ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
РОСАВТОДОР

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДБОРУ СТАБИЛИЗАТОРОВ ГРУНТОВ И ГРУНТОВЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)

МОСКВА 2017

gost.e-ecolog.ru

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Рекомендуемые показатели стабилизаторов грунтов и стабилизированных грунтовых смесей для дорожного строительства

1.Область применения

Настоящий отраслевой дорожный методический документ (далее-методический документ) предназначен для дорожных строительных организаций, предприятий- изготовителей стабилизаторов грунтов, проектных и научно-исследовательских организаций строительного комплекса, образовательных учреждений, а также других заинтересованных лиц. ОДМ распространяется на грунты и грунтовые смеси, обработанные по технологии стабилизации, комплексной стабилизации, комплексного укрепления грунтов для дорожного строительства

2. Нормативные ссылки.

В настоящем методическом документе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 125-79. Вяжущие гипсовые. Технические условия.

ГОСТ 3344-83. Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства.

ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.

ГОСТ 8267-93. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительства.

ГОСТ 8735-88. Песок для строительных работ. Методы испытаний.

ГОСТ 8736-93. Песок для строительных работ. Технические условия.

ГОСТ 10060-2012. Межгосударственный стандарт. Бетоны. Методы определения морозостойкости.

ГОСТ 10180-2012. Межгосударственный стандарт. Бетоны. Методы

определения прочности по контрольным образцам.

ГОСТ 12071-2014. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.

ГОСТ 12536-2014. Межгосударственный стандарт. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.

ГОСТ 20276-2012. Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости.

ГОСТ 23161-2012. Грунты. Метод лабораторного определения характеристик просадочности.

ГОСТ 23558-94. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия.

ГОСТ 12248-2010. Межгосударственный стандарт. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.

ГОСТ 25100 – 2012. Межгосударственный стандарт. Грунты. Классификация.

ГОСТ 25584-90. Грунты. Метод лабораторного определения коэффициента фильтрации.

ГОСТ 8269.1-97. Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы химического анализа.

ГОСТ 26262-2014. Грунты. Методы полевого определения глубины сезонного оттаивания.

ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки.

ГОСТ 30416- 2012. Межгосударственный стандарт. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения.

3. Термины и определения.

В настоящем методическом документе применены следующие термины с соответствующими определениями, учитывающие ГОСТ 2 9213-91 (ИСО 896-77) и соответствующие требованиям рекомендаций [1-5].

3.1. Термины и определения, относящиеся к элементам дорожной конструкции.

3.1.1 Дорожная конструкция: Многослойная система, состоящая из дорожной одежды и земляного полотна под дорожной одеждой.

3.1.2 Дорожная одежда: Искусственная конструкция в пределах проезжей части автомобильной дороги, состоящая из дорожного покрытия и слоев основания (одного или нескольких) воспринимающая многократно повторяющееся воздействие транспортных средств и погодно-климатических факторов, обеспечивающая передачу возникающих усилий на грунт земляного полотна.

3.1.3 Дополнительные слои основания (морозозащитные, теплоизоляционные, дренирующие и др.): Слои между основанием и подстилающим грунтом на участках с неблагоприятными погодно климатическими и грунтово-гидрологическими условиями.

3.1.4 Земляное полотно: Дорожное сооружение, служащее основанием для размещения конструктивных слоев дорожной одежды и других элементов дороги, строится в виде насыпей или выемок, а на косогорах – в виде полунасыпи – полувыемки и к земляному полотну относятся связанные с ним водоотводные сооружения: кюветы, канавы, резервы, дренажные устройства,а ширина земляного полотна - расстояние между бровками – нормируется в зависимости от категории дорог.

3.1.5 Насыпь: Геотехническое сооружение, имеющее заданный поперечный профиль, устраиваемое из природных или техногенных

грунтов путем их послойной отсыпки и уплотнения до требуемой степени плотности различными способами.

3.1.6 Основание: Несущая прочная часть одежды, обеспечивающая совместно, с покрытием перераспределение и снижение давления на расположенные ниже дополнительные слои или грунт земляного полотна (подстилающий грунт).

3.1.7 Основание из укрепленных грунтов: Конструктивный нижний слой дорожной одежды, устроенный из грунтов, обработанный органическими или неорганическими вяжущими в присутствии различных добавок или без них с помощью грунтосмесительной техники или в стационарной установке с вывозом смеси на дорогу и уплотненный, устраивается под усовершенствованные покрытия, а на дорогах 1V и V категорий.

3.1.8 Покрытие: Верхняя часть одежды, воспринимающая усилия от колес автотранспортных средств и подвергающиеся непосредственному у воздействию атмосферных факторов. Может устраиваться из укрепленных грунтов при строительстве местных и внутрихозяйственных дорог с защитным слоем износа.

3.1.9 Рабочий слой: Верхняя часть земляного полотна, располагающаяся в пределах земляного полотна от низа дорожной одежды на 2/3 глубины промерзания, но не менее 1,5м от поверхности покрытия проезжей части.

3.1.10 Стабильные грунты и слои насыпи: Слои, отсыпанные из сыпучих (или сыпучемерзлых), а также талых связных непучинистых грунтов, плотность которых в насыпи соответствует нормам.

3.2 Термины и определения, относящиеся к материалам (стабилизаторам и грунтам).

3.2.1 Анионные (анионактивные) ПАВ: ПАВ, которые в водных щелочных растворах диссоциируют с образованием отрицательн заряженного иона (аниона), применяются в качестве стабилизаторов при обработке грунтов. ПАВ, состоящие из гидрофильной части (содержат карбоксильные, сульфонатные, сульфатные или фосфатные группы) и гидрофобной части (алкильные или алкиларильные группы, содержащие в гидрофобной цепи 12-18 атомов углерода).

3.2.2 Амфолитные (амфотерные) ПАВ: ПАВ, которые в водных растворах в зависимости от среды проявляют разные свойства: в кислой - катионные, в щелочной –анионные, являются универсальными стабилизаторами при обработке грунтов.

3.2.3 Вяжущее вещество (материал): Активная добавка, вступающая в химическую реакцию с грунтом и/или грунтовыми водами и образующее с грунтом новые структурные связи.

