

Черноситова Е. С. канд. техн. наук, доц.,
Денисова Ю. В. канд. техн. наук, доц.,
Сергеев С. В., инж.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ПЕСКА ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКЕ НОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

mks-06@mail.ru

Одним из перспективных направлений в области добычи песка в нашей области является Новотаволжанское месторождение. Для оценки качества добываемого песка были проведены лабораторные исследования его свойств: гранулометрического состава, содержания пылевидных и глинистых частиц, модуля крупности. Результаты испытаний были обработаны статистическими методами. На основании проделанной работы была дана характеристика уровня качества добываемого песка и предложены области его применения.

Ключевые слова: карьер, песок строительный, отбор и подготовка проб песка для контроля качества, зерновой состав песка, ситовой анализ, модуль крупности.

Белгородская область сегодня - это регион с высоким ресурсным, производственным и научно-техническим потенциалом. Она является признанным лидером среди субъектов Российской Федерации в индивидуальном жилищном строительстве.

В сфере дорожного строительства региональное правительство приняло долгосрочную программу по совершенствованию и развитию транспортной инфраструктуры Белгородской области на 2011-2017 гг. В ближайшее время планируется построить в нашей области ряд крупных промышленных мероприятий по производству цемента, изготовлению бетонных изделий, добыче щебня. Все эти направления требуют не только значительных капитальных вложений, но и достаточно больших возможностей сырьевой базы региона.

Актуальным направлением в производстве строительных изделий и конструкций является проблема качества мелкого заполнителя – песка, как одного из основных видов заполнителя, находящем широкое применение как в жилищном, так и в дорожном строительстве, при производстве многих видов современных строительных материалов.

Стоимость заполнителя может составлять 30 ...50% (а иногда и более) от стоимости бетонных и железобетонных конструкций, поэтому применение более доступных и дешевых местных заполнителей в ряде случаев позволяет снизить стоимость строительства, уменьшает объем транспортных перевозок, обеспечивает сокращение сроков строительства.

Согласно определениям, приведенным в нормативной литературе строительный песок — это неорганический сыпучий материал с крупностью зерен до 5 мм, образовавшийся в результате естественного разрушения скальных

горных пород и получаемый при разработке песчаных и песчано-гравийных месторождений без использования или с использованием специального обогащательного оборудования [1].

Песок широко используется в составе строительных материалов, для намывки участков под строительство, для пескоструйной обработки, при возведении дорог, насыпей, в жилищном строительстве для обратной засыпки, при благоустройстве дворовых территорий, при производстве раствора для кладки, штукатурных и фундаментных работ, используется для бетонного производства, в дорожном строительстве. При производстве железобетонных изделий, бетона высоких марок прочности, а также при производстве тротуарной плитки, бордюров, колодезных колец используют крупнозернистый песок (Мк_{2,2}—2,5). Мелкий строительный песок используется для приготовления растворов. Речной строительный песок довольно широко применим в различных декоративных (смешивают с различными красителями для получения специальных структурных покрытий) и отделочных работах готового помещения. Строительный речной песок выступает компонентом асфальтобетонных смесей, которые используются в строительстве и укладке дорог (в том числе и для строительства аэродромов).

Карьерный песок - это песок природного происхождения. Залегают он на разных глубинах и разрабатывается открытым карьерным способом. Иногда слои песка лежат выше уровня грунтовых вод, иногда ниже. В разных случаях применяются различные способы добычи песка. Карьерный песок обычно не просеивается, не промывается, не фильтруется, такой песок имеет достаточно низкую себестоимость и остается одним из самых востребованных стро-

ительных материалов. Обычно карьерный песок бывает очень неоднородным по своему составу - он содержит немного примесей различного происхождения, и небольшое количество глинистых включений. Также этот песок может залегать слоями, чередуясь с глинистыми и другими слоями. А некоторые карьеры имеют очень большую площадь и глубину, и состав песка в таких карьерах, как правило, по качеству достаточно высокий. Доставка карьерного строительного песка осуществляется самосвалами. На территории Белгородской области находится большое количество разрабатываемых песчаных карьеров, поэтому доставка песка карьерного обычно не слишком дорого обходится потребителям.

