

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ
и.о. декана Геологического факультета
чл.-корр. РАН _____/Н.Н.Ерёмин/
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Промышленные отходы и их использование для укрепления грунтов

Автор-составитель: Ларионова Н.А.

Уровень высшего образования:

Магистратура (ИМ)

Направление подготовки:

05.04.01 Геология

Магистерская программа

Инженерная геология

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № _____, _____)

Москва

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*).

Год (годы) приема на обучение: 2022

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Целью курса “Промышленные отходы и их использование для укрепления грунтов” является освоение студентами теоретических основ использования промышленных отходов в качестве вторичного минерального сырья для получения строительных материалов с заданными свойствами.

Задачи – освоение основных приемов и способов использования промышленных отходов для искусственного улучшения свойств грунтов при устройстве конструктивных слоев дорожных одежд.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе “Промышленные отходы и их использование для укрепления грунтов ” изложены следующие актуальные проблемы:

- оценка промышленных отходов в качестве вторичного минерального сырья для производства строительных материалов с заданными свойствами;
- основные особенности химико-минерального состава и свойств промышленных отходов и оценка их пригодности для производства вяжущих материалов;
- возможность и экономическая целесообразность использования промышленных отходов для устройства конструктивных слоев в дорожном строительстве;
- влияние состава и свойств промышленных отходов и грунтов на эффективность их укрепления и использования в дорожном строительстве.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП – относится к вариативной части ОПОП, является дисциплиной по выбору.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:

базируется на знаниях по дисциплинам: “Общая химия”, “Химия физическая, коллоидная”; “Минералогия с основами кристаллографии”; “Инженерная геология, часть 1. Грунтоведение”; “Механика грунтов”; “Техногенные грунты”, “Техническая мелиорация грунтов”.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
ОПК-2. М. Способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки при решении задач профессиональной деятельности	М.ОПК-2. И-1. Использует на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки, при решении исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности.	Способен: использовать на практике теоретические и прикладные разделы дисциплин в профессиональной деятельности. Знать: систематизацию методов искусственного улучшения физико-механических свойств грунтов в целях дорожного строительства. Уметь: использовать промышленные отходы для получения грунтовых композиций с заданными свойствами при проведении прикладных исследований.
СПК-3. М(2). Способен анализировать, обобщать и систематизировать	М.СПК-3. И-1. Владеет навыками анализа, обобщения, систематизации и интерпретации	Способен: использовать нормативные и правовые документы в проведении исследований. Знать: нормативные документы, определяющие качество промышленных

<p>результаты инженерно-геологических исследований и изысканий в соответствии с поставленными задачами и действующими нормативными документами (формируется частично)</p>	<p>данных в области инженерной геологии М.СПК-3. И-2. Знает и умеет применять действующие нормативные документы для анализа и обобщения результатов инженерно-геологических исследований и изысканий</p>	<p>отходов и требования к укрепленным грунтам в конкретной области их использования. Уметь: применять на практике рекомендации нормативных документов по оценке качества отходов и укрепленных грунтов при получении строительных материалов с заданными свойствами.</p>
---	---	--

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 1 з.е., **28** академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем (лекции), **8** академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет

5. Формат обучения не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.).

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы</i>		Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>		
		Занятия лекционного типа	Всего	Подготовка реферата	Подготовка к контрольному опросу	Всего
Введение. Тема 1. Основные направления использования промышленных отходов в производстве строительных материалов.	2	2	2			
Тема 2. Использование золошлаковых отходов в дорожном строительстве.	4	4	4			
Тема 3. Использование зол тепловых станций для укрепления грунтов в дорожном строительстве.	7	4	4	3		3
Текущая аттестация 1*: <i>доклад с презентацией</i>						
Тема 4. Metallургические шлаки – вторичное минеральное сырье для получения строительных материалов.	4	4	4			
Тема 5. Нефелиновый шлам – отход алюминиевой промышленности и его использование для производства строительных материалов.	7	4	4	3		3
Текущая аттестация 2: <i>защита реферата</i>						
Тема 6. Фосфогипс и его использование для получения строительных материалов.	4	4	4			
Тема 7. Использование лигнинов и их производных в производстве строительных материалов.	6	4	4	2		2
Промежуточная аттестация зачет	2	2				
Итого:	36	28		8		

*Текущая аттестация проводится во время лекционных занятий

Содержание лекций

Введение. Экономическая целесообразность и эффективность применения отдельных видов промышленных отходов в производстве строительных материалов различного назначения.

