

АВГУСТ
2021

№8
|1077|



АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ

Издается с 1927 года

12+

Вести Ассоциации
«РАДОР»: дорожники
наводят мосты с. 17

Тема номера:
дорожное строительство.
Технологии проектирования с. 44

Наука – практике:
дорога под нагрузкой с. 119

ТОРСОН X-53x auto

автоматическая система управления экскаватором

Новая автоматическая, модульная 3D система управления экскаваторами Торсон X-53x Auto Excavator

Дисплей → Гидравлический клапан → Джойстик → Датчик наклона → GPS приемник → Контроллер



Реклама

На правах рекламы

Владимир Мазур, главный специалист ООО «Институт «Мосинжпроект»;
Алексей Мирошкин, ведущий инженер по проектированию ООО «Институт «Мосинжпроект»;
Алексей Степанов, ведущий инженер ООО «Институт «Мосинжпроект»;
Дмитрий Черников, руководитель группы ООО «Институт «Мосинжпроект»;
Андрей Козлов, к. т. н., начальник нормативно-технического отдела
ООО «Автодор-Инжиниринг»



В статье рассматриваются основные факторы, которые следует учитывать при определении коэффициента фильтрации песков при строительстве автомобильных дорог. Освещены пробелы в нормативной документации в части требований к определению коэффициента фильтрации песков. Даны предложения по оценке коэффициента фильтрации песков непосредственно в конструктиве и при проведении лабораторного его определения. Подчеркивается необходимость разработки национального стандарта, регламентирующего определение коэффициента фильтрации песчаных промышленных отходов.

Требования к коэффициенту фильтрации песков, используемых в дорожном строительстве, предъявляют для песков (песчаных грунтов), предназначенных для отсыпки земляного полотна, замены некачественных грунтов основания и устройства дополнительных слоев в основании дорожных одежд. Определять коэффициент фильтрации песков согласно ГОСТ 25584-2016 следует на образцах нарушенного сложения при стандартной плотности и оптимальной влажности [1].

Определение коэффициента фильтрации песка в карьерах при изысканиях для строительства также проводят на образцах нарушенного сложения, но при их воздушно-сухом состоянии, параллельно в предельно плотном и предельно рыхлом сложениях. Состояние песков при таких испытаниях далеко не соответствует испытаниям песков при стандартной плотности и оптимальной влажности. Разница в коэффициенте фильтрации может составлять 6–12 раз [2]. Тем не менее следует учитывать, что п. 8.9 СП 78.13330.2012 предписывает проводить контроль

качества песка на пробах, отбираемых в карьере [3], в отличие от ГОСТ Р 58397-2019, который этот вопрос никак не регламентирует.

НОРМАТИВНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ФИЛЬТРАЦИИ ПЕСКОВ

В дорожном строительстве по коэффициенту фильтрации к пескам предъявляются требования преимущественно при их использовании в качестве материала для отсыпки рабочего слоя земляного полотна и дренирующего и морозозащитного слоев. При этом, как правило, применяют песчаный грунт по ГОСТ 25100-2020 и природный песок по ГОСТ 8736-2014, которым соответственно отвечают пески гранулометрического состава по ГОСТ 12536-2014 и ГОСТ 8735-88. Согласно ГОСТ 25100-2020 (таблица А.1) коэффициент фильтрации по ГОСТ 25584 является одним из основных показателей грунтов [4]. И ГОСТ 25100-2020, и ГОСТ 8736-2014 подразумевают определение коэффициента фильтрации песка при испытании по ГОСТ 25584 [4, 5].

Одновременно с этим на территории Российской Федерации действует ряд документов, которые также нельзя игнорировать. Среди них ГОСТ 33063-2014, который распространяется на все виды грунтов и типов местности и устанавливает их классификацию, применяемую при производстве инженерных изысканий, проектировании и строительстве автомобильных дорог общего пользования. Этот стандарт содержит размерную классификацию по элементам и фракциям дисперсных грунтов, в частности, выделяет грубые, крупные, средние, мелкие и тонкие песчаные частицы (п. 7.2, таблица 18), а также ранжирует виды песчаных грунтов (гравелистый, крупный, средней крупности, мелкий, пылеватый) аналогично ГОСТ 25100 на основе гранулометрического состава по ГОСТ 12536 (п. 7.2, таблица 19) [6]. К дренирующим грунтам ГОСТ 33063-2014 относит грунты, имеющие при максимальной плотности (при стандартном уплотнении) коэффициент фильтрации не менее 0,5 м/сутки (п. 3.6). Определение коэффициента фильтрации ГОСТ 33063-2014 подразумевает в соответствии с ГОСТ 25584 (см. п. Б.16) [6].

