

Научная статья
УДК 624.138.4

**ПРИМЕНЕНИЕ АКТИВНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ВЕЩЕСТВ
ПРИ УКРЕПЛЕНИИ ГРУНТОВ В КОНСТРУКЦИЯХ ДОРОЖНЫХ
ОДЕЖД ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ**

**Егор Евгеньевич Чупров¹, Анастасия Андреевна Чупрова²,
Сергей Александрович Чудинов³**

^{1, 2, 3} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ egor.chuprov.98@mail.ru

² katnovaa@mail.ru

³ chudinovsa@m.usfeu.ru

Аннотация. Рассмотрена классификация активных полимерных веществ по целевым функциям грунтов, применяемых для укрепления грунтов конструкций лесовозных автомобильных дорог. Приведены характеристики и свойства полифилизаторов. Представлена краткая характеристика полифилизаторов ПГСЖ-1, ПГСБ-2, ПГСП-3, ПГСЭ-4, рассмотрены особенности их применения.

Ключевые слова: строительство, автомобильные дороги, укрепление грунтов, полифилизаторы, дорожная одежда

Original article

**APPLICATION OF ACTIVE POLYMER SUBSTANCES
IN STRENGTHENING SOILS IN THE STRUCTURES OF ROAD
SURFACE OF LOGGING ROADS**

Egor E. Chuprov¹, Anastasia A. Chuprova², Sergey A. Chudinov³

^{1, 2, 3} Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ egor.chuprov.98@mail.ru

² katnovaa@mail.ru

³ chsa12@mail.ru

Abstract. The classification of active polymer substances in accordance with the target functions of soils used to strengthen the soil structures of logging roads is considered. The characteristics and properties of polyphilizers are given. A brief

description of the polyphilizers PGSZH-1, PGSB-2, PGSP-3, PGSE-4 is presented, the features of their application are considered.

Keywords: construction, roads, soil strengthening, polyfilizers, road surface

Укрепление грунтов является одной из эффективных технологий строительства дорожных одежд автомобильных дорог, в особенности в лесной зоне. С целью укрепления грунтов и приведению их водно-физических и физико-механических свойств к нормативным применяются активные полимерные вещества (АПВ) – многокомпонентные системы, содержащие в своем составе вещества, обладающие свойствами гидрофобизаторов, суперпластификаторов, полимеров и структурообразователей [1, 2].

По видам обработки, в зависимости от конечной функции [3], грунты, обработанные АПВ (рис. ниже), подразделяются:

