, время умеренной температуры, коэффициентов гидратации цемента, коэффициентов взаимодействия вяжущего вещества с заполнителем и коэффициента созревания бетона. Данная модель позволяет обеспечить прочность, технологичность и морозостойкость бетона в зависимости от его состава и условий эксплуатации. Разработанная математическая модель с программным обеспечением можно использовать в строительных компаниях для проектирования и производства бетона.

**Ключевые слова:** Композиционный материал, бетон, кварцевый песок, прочность бетона, долговечность бетона, обрабатываемость бетона, морозостойкость, водонепроницаемость бетона.

### **КОМПОЗИТТИК МАТЕРИАЛДЫ (БЕТОНДУ) ЖАРАТУУНУН ФИЗИКАЛЫК-ТЕХНИКАЛЫК НЕГИЗДЕРИ**

**Аннотация.** Макала композициялык материалды түзүүнүн физикалык-техникалык негиздерине арналган. Изилдөөнүн объектиси болуп Озгур кварц кумунан жасалган бетон эсептелет, ошондой эле изилдөө предмети бетондун бекемдигин, суу өткөрбөстүгүн жана суукка туруктуулугун аныктоо болуп саналат.

Математикалык, ошондой эле бетондун бекемдигин, суу өткөрбөстүгүн жана үшүккө туруктуулугун эсептөө үчүн, цементтин сууга катышы, кумдун урандыга катышы, айлана-чөйрөнүн температурасы, орточо температура убактысы, цементтин гидратация коэффициенти, цементтин агрегаттын өз ара аракеттенүү коэффициенти жана бетондун бышуу коэффициенти эске алуу менен компьютердик модель түзүлдү. Берилген модель бетондун курамына жана иштөө шарттарына жараша анын бекемдигин, иштетилишин жана үшүккө туруштук берүүсүн камсыз кылат. Мындай программалык камсыздоо менен иштелип чыккан математикалык модель курулуш компанияларында бетонду долбоорлоо жана өндүрүү үчүн колдонулушу мүмкүн.

**Негизги сөздөр:** композициялык материал, бетон, кварц куму, бетондун бекемдиги, бетондун бышыктыгы, бетондун иштетилүүсү, суукка чыдамдуулугу, бетондун суу өткөрбөөсү.

## PHYSICO-TECHNICAL FUNDAMENTALS OF CREATING A COMPOSITE MATERIAL (CONCRETE)

**Abstract.** The article is devoted to the physical and technical basics of creating a composite material (concrete). The object of the study is concrete made on the basis of quartz sand from the Ozgur deposit, the subject of the study is to determine the strength, water resistance and frost resistance of concrete.

A mathematical model has been created, as well as a computer model for calculating the strength, water resistance and frost resistance of concrete using input data such as the ratio of cement to water, the ratio of sand to crushed stone, ambient temperature, moderate temperature time, cement hydration coefficients, coefficients of interaction of the binder with the filler and the coefficient of concrete maturation. This model allows you to ensure the strength, manufacturability and frost resistance of concrete, depending on its composition and operating conditions. The developed mathematical model with software can be used in construction companies for the design and production of concrete.

**Keywords:** Composite material, concrete, quartz sand, concrete strength, concrete durability, concrete workability, frost resistance, concrete water resistance.

### Введение

Бетон - это композиционный материал, состоящий из цемента, воды и наполнителя. Наполнитель представляет собой смесь песка и гравия. На физические и технические свойства бетона влияет целый ряд факторов, включая тип используемого наполнителя. Кварцевый песок является широко распространенным наполнителем в бетоне благодаря его высокой прочности, жесткости и стойкости к истиранию. Кварцевый песок состоит из диоксида кремния ( $\text{SiO}_2$ ) и классифицируется как природный песок из-за его образования в результате выветривания и эрозии богатых кварцем горных пород. Физические свойства кварцевого песка варьируются в зависимости от происхождения песка, таких как геологические условия месторождения и методы добычи. В этой статье рассматривается производство бетона на основе кварцевого песка различных месторождений, основное внимание уделяется влиянию качества песка на свойства бетона [1].