3.2.4 Вяжущее вещество цементного типа: Цемент, известь, гипс, печной шлак, зольная пыль, торфяная зола, кремнеземная пыль и иные материалы, используемые для химического укрепления грунтов.

3.2.5 **Грунт:** Горные породы, техногенные образования, представляющие собой многокомпонентную и многообразную геологическую систему и являющиеся объектом инженерно-хозяйственной деятельности человека.

3.2.6 Грунт органического происхождения: Грунт, содержащий органические вещества.

3.2.7 Грунт земляного полотна: Естественный или техногенный грунт, уплотненный до требуемой степени плотности и служащий основанием для конструкции дорожной одежды.

3.2.8 **Диспергаторы:** Поверхностно-активные вещества, активные на границе двух несмешивающихся жидкостей или на твердых поверхностях

раздела, не образующие структур ни в объеме, ни в поверхностных слоях.

3.2.9 Ионогенные поверхностно- активные вещества: ПАВ, которые при растворении в воде диссоциируют на ионы-анионы или катионы (в зависимости от того, какими ионами обусловлена поверхностная активность вещества), применяется для обработки грунтов в дорожном строительстве.

3.2.10 Катионактивные ПАВ: ПАВ , которые при диссоциации в кислых растворах образуют положительно заряженные ионы – катионы, используются в качестве стабилизаторов при обработке грунтов. ПАВ, содержащие атом азота, несущий положительный заряд, т.е. это амины или четвертичные аммониевые соединения, четвертичные аммониевые соединения нечувствительны к изменению pH.

3.2.11 Микроэмульсии: Смеси масла, воды и ПАВ, состоят из отдельных агрегатов, разделенных монослоем ПАВ, это термодинамически устойчивые системы, размеры агрегатов составляют ~10 нм, образуются при высокой концентрации ПАВ, межфазные пленки «масло»- вода могут иметь большую кривизну.

3.2.12 Минеральные добавки: Высокодисперсные материалы, природного или искусственного происхождения, содержащие в своем составе минералы.

3.2.13 Неионогенные (неионные): ПАВ, которые в водных растворах не образуют ионов, но растворимость их обусловлена наличием функциональных групп, имеющих сродство к воде; ПАВ, содержащие в качестве полярных групп полиэфирные, либо полигидроксильные фрагменты.

3.2.14 Поверхностно-активные вещества (ПАВы): Химические соединения или полимерные добавки, которые адсорбируются на поверхностях раздела жидкостей (например,воды) и влияют на их физико-химические или химические свойства, применяются в дорожном

или аэродромном строительстве.

3.2.15 Связный грунт: Грунт, сохраняющий вязкость в процессе изменения его формы и характеризуемый тем или иным числом пластичности более 1.

3.2.16 Стабилизаторы: Многокомпонентные системы, включающие своем составе, в основном, поверхностно-активные вещества как ионогенного типа, так и неионогенного и обладающие свойствам гидрофобизаторов, суперпластификаторов, полимеров, применяемые строительстве для обработки грунтов с целью изменения их водно-физических свойств.

3.2.17 Стабилизаторы структурированные: То же, что и стабилизаторы, но содержащие в своем составе вяжущие (до 2-х%, более 2-х %), для ускорения взаимодействия ПАВ с грунтом, применяются для изменения водно-физических и физико-механических свойств грунтов.

3.2.18 Стабилизаторы наноструктурые: Стабилизаторы катионактивные, анионактивные, универсальные, включающие в своем составе добавки с наночастицами (природные – песчаные или грунтовые порошки, искусственные порошковые смеси).

3.2.19 Стабилизаторы универсальные: стабилизаторы амфолитные по п.3.2.2.

3.2.20 Эмульсии: Это дисперсии одной жидкости в другой; при этом эти две жидкости не смешиваются друг с другом, капли жидкости в эмульсии образуют дисперсную фазу, а окружающая их жидкость – дисперсионную среду. Эмульсии делят на два основных типа: «масло» в воде и вода в «масле». «Масло» подразумевает органическую фазу. Эмульсии неустойчивы и во времени расслаиваются, размеры капель эмульсии относительно большие: 1÷10 мкм. Они стабилизируются умеренным количеством ПАВ (5÷6% в расчете на водную фазу), кривизна межфазной поверхности «масло»–вода небольшая.

3.2.21 Эмульгаторы: ПАВ (поверхностно-активные вещества), понижающие межфазное натяжение до низких значений и быстро диффундирующие ко вновь возникающей межфазной поверхности, т.к. только при условии образования монослоя ПАВ она будет устойчива к коалесценции (примеры: алкилсульфаты, алкилсульфонаты, соли жирных кислот, лецитин и др.).

3.3 Термины и определения, относящиеся к свойствам, явлениям, характеристикам и технологическим процессам.

3.3.1 Адсорбция ПАВ на межфазных границах: Движущей силой адсорбции ПАВ на поверхностях и на межфазных границах является снижение свободной энергии границы раздела, стремление ПАВ концентрироваться на межфазных границах является их фундаментальным свойством. Чем сильней эта способность, тем выше эффективность ПАВ. Степень концентрирования ПАВ на поверхности зависит от их строения и природы контактирующих ПАВ. Эффективное ПАВ должно иметь низкую растворимость в жидких фазах. ПАВ, нерастворимые в воде и в неполярных жидкостях, локализуются на межфазных границах и очень эффективно снижают межфазное натяжение.

3.3.2 Гидроизоляция: Предотвращение или ограничение перемещения жидкостей.

3.3.3 Гранулометрический состав: Количественное соотношение частиц различной крупности в дисперсных грунтах.

3.3.4 Динамическое поверхностное натяжение: Это изменение поверхностного натяжения до момента достижения равновесия, при равновесии компонент с более низким поверхностным натяжением адсорбируется на поверхности, а поверхностное натяжение раствора понижается.

3.3.5 Дренирование: Сбор и перенос осадков, грунтовой воды и других жидкостей в плоскости материала.

3.3.6 Капиллярное водонасыщение: Процесс поглощения воды грунтом при уровне воды не более 3мм от низа грунта. Определение капиллярного водонасыщения проводят в ванне с гидравлическим затвором в течение 3 суток. За величину капиллярного водонасыщения принимают количество воды, поглощенное образцом, выраженнное в % первоначального объема образца.

