

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Заключение диссертационного совета Д ПНИПУ.03.10

по диссертации Хмурчика Вадима Тарасовича

на соискание ученой степени

доктора геолого-минералогических наук

Диссертация «Формирование состава и свойств грунтов биотехнологическими методами» по специальности 25.00.08 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение принята к защите «24» января 2022 г. (протокол заседания № 1) диссертационным советом Д ПНИПУ.03.10, созданным по приказу ректора Пермского национального исследовательского политехнического университета от «01» декабря 2020 г. № 55-О в рамках реализации предоставленных ПНИПУ прав, предусмотренных абзацами вторым – четвертым пункта 3.1 статьи 4 Федерального закона от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» на основании распоряжения Правительства Российской Федерации от 23 августа 2017 г. № 1792-р.

Диссертация выполнена на кафедре «Инженерная геология и охрана недр» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» и кафедре «Геология нефти и газа» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

Научный консультант – доктор геолого-минералогических наук, профессор Середин Валерий Викторович, заведующий кафедрой «Инженерная геология и охрана недр» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет».

Официальные оппоненты:

Абатурова Ирина Валерьевна, доктор геолого-минералогических наук (25.00.08), доцент, профессор кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»;

Панова Елена Геннадьевна, доктор геолого-минералогических наук (04.00.20), профессор, профессор кафедры геохимии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»;

Строкова Валерия Валерьевна, доктор технических наук (05.23.05), профессор, заведующий кафедрой материаловедения и технологии материалов ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова».

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск (отзыв ведущей организации утвержден проректором по науке и трансферу технологий, доктором физико-математических наук Сухих Леонидом Григорьевичем, заслушан на заседании отделения геологии Инженерной школы природных ресурсов и подписан профессором отделения геологии, доктором геолого-минералогических наук, профессором Строковой Людмилой Александровной).

По теме диссертации соискателем опубликовано 120 научных трудов, в том числе 31 работа – в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени, из них 17 работ – в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования, опубликовано 2 монографии (в соавторстве), получено 8 патентов на изобретения. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем научных трудах. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Максимович Н.Г., Деменев А.Д., Хмурчик В.Т. Трансформация минерального состава дисперсного грунта в условиях микробиологического воздействия // Вестник Пермского университета, Сер. Геология, 2021, т. 20, № 1, с. 24-32. (Перечень ВАК).

В статье показано, что активизация жизнедеятельности микробного сообщества дисперсного грунта приводит к изменению его минерального состава, что отражается на физико-механических свойствах грунта. Биотехнологические

методы активизации микробного сообщества могут быть использованы для целенаправленного формирования требуемых свойств грунта.

2. Максимович Н.Г., Хмурчик В.Т., Хайрулина Е.А., Демёнев А.Д. Изучение микробиологических процессов при инженерных изысканиях // Инженерные изыскания, 2015, № 10-11, с. 28-32. (Перечень ВАК).

В статье обосновывается необходимость проведения исследований микробной составляющей грунтов при инженерных изысканиях, так как жизнедеятельность микроорганизмов способна со временем приводить к изменению свойств грунтов.

3. Максимович Н.Г., Хмурчик В.Т., Лаздовская М.А., Деменев А.Д. Комплекс методов исследования микробиологической активности в грунтовых плотинах // Вестник СПбГУ, 2014, Сер. 7, Вып. 4, с. 88-100. (Перечень Scopus).

Жизнедеятельность микроорганизмов грунта оказывает влияние на твердую, жидкую и газовую компоненты грунта. В статье описывается комплекс методов, которые могут быть использованы для исследования результатов микробиологической деятельности в грунтах.

4. Максимович Н.Г., Хмурчик В.Т. Биотехнологии в инженерной геологии // Инженерная геология, 2014, № 3, с. 18-25. (Перечень ВАК, RSCI).

В статье рассматривается возможность использования современных методов микробиологической биотехнологии в практической инженерно-геологической деятельности.

5. Khmurchik V.T., Maksimovich N.G., Demenev A.D., Seredin V.V. Methodological basis of ground composition and traits formation by biotechnological techniques // In: Science and Global Challenges of the 21st Century - Science and Technology (Isaeva E., Rocha A., Eds.), – Perm, 2021. – Pp. 186-193. (Перечень Scopus/WoS).