Ниже приведены некоторые из способов, которыми качество кварцевого песка может повлиять на свойства бетона:

*Прочность:* Бетон, изготовленный из высококачественного кварцевого песка, будет обладать более высокой прочностью на сжатие и растяжение, чем бетон, изготовленный из низкокачественного кварцевого песка.

*Долговечность:* Бетон, изготовленный из высококачественного кварцевого песка, будет более прочным и устойчивым к атмосферным воздействиям, чем бетон, изготовленный из некачественного кварцевого песка.

*Обработываемость:* Бетон, изготовленный из высококачественного кварцевого песка, будет более обработываемым и его будет легче укладывать, чем бетон, изготовленный из низкокачественного кварцевого песка.

*Внешний вид:* Бетон, изготовленный из высококачественного кварцевого песка, будет иметь более однородный и привлекательный внешний вид, чем бетон, изготовленный из низкокачественного кварцевого песка.



Понимание физико-технических основ получения бетона является важным аспектом для инженеров и строителей, чтобы обеспечить долговечности и устойчивости различных строительных конструкций [1,2,3].

Физико-технические основы получения бетона основаны на следующих процессах:

- *Гидратация вяжущего вещества:* Вяжущее вещество, такое как цемент, при добавлении с водой начинает гидратироваться, то есть вступает в реакцию с водой с образованием новых веществ, обладающих принципиальными закономерностями.

- *Взаимодействие вяжущего вещества с наполнителем:* Вяжущее вещество заполняет пустоты между частицами наполнителя и образует с ним прочный композитный материал.

- *Созревание бетона:* В процессе быстрой гидратации бетона продолжается гидратация вяжущего вещества, и бетон придает свои окончательные свойства.

Гидратация цемента — это сложный процесс, происходящий на нескольких стадиях. На первой стадии происходит образование геля, который представляет собой коллоидную систему, состоящую из цементного теста и воды. На второй стадии происходит дальнейшее уплотнение геля и образование кристаллов гидросиликатов.

Взаимодействие вяжущего вещества с наполнителем зависит от свойства вяжущего вещества и наполнителя. Вяжущее вещество должно иметь хорошее сцепление с наполнителем, чтобы обеспечить прочность бетона.

Созревание бетона происходит в течение нескольких недель или месяцев. В процессе приготовления бетона продолжается гидратация вяжущего вещества, и бетон получает свои свойства, такие как прочность, жесткость и практичность [4,5,6].

#### **Экспериментальная часть**

В ходе экспериментальных исследований были использованы следующие материалы: портландцемент марки М400 (класс прочности 32,5), щебень, кварцевый песок месторождения Озгур Ошской области КР.

Процесс получения бетона состоялся из следующих этапов:

- Подготовка материалов: цемент, наполнитель и вода подготовлены к перемешиванию.

- Смешивание: Материалы перемешивались вручную до получения исходных масс.

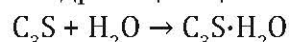
- Укладка: Бетон укладывался в опалубку и уплотнялся.

- Уход за бетоном: В процессе приготовления бетона обеспечена его защита от преждевременного высыхания и температурных перепадов.

#### *Математическая модель получения бетона*

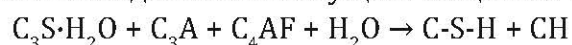
Математическая модель получения бетона может быть построена с учетом следующих процессов и уравнений:

- Уравнение гидратации цемента:



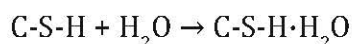
Это уравнение представляет собой реакцию между цементом и водой, в результате которой образуются гидросиликатные источники.

- Уравнение взаимодействия вяжущего вещества с заполнением:



Это схематическое изображение взаимодействия между цементным тестом, состоящим из гидросиликатов, и заполнителем, в результате чего образуется гидроксидный материал.

- Уравнение высокой степени бетона:



Данная формула описывает процесс гидратации гидроксидного состояния, который продолжается в течение нескольких недель или месяцев.

Эти уравнения могут быть использованы для исследования процесса получения бетона в различных условиях. Например, прочность бетона можно оценить в зависимости от состава бетона, температуры окружающей среды и времени умеренной температуры.

Компьютерная модель бетона построили на основе математической модели. Такая модель может быть использована для автоматизации процесса получения бетона и оптимизации его параметров.

