

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе и инновациям
Пермского национального исследовательского
политехнического университета

доктор технических наук, профессор
Корогаев В.Н.

2021 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Диссертация Хмурчика Вадима Тарасовича «Формирование состава и свойств грунтов биотехнологическими методами» на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности ВАК 25.00.08 «Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение» выполнена в ФГАОУ ВО Пермском государственном национальном исследовательском университете на кафедре инженерной геологии и охраны недр и ФГАОУ ВО Пермском национальном исследовательском политехническом университете на кафедре геологии нефти и газа.

Научный консультант – доктор геолого-минералогических наук, профессор Середин Валерий Викторович, заведующий кафедрой инженерной геологии и охраны недр ФГАОУ ВО Пермский государственный национальный исследовательский университет.

По итогам обсуждения диссертации принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем работы:

Представленная диссертация соответствует п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней – является научно-квалификационной работой, в которой на основании теоретических и экспериментальных исследований разработаны методы формирования состава и свойств твердой компоненты дисперсного грунта, жидкой компоненты грунта техногенного отвала и газовой компоненты обводненного грунта земляной плотины с использованием микроорганизмов. Разработана методология формирования состава и свойств грунтов биотехнологическими методами с помощью микроорганизмов, заключающаяся в оценке состава и

свойств грунтового массива и выявлении свойств, требующих изменения, оценке микробной составляющей грунта и выборе на основе метаболических особенностей наиболее подходящей группы микроорганизмов для воздействия на грунт, разработке технологии активирования жизнедеятельности данной группы микроорганизмов, выявлении закономерностей изменения состава и свойств грунта в результате жизнедеятельности микроорганизмов и разработке технологии формирования требуемых свойств грунта с помощью микроорганизмов. Работа имеет теоретическое и практическое значение и выполнена на высоком научном уровне.

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации, выражается в том, что основные результаты получены в ходе многолетних исследований автора в качестве исполнителя и руководителя научно-исследовательских работ в Институте экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН (1990–2009 гг.) и Естественнонаучном институте ПГНИУ (2009–2021 гг.). Автор самостоятельно планировал научные исследования, лично участвовал в них, выполнял обработку материалов, анализировал и обобщал результаты.

Степень достоверности результатов проведенных исследований:

Исследование и анализ проходящих в грунтах микробиологических процессов показали, что эти процессы способны изменять состав и свойства грунтов, что потребовало применения различных микробиологических, химических и геологических методов исследования с использованием современной приборной базы ПГНИУ. Проведены оригинальные лабораторные исследования, статистическую обработку результатов которых проводили с помощью современных статистических программ. Достоверность полученных результатов лабораторных исследований была подтверждена в ходе полевых и модельных экспериментов. Результаты прошли апробацию на международных и российских конференциях и симпозиумах. Защищаемые положения диссертации достаточно полно аргументированы приведенным в работе фактическим материалом

Научная новизна результатов, полученных лично соискателем:

- обобщены результаты отечественных и зарубежных исследований изменения свойств твердой, жидкой и газовой компонент грунта в результате жизнедеятельности микроорганизмов;
- на основе обобщения опубликованных и собственных лабораторных данных разработана методология формирования заданных состава и свойств грунта биотехнологическими методами с использованием микроорганизмов, которая была опробована в полевых условиях;
- разработан биотехнологический метод повышения деформационных и снижения фильтрационных характеристик дисперсного грунта активированием жизнедеятельности аммонифицирующих микроорганизмов, приводящей к осаждению кальцита в поровом пространстве грунта

– разработан биотехнологический метод повышения устойчивости склона породного отвала угольной промышленности активированием жизнедеятельности сульфатовосстанавливающих микроорганизмов, приводящей к нейтрализации кислой жидкой компоненты грунта отвала:

– для случаев поступления в обводненный грунт грунтовой плотины повышенных концентраций органических соединений в результате аварийных утечек и сбросов, приводящих к усилению в грунте газообразования снижением коэффициента запаса плотины, разработан биотехнологический метод подавления газообразования активированием жизнедеятельности железовосстанавливающих микроорганизмов, потребляющих органические соединения без образования газообразных продуктов.

Практическая ценность результатов заключается в разработке методологии формирования свойств грунта биотехнологическими методами с помощью микроорганизмов самого грунта, что позволяет целенаправленно изменять свойства грунта, формируя их в соответствии с инженерно-геологическими требованиями. Биотехнологические методы формирования свойств грунта могут найти широкое применение как в условиях плохой технической доступности к объектам, так и в случаях предъявления особых, например санитарно-гигиенических, требований к условиям проведения работ по мелиорации грунта.

Всего по результатам работы получено 6 патентов на изобретения и поданы 3 заявки на изобретения. Правами на данные патенты владеют такие организации, как ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ», ООО «Природоохранные технологии», ФГАОУ ВО ПГНИУ.