В статье описывается разработанная методология формирования заданных свойств твердой, жидкой и газовой компонент грунта.

6. Demenev A.D., Khmurchik V.T., Maksimovich N.G., Demeneva E.P., Sedinin A.M. Improvement of sand properties using bio-technological precipitation of calcite cement (CaCO₃). Journal of Environmental & Earth Sciences, 2021, Vol. 80, Article 580. doi:10.1007/s12665-021-09818-w. (Перечень Scopus/WoS).

Описывается биотехнологический метод улучшения характеристик дисперсного грунта активизацией жизнедеятельности аммонифицирующих

уреолитических микроорганизмов грунта, которая приводит к осаждению в поровом пространстве грунта биогенного кальцита.

7. Maksimovich N.G., Kudryashova O.S., Khmurchik V.T., Demenev A.D., Elokhov A.M., Kistanova N.S. Innovative techniques of ground infiltration characteristics reduction with chemical and biotechnological precipitation of calcium salts // In: Science and Global Challenges of the 21st Century - Science and Technology (Isaeva E., Rocha A., Eds.), – Perm. 2021. – Pp. 270-276. (Перечень Scopus/WoS).

В статье сравниваются результаты снижения фильтрационных характеристик дисперсного грунта осаждением кальциевых солей в его поровом пространстве, полученные при применении биотехнологического метода, с результатами применения химических методов.

8. Maksimovich N., Pyankov S., Khmurchik V., Berezina O., Demenev A., Sedinin A. Coal basins and the environment // 11th ICARD IMWA MWD Conference - Risk to Opportunity: Proceedings IMWA2018 Annual Conference, Pretoria, South Africa - Pretoria, South Africa 2018. p. 406-410. (Перечень Scopus/WoS).

Дано общее описание состояния объектов окружающей среды на территории угольных бассейнов и Кизеловского угольного бассейна, в частности. Рассматриваются возможные подходы и методы улучшения экологической ситуации.

9. Maksimovich N., Khmurchik V., Demenev A., Sedinin A., Berezina O. The general concept of Kizel coal basin remediation // In: Mine Water: Technological and Environmental Challenges (Khayrulina E., Wolkersdorfer C., Polyakova S., Bogus A., Eds.) – Proc Int Mine Water Assoc Conf, 2019, (15-19 July 2019, Perm, Russia). – Perm, Perm Federal Research Center of the Ural Branch of RAS, 2019. 750 p. –p. 736-740. (Перечень Scopus/WoS).

В статье рассмотрены возможные подходы к улучшению экологической ситуации на территории Кизеловского угольного бассейна, в том числе с использованием биотехнологических методов.

10. Maksimovich N., Khmurchik V., Meshcheriakova O., Demenev A., Berezina O. The use of industrial alkaline wastes to neutralise acid drain water from waste rock piles // In: Mine Water Solutions (Pope J., Wolkersdorfer C., Sartz L., Weber A., Wolkersdorfer K., Eds.) – Proc. Postponed 14th IMWA Congr., 9-13 November, 2020. – New Zealand, Christchurch, 2020. p. 117-122. (Перечень Scopus/WoS).

В статье рассматриваются химические способы нейтрализации кислых вод отвалов угольной промышленности щелочными реагентами. Их результаты сравниваются с результатами биотехнологического метода, использующего микробиологическое сообщество грунта отвала.

11. Максимович Н.Г., Хмурчик В.Т. Микробиологические процессы в грунтовых плотинах // Инженерные изыскания, 2013. № 9, с. 66-71. (перечень ВАК).

Рассматриваются микробиологические процессы, протекающие в грунтовых плотинах. дается оценка их влияния на свойства грунта тела плотины, обсуждается возможность использования жизнедеятельности микробного сообщества грунта плотины для повышения устойчивости гидротехнического сооружения.

12. Максимович Н.Г., Хмурчик В.Т., Деменев А.Д. Роль микроорганизмов в повышении мутности дренажных вод плотины // Гидротехническое строительство, 2015, № 11, с. 55-58. (Перечень ВАК, RSCI).

Показано, что в результате развития микробиологических процессов в теле грунтовой плотины наблюдается вынос из него соединений железа(II) с их последующим окислением на воздухе и осаждением в дренажной системе плотины в виде соединений железа(III).

