

УДК 625.068.2

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ ЗА СЧЕТ ПОВЕРХОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ (ПАВ)

И.И. Юдин, Л.В. Закревская

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых,
Российская Федерация
e-mail: igor12081998@mail.ru, lvzak@mail.ru

В данной статье рассмотрены вопросы укрепления грунтового основания за счет поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Ключевые слова: глинистые грунты, поверхностно-активные вещества, поликарбонат, карбометилцеллюлоза.

WAYS TO IMPROVE THE EFFECTIVENESS OF SOIL STRENGTHENING BY WORKED OUT SLIGHTLY-ACTIVE SUBSTANCES (SURFACTANTS)

I. Yudin, L. Zakrevskaya

Vladimir state University named after Alexander Grigoryevich and Nikolai Grigoryevich Stoletov,
Russian Federation
e-mail: igor12081998@mail.ru, lvzak@mail.ru

This article discusses the issues of strengthening of subgrade at the expense of surface-active substances (surfactants).

Keywords: clay soils, surfactants, soil strengthening.

Большую часть грунтовых оснований Владимирской области составляют пылевато-глинистые грунты с высоким процентным содержанием частиц размером менее 0,005 мм. Свойства глинистых грунтов определяются их составом, состоянием и структурными особенностями [1].

Важной задачей строительства является обеспечение требуемой надежности и долговечности оснований сооружений. В связи с этим усовершенствуются технологии, которые позволяют использовать отходы горнодобычи. Неоспорим эффект от устройства оснований из местных грунтов, укрепленных известьсодержащими отходами, подтверждаются рядом исследований [2]. В таблице один представлен состав отходов Мелеховского месторождения.

Таблица 1. – Известковые отходы Мелеховского месторождения

Наименование компонента	Массовая доля в скелете, %
Портландит	68,35
Кальцит	25,23
Периклас	4,12
Кварц	2,29

На рисунке 1 представлены результаты рентгенофазового анализа извести содержащих отходов.

Commander Sample ID (Coupled TwoTheta/Theta)

