



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и трансферу технологий
Томского политехнического университета,

Л.Г. Сухих

10 января 2022 г.

Отзыв

ведущей организации ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» на диссертационную работу Хмурчика Вадима Тарасовича на тему «Формирование состава и свойств грунтов биотехнологическими методами», на соискание степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.08 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

На отзыв представлен текст диссертационной работы В.Т. Хмурчика объемом 478 страниц, включающий 29 рисунков, 33 таблицы и перечень цитируемых источников из 570 наименований и текст реферата объемом 37 страниц в печатном виде.

Тема, выбранная соискателем для исследования, является актуальной в грунтоведении. Действительно, изучением воздействия микроорганизмов на грунт занимается достаточно ограниченное число исследователей. Несмотря, на тот факт, что проблема воздействия микроорганизмов на грунт отражается в снижении прочностных и деформационных свойствах, коррозионной активности микроорганизмов к строительным материалам и конструкциям, положительное же воздействие микроорганизмов на грунт изучено гораздо хуже. Именно поэтому тема работы по использованию микроорганизмов грунта для изменения его свойств в заданном направлении, т.е. для технической мелиорации грунта. Действительно, эти методы могут оказаться единственно возможными для применения в условиях трудной технической доступности и условиях особых санитарно-гигиенических или иных требований. Таким образом, разработка методологии формирования состава и заданных свойств грунтов биотехнологическими методами является злободневной и актуальной.

Научная новизна исследований и полученных результатов заключается в том, что:

- 1) обобщены результаты исследований жизнедеятельности микроорганизмов на изменения свойств твердой, жидкой и газовой компонент грунта;
- 2) разработана методология формирования заданных состава и свойств грунта биотехнологическими методами с использованием микроорганизмов, которая была опробована в полевых условиях;
- 3) разработан биотехнологический метод повышения деформационных и снижения фильтрационных характеристик дисперсного грунта активированием жизнедеятельности аммонифицирующих микроорганизмов, приводящей к осаждению кальцита в поровом пространстве грунта;
- 4) разработан биотехнологический метод повышения устойчивости склона породного отвала угольной промышленности активированием жизнедеятельности сульфатвосстанавливающих микроорганизмов, приводящей к нейтрализации кислой жидкой компоненты грунта отвала;
- 5) для случаев поступления в обводненный грунт грунтовой плотины повышенных концентраций органических соединений в результате аварийных утечек и сбросов, приводящих к усилению в грунте газообразования и снижению коэффициента запаса плотины, разработан биотехнологический метод подавления газообразования

активированием жизнедеятельности железовосстанавливающих микроорганизмов, потребляющих органические соединения без образования газообразных продуктов.

Автор выносит на защиту четыре защищаемых положения:

1. Методология формирования заданных состава и свойств грунта, заключающаяся в том, что первоначально оцениваются состав и свойства природного или техногенного грунтового массива, затем в нем выявляются специализированные группы микроорганизмов, разрабатываются технологии активации микроорганизмов, включающие в себя определение состава активатора и технологические схемы обработки грунта. После чего исследуются закономерности изменения свойств грунта в зависимости от технологических схем активации, и на основании выявленных закономерностей определяется оптимальная технология формирования заданных свойств твердой, жидкой и газовой компонент грунта.

Для обоснования этого защищаемого положения автор рассматривает методологию формирования заданных свойств грунта. Она основана на создании в грунте определенных условий для усиленного развития конкретной группы микроорганизмов путем внесения различных химических соединений и изменения окислительно-восстановительного потенциала и рН среды, то есть ее активирование. Запущенные процессы способны привести к соответствующим изменениям в компонентах грунта и, в целом, к формированию заданных свойств грунта. В целом это защищаемое положение является основополагающим принципом для рассмотрения последующих защищаемых положений, а именно мелиорации отдельных фаз грунтового массива – твердой, жидкой и газообразной.

Замечание. Осталось за скобками, как работает методология для глубоких горизонтов. Можно ли корректировать свойства грунтового массива микроорганизмами, которые не характерны для него? Просчитывались ли экологические риски геологической среды в ответ на введение химических реагентов?

2. Формирование заданных свойств твердой компоненты дисперсного грунта, заключающееся в оценке состава и свойств природного грунта, выявлении в нем микроорганизмов, индуцирующих образование кальцита, выборе технологий их активирования и, как следствие, получении заданных физико-механических и физико-химических свойств грунта.

Для обоснования этого защищаемого положения автор проводит исследования по снижению фильтрационных характеристик грунтового массива с целью повышения защищенности подземного водоносного горизонта от загрязнения с поверхности при размещении промышленных объектов - резервуаров, расположенных в Пермском крае, в пределах дамбы обвалования.

Замечание. Автор не приводит в работе обоснования по выбору питательных сред на которых выделялись микроорганизмы. Не описана в деталях техника внесения растворов в грунт. Вероятно, в зависимости от размеров массива и технология их внесения должна быть иной.

3. Формирование водородного показателя жидкой компоненты грунта, заключающееся в оценке состава и свойств природного грунта, выявлении в нем сульфатовосстанавливающих микроорганизмов, их активировании и, как следствие, снижении кислотности порового раствора и содержания сульфатов в нем.