3.3.7 Коэффициент водонасыщения S_r: Степень заполнения объема пор водой, $S_r=Wp_s/ep_w$, где W-природная влажность грунта; e – коэффициент пористости; p_s- плотность частиц грунта; p_w- плотность воды, принимаемая равной 1 г/см^3.

3.3.8 Степень гидрофобизации ($B=\frac{W}{W_L}$)грунта, обработанного стабилизатором: Показатель, характеризующий гидрофобность грунта, численно равный отношению влажности обработанного грунта к влажности исходного грунта на пределе текучести, где $W=0.5W_{Lg}$-влажность грунта в % , а W_{Lg} – влажность на границе текучести гидрофобизированного (обработанного стабилизатором) грунта ;

W_L- влажность на пределе текучести исходного грунта.

3.3.9 Межфазное натяжение: Это свободная поверхностная энергия (по (поверхностное натяжение) на границе двух несмешивающихся или частично смешивающихся жидкостей, причина несмешиваемости обычно заключается в большой разнице сил когезии, действующих между молекулами каждой жидкости, поэтому на межфазной поверхности возникает нескомпенсированная сила.

3.3.10 Межфазная граница: Граница между двумя несмешивающимися фазами. Существует 5 различных межфазных границ: твердое тело – воздух, твердое тело – жидкость, твердое тело – твердое тело,

жидкость – воздух, жидкость – жидкость. Способность ПАВ концентрироваться на межфазных границах является их фундаментальным свойством.

3.3.11 Морозостойкость: Способность материалов выдерживать многократное попеременное охлаждение до температур ниже $0^{o}C$ и оттаивание без признаков разрушения или значительного снижения прочности(ГОСТ 10060.0).

3.3.12 Поверхностное натяжение: Является следствием сил когезии в жидкости, т.е. он связано с силами притяжения между молекулами, по природе это дисперсионные, диполь–дипольные и индукционные взаимодействия, а также водородные связи; поверхностное натяжение жидкостей эквивалентно свободной поверхностной энергии, и его можно выражать в единицах энергии эрг/$см^2$ или мДж/$м^2$.

3.3.13 Предел прочности грунта на одноосное сжатие, R, МПа: Отношение нагрузки, при которой происходит разрушение образца, к площади первоначального поперечного сечения.

3.3.14 Стабилизация грунтов: Технологический процесс получения материалов на основе грунтов и стабилизаторов, обеспечивающий Изменение водно-физических свойств грунтов (снижение оптимальной влажности, повышение плотности, уменьшение пучинообразования и т.п.) с осуществлением производства работ как на дороге, так и в смесительных установках с последующим уплотнением при оптимальной влажности.

3.3.15 Степень засоленности грунта: Характеристика, определяющая количество воднорастворимых солей в грунте (в основном, хлоридов и сульфатов) %.

3.3.16 Степень водопроницаемости: Характеристика, отражающая способность грунтов пропускать через себя воду и количественно выражающаяся в коэффициенте фильтрации $К_ф$, м/сут.

3.3.17 Размокаемость грунта: Способность грунта терять в воде

связность и характеризуется временем и характером размокания.

3.3.18 Пучинистость: Местное поднятие поверхности грунта, дорожного покрытия, вызванное увеличением объема пучинистых грунтов при их промерзании.

3.3.19 Набухание грунта: Процесс увеличения объема грунта, сопровождаемый развитием давления при взаимодействии с водой или растворами. Величину набухания образцов определяют по приращению объема образца после полного водонасыщения его водой, выраженному в % о отношению к первоначальному его объму.

3.3.20 Степень морозной пучинистости грунта: Характеристика пучинистости грунта при промерзании, оценивается относительной деформацией морозного пучения, которая определяется по специальной методике.

3.3.21 Структура грунта: Пространственная организация компонентов грунта, характеризующаяся совокупностью морфологических (размер, форма частиц, их количественное соотношение), геометрических (пространственная композиция структурных элементов) и энергетических признаков (тип структурных связей и общая энергия структуры) и определяющаяся составом, количественным соотношением и взаимодействием компонентов грунта.

3.3.22 Укрепление грунтов и других местных материалов: Совокупность мероприятий (внесение вяжущих и других веществ, последовательное выполнение всех предусмотренных технологических операций), обеспечивающих в конечном итоге коренное изменение структуры и свойств укрепляемых материалов с приданием им требуемой прочности, водо- и морозостойкости, осуществляется в дорожном и аэродромном строительстве.

3.3.23 Фильтрация: Пропускание жидкости в структуру материала или сквозь нее с одновременным сдерживанием грунтовых и подобных им

частиц.

3.3.24 Число пластичности I_p: Разность влажностей, соответствующая двум состояниям грунта: на границе текучести W_l и на границе раскатывания W_p.

4. Классификация грунтов по степени их пригодности для различных видов стабилизации и комплексного укрепления грунтов.

Грунты, обработанные стабилизаторами, следует подразделять на грунты: стабилизированные, комплексно стабилизированные и комплексно укрепленные – рисунки 1,2 (Приложение) [3]. *Стабилизированные грунты* получают по технологии перемешивания грунтов при оптимальной влажности с малыми дозами стабилизаторов-активных добавок, не являющимися вяжущими. *Комплексно стабилизированные грунты* получают по той же технологии, но с использованием, помимо добавок стабилизаторов, еще и до 2% вяжущих (органических или минеральных). И наконец, *комплексно укрепленные грунты* отличаются от *комплексно стабилизированных* содержанием вяжущих более 2%.

4.2 Все разновидности грунтов и стабилизаторы, используемые для их обработки, по своим химическим свойствам должны быть совместимы вне зависимости от вида этой обработки и элемента дорожной конструкции, где данный грунт предполагается использовать. Общие условия химической совместимости грунтов и стабилизаторов следует определять по дорожной классификации стабилизаторов (Приложение, рис. 2) [2].

4.3 После определения вида грунта и выбора совместимой с ним группы стабилизаторов по их виду (катионные, анионные или универсальные), следует дополнительно, провести лабораторные исследования, связанные с тем, что при том или ином виде химической

активности реальный грунт может иметь различный гранулометрический состав, а главное, содержать различное количество тонко-дисперсной части (пылеватые и глинистые частицы) и других составляющих своей структуры.