Для строительства, ремонта, содержания и реконструкции автомобильных дорог общего пользования под эгидой Технического комитета по стандартизации № 418 «Дорожное хозяйство» разработаны и введены в действие регламентирующие технические требования стандарты: ГОСТ 32730-2014 – на песок дробленый и ГОСТ 32824-2014 – на песок природный, классифицируемые по крупности на основе гранулометрического анализа по ГОСТ 32727-2014, а также ГОСТ 32826-2014 – на щебень и песок шлаковые, подразумевающий определение зернового состава в соответствии с ГОСТ 32860-2014. При этом следует обратить внимание, что какие-либо требования к коэффициенту фильтрации песков и/или его определению в ГОСТ 32730-2014, ГОСТ 32824-2014 и ГОСТ 32826-2014 не обозначены.

Технические требования к щебню и песку, а также готовым щебеночно-песчаным смесям из шлаков черной и цветной металлургии и фосфорных шлаков применительно к строительству автомобильных дорог содержит ГОСТ 3344-83. Гранулометрический состав шлакового песка должен соответствовать ГОСТ 8735 [7]. Тем не менее информация об определении коэффициента фильтрации шлакового песка в ГОСТ 3344-83 отсутствует.

Требования к продуктам дробления бетона и железобетона, предназначенным для применения в качестве заполнителей для бетонов и растворов различного назначения, материалов для оснований автомобильных дорог, оснований взлетно-посадочных полос и перронов аэродромов, устройства обочин и пр. устанавливает ГОСТ 32495-2013. Поясняется [8], что песок должен соответствовать требованиям ГОСТ 8736, а песчано-щебеночные смеси – ГОСТ 25607. Отдельно для песков требования к коэффициенту фильтрации в документе не прописаны. Требования к коэффициенту фильтрации песчано-щебеночных смесей – по ГОСТ 25607, при этом определяют коэффициент фильтрации песка (как компоненты смеси) по ГОСТ 25584.

Таким образом, в нормативной документации существуют пробелы в части требований к определению коэффициента фильтрации песков, в особенности для песков, относящихся к побочным продуктам промышленности.

ПРОБЛЕМЫ ЛАБОРАТОРНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ФИЛЬТРАЦИИ ПЕСКОВ

Процедура лабораторного определения коэффициента фильтрации в дорожном строительстве состоит из отдельных операций.

Доводят лабораторную пробу песка до оптимальной влажности, установленной предварительно по ГОСТ 22733-2016. Фильтрационную трубку заполняют рассчитанной массой песка в три слоя с уплотнением трамбовкой каждого слоя. Заполненную грунтом фильтрационную трубку на подставке устанавливают в прилагаемый к прибору стакан для насыщения образца водой. Стакан заполняют водой постепенно: сначала на 1/3 высоты, а затем полностью и ожидают появления воды на поверхности образца. На поверхность насыщенного водой образца засыпают слой мелкого промытого гравия (щебня) толщиной 1–2 см.

Подготовленный образец вместе со стаканом, полностью заполненным водой, переносят в емкость большего объема, которую согласно ГОСТ 25584-2016 заполняют водой до уровня на 2 см выше уложенного слоя гравия. Сразу же после появления воды над слоем гравия внутрь трубки заливают воду и приступают к испытанию песка на фильтрацию. Если в случае испытания песка в воздушно-сухом состоянии предусмотрено выдерживать насыщенный образец не менее 15 минут, то в случае испытания песков для дорожного строительства подобная процедура не предусмотрена.

При испытании песков на фильтрацию при стандартной плотности и оптимальной влажности время выдерживания образца до начала испытания имеет первостепенное значение, что было отражено в инструкции к прибору для определения коэффициента фильтрации песков [9]. В процессе насыщения образцов песка с содержанием пылеватых и глинистых частиц до 2% в течение 1–3 суток определяемый коэффициент фильтрации, как и следовало, возрастал. При этом у песков пылеватых отмечали обратный эффект: коэффициент фильтрации снижался вследствие набухания глинистых частиц при длительном насыщении. Другими словами, время выдерживания образцов песка в насыщенном состоянии должно определяться его гранулометрическим составом и разницей установившихся уровней воды в емкости для насыщения и фильтрационной трубке. Разницу уровней легко можно определить линейкой.

