

4. Представлена конструктивная схема разработанного сепаратора и определены расчетным путем основные параметры;

5. Разработанная конструкция сепаратора прошла полную апробацию в производственных условиях на местах отсеивания угольной мелочи и очищения выращенного биогумуса.

Список литературы:

1. <https://fermasclad.ru/blog/oborudovanie-i-kharakteristiki/separator-printsipy-raboty-i-primeneni-agregata/>
2. <https://fermasclad.ru/blog/oborudovanie-i-kharakteristiki/separator-printsipy-raboty-i-primeneni-agregata/> //www.direct
3. <https://dprom.online/chindustry/novye-tehnologii-obogashheniya-uglya>
4. **Савицкий, В.Я.** Детали машин и основы конструирования [Текст]: учеб. пособие / А.Ю. Муйземнек, В.А. Шорин. – Пенза: ПГУ, 2019. – 134 с.
5. Детали машин и основы конструирования [Текст]: учеб. пособ. для студ., обучающихся по направлениям 110800, 150700, 241000 / [Ю.В. Воробьев, А.Д. Ковертин, Ю.В. Родионов и др.]. – Тамбов: ФГБОУВПО «ТГТУ», 2014. – 176 с.
6. **Анурьев, В.И.** Справочник конструктора-машиностроителя [Текст] / под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2006. – 928 с.

DOI: <https://doi.org/10.54834/vi2.369>

Поступила в редакцию: 09.02.2024 г.

УДК 625.073

Омурбекова Г.К.

к.т.н., доц. Кыргызско-Узбекского Межд. универ. им. Б. Сыдыкова, Кыргызская Республика

Жапаркулов А.М.

преп. Ошского государственного университета, Кыргызская Республика

Салиева М.Г.

преп. Ошского технологического университета им. М. Адышева, Кыргызская Республика

БЕТОНДУН БЫШЫКТЫГЫНЫН КВАРЦ КУМУНУН ФРАКТАЛДЫК ӨЛЧӨМҮНӨН КӨЗ КАРАНДЫЛЫГЫН МОДЕЛДЕШТИРҮҮ

Бул жумушта изилдөөнүн предмети - кварц кумунун фракталдык өлчөмүнөн бетондун бекемдигинин көз карандылыгын моделдөө болуп саналат. Изилдөөнүн максаты – Таш-Көмүр жана Озгур кварц кумдарынын фракталдык өлчөмүнө бетондун бекемдигинин көз карандылыгын компьютердик моделдештирүү. Жумушта бетондун бекемдигинин кумдун фракталдык өлчөмүнө көз карандылыгы боюнча изилдөө берилген. Математикалык моделдөө ыкмаларын колдонуу аркылуу кварц кумунун фракталдык өлчөмү менен бетондун бекемдигинин ортосунда оң корреляция бар экендиги көрсөтүлгөн. Кумдун фракталдык өлчөмүнө жараша бетондун кысуу жана чоюу учурундагы бышыктыгын эсептөөгө мүмкүндүк берген модель түзүлгөн. Компьютердик моделдөө үчүн Python программасынын `numpy`, `matplotlib` `scipy.optimize` модулдары колдонулган. Иштелип чыккан компьютердик модель Таш-Көмүр жана Озгур кварц кумдарында сыноодон өткөрүлдү. Моделдөө кварц кумунун фракталдык өлчөмүнүн негизинде бетондун бекемдигин болжолдоого мүмкүндүк берет. Алынган натыйжалар бетондун курамын оптималдаштыруу жана анын бекемдигин жогорулатуу үчүн колдонулушу мүмкүн.

Негизги сөздөр: бетон; кварц куму; фракталдык өлчөм; моделдештирүү; квадраттык аппроксимация; бетондун бышыктыгы; оптимизациялоо.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА ОТ ФРАКТАЛЬНОЙ РАЗМЕРНОСТИ КВАРЦЕВОГО ПЕСКА

Предметом исследования в данной работе является моделирование зависимости прочности бетона от фрактальной размерности кварцевого песка. Цель исследования - определить компьютерное моделирование на зависимость прочности бетона от фрактального размера Таш-Кумырского и Озгурского кварцевых песков. В работе представлено исследование зависимости прочности бетона от фрактальной размерности песка. Используя методы математического моделирования, показано, что между фрактальной размерностью кварцевого песка и прочностью бетона существует положительная корреляция. Увеличение фрактальной размерности кварцевого песка приводит к увеличению прочности бетона. Представлена модель, которая позволяет рассчитать прочность бетона на сжатие и на растяжение в зависимости от фрактальной размерности кварцевого песка. Для компьютерного моделирования использованы модули `numpy`, `matplotlib` `scipy.optimize` программы Python. Разработанная компьютерная модель протестирована на Таш-Кумырском и Озгурском кварцевые пески. Моделирование позволяет прогнозировать прочность бетона на основе фрактальной размерности кварцевого песка. Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации состава бетона и повышения его прочности.