4.4 Выполненные исследования показывают, что на эффективность стабилизированных и комплексно укрепленных грунтов, в конечном счете, оказывают следующие показатели естественных грунтов:

- содержание глинистых частиц, %;
- содержание песчаных частиц, %;
- число пластичности;
- водородный показатель, pH;
- содержание гумусовых веществ, %;
- содержание гипса, %;
- содержание легкорастворимых солей: хлоридов и сульфатов, %;
- емкость обмена, мг-экв. на 100 г грунта.

4.5 Следует учитывать, что степень пригодности естественных грунтов для их стабилизации и укрепления, оцениваемая с позиций использования их с максимальной функциональной эффективностью в том или ином элементе дорожной конструкции, зависит от взаимного, наиболее благоприятного, количественного сочетания указанных в п 4.4 показателей.

4.6 Рекомендуемые параметры этих величин, а также степень пригодности грунтов к способу их обработки (стабилизации, комплексной стабилизации и комплексного укрепления) приведены в таблице 1.

4.7 Данные требования позволяют, не выполняя специальных лабораторных работ, произвести более полно, а следовательно и более обоснованно, предварительный отбор и оценку грунтов на предмет целесообразности их обработки стабилизаторами и вяжущими. Причем, по критериям, которые являются основополагающими как при выборе видов природных грунтов, так при определении их свойств для практического применения в различных дорожных конструкциях.

Таблица 1.

№ п/п	Наименование показателей грунтов	Виды обработки грунта, степень их пригодности					
		Стабилизация грунтов		**Комплексная стабилизация грунтов**		**Комплексное укрепление грунтов**	
		Наиболее пригодны	Пригодны	Наиболее пригодны	Пригодны	Наиболее пригодны	Пригодны
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Содержание глинистых частиц,% ГОСТ 25100	3-12	12-15	3-15	12-25	3-25	12-30
2.	Содержание песчаных частиц,% от веса сухого грунта (2-0.05 мм)	20-50	Не менее 20	Более 50	Более 40	Более 50	Более 40
3.	Число пласти-чности ГОСТ 5180	3- 12	12- 17	3- 17	12- 20	3- 20	12- 22

4.	Водородный показатель, pH, ГОСТ 26423	6-8	5-10	6-8	5-10	6-8	5-10
5.	Содержание гумусовых веществ,% ГОСТ 23740, ГОСТ 23593	Не более 1	Не более 2	Не более 1	Не более 2	Не более 2	Не более 4
6.	Содержание гипса,% ГОСТ4013	Не более 2	Не более 2	Не более 3	Не более 3	Не более 10	Не более 10
7.	Содержание легко-растворимых солей, % - хлориды; сульфаты. ГОСТ 26425, ГОСТ 26426	Не более 2 отсутствуют	Не более 1 Не более 1	Не более 2 Не более 1	Не более 3 Не более 1	Не более 3 Не более 2	Не более 3 Не более 4

8.	Емкость обмена, мг-экв. на 100г грунта, ГОСТ17.4.4.01	3-15	3-20	3-15	3-20	3-15	3-20

5.Рекомендуемые физико-химические показатели стабилизаторов.

5.1 При подборе вида стабилизатора следует также учитывать технологические особенности грунтосмесительной техники, и способ внесения в обрабатываемой слой грунта стабилизатора, часто зависящий от его физического состояния (водный раствор или порошок).

5.2 Одним из важнейших показателей эффективности подбираемого стабилизатора, при всех прочих равных характеристиках с другими, является его ионная активность, которая определяет силу взаимодействия стабилизатора с поверхностью пылевато-глинистых частиц грунта, а следовательно, и его эффективность.

5.3 С учетом определенной сложности определения этой характеристики существующими методами, следует при сравнении нескольких видов стабилизаторов или уточнении его расхода (или концентрации раствора), ориентироваться на способность водного раствора стабилизатора или обработанного стабилизатором грунта изменять высоту капиллярного поднятия в сравнении с аналогичной характеристикой, но для дистиллированной воды.

5.4 Чем больше будет разница по высоте капиллярного поднятия в сравнении с аналогичной характеристикой, но для дистиллированной воды, тем активнее будет исследуемый стабилизатор. Сравнительные испытания подобного вида следует проводить на одних и тех же грунтах в аналогичных условиях.

5.5 В таблице 2 представлены рекомендуемые физико- химические показатели стабилизаторов.

Таблица 2.

	Наименование показателей	Физическая величи
	Плотность, кг/м^3	0,98-1,15
	Водородный показатель (pH)	До 10
	Степень гидрофобизации ($B = \frac{W}{W_L}$)грунта, обработанного стабилизатором*	менее 0,2
	Снижение высоты капиллярного поднятия воды (добавкой растворимого стабилизатора) в грунте или дистиллированной воды в стабилизированном порошком грунте	Не менее, чем на 96%

Примечание:

а) Степень гидрофобизации ($B = \frac{W}{W_L}$)грунта, обработанного стабилизатором, определяется в соответствии с Классификацией грунтов по степени гидрофобизации [3],где $W=0.5W_{Lg}$ -влажность грунта в % , а W_{Lg} – влажность на границе текучести гидрофобизированного (обработанного стабилизатором) грунта ;
W_L- влажность на пределе текучести исходного грунта.

Классы грунта	Значение $B = \frac{W}{W_L}$	Степень гидрофобизации
1	Менее 0.2	гидрофобный
2	0.2-0.4	Хорошо гидрофобизированный
3	04-05	Удовлетворительно гидрофобизированный
4	Более 0.5	Недостаточно гидрофобизированный

6. Рекомендуемые элементы дорожной конструкции из грунтов стабилизированных, комплексно стабилизированных и комлексно укрепленных.

6.1 В зависимости от вида обработки грунта стабилизаторами и вяжущими, а также элемента дорожной конструкции следует учитывать, что физко-механические и водно-физические свойства обработанных

грунтов должны удовлетворять вполне определенным требованиям, при которых обеспечивается их надежная работа в данном конструктивном элементе.