Карьерный песок не требует особенных условий для своего хранения. Применяется песок карьерный практически во всех строительных работах нулевого цикла - это материал для создания дренажей, отвалов, насыпей, оснований дорог. Также используется этот песок и при изготовлении бетонных изделий. Карьерный песок является самым востребованным видом песка в строительстве. В карьерном песке достаточно высокое содержание глины, пыли и прочих примесей, что не позволяет его использовать при производстве высокопрочного бетона. Раствор для строительной кладки также не предпочтительно делать с применением карьерного песка. Однако для штукатурных работ, чаще используют именно песок карьерный. Используя технологию промывки, можно очистить карьерный песок от нежелательных примесей, такой песок называют «намытым песком». При производстве железобетонных изделий и бетона высоких марок прочности, используют, в частности, карьерный мытый песок с высоким модулем крупности (2,2 - 2,5 до 2,8), так называемый «крупнозернистый песок». Цена такого песка достаточно высока, в связи с затратами на его технологическую обработку, однако изготовленные на его основе железобетонные изделия, отличаются очень высоким качеством.

Большинство месторождений песка в нашей области уже практически выработано, но постоянно растущая потребность в этом материале обуславливает необходимость разработки новых карьеров. При разработке карьеров всегда проводят тестирование добываемого песка, на основе которого песок классифицируют и присваивают ему определенные свойства.

Одним из перспективных направлений в области добычи песка является разработка Новотаволжанского месторождения песка, где в

последнее время разрабатывается порядка 10 карьеров. Недавно в этом районе был запущен завод по производству асфальтобетонных смесей; в ближайшие несколько лет планируется довольно большой объем дорожных работ в Шебекинском районе, и близость сырьевой базы позволит сократить издержки, связанные с доставкой песка к месту его использования.

При геологической разведке этого месторождения были проведены лабораторные исследования свойств добываемого песка: гранулометрического состава, содержания пылевидных и глинистых частиц, модуля крупности и составлен земснаряд. Нами были проанализированы данные одного из карьеров с площадью более 1000 м².

Отбор и подготовку проб песка для контроля качества проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 8735-88. Были отобраны точечные пробы, из которых путем смешивания получали одну объединенную пробу. Отбор точечных проб осуществляли буровой установкой на определенных глубинах залегания песка.

Гранулометрический состав песка оценивали путем просеивания его через стандартный набор сит [2]. Для просеивания песка применяли сита № 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,16. По результатам отсева определяли частные и полные остатки на ситах, модуль крупности и содержание зерен менее 0,16 мм.

Как показал анализ результатов определения гранулометрического состава и модуля крупности, пески данного месторождения в основном относятся к мелким и очень мелким, согласно классификации ГОСТ 8736-93.

Таблица 2

Группы песка по ГОСТ 8736-93

Группа песка	Модуль крупности Мк
Очень крупный	Св. 3,5
Повышенной крупности	>> 3,0 до 3,5
Крупный	>> 2,5 >> 3,0
Средний	>> 2,0 >> 2,5
Мелкий	>> 1,5 >> 2,0
Очень мелкий	>> 1,0 >> 1,5
Тонкий	>> 0,7 >> 1,0
Очень тонкий	До 0,7

Соотношение доли видов песка по предварительной оценке данных, полученных при лабораторных испытаниях 30 скважин (по 6 проб в каждой) представлено на рисунке. То есть для данного карьера характерен в основном очень мелкий песок.

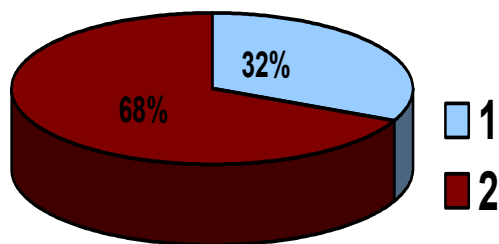


Рис. 1. Соотношение групп песка:
1- очень мелкий, 2- мелкий

Для указанных групп песков были построены кривые рассева, представленные на рис. 2 пунктирными линиями. На рисунке в области, ограниченной кривыми 2 и 3, находятся зерновые составы песков, допускаемых для производства бетона. Если кривая просеивания исследуемого песка попадает выше этой области, зерновой состав этого песка неудовлетворителен и его применение вызовет перерасход цемента. В таких случаях песок рекомендуется рассевать на 2 фракции - крупную и мелкую.