Новые технологии по использованию промышленных отходов в качестве вторичного сырья для производства различной продукции и строительных материалов. Экономическая целесообразность и эффективность применения отдельных видов промышленных отходов в производстве строительных материалов различного назначения. Возможность использования промышленных отходов для создания конструктивных слоев в дорожном строительстве. Опыт использования золошлаковых материалов в зарубежных странах.

Тема 1. Основные направления использования промышленных отходов в производстве строительных материалов.

Виды промышленных отходов, их дисперсность и химический состав. Промышленные отходы – вторичное минеральное сырье. Оценка их пригодности для производства строительных материалов. Использование промышленных отходов в производстве вяжущих веществ, синтетических материалов, растворов или строительных изделий (тяжелых, легких и ячеистых бетонов), аглопорита, бордюрного камня. Использование золошлаковых материалов для производства бетонов (тяжелых, легких и ячеистых бетонов); аглопорита и зольного камня.

Тема 2. Использование золошлаковых отходов в дорожном строительстве.

Систематизация зол по видам топлива, сжигаемого на ТЭС и ГРЭС. Отличительные особенности химико-минерального состава зол и их свойств. Классификации зол по основным показателям качества и пригодности их для устройства конструктивных слоев дорожных одежд. Оценка гидравлической или пуццоланической активности зол и возможности их использования для укрепления грунтов в качестве самостоятельного или активного компонента комплексного вяжущего. Основные требования, предъявляемые к золошлаковым отходам, при их использовании для сооружения насыпей, земляного полотна, создания дренажных и морозозащитных слоев.

Тема 3. Использование зол тепловых станций для укрепления грунтов в дорожном строительстве.

Особенности процессов твердения активных зол в зависимости от их гидравлической активности. Влияние состава и свойств грунтов на эффективность их укрепления золами или комплексными вяжущими. Стадийность процессов твердения зологрунтовых и золоцементогрунтовых смесей. Изменение физико-механических свойств укрепленных грунтов от количества активных и неактивных зол и времени твердения. Влияние состава зол и грунтов на эффективность их укрепления. Использование химических соединений для активизации процессов твердения и повышения физико-механических свойств материалов во времени. Влияние органических веществ грунтов на эффективность их укрепления активными золами и цементозольными вяжущими.

Тема 4. Металлургические шлаки – вторичное минеральное сырье для получения строительных материалов.

Металлургические шлаки и шламы, их химико-минеральный состав, свойства и строение. Использование шлаков для укрепления грунтов. Особенности физико-химических процессов твердения шлаков и шлакогрунтовых материалов. Влияние состава шлаков и грунтов на изменения их физико-механических свойств во времени. Влияние дозировок цемента и извести на интенсификацию процессов твердения шлакогрунтовых материалов. Применение шлакогрунтовых композиций в производственных условиях при устройстве дорожных одежд. Использование шлаков для получения вяжущих и строительных материалов и изделий.

Тема 5. Нефелиновый шлам – отход алюминиевой промышленности и его использование для производства строительных материалов.

Особенности химико-минерального состава и свойств нефелинового шлама. Применение нефелинового шлама для получения вяжущих веществ, строительных материалов и изделий. Процесс твердения нефелинового шлама и изменение прочности во времени. Использование нефелинового шлама для укрепления грунтов. Процесс активизации нефелинового шлама, и влияние их дозировок на процесс твердения и прочность смесей. Изменение прочности грунтов, укрепленных нефелиновым шламом, в зависимости от его дозировок, условий и времени твердения. Оценка устойчивости грунтов, укрепленных нефелиновым цементом, к воздействию агрессивных сред. Применение нефелинового шлама при строительстве дорожных оснований.

Тема 6. Фосфогипс и его использование для получения строительных материалов.

Химико-минеральный состав и свойства фосфогипса. Содержание основных примесей в составе фосфогипса. Использование фосфогипса для производства вяжущих веществ, строительных материалов и изделий. Использование фосфогипса в дорожном строительстве в качестве гранулометрической добавки к грунтам при устройстве верхних и нижних слоев оснований дорожных одежд. Применение фосфогипса для укрепления грунтов в составе комплексных вяжущих (цемент, карбамидно-формальдегидные смолы). Основные требования к качеству фосфогипса и материалов при его использовании для укрепления грунтов.