6.2 Физко-механические и водно-физические свойства следует отличать по следующим показателям, каждому из которых присвоен определенный индекс:

Индекс **А**- капиллярное водонасыщение ;

Индекс **В**- степень гидрофобности ;

Индекс **С**- снижение оптимальной влажности по сравнению с исходным грунтом), %;

Индекс **D**- Степень пучинистости (относительное морозное пучение образца,)%;

Индекс **Е**- модуль упругости, МПа;

Индекс **F**- размокаемость, %;

Индекс **G** --набухание, % по объему;

Индекс **Н**- предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов,МПа;

Индекс **К**- предел прочности при растяжении при изгибе,МПа;

Индекс **L**-коэффициент морозостойкости.

6.3 Цифры при буквенных индексах обозначают способ обработки грунта.

1-Грунт, обработанный стабилизатором;

2-метод комплексной стабилизации;

3-комплексное укрепление.

6.4 Набор требуемых характеристик обработанных грунтов, обозначаемых тем или иным индексом, и их конкретная величина, зависит в свою очередь от конструктивного элемента (слой одежды или земляного полотна) и вида стабилизации.

6.5 В таблице 3 представлены рекомендуемые типы конструктивных слоев дорожной одежды и земляного полотна, в которых следует использовать грунты, обработанные по технологиям: стабилизации, комплексной стабилизации (стабилизатор с малыми (до 2%) добавками вяжущих и комплексного укрепления (стабилизатор с вяжущим в количестве более 2%).

6.6 Применительно к каждому конструктивному элементу относится свой набор показателей (индексов) свойств, которыми обработанный стабилизаторами грунт должен обладать.

6.7 Приведенные значения показателей прочностных свойств грунтов, обработанных по методу стабилизации, комплексной стабилизации (стабилизатор с малыми (до 2%) добавками вяжущих и комплексного укрепления (стабилизатор с вяжущим в количестве более 2%) получены после 28суток твердения.

Таблица 3.

Конструктивный слой	Рекомендуемые типы показателей
Верхний слой основания дорожной одежды	E_3,G_2, H, K, L
Нижний слой основания дорожной одежды	A_2, B_2,E_2, F_2,G_1
Рабочий слой (верхняя часть земляного полотна)	A_1, B_1, C_1, Д, E_1,F_1
Покрытие с поверхностной обработкой для дорог 5 технической категории	E_3, F_2, G_2, H, K, L
Покрытие с поверхностной обработкой для внутрихозяйственных, местных и лесовозных дорог, площадей, стоянок автотранспорта	E_3, F_2, G_2, H, K, L

6.4 Величина каждого показателя (а также тип индекса) определяется видом обработки грунта стабилизатором и условиями его работы в соответствующем элементе дорожной конструкции.

7. Рекомендуемые показатели водно-физических свойств грунтов, обработанных стабилизаторами для дорожного строительства.

7.1 Для отсыпки рабочего слоя земляного полотна используются только стабильные грунты, т.е. грунты, не являющиеся или просадочными, или засоленными, или пучинистыми, или повышенной влажности, или переувлажненными, а также размокаемыми (неводостойкими по ГОСТ 28622), если используются грунты скальные (ГОСТ 25100) [5].

7.2 Данные требования, а также обычно высокая степень их уплотнения ($К_у$ = 0.98-1.0), обусловлены необходимостью обеспечения благоприятного водно-теплового режима и прочности конструкций дорожных одежд в условиях постоянного воздействия погодно-климатических факторов и транспортной нагрузки в той или иной Дорожно-климатической зоне (ДКЗ) и типе местности по условиям ее увлажнения. При этом следует учитывать, что назначение величины расчетной влажности и модуля упругости деформации грунтов рабочего слоя, относится к их состоянию на момент весеннего оттаивания, как наиболее неблагоприятному периоду года, и расчитывается в соответствии с требованиями ОДН.218.046-01, «Проектрование нежестких дорожных одежд».

7.3 Стабилизация грунтов рабочего слоя может придать этим грунтам дополнительные положительные качества и в первую очередь такие как: гидрофобность, снижение капиллярного водонасыщения, повышение плотности при снижении оптимальной влажности и расчетной влажности при весеннем оттаивании, а также дает возможность использовать местные связные грунты, за счет снижения до требуемых величин их морозного пучения.

7.4 В качестве основных показателей, определяющих водно–физические свойства стабилизированных грунтов и учитывающих особенности их работы в дорожной конструкции, следует принимать следующие:

- капиллярное водонасыщение, %;
- степень гидрофобности;
- снижение оптимальной влажности, % ;

- степень пучинистости (относительное морозное пучение образца,%);

- размокаемость (% по объему);

- модуль упругости, МПа.

Наиболее целесообразная область практического применения полученных материалов в дорожных конструкциях определяется в соответствии с принятыми индексами и полученными показателями свойств стабилизированных грунтов,

7.5 Определение этих харатеристик следует производить на образцах обработанного грунта, приготовленных и выдержанных в соответствии с ГОСТ 23558.

7.6 Рекомендуемые показатели водно-физических свойств грунтов, обработанных стабилизаторами (технология стабилизации грунтов) в соответствии с принятыми индексами представлены в таблице 4.

Таблица 4.

Индексы	Наименование показателей	Грунты, обработанные стабилизатором
A_1	Капиллярное водонасыщение,%, ГОСТ 30491	Не более 6
B_1	Степень гидрофобности	Не менее 0.2
C_1	Снижение оптимальной влажности,% по сравнению с исходным грунтом), ГОСТ 22733.	Не менее 1%
Д	Степень пучинистости (относительное морозное пучение образца,%) ГОСТ 28622. Непучинистый,	Не более1
F_1	Размокаемость (очень медленно размокающий) , РСН 51-84	Менее 25% объема за 24 часа)
E_1	Модуль упругости, Мпа	Не менее 80

8. Рекомендуемые показатели прочностных и водно-физических свойств комплексно стабилизированных грунтов.

8.1 Учитывая, что комплексно стабилизированные грунты содержат кроме стабилизаторов еще и до 2% вяжущих материалов, и в связи с этим характеризуются более высокими показателями своих водно-физических и прочностных характеристик, они могут быть рекомендованы к использованию как в конструктивных слоях дорожных одежд (слои грунтового основания), так и в грунтовых покрытиях с поверхностной обработкой дорог 5-й технической категории и внутрихозяйственных дорог и проездов в соответствии с п.6.3, не исключая, однако, при этом и возможности, при соответствующем технико-экономическом обосновании, использования этих грунтов и для рабочего слоя в дорогах высших технических категорий.