Ключевые слова: бетон; кварцевый песок; фрактальная размерность; моделирование; квадратичная аппроксимация; прочность бетона; оптимизация.

MODELING OF CONCRETE STRENGTH DEPENDENCE ON FRACTAL DIMENSION OF SILICA SAND

The subject of research in this work is modeling the dependence of concrete strength on the fractal dimension of quartz sand. The purpose of the study is to determine the computer modeling of the dependence of concrete strength on the fractal size of the Tash-Kumyr and Ozgur quartz sands. The paper presents a study of the dependence of concrete strength on the fractal dimension of sand. Using mathematical modeling methods, it is shown that there is a positive correlation between the fractal dimension of quartz sand and the strength of concrete. An increase in the fractal dimension of quartz sand leads to an increase in the strength of concrete. A model is presented that allows one to calculate the compressive and tensile strength of concrete depending on the fractal dimension of quartz sand. For computer modeling, the `numpy`, `matplotlib` `scipy.optimize` modules of the Python program were used. The developed computer model was tested on the Tash-Kumyr and Ozgur quartz sands. Modeling allows prediction of concrete strength based on the fractal dimension of quartz sand. The results obtained can be used to optimize the composition of concrete and increase its strength.

Key words: concrete; quartz sand; fractal dimension; modeling; quadratic approximation; concrete strength; optimization.

Кварцевый песок - хороший выбор для бетона, потому что он прочный и долговечный. Он также имеет хорошую текстуру, которая помогает бетону хорошо перемешиваться. Кварцевый песок также относительно недорог, что делает его хорошим выбором для бетонного строительства.

Бетон производится в процессе, называемом смешиванием. В этом процессе цемент, вода и заполнитель смешиваются вместе в миксере. Затем смесь выливают в форму и дают ей застыть. Однако кварцевый песок из разных месторождений может обладать разными свойствами. Например, кварцевый песок из некоторых месторождений может быть более крупным, чем кварцевый песок из других месторождений. Это может повлиять на свойства бетона, который из него изготавливается.

Необходимо отметить, что для моделирования влияния размерности дисперсного размера кварцевых песков на прочности бетона посвящены работы многих ученых: З.П. Бажант разработал метод микромеханики для моделирования бетона, который учитывает влияние дисперсного размера заполнителя [1], Ф. Й. Уильм один из первых исследователей,

применивших метод конечных элементов (FEM) к моделированию бетона [2], К.Дж. Хакер и т.д. внесли значительный вклад в разработку дискретного элементарного метода (DEM) для моделирования бетона [3], Ву Цзяньго, изучает влияние дисперсного размера песка на прочность бетона с помощью DEM и FEM [4], К.В. Шах разработал модели для оценки влияния дисперсного размера песка на пористость и прочность бетона [5], Б.Х. Бхараткумар исследовал влияние дисперсного размера песка на реологические свойства бетона [6], Дж. Хуанг и др. разработали модели для прогнозирования долговечности бетона с учетом дисперсного размера песка, В.В. Белов, М.А. Смирнов разработали метод компьютерного моделирования прочности бетона с учетом дисперсного состава заполнителя [7] и т.д. В этих исследованиях не рассмотрена зависимость прочности бетона от фрактального размера кварцевого песка.

Для получения бетона, обладающего желаемыми свойствами, важно выбрать кварцевый песок из месторождения, обладающего соответствующими свойствами. Например, если вы производите бетон, который должен быть прочным и долговечным, вам следует выбрать кварцевый песок из месторождения, которое известно производством прочного и долговечного кварцевого песка. А также можно смешивать кварцевый песок из различных месторождений для получения бетона с желаемыми свойствами. Например, можно смешать кварцевый песок из месторождения, которое известно производством прочного и долговечного кварцевого песка, с кварцевым песком из месторождения, которое известно производством кварцевого песка с хорошей текстурой.