Компьютерная модель реализована в виде программного обеспечения в программе Python, позволяющего представить состав бетона, его свойства и процесс изготовления.

*Входные данные:*

Состав бетона: тип цемента, тип заливки, расположение цемента к воде, расположение песка к щебню.

Условия эксплуатации бетона: температура окружающей среды, время умеренной температуры [7,8,9,10].

- *Выходные данные:*
- Прочность бетона.
- Водонепроницаемость бетона.
- Морозостойкость бетона.

Листинг программы представлен ниже:

```
# Коэффициенты гидратации цемента
c3s_coefficient = 0.6
c3a_coefficient = 0.2
c4af_coefficient = 0.2
# Коэффициенты взаимодействия вяжущего вещества с заполнителем
cs_h_coefficient = 0.7
ch_coefficient = 0.3
# Коэффициенты созревания бетона
cs_h_to_cs_h_water_ratio = 0.8
# Расчет прочности бетона
strength = (c3s_coefficient * cement_to_water_ratio * c3s_coefficient
            + c3a_coefficient * cement_to_water_ratio * c3a_coefficient
            + c4af_coefficient * cement_to_water_ratio * c4af_coefficient
            ) * ambient_temperature * moderate_temperature_time
# Расчет водонепроницаемости бетона
water_resistance = (cs_h_coefficient * cement_to_water_ratio * cs_h_coefficient
                   + ch_coefficient * cement_to_water_ratio * ch_coefficient
                   ) * ambient_temperature * moderate_temperature_time
# Расчет морозостойкости бетона
frost_resistance = (cs_h_coefficient * cement_to_water_ratio * cs_h_coefficient
                   + ch_coefficient * cement_to_water_ratio * ch_coefficient
                   ) * ambient_temperature * moderate_temperature_time
```

Используйте код с осторожностью. Узнать больше

```
content_copy
```

*Выходные данные*

```
print(«Прочность бетона:», strength)
```

```
print(«Водонепроницаемость бетона:», water_resistance)
```

```
print(«Морозостойкость бетона:», frost_resistance)
```

Результат этой программы:

Прочность бетона: 123.20000000000002

Водонепроницаемость бетона: 162.4

Морозостойкость бетона: 162.4

Данная модель позволяет обеспечить прочность, технологичность и морозостойкость бетона в зависимости от его состава и условий эксплуатации. Такое программное обеспечение можно использовать в строительных компаниях для проектирования и производства бетона.

### **Заключение**

Математические и компьютерные модели получения бетона являются необходимыми инструментами для проектирования и производства бетона. Такие модели позволяют обеспечить свойства бетона и изменить его параметры.

### **Вывод**

В этой статье обсуждалось производство бетона из кварцевого песка различных месторождений, основное внимание уделялось влиянию качества песка на свойства бетона. Качество кварцевого песка может оказать значительное влияние на прочность, долговечность, обрабатываемость и внешний вид бетона. Важно выбрать кварцевый песок из надежного источника, чтобы гарантировать высокое качество бетона.

### **Использованные источники**

1. American Concrete Institute. (2019). ACI 318-19: Building code requirements for structural concrete and commentary. Farmington Hills, MI: American Concrete Institute.
2. Neville, A. M. (2011). Properties of concrete (5th ed.). Harlow, England: Pearson Education Limited.
3. Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2014). Concrete: Microstructure, properties, and materials (4th ed.). New York, NY: McGraw-Hill Education.
4. Ахвердов И.Н., Баженов Ю.М., Горчаков Г.И. Физико-химические и технологические основы структурообразования бетонов из глинистого грунтоцемента. М.: Стройиздат, 1978. 271 с.
5. Баженов, Ю.М. Технология бетона : учеб. / Ю.М. Баженов. – М. : Изд-во АСВ, 2003. – 500 с.
6. Красовский, П.С. Физико-химические основы формирования структуры и свойств строительных материалов : учеб. пособие / П.С. Красовский. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2003. – 95 с.
7. ГОСТ 25192-82 Бетоны. Классификация и общие технические требования.
8. ГОСТ 8735-88 Песок для строительных работ. Методы испытаний.
9. ГОСТ 26633-2015 тяжелые бетоны
10. ГОСТ 12730-78 «Бетоны. Методы определения технологичности».