8.2 В случае использования комплексно стабилизированных грунтов в конструкциях дорожных одежд их показатели водно-физических свойств должны соответствовать требованиям таблицы 5.

9. Рекомендуемые показатели физико-механических (прочностных) свойств грунтов, укрепленных вяжущими с добавками стабилизаторов.

9.1 Комплексно укрепленные грунты отличаются от укрепленных грунтов (по ГОСТ 23558-94) наличием стабилизаторов, совместимых по своим свойствам с укрепляемым грунтом (см. п. 4), что позволяет придать обрабатываемым грунтам дополнительно гидрофобизирующие свойства, повысить их морозостойкость и снизить расход вяжущего при сохранении высоких прочностных характеристик. Это позволяет их использовать в конструктивных слоях дорожных одежд жесткого и нежесткого типа автомобильных дорог с усовершенствованным и капитальным типом покрытий.

Таблица 5.

Индексы	Наименование показателей	Грунты, обработанные стабилизатором с добавками вяжущих (от 2% и менее)
A_2	Капиллярное водонасыщение,%, не более	0.5
B_2	Степень гидрофобности,, не менее	0.2
Д	Степень пучинистости (относительное морозное пучение образца,%) Непучинистый	Не более 1
E_2	Модуль упругости, МПа, не менее	120
F_2	Размокаемость (неразмокающий), РСН 51-84	Мменее 10% объема за 48 часов
G_1	Набухание, % по объему, ГОСТ 24143	Не более 4

9.2 С учетом существующих требований, предъявляемым к укрепленным грунтам, комплексно укрепленные грунты, содержащие стабилизатор и более 2% вяжущего по своим прочностным показателям должны удовлетворять рекомендуемым требованиям, приведенным в таблице 6.

9.3 В таблице 7 представлены рекомендуемые показатели пригодности грунтов для различных видов стабилизации и комплексного укрепления грунтов, рекомендуемые показатели водно-физических свойств стабилизированных грунтов, показатели прочностных и водно-физических свойств комплексно стабилизированных грунтов, показатели прочностных свойств грунтов, укрепленных вяжущими с добавками стабилизаторов. То есть обобщены все виды обработки грунтов стабилизаторами без вяжущих и в присутствии вяжущих, а также предлагаемые рекомендуемые показатели к указанным смесям и стабилизаторам.

Таблица 6.

Индексы	Наименование показателей	Грунты, укрепленные вяжущими с добавками стабилизаторов (содержание вяжущего более 2%)
E_3	Модуль упругости,МПа, ГОСТ 12248	Не менее 200
G_2	Набухание, % по объему, ГОСТ 24143	Не более 2
H_3	Предел прочности на сжатие водонасыщенных образцов, МПа, ГОСТ 12248	Не менее 1.0
K_3	Предел прочности на растяжение при изгибе водонасыщенных образцов, МПа, ГОСТ 12248	Не менее 0.1
L_3	Коэффициент морозостойкости, ГОСТ 10060.0	Не менее 0.65

Таблица 7.

№п/п	Наименование рекомендуемых показателей свойств обработанных грунтов	Значение рекомендуемого показателя в зависимости от состава смеси (грунт, обработанный стабилизатором без вяжущего, и в сочетании с вяжущим)			Индекс по типам применения грунтов в конструкциях дорожных одежд
		Грунт, обработанный стабилизато-ром(стабилиза-ция)	Грунт, обработанный стабилизатором, с добавкой вяжущего не более 2% (комплексная стабилизация)	Грунт, обработанный стабилизатором, с добавкой вяжущего более 2% (комплексное укрепление)	
1	2	3	4	5	6
1.	Капиллярное водонасыщение, %, не более	6	6	-	A_1 A_2 -
2.	Степень гидрофобности, не менее	0.2-0.4	0.2	-	B_1 B_2
3.	Снижение оптимальной влажности, % (по сравнению с исходным грунтом), не менее	1	-	-	C_1 -

					-
4.	Степень пучинистости % (относительное морозное пучение образца) Непучинистый	Не более1	Не более1	-	D
5.	Модуль упругости, МПа	Не менее 80	Не менее 120	Не менее 200	E_1 E_2 E_3

6.	Размокаемость (% объема) Очень медленно размокающий Неразмокающий	менее 25% за 24 часа	 менее 10% за 48 часов		F_1 F_2
7.	Набухание, % по объему	-	Не более 4	Не более 2	G_1 G_2
8.	Предел прочности на сжатие, МПа	-	-	Не менее 1	H_3
9.	Предел прочности на растяжение при изгибе водонасыщенных образцов, не менее, МПа	-	-	Не менее 0.1	K_3
.10.	Коэффициент морозостойкости	-	-	Не менее 0.65	L_3

Приложение .

На рисунке 1 представлена общая классификация стабилизаторов, в которой они разделены по следующим признакам:

Тип-определяется состоянием объекта;

Класс- определяется свойствами объекта;

Вид- определяется конкретной реализацией технологии, которая обуславливает существенные особенности строения и применения объекта.

По этой классификации определены основные виды стабилизаторов: катионные, анионные, универсальные, биологические, наноструктурные, структурированные.

На рисунке 2 приведена классификация стабилизаторов применительно к дорожному строительству. Классификация составлена по целевым функциям обработки грунтов добавками. В зависимости от конечной функции обработанного стабилизаторами грунта выбирается определенный вид обработки грунта с учетом свойств грунта по pH и вида стабилизатора. По функции свойств грунта выбирается или устанавливается назначение материала в требуемый слой конструкции дорожной одежды автомобильной дороги.