Переводная версия:

Maksimovich N.G., Khmurchik V.T., Demenev A.D. The role of microorganisms in elevating the turbidity of dam seepage water // Power Technology and Engineering, 2016, Vol. 50. № 1, p. 6-8. (Перечень ВАК, Scopus).

13. Maksimovich N.G., Khmurchik V.T. The Influence of microbiological processes on subsurface waters and grounds in river dam basement // In: "Engineering Geology for Society and Territory", Vol. 6 "Applied Geology for Major Engineering Projects" (Lollino G. et al. Eds.) - Springer, 2015 - p. 563-565. (Перечень Scopus/WoS).

Описаны микробиологические процессы, протекающие в грунтах тела и основания земляной плотины, а также в аллювиальном водоносном горизонте основания плотины, показано изменение химического состава подземных вод и вод, фильтрующихся через тело плотины, в результате жизнедеятельности микроорганизмов.

14. Demenev A.D., Maksimovich N.G., Khmurchik V.T., Sedinin A.M. Microbial changes of the earth dam mechanical properties and the improvement of them // In: Shakoor

A., Cato K. (Eds.) IAEG/AEG Annual Meeting Proceedings, San Francisco, California, 2018 - Volume 4. p. 41-45. (Перечень Scopus/WoS).

Показано изменение механических характеристик грунта грунтовой плотины в результате активизации жизнедеятельности микробного сообщества грунта при поступлении в тело плотины речных вод с повышенным содержанием водорастворенных органических соединений.

15. Maksimovich N.G., Khmurchik V.T., Demenev A.D., Sedinin A.M. Microbial activity within the earth dam: Consequences and the suppression strategy // In: Shakoor A., Cato K. (Eds.) IAEG/AEG Annual Meeting Proceedings, San Francisco, California, 2018 - Volume 4. p. 3-7. (Перечень Scopus/WoS).

В статье описываются негативные последствия развития в теле грунтовых плотин микробиологических процессов и рассматриваются методы подавления нежелательной микробиологической активности.

16. Максимович Н.Г., Хмурчик В.Т., Деменев А.Д., Сединин А.М. Биотехнологический метод подавления метаногенеза в грунтовых плотинах // Гидротехническое строительство, 2019. № 1, с. 15-22. (Перечень ВАК, RSCI).

Показано, что развитие в теле грунтовой плотины микробиологического процесса образования метана приводит к снижению коэффициента запаса (устойчивости) плотины, описывается биотехнологический метод подавления образования метана в обводненных грунтах.

17. Хмурчик В.Т., Максимович Н.Г. Использование аборигенной микрофлоры для борьбы с нефтяным загрязнением подземных вод // Вестник ПГУ, Сер. Биология., 2007. Вып. 5 (10), с. 123-126. (Перечень ВАК).

В статье рассматриваются биотехнологические микробиологические методы борьбы с нефтяным загрязнением подземных вод. Разработан метод, использующий аборигенную микрофлору подземных вод, приведены результаты его применения.

18. Maksimovich N., Meshcheriakova O., Khmurchik V. Bacterial processes in oil-polluted karst environments in Perm region (Russian Federation) // In: Shakoor A., Cato K. (Eds.) IAEG/AEG Annual Meeting Proceedings, San Francisco, California, 2018 - Volume 3. p. 103-107. (Перечень Scopus/WoS).

В статье описываются микробиологические процессы, протекающие в нефтезагрязненных карстовых массивах на территории Пермского края.

19. Maksimovich N.G., Khmurchik V.T. Remediation of oil-polluted groundwater aquifers at karst region // In: "Engineering Geology for Society and Territory", Vol. 3

“River Basins. Reservoir Sedimentation and Water Resources” (Lollino G. et al. Eds.) - Springer. 2015 - p. 417-419. (Перечень Scopus/WoS).

В статье рассматриваются биотехнологические методы очистки карстовых массивов от нефтяного загрязнения с использованием аборигенных микроорганизмов, населяющих подземные воды.

20. Maksimovich N.G., Khmurchik V.T., Demenev A.D., Meshcheryakova O.Yu. Assessment of the anaerobic microbial potential for the bioremediation of gas condensate-contaminated groundwater // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021, Vol. 834, iss. 17, article 012046. doi:10.1088/1755-1315/834/1/012046. (Перечень Scopus/WoS).