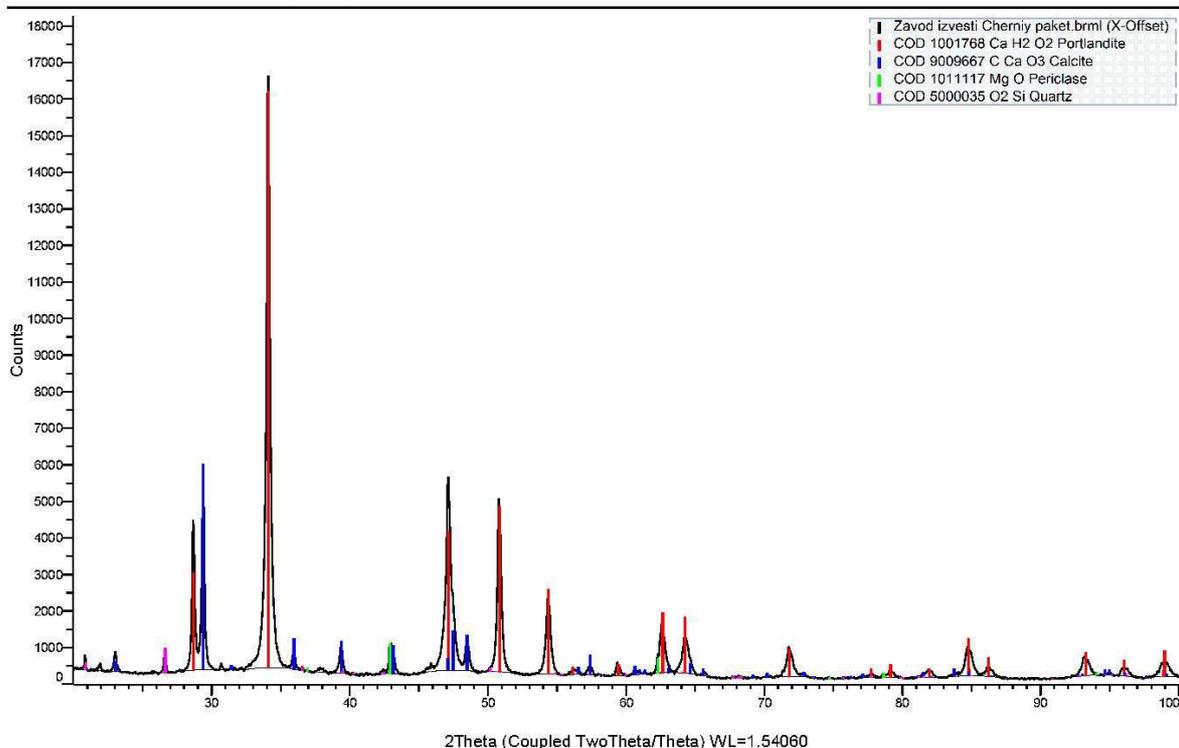


Рисунок 1. – Рентгенофазовый анализ применяемого грунта

Наличие на территории Владимирской области глинистых грунтов является фактором, сдерживающим развитие территорий, занятых новым строительством из-за изменения физико-механических свойств грунта при увлажнении.

Укрепление глинистых грунтов вяжущими приводит к увеличению стоимости строительства.

Использование поверхностно - активных веществ позволяет ликвидировать способность взаимодействия глинистых грунтов с водой за счет нейтрализации сил поверхностного притяжения воды, при этом гидрофобная пленка препятствует проникновению воды в зону контакта частиц грунта и предохраняет его от размокания [3].

Глинистый грунт – это многофазная дисперсная система со сложным химическим и минералогическим составом. Так как вода в грунте может быть рыхлосвязанной или прочносвязанной, то от этого фактора будет зависеть характер связи грунт-вода-ПАВ.

В данном исследовании использовался поликарбоксилатный суперпластификатор Макромер П-16. В таблице 2 представлены его физико-химические свойства.

При использовании суперпластификаторов достигаются следующие преимущества:

– высокая пластифицирующая и водоредуцирующая способность поликарбоксилатных суперпластификаторов позволяет увеличить подвижность бетонной смеси от П1

до П5 и снизить содержание воды более, чем на 25% (в зависимости от области применения);

- существенно увеличивается жизненный цикл бетонов и растворов во времени, что продлевает время их транспортировки и применения по назначению;

- повышается долговечность изделий и конструкций из бетона. Применение поликарбоксилатных суперпластификаторов позволяет получать бетоны с повышенной водонепроницаемостью, трещиностойкостью и морозостойкостью, а также значительно снизить энергетические затраты при укладке (исключается операция уплотнения).

Таблица 2. – Физико-химические свойства

Марка/ Наименование показателя	Макромер П-16 ТУ 5745-387-10488057-2014
Внешний вид	Жидкость от бесцветного до желтого цвета без механических примесей
Плотность при 25 °С, г/см ³	1,110±0,005
Показатель активности ионов водорода, ед. рН, в пределах	6,0-8,0
Содержание сухих веществ, %	40,0
Вязкость динамическая при 25 °С, мПа·с, в пределах	140-280

Карбометилцеллюлоза (КМЦ) способна формировать вязкий коллоидный раствор, длительное время сохраняющий свои свойства. КМЦ используется в качестве пластификатора. КМЦ контролирует реологию вязких систем, является водорастворимым полимером, обладающим пленкообразующим свойством. КМЦ является биоразрушаемой, нетоксичной добавкой, используется при бурении скважин в качестве компонента, понижающего водоотдачу, замедлителя срока схватывания вяжущих.

Экспериментальная часть. Для исследований был выбран анионоактивный ПАВ, как наиболее целесообразный для карбонатных глинистых грунтов. Дополнительное введение в композицию КМЦ позволяет увеличить плотность и прочность, позволяющие значительно расширить область его применения. В таблице 3 представлены составы, синтезированных композитов.