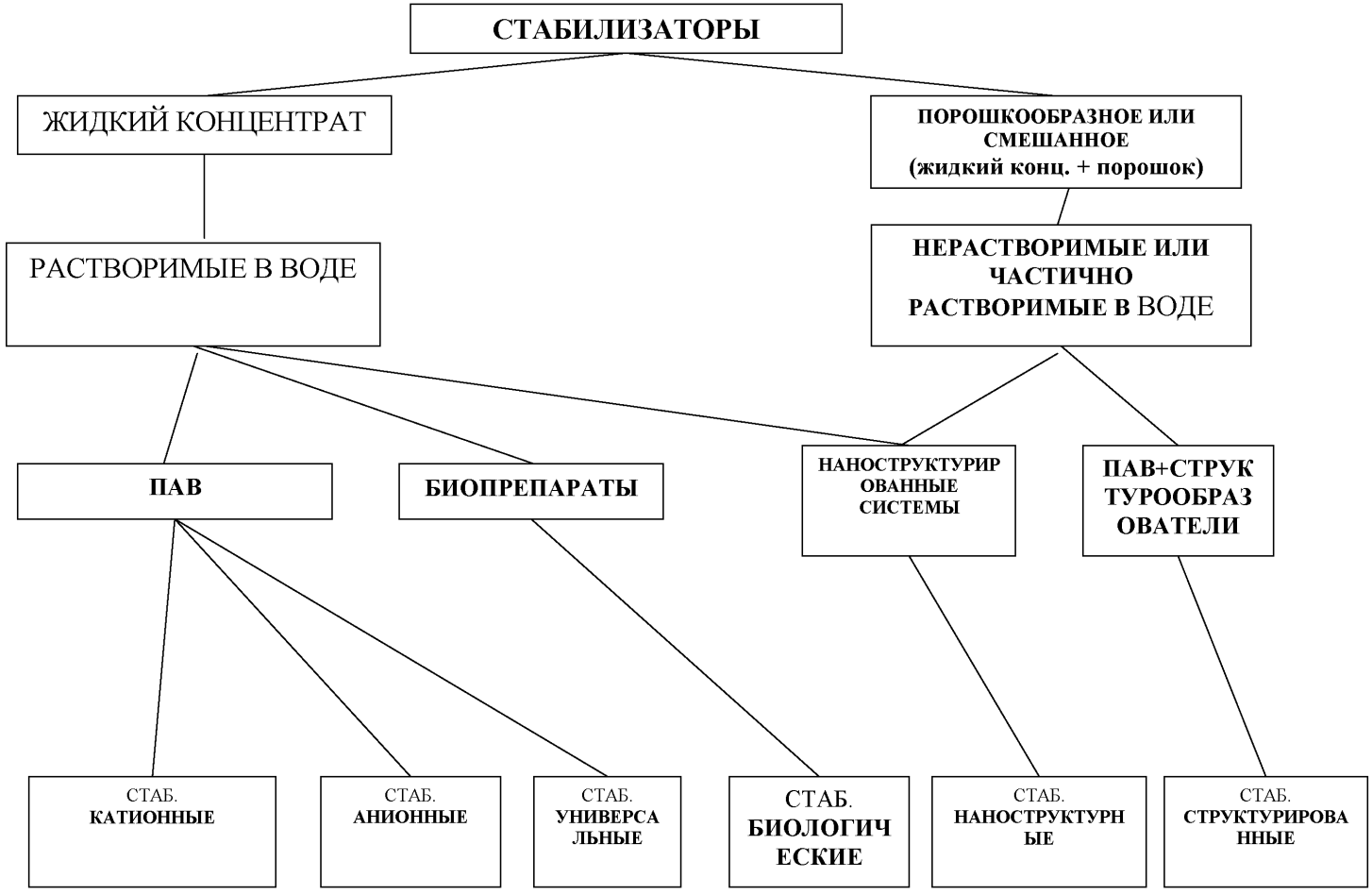

Рисунок 1 Общая классификация стабилизаторов

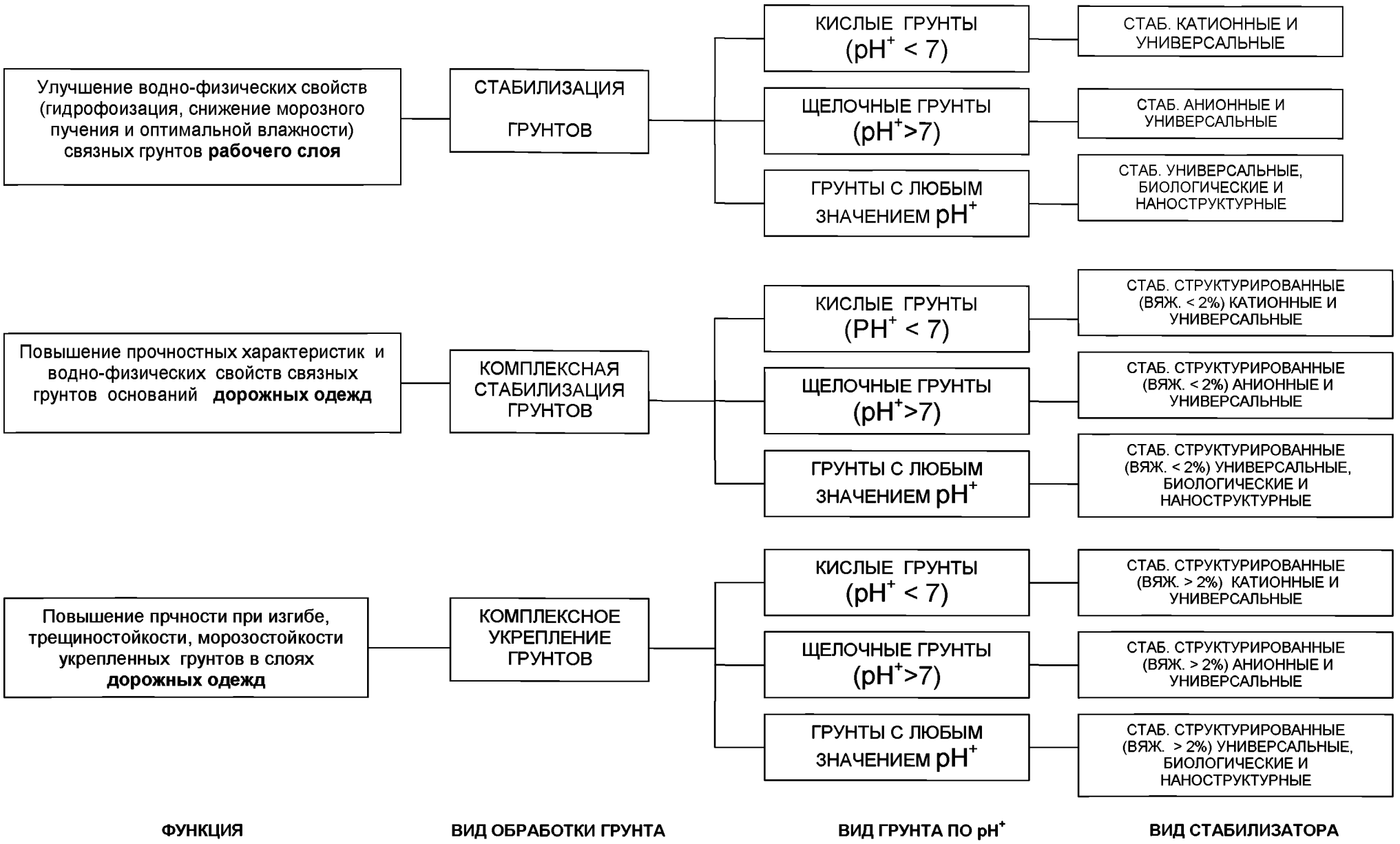

Рисунок 2. Дорожная классификация стабилизаторов по целевым функциям обработки грунтов добавками