Причиной всему – поровое давление, которое возникает в процессе формирования испытываемого образца, и наличие некоторого остаточного объема заземленного воздуха. Разность уровней воды является прямым тому подтверждением. К сожалению, на это обстоятельство не обращают должного внимания, и это не отражено в ГОСТ 25584-2016. С увеличением влажности поровое давление возрастает, допускаемые отклонения по влажности в стандарте не указаны. Не обращая внимания на разность установившихся уровней воды, которая может составлять 1–2 см и более, в процессе испытания, не задумываясь, извлекают стакан с фильтрационной трубкой из большой емкости, доводят уровень воды в трубке до нулевой отметки и проводят испытание.

Если не принимать во внимание возникающее при формировании образцов поровое давление и наличие объема заземленного воздуха, то при всех прочих равных условия

картина складывается следующим образом. При разности уровней воды в емкости и фильтрационной трубке в 1 см коэффициент фильтрации занижается в 1,15 раза, при разности в 2 см – в 1,4 раза, а при разности в 3 см – уже в 1,8 раза. Это легко подсчитать, используя таблицу ГОСТ 25584-90 [10], к сожалению, исключенную при подготовке новой редакции стандарта на фильтрацию – ГОСТ 25584-2016.

Таким образом, несмотря на то, что начальный градиент напора подразумевается равным единице, фактически испытание песка на фильтрацию проводят при меньшем градиенте в зависимости от установившихся на момент испытания разностей уровней воды в большой емкости и фильтрационной трубке. Так, при разности уровней воды в 1 см и снижении уровня воды в пьезометре на 5 см, как предусмотрено действующим стандартом, функциональная зависимость (S/H), где S – наблюдаемое падение уровня воды в пьезометре в см, H – начальный напор, будет соответствовать не 0,693, как при градиенте напора, равном 1, а 0,799, как при градиенте – 0,9. Без учета данного обстоятельства фактическая величина коэффициента фильтрации занижается пропорционально разности установившихся уровней воды в емкости для насыщения и фильтрационной трубке. При данных условиях (падение уровня воды в пьезометре 5 см и градиенте напора 1) занижение фактического коэффициента фильтрации составит: $0,799/0,693=1,15$.

ОТБОР ПРОБ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ФИЛЬТРАЦИИ

В настоящее время снижение коэффициента фильтрации песка по пробам нарушенного сложения, отобранным из конструктива, связывают с возможным изменением гранулометрического состава песка в процессе его уплотнения. Сравнительные испытания гранулометрического состава песка, проведенные в условиях строительства, не нашли этому подтверждение. А вот то обстоятельство, что нельзя использовать для повторного испытания пески, подвергавшиеся уплотнению (техногенному воздействию) или пролежавшие длительное время в открытом штабеле, имеет многократное подтверждение в строительной практике. Для песков с начальной величиной коэффициента фильтрации 4,0 м/сут и более при повторном испытании он снижается на 1,0...1,5 м/сут, а у песков с коэффициентом фильтрации 1,0 м/сут и менее – может снижаться на порядок.

Зарубежными стандартами запрещается использовать для повторного исследования пробы грунта, подвергавшиеся уплотнению [11]. Во всех случаях оценка физико-механических характеристик грунтов нарушенного сложения, в том числе испытываемых на фильтрацию, должна производиться на пробах, не подвергавшихся техногенному воздействию.

Согласно ГОСТ 30416-2012, п. 4.4, определяя характеристики физико-механических свойств грунтов, испытания необходимо проводить на образцах грунта ненарушенного сложения с естественной влажностью в водонасыщенном состоянии или на искусственно приготовленных пробах с заданными плотностью и влажностью, значения которых устанавливают программой испытаний [12].

В действующем в настоящее время ГОСТ 25584-2016 отсутствуют какие-либо указания о порядке отбора образцов

грунта и методика определения коэффициента фильтрации песка в конструктиве. Определены требования к порядку испытания образцов песка нарушенного и ненарушенного сложения на фильтрацию только для случаев исследования песков для строительства, но не для оценки коэффициента фильтрации песка в конструктиве.