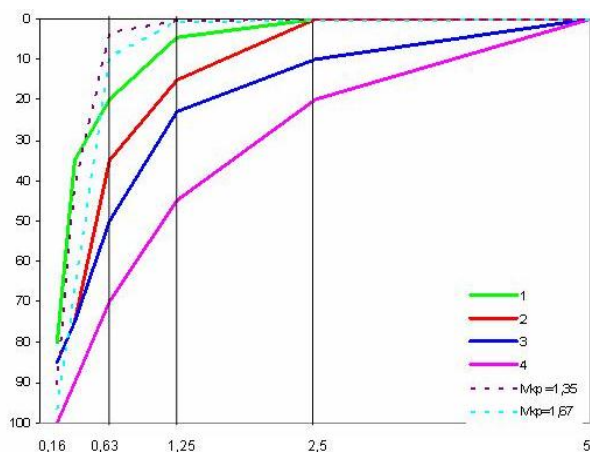


Рис. 2. График оптимального допустимого зернового состава песка для бетона и раствора: 1- допустимая верхняя граница, соответствующая $M_{кр}=1,5$; 2 – рекомендуемая верхняя граница; 3 – рекомендуемая нижняя граница; 4 - допустимая нижняя граница, соответствующая $M_{кр}=3,5$

Песок данного вида можно применять для изготовления растворов для кладки кирпича, камней правильной формы и блоков, штукатурных растворов для отделочного слоя штукатурки ($M_{кр}=1,2-1,5$ мм), для производства сухих строительных смесей ($M_{кр} = 0,8-1,2$).

Применение мелких песков, обладающих большой удельной поверхностью, приводит к перерасходу вяжущего вещества в растворе и бетоне, так как для соединения частиц песка необходимо, чтобы тесто покрывало всю поверхность каждой песчинки. Для компенсации этого негативного явления при использовании мелких песков в состав раствора и бетона вы-

годно вводить поверхностно-активные вещества пластифицирующего или воздухововлекающего действия.

По той же причине содержание мелких зерен в песке, проходящих через сито с размером ячеек 0,16 мм, не должно превышать для песка, используемого в строительных растворах, 20%, а в бетонах - 10%.

Результаты испытаний песка были обработаны статистическими методами [3, 4]. Для каждой группы песка статистическая обработка выполнялась отдельно. Графически результаты представлены на рисунках ниже в виде гистограмм распределений.

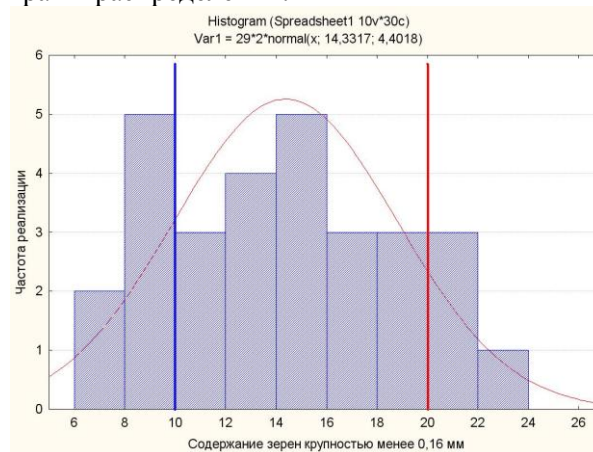


Рис. 3. Гистограмма распределения содержания зерен крупностью менее 0,16 мм в очень мелких песках

Красной линией представлено требование ГОСТ 8736 ко второму классу данной группы и вида песка, синей – к первому. Как видно нормативные требования выполняются не всегда, т.е. стабильность качества по этому показателю низкая.

Ниже приведены гистограммы по содержанию глинистых и пылевидных частиц.

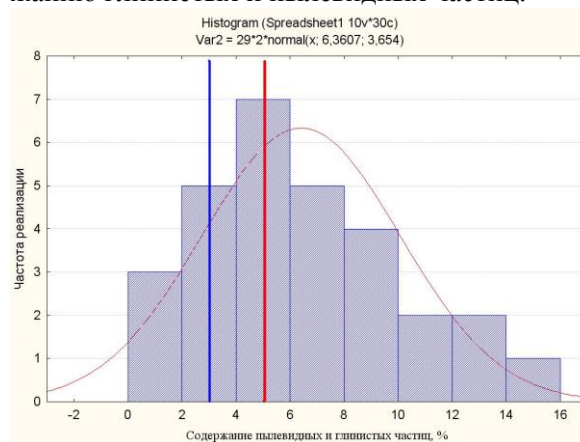


Рис. 4. Гистограмма распределения содержания пылевидных и глинистых частиц в очень мелких песках

Зная модуль крупности песка, можно определить, для каких целей лучше использовать тот или иной вид песка. Ниже приведена

гистограмма распределения для модуля крупности песка в испытанных пробах. Наиболее часто встречается песок с $M_{кр}=1,3$.