10. Библиография.

[1] Федеральный закон от 08.11.07 (ред. от 27.05.2014) РФ №257. Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации.

[2] ОДМ 218.1.004-2011 Классификация стабилизаторов грунтов в дорожном строительстве.

[3] М.Т.Кострико «Вопросы теории гидрофобизации грунтов»,Военная академия тыла и транспорта,1957 г.

[4] СНиП 03.06.03-85. Строительство покрытий и оснований.

[5] DIN 18916-2006 г. Классификация грунтов.

[6] DIN 18316. Строительные работы на путях сообщения – строительных работ дорожных одежд из укрепленных материалов. Сельскохозяйственные дороги.

[7] ZTV LW,FGSV 598 Дополнительные технические договорные условия и нормы для дорожных одежд сельскохозяйственных дорог.

[8] ZTVT-StB, FGSV 999 Дополнительные технические договорные условия и нормы для строительства несущих слоев в дорожном строительстве.

[9] BSEN 14227-10:2006 Гидравлически связанные смеси, ТУ, ч.10. Грунт, обработанный цементом.

[10] NF EN №14227 – 10-2006, ч.10. Технические требования. Гидравлически связанные смеси – грунт, обработанный цементом. Ч. 11 – известью.

[11] ASTMD 6236 St.Guide to coring and logging cement or lime – stabilized Soil. 2004.

[12] STMC 977 – Quick lime and hydrated lime for soil stab. Standard Specification.

[13] ASTM- D-2487-98 . Uified Soil Classifikation.

[14] ASNM C977-10 Standard Specification for Quicklime and Hydrated Lime for Soil Stabilization.

[15] ASTM D 5239-04 Standard Practice for Characterizing Fly Ash for use in Soil Stabilization.

[16] ASTM C 593-06 (2011) Standard Specification for Fly Ash and Other Puzzolans for use Lime for Soil Stabilization.

[17] ASTM D 4609-08 Standard Guide for Evaluating Effectiveness of Admixtures for Soil Stabilization.

[18] DIN EN 14227-1EN-Hydraulically bound mixtures - Specifications Part 1: Cement bound granular mixtures; German version EN 14227-1:2004.

[19] DIN EN 14227-10 EN-Hydraulically bound mixtures - Specifications – Part 10: Soil treated by cement; German version EN 14227-10:2006 .

[20] DIN EN 14227-11 EN-Hydraulically bound mixtures - Specifications – Part 11: Soil treated by lime; German version EN 14227-11:2006.

[21] DIN EN 14227-12 EN-Hydraulically bound mixtures - Specifications – Part 12: Soil treated by slag; German version EN 14227-12:2006.

[22] DIN EN 14227-13 EN-Hydraulically bound mixtures - Specifications – Part 13: Soil treated by hydraulic road binder; German version EN 14227-13:2006.

[23] DIN EN 14227-14 EN-Hydraulically bound mixtures - Specifications – Part 14: Soil treated by fly ash; German version EN 14227-14:2006.

[24] DIN EN 14227-2 EN-Hydraulically bound mixtures - Specifications – Part 2: Slag bound mixtures; German version EN 14227-2:2004.

[25] DIN EN 14227-3 EN-Hydraulically bound mixtures - Specifications – Part 3: Fly ash bound mixtures; German version EN 14227-3:2004

[26] DIN EN 14227-4 EN-Hydraulically bound mixtures - Specifications – Part 4: Fly ash for hydraulically bound mixtures; German version EN 14227-4:2004.

[27] DIN EN 14227-5 EN-Hydraulically bound mixtures - Specifications – Part 5: Hydraulic road binder bound mixtures; German version EN 14227-5:2004.

ОДМ

ОКС

Ключевые слова: грунт, стабилизаторы, дорожное строительство, рекомендуемые показатели, укрепление грунтов.

Руководитель организации разработчика

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-внедренческий центр «Инновационные дорожные технологии»

Генеральный директор_____Добров Э.М.

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО

(РОСАВТОДОР)

РАСПОРЯЖЕНИЕ

04.04.2017 Москва № 586-р

О применении и публикации ОДМ 218.3.076-2016 «Методические рекомендации по подбору стабилизаторов грунтов и грунтовых смесей для дорожного строительства»

В целях реализации в дорожном хозяйстве основных положений Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и обеспечения дорожных организаций методическими рекомендациями по подбору стабилизаторов грунтов и грунтовых смесей для дорожного строительства:

1. Структурным подразделениям центрального аппарата Росавтодора, федеральным управлениям автомобильных дорог, управлениям автомобильных магистралей, межрегиональным дирекциям по строительству автомобильных дорог федерального значения, территориальным органам управления дорожным хозяйством субъектов Российской Федерации рекомендовать к применению с даты подписания настоящего распоряжения ОДМ 218.3.076-2016 «Методические рекомендации по подбору стабилизаторов грунтов и грунтовых смесей для дорожного строительства» (далее – ОДМ 218.3.076-2016).

2. Управлению научно-технических исследований и информационного обеспечения (А.В. Бухтояров) в установленном порядке обеспечить официальную публикацию ОДМ 218.3.076-2016.

3. Контроль за исполнением настоящего распоряжения возложить на заместителя руководителя И.Г. Астахова.

Руководитель Р.В. Старовойт

gost.e-ecolog.ru

А.А. Зенкин
(495) 687-88-23 доб. 50-233