Согласно п. 8.9 СП 78.13330.2012 и п. 5.1 ГОСТ 8736-2014 пробы песка для строительных работ при определении коэффициента фильтрации должны отбираться в карьере или кузове автомобиля [3, 5]. Допускается устанавливать величину коэффициента фильтрации расчетным путем в зависимости от гранулометрического состава песчаного грунта [3, 1312, 14, 15, 16].

Принципиальное значение имеет определение соответствия предварительно выбранного карьерного песка тем материалам, которые находятся в штабеле и непосредственно в конструктивном слое. В последнем случае особое внимание следует уделять процедуре отбора: недопустимо отбирать загрязненный песок, особенно в зоне интенсивного движения построечного транспорта (въезды-съезды), а также с поверхности уплотняемого слоя. В конструктиве может быть допустимым отбор проб только из толщи отсыпаемого слоя для специальных исследовательских целей. Главная цель отбора проб песка на строительной площадке – минимизация или исключение возможности использования некондиционных песков в процессе строительства.

В последние годы принят ряд документов, регламентирующих процедуру отбора проб песка при строительстве, ремонте, содержании и реконструкции автомобильных дорог общего пользования. К ним относятся: ГОСТ 32728-2014, ГОСТ Р 58407.1-2020, ГОСТ 32862-2014. Все эти документы мало отличаются между собой и характеризуются общей областью применения. Данные стандарты предусматривают отбор проб с конвейерных лент (движущихся и неподвижных), из железнодорожных вагонов, из кузова автомобиля и из штабелей. ГОСТ Р 58407.1-2020 дополнительно распространяется на отбор проб из водного транспорта, упакованного материала и из карт намыва, а ГОСТ 32862-2014 также включает в себя отбор проб из контейнеров (бункеров). При этом ни один из перечисленных документов не предполагает отбор проб из конструктивных слоев автомобильных дорог при производстве строительных-монтажных работ.

Контролирующие организации, опираясь на стандартную методику для определения коэффициента фильтрации песка на образцах нарушенного сложения, не учитывают, что область применения ГОСТ 25584-2016 – исследование песков для строительства. Это является причиной часто возникающих спорных и конфликтных ситуаций из-за неподтверждения соответствия определяемого коэффициента фильтрации песка проекту по пробам, отбираемым из конструктива, и результатам, полученным при испытании лабораторией на этапе входного контроля.

В свое время институтом «СоюздорНИИ» были разработаны «Методические рекомендации» и универсальный прибор ПКФ-СоюздорНИИ, что позволяло одновременно проводить определение коэффициента фильтрации песка на образцах как нарушенного, так и ненарушенного сложения [13]. Прибор был включен в состав лабораторного оборудо-

вания для определения коэффициента фильтрации песков нарушенного и ненарушенного сложения по ГОСТ 25584-90.

Необходимости в определении коэффициента фильтрации песка в конструктиве в то время не было. Строительные подразделения всех уровней имели хорошо оснащенные и укомплектованные квалифицированными кадрами лаборатории. Источниками поставки песка для устройства дренажных и морозозащитных слоев являлись постоянные и проверенные карьеры. Должного применения и использования в практике дорожного строительства прибор не получил. Из существующих к настоящему времени приборов, позволяющих производить определение коэффициента фильтрации песка ненарушенного сложения, является прибор КФ-00М.

Принимая во внимание все вышесказанное, проверку коэффициента фильтрации песков в конструктиве следует производить на образцах только ненарушенного сложения естественной влажности в полностью водонасыщенном состоянии. Дополнительно, с целью уточнения полученных результатов по коэффициенту фильтрации песка, могут быть использованы расчетные зависимости применительно к гранулометрическому составу используемого песка. Отбираемые для испытания образцы песка ненарушенного сложения должны иметь ориентацию и привязку, соответствующую их расположению в конструктиве. Одновременно должно быть произведено определение степени уплотнения уложенного песка.

Представляется полезным для практики контроля предусмотреть возможность отбора проб песка из конструктивных слоев автомобильных дорог при производстве строительно-монтажных работ. В этом случае должны быть четко определены условия отбора проб с указанием мест их отбора, величина допустимого расхождения в результатах параллельных определений.