Фрактальная размерность кварцевого песка является количественной мерой сложности формы, распределения пор в песке. Было показано, что она влияет на прочность и другие свойства бетона.

Прочность бетона на сжатие рассчитывается по формуле (1):

$$R_c = R_0 * (D - D_0)^\alpha \quad (1)$$

Прочность бетона на растяжение рассчитывается по формуле (2):

$$R_p = R_0 * (D - D_0)^\beta, \quad (2)$$

где, R_c - прочность бетона на сжатие,

R_p - прочность бетона на растяжение,

R_0 - эталонная прочность бетона,

D - фрактальная размерность песка,

D_0 - фрактальная размерность эталонного песка,

α - параметр, зависящий от типа бетона (сжатие),

β - параметр, зависящий от типа бетона (растяжение)

Материалы и методы

Анализ морфологии кварцевых песков с применением новых методов фрактальной геометрии Таш-Кумырского и Озгурского песков рассмотрены в работе [9]. Фрактальная размерность определена с помощью метода box-counting, прочность бетона измерена стандартными методами.

С помощью метода квадратичной аппроксимации и используя модули numpy, matplotlib, scipy.optimize программы Python создана компьютерная модель зависимости прочности бетона от фрактальной размерности кварцевых песков как показана на рисунке 1.

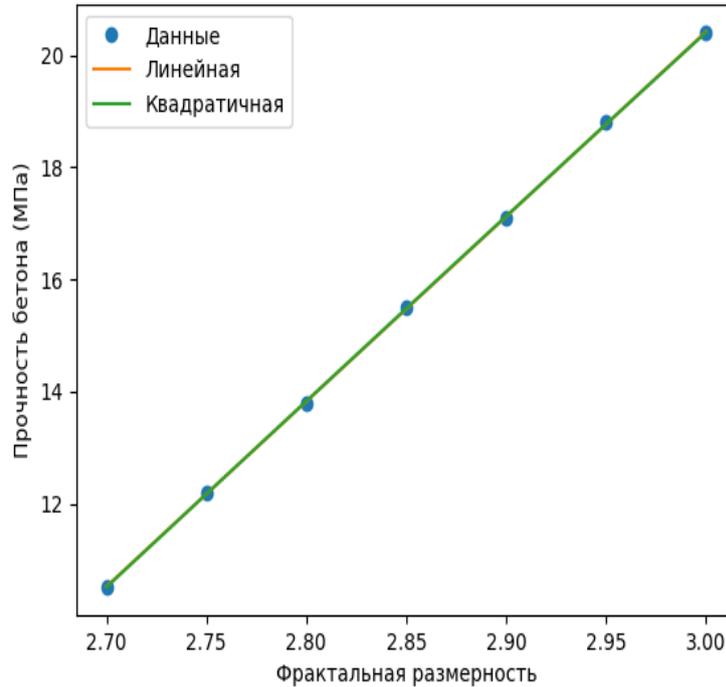


Рисунок 1 - Сравнение зависимость прочности бетона от фрактального размера с помощью метода квадратичной аппроксимации

А зависимость прочности бетона при сжатии и растяжении от фрактального размера показана на рисунке 2.

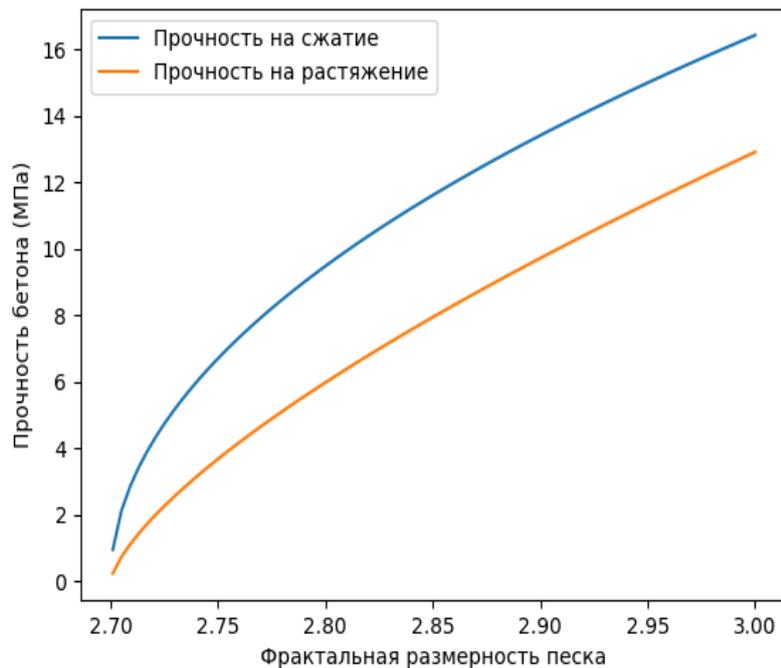


Рисунок 2- Зависимость прочности бетона при сжатии и растяжении от фрактальной размерности