Тема 7. Использование лигнинов и их производных в производстве строительных материалов.

Состав и свойства лигнинов. Способы перевода лигносульфонатов в водонерастворимое состояние. Использование лигнина и лигносульфонатов в производстве вяжущих веществ, в качестве пластифицирующих добавок в бетоны и строительные растворы. Зависимость времени гелеобразования от концентрации лигносульфонатов, температуры, вида и количества отвердителей. Разработка составов инъекционных растворов на основе ССБ. Изменение их технологических показателей во времени. Использование лигносульфонатов для поверхностного и глубинного укрепления грунтов.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля:

1. Основные области использования промышленных отходов в качестве вторичного минерального сырья для укрепления грунтов в России и зарубежных странах.
2. Отличительные особенности химико-минерального состава каменноугольных и сланцевых зол.
3. Распределение зол тепловых станций по виду сжигаемого топлива и показателей качества.
4. Основные факторы, влияющие на процесс твердения золошлаковых материалов.
5. Зависимость процесса твердения зол от содержания в их составе свободной окиси кальция.
6. Химические компоненты, содержащиеся в золах, ограничивающие или исключают их применения для производства строительных материалов.
7. Влияние сульфатсодержащих компонентов в составе зол и грунтов на процесс твердения.
8. Разновидности металлургических шлаков и особенности их химических составов.
9. Состав, строение и свойства шлаков.
10. Виды обработки металлургических шлаков для улучшения их свойств.
11. Оценка возможности использования шлаков для укрепления грунтов.
12. Условия образования нефелинового шлама.
13. Химико-минеральный состав и свойства нефелинового шлама.

14. Оценка возможности использования нефелинового шлама для укрепления грунтов.
15. Условия образования фосфогипса.
16. Зависимость химического состава фосфогипса от вида используемого сырья.
17. Изменение химического состава фосфогипса от технологии производства.
18. Основные физико-механические свойства фосфогипса.
19. Изменение свойств и состояния фосфогипса в отвалах.
20. Условия образования лигносульфонатов и распределение их по агрегатному состоянию.
21. Возможные области использования лигнинов и лигносульфонатов в производстве различных материалов.

Расчетные домашние задания:

1. Расчет основных показателей зол тепловых станций (модуль основности, силикатный модуль и коэффициент качества) по данным химического состава с целью оценки их качества и гидравлической активности.
2. Расчет показателей модулей основности и активности доменных и сталеплавильных шлаков.
3. Расчет коэффициента основности нефелиновых шламов на основе химических составов в присутствии низкого и повышенного содержания оксида магния.

Примерный перечень тем докладов:

1. Отличительные особенности химико-минерального состава зол в зависимости от вида сжигаемого топлива.
2. Классификация зол и шлаков тепловых станций.
3. Химический и фазово-минеральный состав металлургических шлаков.
4. Сравнительная оценка химико-минерального состава доменных и сталеплавильных металлургических шлаков.
5. Основные физико-механические свойства металлургических шлаков.
6. Состав и свойства нефелинового шлама.
7. Процесс твердения нефелинового шлама и изменение его физико-механических свойств во времени.
8. Физико-механические свойства фосфогипса.
9. Характеристика отходов целлюлозно-бумажной и гидролизной промышленности.
10. Основные направления использования лигносульфонатов и гидролизного лигнина в производстве различных материалов.

Примерный перечень тем рефератов:

1. Особенности процесса твердения активных зол в зависимости от их химико-минерального состава.
2. Использование сланцевых и буроугольных зол для укрепления песчаных грунтов.
3. Изменение физико-механических свойств грунтов, укрепленных активными сланцевыми и буроугольными золами.
4. Использование неактивных зол в сочетании с цементом для укрепления глинистых грунтов.
5. Влияние состава грунтов на эффективность их укрепления активными золами.
6. Использование металлургических шлаков для получения строительных материалов.
7. Стадийность процессов твердения металлургических шлаков и укрепленных грунтов.
8. Применение цемента-шлаковых и известково-шлаковых смесей для укрепления песчаных и глинистых грунтов; изменение их свойств во времени.
9. Использование фосфогипса в сочетании с битумами и синтетическими смолами для укрепления песчаных грунтов.
10. Эффективность укрепления грунтов смесями нефелинового шлама с добавками активизаторов.
11. Использование сульфитно-спиртовой барды (ССБ) для поверхностного укрепления грунтов.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов при промежуточной очной аттестации (зачет):