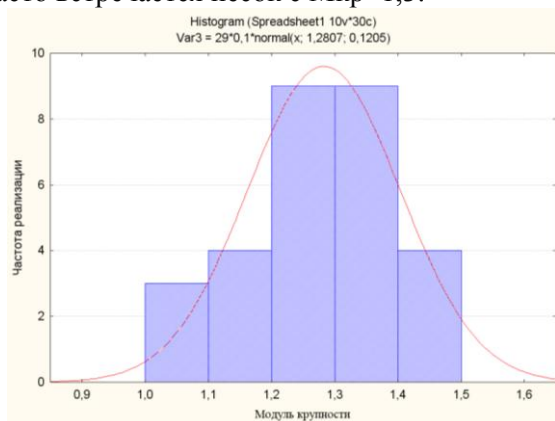


Рис. 5. Гистограмма распределения значений модуля крупности в очень мелких песках

Ниже приведены результаты статистической обработки мелкого песка Новотаволжанского месторождения.

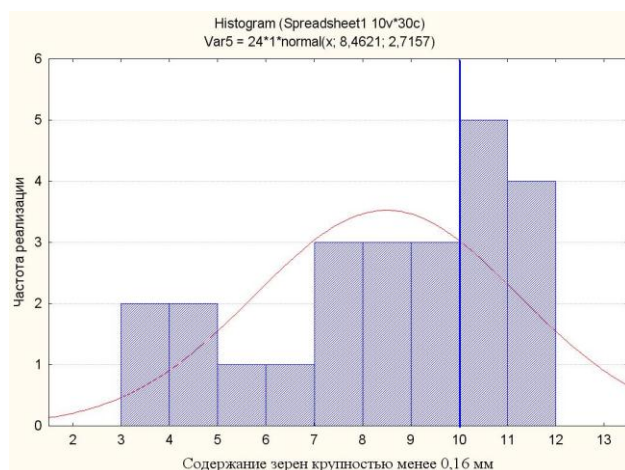


Рис. 6. Гистограмма распределения содержания зерен крупностью менее 0,16 мм в мелких песках

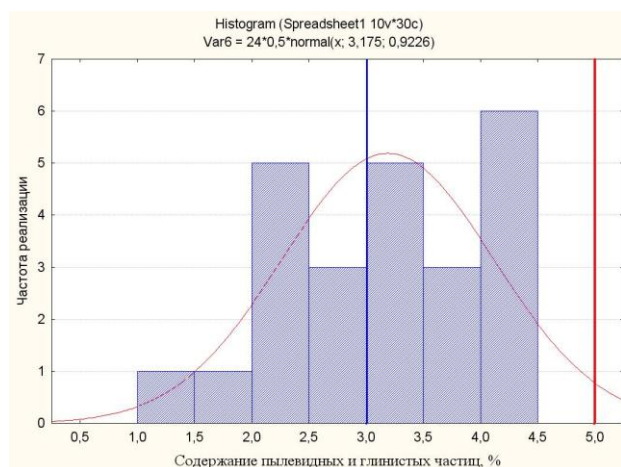


Рис. 7. Гистограмма распределения содержания пылевидных и глинистых частиц в мелких песках

По виду гистограмм распределения можно констатировать низкую стабильность качества песка, однако доля проб, выдержавших испытание на соответствие требованиям ГОСТ 8736 для данной группы песка выше и по содержанию зерен менее 0,16 мм, и по содержанию глинистых и пылевидных частиц.

Как видно из представленных графиков, пески, добытые в карьере, по результатам испытаний которых проводилась статобработка, нуждаются в промывке перед использованием для снижения содержания глинистых и пылевидных частиц. Для решения этой производственной задачи предприятие – владелец карьера приняло решение установить промывочную станцию. Это позволит повысить качество добываемого песка.

Для более полной оценки качества песка Новотаволжанского месторождения необходимо провести дополнительные исследования, в том числе по хим. составу песка, содержанию органических примесей, истинной плотности зерен песка и др.

Очевидно, что после промывки качество песка улучшится и предприятие – владелец карьера сможет использовать его не только в собственном производстве, но и реализовать его другим строительным организациям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- ГОСТ 8736-93 Песок для строительных работ. Технические условия
- ГОСТ 8735-88 Песок для строительных работ. Методы испытаний
- Денисова, Ю.В. Статистический анализ данных о качестве камней бетонных стеновых / Ю.В. Денисова, Е.С. Черноситова // Белгородская область: прошлое, настоящее и будущее: материалы областной научно-практической конференции, Белгород, 22 декабря 2010 г.: в 3 частях / БГТУ им. В.Г. Шухова.: - Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2011.-Ч.3.- С. 11-15.
- Денисова, Ю.В. Оценка стабильности качества камней бетонных стеновых / Ю.В. Денисова, Е.С. Черноситова, М.М. Косухин // Вестник БГТУ им В.Г. Шухова, №,2010-С.93-96.