Рассматривается возможность использования анаэробных микробиологических процессов в биотехнологических методах очистки подземных вод от загрязнения углеводородами газоконденсата.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методология модификации свойств грунтов с использованием микроорганизмов различных физиологических групп;

предложены биотехнологический метод осаждения в поровом пространстве дисперсного грунта биогенного кальцита, что ведет к улучшению его прочностных характеристик; биотехнологический метод нейтрализации жидкой компоненты грунта породного отвала добычи угля, останавливающий развитие сернокислотного процесса в теле отвала, что ведет к повышению устойчивости его склона; биотехнологический метод подавления образования метана в обводненном грунте грунтовой плотины с целью повышения устойчивости гидротехнического сооружения в случаях поступления в речные воды повышенного количества органических соединений в результате аварийных утечек и сбросов;

доказана перспективность использования биотехнологических методов для мелиорации грунтов, особенно под уже существующими сооружениями, а также в условиях трудной технической доступности и/или особых санитарно-гигиенических требований и на объектах и землях особого назначения.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана применимость биотехнологических методов с использованием

микроорганизмов для решения теоретических и практических проблем грунтоведения. в частности, решения задач формирования устойчивости грунтового массива и создания заданных параметров состояния и свойств грунта;

применительно к проблематике диссертации результативно и эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов, **использованы** существующие базовые методы грунтоведения и методы микробиологических исследований;

изложены теоретические и методологические аспекты целенаправленного формирования свойств твердой, жидкой и газовой компонент грунта биотехнологическими методами с использованием микроорганизмов;

раскрыты проблемы применения биотехнологических методов с использованием микроорганизмов для мелиорации грунтов;

установлены и изучены зависимости изменения свойств компонент грунта от использования разных биотехнологических схем обработки грунта.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны биотехнологический метод формирования заданных состава и свойств твердой компоненты дисперсного грунта, получен патент на изобретение № 2646279 (патентообладатель ООО «Природоохранные технологии»); биотехнологический метод формирования заданного состава жидкой компоненты грунта. получен патент на изобретение № 2769496 (патентообладатель ФГАОУ ВО ПГНИУ); биотехнологический метод формирования заданного состава газовой компоненты обводненного грунта, получен патент на изобретение № 2697272 (патентообладатель ФГАОУ ВО ПГНИУ); разработаны биотехнологические методы очистки подземных вод от углеводородного загрязнения – патенты № 2759738 (патентообладатель ООО «Лаборатория Неразрушающего Контроля») и № 2312719 (патентообладатель ООО «ЛУКойл-Пермь»); разработаны методы исследования газовой компоненты грунта – патенты №№ 2592268, 2565409 (патентообладатель ООО «Природоохранные технологии»); разработано специальное устройство для отбора проб подземных вод и биотехнологического способа обработки подземных вод в водоносном горизонте – патент № 54398 (патентообладатель ФГАОУ ВО ПГНИУ);

определены перспективы практического использования разработанных биотехнологических методов формирования свойств грунтов;

утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842. и Порядком присуждения ученых степеней в ПНИПУ, утвержденным приказом ректора ПНИПУ от 09 января 2018 г. № 1-О:

вносит существенный вклад в решение теоретических проблем грунтоведения, в частности. в решение задач формирования устойчивости грунтового массива и создания заданных параметров состояния и свойств грунта, в ней изложены и научно обоснованы теоретические принципы и технологические решения целенаправленного изменения свойств твердой, жидкой и газовой компонент грунта активизацией жизнедеятельности микроорганизмов, разработана и апробирована в полевых условиях методология модификации свойств грунтов. имеющая хозяйственное значение как для их мелиорации, так и для снижения техногенной нагрузки на антропогенные ландшафты и окружающую среду в целом.

На заседании «28» апреля 2022 г. диссертационный совет Д ПНИПУ.03.10 принял решение присудить **Хмурчику Вадиму Тарасовичу** ученую степень доктора геолого-минералогических наук (протокол заседания № 3).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 8 человек. из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 9 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за присуждение ученой степени – 8, против присуждения ученой степени – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председательствующий, заместитель председателя диссертационного совета Д ПНИПУ.03.10, доктор геолого-минералогических наук, профессор



Галкин Владислав
Игнатьевич

Ученый секретарь диссертационного совета Д ПНИПУ.03.10, кандидат технических наук, доцент



Маковецкий Олег
Александрович

«28» апреля 2022 г.