Таблица 3. – Составы синтезированных композитов

Компонент	Марки составов, %											
	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П10	П11	П12
Глина	72,5	55	70	70	70	45	50	50	50	57	50	50
Отходы извести	10	15	10	10	10	23	25	25	25	25	25	15
КН ₂ РО ₄	7	-	-	-	-	7	7	7	7	-	-	-
Пластификатор П-16	0,5	0,4	0,3	0,5	0,4	0,3	0,5	0,4	0,3	0,5	0,4	0,3
КМЦ	-	5	3	5	7	5	5	5	5	5	5	10
Вода	10	19,6	16,7	14,5	12,6	19,7	12,5	12,6	12,7	12,5	19,6	24,7

В таблице 4 представлены результаты исследования технических характеристики синтезированных составов.

Таблица 4. – Технические характеристики синтезированных составов

Марка состава	Плотность, г/см ³	Расплав конуса, см	Прочность на сжатие, МПа	Водостойкость, %
П1	0,57	11,3	6,58	0,38
П2	0,7	11,9	2,88	0,66
П3	0,68	11,5	9,55	0,68
П4	0,67	11,5	12,45	0,67
П5	0,63	12,5	7,8	0,39
П6	0,75	12	5,02	0,41
П7	1,95	12	24,7	0,70
П8	1,48	12	16,2	0,62
П9	1,35	12,2	15,4	0,61
П10	1,75	11,9	15,2	0,59
П11	1,51	11,7	16,1	0,48
П12	1,46	11,8	15,2	0,49

Из таблицы 4 видно, что образец П7 характеризуется наилучшими прочностными и гидрофобными показателями.

Вывод. В ходе исследования был получен композит для укрепления грунтового основания за счет поверхностно-активных веществ и известь содержащих отходов. Композит рекомендован для укрепления грунтовых оснований и формирования ограждающих конструкций с использованием 3D печати в строительстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нехорошев, А.В., Гусев, Б.В., Баранов, А.Т, Холпанов, Л.П. Явления, механизм и энергетические уровни образования структурированных дисперсных систем // Доклады АН СССР. – 1981. – Т. 258. – №1. – С. 149–153.
2. Вдовин, Е.А., Мавлиев, Л.Ф., Строганов, В.Ф. Пути повышение эффективности укрепления грунтов для строительства дорожных одежд // Вестник СибАДИ. – 2013. – № 1 (29). – С. 52–58.
3. Федулов, А.А. Применение поверхностно-активных веществ (стабилизаторов) для улучшения свойств связных грунтов в условиях дорожного строительства: автореф. дис. на соиск. учен. степ. к.т.н., спец.: 05.23.11, 2005 – С. 28

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 28–29 ноября 2019 г.)

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2020

Об издании – [1](#), [2](#)

1 – дополнительный экран – сведения об издании

УДК 72:624/628+69(082)

Редакционная коллегия:

Л. М. Парфенова (председатель),
А. С. Катульская (отв. секретарь), Е. Д. Лазовский,
Н. В. Давыденко, Р. М. Платонова

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ
[Электронный ресурс] : электронный сборник статей II международной научной конференции, Новополоцк, 28–29 нояб. 2019 г. / Полоцкий государственный университет ; под ред. Л. М. Парфеновой. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2020. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-985-531-701-3.

Рассмотрены вопросы архитектуры и градостроительства в современных условиях, прогрессивные методы проведения инженерных изысканий и расчета строительных конструкций. Приведены результаты исследований ресурсо- и энергосберегающих строительных материалов и технологий, энергоресурсосберегающие и природоохранные инновационные решения в инженерных системах зданий и сооружений. Проанализированы организационные аспекты строительства и управления недвижимостью, проблемы высшего архитектурного и строительного образования.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов строительных специальностей учреждений образования.

*Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса.
Регистрационное свидетельство № 3671815379 от 26.04.2018.*

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 53 53 92, e-mail: a.bakatovich@psu.by; l.parfenova@psu.by

№ госрегистрации 3671815379.

ISBN 978-985-531-701-3

@Полоцкий государственный университет, 2020

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Архитектурно-строительный комплекс: Проблемы, перспективы, инновации» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 28–29 ноября 2019 г.)

Технический редактор *Т. А. Дарьянова.*

Компьютерная верстка *Т. А. Дарьяновой.*

Компьютерный дизайн обложки *Е. А. Балабуевой.*

Подписано к использованию 09.09.2020.

Объем издания: 21,05 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 420.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,
г. Новополоцк,
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44
<http://www.psu.by>