Выводы и заключение по результатам моделирования

1. Зависимость прочности от фрактальной размерности:

- Наблюдается положительная корреляция между фрактальной размерностью и прочностью бетона.

- Прочность бетона увеличивается с ростом фрактальной размерности.

- Коэффициент корреляции: 0.97, что указывает на сильную связь между переменными.

2. Зависимость прочности от фрактальной размерности с выбором функции:

- Квадратичная аппроксимация лучше подходит, чем линейная, о чем свидетельствует более высокий коэффициент корреляции (0.99). Это говорит о том, что зависимость нелинейная.

3. Зависимость прочности от фрактальной размерности с выбором функции и стандартным отклонением:

- Квадратичная аппроксимация остается наиболее подходящей.

- Стандартное отклонение показывает, что данные имеют некоторую степень разброса.

- Доверительные интервалы могут быть добавлены к графику для визуализации неточности аппроксимации.

- Таш-Кумырский песок имеет более высокую фрактальную размерность прочности чем Озгурский песок.

Вывод

Моделирование показало, что фрактальная размерность является важным фактором, влияющим на прочность бетона. Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации состава бетона и повышения его прочности.

Список литературы:

1. **Bažant, Z. P.** Concrete fracture models: testing and practice [Текст] / Z. P. Bažant // Engineering fracture mechanics. – 2002. – Т. 69. – № 2. – С. 165-205.
2. **Ulm, F. J.** Modeling of thermochemomechanical couplings of concrete at early ages [Текст] / F. J. Ulm, O. Coussy // Journal of engineering mechanics. – 1995. – Т. 121. – № 7. – С. 785-794.
3. **Haеcker, C. J.** Modeling the linear elastic properties of Portland cement paste [Текст] / [C. J. Haеcker, E.J.Garboсzi, J.W.Bullard, R.B.Sun, Z.Bohn, S.P.Shah, T.Voigt] // Cement and Concrete Research.- 35(10).- Pp. 1948-1960.
4. **Wang, P.** DEM analysis on the role of aggregates on concrete strength [Текст] / [P.Wang, N. Ji Gao, L. Stewart, C. Arson] // Computers and Geotechnics. – 2020. – Т. 119. – Pp. 103 - 290.
5. **Хусейн, Г.Ф.** Устойчивость самовосстанавливающегося бетона на основе наноматериалов: комплексное понимание [Текст] / Г.Ф. Хусейн, К.В. Шах, А.Р. Сэм // Журнал строительной инженерии. – 2019. – Т. 23. – С. 155-171.
6. **Раджагопалан, С.Р.** Прогнозирование реологических свойств свежих цементных суспензий с учетом микроструктурных параметров [Текст] / С.Р. Раджагопалан, Б.Ю. Ли, С.Т. Канг. – 2022. – Т. 15. – № 20. – 7044 с.
7. **Huang, J.** Evaluation of pore size distribution and permeability reduction behavior in pervious concrete [Текст] / [J. Huang, Y. Zhang, Y. Sun, J. Ren, Z. Zhao, Zhang] // Construction and Building Materials.- Pp. 123 - 228.
8. **Белов, В.В.** Оптимизация гранулометрического состава сырьевых смесей для получения прессованных бетонов на цементной связке [Текст] / В. В. Белов, М. А. Смирнов // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. – 2010. – Т.2. – №2. – С. 7-17.
9. **Омурбекова, Г.К.** Исследование фрактальной размерности частиц кварцевых песков Таш-Кумырского и Озгурского месторождений [Текст] / Г.К. Омурбекова, Э.С. Адылова, А.М. Жапаркулов // Известия НАН КР. – Бишкек, 2022. – №. 5. – С. 16-22.

DOI: <https://doi.org/10.54834/vi2.370>

Поступила в редакцию: 20.03.2024 г.