1. Влияние органических веществ на процесс твердения и физико-механические свойства глинистых грунтов, укрепленных активными золами
2. Изменение прочности и состава песчаных грунтов, укрепленных торфяной золой, при воздействии углекислого газа.
3. Влияние состава глинистых грунтов на эффективность укрепления активными золами.
4. Влияние дозировок неактивных зол на эффективность укрепления глинистых грунтов при одинаковой дозировке цемента.
5. Изменение физико-механических свойств песчаных грунтов, укрепленных доменными и сталеплавильными шлаками, в зависимости от количества активизаторов и времени твердения.
6. Оптимальные соотношения фосфогипса и синтетической смолы при укреплении грунтов.
7. Влияние количества и концентрации отвердителей для ССБ на технологические показатели инъекционного раствора.
8. Способы получения гранулированных шлаков и их применение для получения строительных материалов.
9. Оценка влияния дозировок цемента при укреплении грунтов нефелиновым шламом.
10. Использование сланцевых зол для получения строительных материалов.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (зачет)

Оценка результатов обучения, соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
Знания: основные принципы оценки активности промышленных отходов и возможности их использования для укрепления грунтов в качестве самостоятельного или активного компонента комплексного вяжущего.	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения: анализировать процесс взаимодействия систем «грунт-промышленный отход-вода» и изменения их свойств во времени.	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)
Навыки: навыками сбора, обобщения и анализа имеющихся сведений по влиянию промышленных отходов на изменение свойств строительных материалов.	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или, в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

1. Боженков П.И. Нефелиновые шламы. — Л.-М.: Стройиздат (Ленинградское отделение), 1966. — 242 с.
2. Воронкевич С.Д. Основы технической мелиорации грунтов. — М.: «Научный мир», 2005. — 504 с.
3. Использование зол ТЭС для закрепления грунтов / под ред. Е.Н. Огородниковой. — М.: Изд-во МГУ, 1984. — 152 с.
4. Ларионова Н.А. Использование промышленных отходов в качестве вторичного минерального сырья для получения строительных материалов с заданными свойствами / под ред. В.Т. Трофимова. — М.: ГеоИнфо, 2017. — 500 с.
5. Огородникова Е.Н., Барабошкина Т.А., Мыррин В.А. Вторичные ресурсы для дорожной индустрии – золы теплоэлектростанций и шлаки черной металлургии. — М.: Российский университет дружбы народов, 2013. — 243 с.

- дополнительная литература:

1. Арбузов В.В. Композиционные материалы из лигнинных веществ. — М.: Экология, 1991. — 209 с.
2. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Строительные материалы из отходов промышленности. — Ростов-на-Дону. Феникс, 2007. — 369 с.
3. Методические рекомендации по применению нефелинового шлама Ачинского глиноземного комбината при устройстве оснований автомобильных дорог в районах Западной и Восточной Сибири. М.: Союздорнии, 1981. — 32 с.
4. Путилин Е.И., Цветков В.С. Применение зол уноса и золошлаковых смесей при строительстве автомобильных дорог. Обзорная информация отечественного и зарубежного опыта применения отходов от сжигания твердого топлива на ТЭС. — М.: Союздорнии, 2003. — 52 с.
5. Хазанов М.И. Искусственные грунты, их образование и свойства. М.: Наука, 1975. 231 с.
6. Химическое укрепление грунтов в аэродромном и дорожном строительстве / под ред. Н.Ф. Мищенко — М.: Транспорт, 1967. — 211 с.

Б) Перечень программного обеспечения:

- лицензионное

- нелицензионное и свободного доступа

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- реферативная база данных издательства Elsevier: www.sciencedirect.com

Г) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- поисковая система научной информации www.scopus.com

- электронная база научных публикаций www.webofscience.com

Д) Материально-техническое обеспечение:

Учебная аудитория с мультимедийным проектором

Учебные коллекции:

Представлены образцы каменноугольной золы; шлака, декоративной плитки из фосфогипса, образцы укрепленных грунтов.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель: Ответственный за курс — Ларионова Нина Александровна (старший научный сотрудник кафедры инженерной и экологической геологии).

11. Разработчик программы: Ларионова Нина Александровна (старший научный сотрудник кафедры инженерной и экологической геологии).