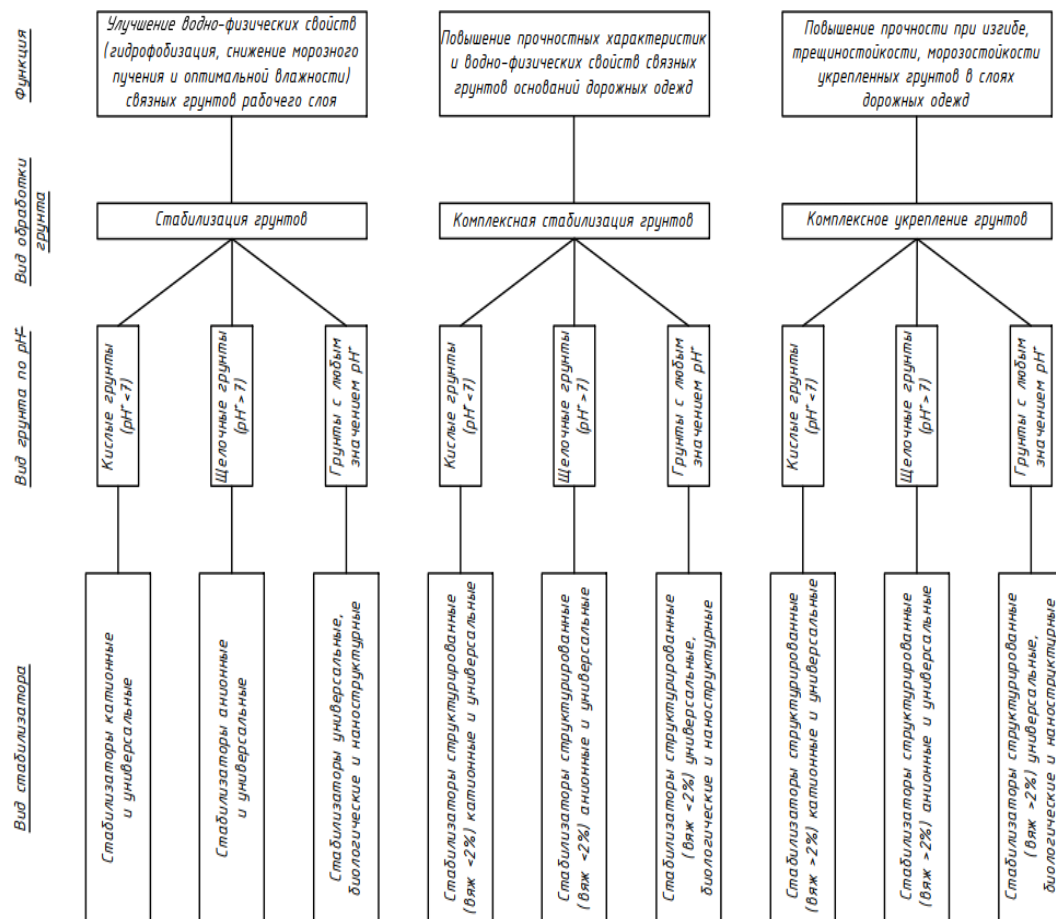
– на стабилизированные грунты, получаемые при добавлении в грунт малых доз активных добавок, не являющихся вяжущими, и перемешивании при оптимальной влажности. Стабилизацией грунтов добиваются улучшения водно-физических свойств (гидрофобизации, снижения морозного пучения и оптимальной влажности) связных грунтов рабочего слоя;

– комплексно-стабилизированные грунты, в отличие от стабилизированных, получают при добавлении органических либо минеральных вяжущих (до 2 %), помимо добавок стабилизаторов, с целью повышения прочностных характеристик и водно-физических свойств связных грунтов оснований дорожных одежд;

– комплексно укрепленные грунты, которые имеют в своем составе активные добавки, а также более 2 % органических либо минеральных вяжущих, за счет чего достигается повышение морозостойкости, трещиностойкости и прочности при изгибе укрепленных грунтов в слоях дорожных одежд.

Применение того или иного АПВ зависит от химической совместимости применяемого стабилизатора с грунтом, вида обработки и элемента дорожной конструкции в котором полученный в результате стабилизации грунт будет использоваться. Степень пригодности грунта для стабилизации и последующего использования в конструктивных слоях автомобильной дороги зависит от нескольких показателей (содержания глинистых, песчаных, гипсовых, гумусовых частиц (%), числа пластичности, а также водородного показателя рН+). В зависимости от результатов химических испытаний выбирается АПВ, имеющий комбинацию с наиболее благоприятными показателями.

Укрепление грунтов – повсеместно используемая технология, соответственно, существует достаточное количество марок АПВ (табл. ниже), позволяющие выбрать подходящий, в зависимости от района строительства и представленного грунта.



Дорожная классификация АПВ по целевым функциям грунтов

Прочностные характеристики АПВ, применяемых при стабилизации и укреплении грунта

Марка АПВ	Предел пр. на сжатие, МПа, при 20 °С, не менее	Предел пр. на растяжение при изгибе, Мпа, не менее	Модуль упругости, МПа, при 20 °С, не менее	Требования к грунтам
ANT	1,5–4,0	0,7–1,2	400–800	Естественные, осадочные, нецементированные, крупнообломочные, песчаные и глинистые грунты, ПГС, ЦПС и пески
NanoOSTAB	–	1,2–5,2	200–650	– природные дисперсные (супесчанистые, песчаные, крупнообломочные); – техногенные (суглинки и глины с числом пластичности не более 22, асфальтогранулят)
NovoCrete	–	1,0–5,0	300–550	