В обоснование этого положения автором исследован грунт техногенного отвала шахты Северная Кизеловского угольного бассейна Пермского края. Вследствие развития

сернокислотного процесса на части отвала, произошло возгорание грунта, что сопровождалось изменением минерального состава грунта. Для активирования присутствующих в грунте сульфатовосстанавливающих микроорганизмов использовались добавки в грунт органических соединений, содержащие глюкозу и ацетат натрия. Изучено влияние длительности активирования сульфатовосстанавливающих микроорганизмов на изменение рН порового раствора грунта отвала. По окончании эксперимента в грунте породного отвала с активированными сульфатовосстанавливающими микроорганизмами наблюдалась цементация грунта новообразованными частицами сульфидов, снижение кислотности поровых вод и ионной силы порового раствора.

Замечание. Автор вольно использует термин «поровые воды», вместо термина «дренажные воды». Не рассматриваются вопросы загрязнения подземных вод при выполнении мелиорации грунта.

4. Формирование заданного состава и свойств газовой компоненты грунта, заключающееся в том, что при поступлении в грунт органического вещества увеличивается газообразование за счет метана, что снижает прочностные и деформационные свойства грунта; для формирования заданных свойств газовой компоненты грунта в нем выявляют и активируют железовосстанавливающие микроорганизмы, которые потребляют органическое вещество и изменяют содержание метана в газовой компоненте грунта. С уменьшением в грунте содержания метана уменьшается пористость грунта и увеличивается его прочность, что повышает устойчивость инженерного сооружения.

Для обоснования этого защищаемого положения автор изучил анаэробные микробиологические процессы, сопровождающиеся газообразованием. Накопление нерастворимых газов (например, метана) в поровом пространстве обводненного грунта способствует значительному разуплотнению грунта и снижению его несущей способности, и увеличение фильтрации вод, что понижает устойчивость сооружения в целом. Для подавления процесса метанобразования в грунтовом массиве выбрана группа железовосстанавливающих микроорганизмов, которые успешно конкурируют с метанобразующими микроорганизмами за поступающие органические соединения. Установлена минимальная концентрация хлорида железа, необходимая для активирования жизнедеятельности железовосстанавливающих микроорганизмов и прекращения газообразования в грунте.

Замечание. В работе автор часто использует термин о химическом составе грунтов, но сведения о нем отсутствуют. Выводы не подтверждаются статистическими критериями

Таким образом, все четыре защищаемых положения, вынесенные автором на защиту, в достаточной мере обоснованы и могут считаться защищенными.

Основное замечание - к оформлению защищаемых положений. Они не резюмируют общие закономерности, а только частные случаи. Второе, третье и четвертое защищаемые положения сформулированы практически одинаково, с отличием фазы грунта. Следует отметить отсутствие описания фактического материала в объемном выражении. Разработанную методологию трудно использовать другими исследователями, т.к. отсутствуют указания на группы микроорганизмов, нет обоснования способов внесения активаторов, не указаны изменения количества микроорганизмов до и после обработки грунтового массива.

Достоверность и обоснованность полученных результатов и выводов обусловлена привлечением большого фактического материала, использованием современных методов анализа данных, а также публикациями в рецензируемых изданиях и апробацией результатов исследований на российских и международных совещаниях и конференциях.

С точки зрения практической значимости работы следует отметить, что разработанная методология формирования свойств грунта биотехнологическими методами с помощью

микроорганизмов самого грунта, что позволяет целенаправленно изменять свойства грунта, формируя их в соответствии с инженерно-геологическими требованиями.

Диссертация иллюстрирована рисунками и таблицами, которые наглядно представляют результаты проведенных исследований. Отмеченные замечания и недостатки не снижают общего хорошего впечатления от предлагаемой к защите работы. Автореферат диссертации соответствует содержанию работы, а публикации отражают ее важнейшие выводы. Основные положения докладывались и обсуждались на различных конференциях и научных семинарах.

Заключение

Представленная к защите на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук диссертация Хмурчика Вадима Тарасовича на тему «Формирование состава и свойств грунтов биотехнологическими методами», представляет собой законченную научно-квалификационную работу на актуальную тему. В работе на основании выполненных автором исследований, решена крупная научная проблема, имеющая важное хозяйственное значение для формирования желаемых свойств грунта биотехнологическими методами. Диссертация написана единолично, содержит совокупность новых научных результатов и положений, выдвигаемых автором для защиты. Содержание диссертации соответствует п.п. 1, 2, 7, 14 области исследований специальности 25.00.08 «Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение». Автореферат соответствует содержанию диссертации и отражает важные ее положения. Выводы по работе отражают ее содержание, обоснованы и соответствуют основным защищаемым положениям.

Диссертационная работа отвечает требованиям, установленным Порядком присуждения ученых степеней в ПНИПУ, а ее автор Вадим Тарасович Хмурчик заслуживает присуждения искомой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.08 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден на заседании отделения геологии Инженерной школы природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета 23 декабря 2021 г., протокол № 75.

Доктор геолого-минералогических наук по специальности 25.00.08, профессор, профессор отделения геологии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

634050 г. Томск пр. Ленина, 30
www.tpu.ru, E-mail: sla@tpu.ru
тел. +7(3822)-60-63-85

Подпись сотрудника ТПУ, уполномоченного
Ученый секретарь ТПУ, к.т.н.

Строкова
Людмила
Александровна

Е.А. Кулинич