В раздел, касающийся определения коэффициента фильтрации песчаных грунтов, применяемых в дорожном и аэродромном строительстве, действующего ГОСТ 25584-2016 следует внести уточнение о порядке насыщения образца водой при определении коэффициента фильтрации. При насыщении образца водой уровень воды в емкости следует доводить до отметки, соответствующей не менее 1/2 – 2/3 высоты фильтрационной трубки, а не на 2 см выше слоя гравия, как предусмотрено методикой испытания. Это позволяет ускорить процесс насыщения и более четко видеть разность установившихся уровней воды в емкости для насыщения и фильтрационной трубке. Время завершения полного насыщения образца водой должно определяться установившейся разностью уровней воды в емкости и фильтрационной трубке. К испытанию песка на фильтрацию и заполнению фильтрационной трубки водой следует приступать при установившейся разности уровней не более 1 см, что может служить подтверждением завершения процесса насыщения образца водой и отсутствия заземленного воздуха.

Следует восстановить требование о возможности уменьшать высоту падения уровня воды в пьезометре при испытаниях, что имело место в ГОСТ 25584-90. В связи с возросшими объемами песков с невысоким коэффициентом фильтрации это значительно ускорит процедуру проведения испытания и позволит повысить достоверность опыта за счет возможности проведения параллельных определений.

В предыдущей редакции было предусмотрено не менее трех результатов параллельных испытаний для установления значения коэффициента фильтрации.

Идеальным решением было бы включить в программу одного из Технических комитетов по стандартизации (№ 418 «Дорожное хозяйство» или № 465 «Строительство») разработку отдельного национального стандарта на фильтрацию не только для песчаных грунтов и природного песка, но и песков из отсевов дробления по ГОСТ 32730-2014, песков из дробленого бетона по ГОСТ 32495-2013, а также шлакового песка по ГОСТ 3344-83 и ГОСТ 32826-2014 с учетом специфики свойств каждого из материалов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. ГОСТ 25584-2016. Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации. [Текст]. – Введ. 01.05.2017. – М.: Стандартинформ, 2019.
2. Рувинский, В. И. К определению коэффициента фильтрации песчаных грунтов для устройства дренажных и морозозащитных слоев [Текст] / В. И. Рувинский, А. К. Мирошкин // Автомобильные дороги. – 1993. – № 9. – С. 12–13.
3. СП 78.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85 [Текст]. – Введ. 01.07.2013. – М.: Минрегион России, 2013.
4. ГОСТ 25100-2020. Грунты. Классификация [Текст]. – Введ. 01.01.2021. – М.: Стандартинформ, 2020.
5. ГОСТ 8736-2014. Песок для строительных работ. Технические условия [Текст]. – Введ. 01.04.2015. – М.: Стандартинформ, 2019.
6. ГОСТ 33063-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Классификация типов местности и грунтов [Текст]. – Введ. 01.12.2015. – М.: Стандартинформ, 2016.
7. ГОСТ 3344-83. Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства. Технические условия [Текст]. – Введ. 01.01.1985. – М.: Стандартинформ, 2007.
8. ГОСТ 32495-2013. Щебень, песок и песчано-щебеночные смеси из дробленого бетона и железобетона. Технические условия [Текст]. – Введ. 01.01.2015. – М.: Стандартинформ, 2019.
9. Прибор для определения коэффициента фильтрации песков. Описание и инструкция по эксплуатации. М., 1959.
10. ГОСТ 25584-90. Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации [Текст]. – Действ. с 01.09.1990 по 30.04.2017. – М.: Госстрой СССР: Издательство стандартов, 1990.
11. ASTM D698-12. Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (600Kn m/m³).
12. ГОСТ 30416-2012. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения [Текст]. – Введ. 01.07.2013. – М.: Стандартинформ, 2018.
13. Методические рекомендации по определению коэффициента фильтрации песков прибором ПКФ-СоюздорНИИ [Текст] / М-во трансп. стр-ва [СССР]. Гос. всесоюз. дор. науч.-исслед. ин-т «СоюздорНИИ». – Москва: [СоюздорНИИ], 1975. – 15 с.
14. Корсунский, М. Б. Какой песок нужен для устройства дренажного слоя? [Текст] / М. Б. Корсунский // Автомобильные дороги. – 1984. – № 5. – С. 14–15.
15. Порицкий, Р. З. Способ ускоренной оценки дренающих свойств песка [Текст] / Р. З. Порицкий // Автомобильные дороги. – 1989. – № 1. – С. 12–13.
16. Карасева, Н. С. О расчетном методе определения коэффициента фильтрации песков [Текст] / Н. С. Карасева, А. К. Мирошкин // Транспортное строительство. – 2018. – № 10. – С. 17–19.