Окончание таблицы

Марка АПВ	Предел пр. на сжатие, МПа, при 20 °С, не менее	Предел пр. на растяжение при изгибе, Мпа, не менее	Модуль упругости, МПа, при 20 °С, не менее	Требования к грунтам
POLYBOND	1,0–10,0	0,2–2,0	600	–
Материалы на основе полиуретана	–	1,0–0,99	250–420	Щебень различных фракций
Дорзин (Roadzyme)	1,0–7,5	0,25–1,5	180–1000	Песок, суглинок, супесь, глины с ограничениями по числу пластичности не более 22 Щебень различных фракций
«ПГСЭ-4»	0,5–1,0	–	200–500	Суглинок легкий пылеватый, супесь песчанистая, песок пылеватый
Полистаб	1,0–10,0	0,2–2,0	600	
«Чимстон»	1,0–10,0	0,2–2,0	–	Грунты с числом пластичности до 17
Статус-3	1,0–10,0	0,25–200	450	Суглинок, супесь, песок, глина
ПАРАГОН М10+50, LBS	–	–	180	Гравий, галька, песок, супесь, глина, суглинок
Стабилар 95	4,0	2,0	300	
АКРОПОЛ	28,1	4,9	1000	Все виды грунтов, включая тяжелые глины
ДорЦем ДС-1	2,0–10,0	–	350–800	Супесь, суглинок, глина, песок, ПГС, содержащие органические примеси до 15 %

Одними из наиболее эффективных АПВ являются ПГСЖ-1, ПГСБ-2, ПГСП-3, ПГСЭ-4 – грунтовые стабилизирующие полифилизаторы, т. е. добавки, укрепляющие грунт с помощью активного полимер вещества.

ПГСЖ-1 – полифилизатор грунтовый стабилизирующий жидкий 1. Изготовлен на основе концентрата добавки «Консолид 444». Является наиболее распространенным и универсальным, используется для стабилизации песчаных, глинистых и суглинистых грунтов, увеличивая прочность и улучшая водонепроницаемость.

ПГСБ-2 – полифилизатор грунтовый стабилизирующий битумосодержащий 2. Изготовлен на основе концентрата добавки «Консервекс». Используется для стабилизации глинистых грунтов, увеличивая их несущую способность, снижая пластичность и улучшая дренажные свойства.

ПГСП-3 – полифилизатор грунтовый стабилизирующий порошковый 3. Изготовлен на основе концентрата добавки «Солидрай». Используется для стабилизации песчаных и супесчаных грунтов, увеличивая прочность и устойчивость, а также повышает устойчивость грунта к высокой температуре и влажности.

ПГСЭ-4 – полифилизатор грунтовый стабилизирующий эмульсионный 4. В его состав входят стериламин, диалкилэфир триэтаноламмоний метилсульфата, изопропанол, четвертичные аммониевые соединения, высшие жирные амины, алкоксилат. Используется для стабилизации глинистых грунтов за счет высокой ионной активности стабилизатора с поверхностью пылевато-глинистых частиц, увеличивая прочностные показатели и общую несущую способность, а также меняя водно-химические свойства грунта – повышает водостойкость, снижает набухаемость и высоту капиллярного поднятия.

В заключение следует отметить, что использование АПВ в строительстве является эффективным и экологически безопасным решением. Они позволяют улучшить свойства грунтов, увеличить их несущую способность, продлить срок службы строительных конструкций и межремонтные сроки. Благодаря простоте использования и доступности, АПВ становятся все более популярными для укрепления грунтов в строительной области, в особенности в строительстве лесовозных дорог.

Список источников

1. Чудинов С. А. Совершенствование технологии укрепления грунтов в строительстве автомобильных дорог лесного комплекса : монография. Екатеринбург : УГЛТУ, 2022. 164 с.

2. Чудинов С. А. Укрепленные грунты в строительстве лесовозных автомобильных дорог : монография. Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. 174 с.

3. Чудинов С. А. Производственные испытания грунтов, укрепленных портландцементом с добавкой полиэлектролита // Изв. вузов. Лесн. журн. 2011. № 6 (324). С. 58–61.