Результаты теоретических и практических исследований, изложенных в диссертации, могут явиться основой специализированного учебного курса «Современные методы технической мелиорации грунтов» для магистров кафедры инженерной геологии и охраны недр геологического факультета ФГАОУ ВО Пермский государственный национальный исследовательский университет.

Специальность, которой соответствует диссертация:

Диссертация соответствует паспорту специальности 25.00.08 – «Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение» по п. 7. «Техническая мелиорация грунтов, создание геотехнических массивов пород (грунтовых толщ) с заданными прочностными, деформационными, фильтрационными, теплофизическими и другими свойствами».

Пометка «Для служебного пользования» не требуется, так как выполненная работа и публикации по ней носят открытый характер.

По теме диссертационного исследования автором опубликовано:

14 статей в изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus, 14 статей в журналах, рекомендованных ВАК, 3 статьи в других изданиях, 2 монографии (в соавторстве) и 6 патентов на изобретения.

Публикации в изданиях, индексируемых Scopus/WoS

1. Oborin A.A., Rubinstein L.M., **Khurchik V.T.** On the concept for the organization of the modern biosphere in the terrestrial subsurface // In: "Biosphere Origin and Evolution" (N. Dobretsov et al. Eds.) - Springer, 2007 -P. 199-205.
2. Максимович Н.Г., **Хмурчик В.Т.**, Лаздовская М.А., Демнев А.Д. Комплекс методов исследования микробиологической активности в грунтовых плотинах // Вестник СПбГУ, 2014, Сер. 7. Вып. 4, с. 88-100.
3. Maksimovich N.G., **Khurchik 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.
4. Maksimovich N.G., **Khurchik 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
5. Maksimovich N.G., **Khurchik V.T.**, Meshcheryakova O.Yu. Bacterial sulfate-reducing process in oil-polluted karst rocks // Goldschmidt Abstracts. – Yokohama, 2016. p. 1948.
6. Khayrulina E., **Khurchik V.**, Maksimovich N. The Kizel coal basin (the Western Urals, Russia): Environmental problems and solutions // In: Mining Meets Water - Conflicts and Solutions: Proceedings IMWA2016 Annual Conference, Leipzig, Germany - Leipzig, Germany, 2016. p. 766–771.
7. Maksimovich N., Meshcheryakova O., **Khurchik 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.
8. Maksimovich N.G., **Khurchik 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.
9. Demenev A.D., Maksimovich N.G., **Khurchik 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.
10. Maksimovich N., Pyankov S., **Khurchik 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.
11. Demenev A., **Khurchik V.**, Maksimovich N., Sedinin A., Kataeva E. The leaching of chemical elements from soils with biological agents and chemicals // Goldschmidt Abstracts. - Barselona, 2019. p. 768.

12. Maksimovich N., **Khurchik V.**, Demenev A., Sedinin A., Berezina O. The general concept of Kizelcoal 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.

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

14. Demenev A.D., **Khurchik 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.

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК

15. Оборин А.А., Рубинштейн Л.М., **Хмурчик В.Т.** Роль подземной микробиоты в потоках углерода в верхней части литосферы // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2005, № 9-10, с. 34-36.

16. **Хмурчик В.Т.**, Оборин А.А., Галкин В.И. Результаты нефтепоисковых биогеохимических исследований в зоне сочленения Башкирского свода и Бымско-Кунгурской впадины // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2005, № 9-10, с. 30-34.

17. Галкин В.И., Оборин А.А., **Хмурчик В.Т.** Основы теории, методологии и геолого-экономическая эффективность биогеохимических методов поиска месторождений нефти и газа // Наука - производству, 2006, № 1, с. 28-29.

18. **Хмурчик В.Т.** Использование автохтонной микрофлоры для борьбы с нефтяным загрязнением гидросферы на карстовых территориях // Наука - производству, 2006, № 1, с. 32-33.

19. **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.

20. Максимович Н.Г., **Хмурчик В.Т.** Микробиологические процессы в грунтовых плотинах // Инженерные изыскания, 2013, № 9, с. 66-71.

21. **Хмурчик В.Т.** Микробиологические исследования озера Черик-кель (Кабардино-Балкарская республика) // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Сер. Естественные науки, 2013, № 3, с. 60-62.

22. Максимович Н.Г., **Хмурчик В.Т.** Биотехнологии в инженерной геологии // Инженерная геология, 2014, № 3, с. 18-25

23. Максимович Н.Г., **Хмурчик В.Т.**, Деменев А.Д. Роль микроорганизмов в повышении мутности дренажных вод плотины // Гидротехническое строительство. 2015. № 11, с. 55-58.

24. Максимович Н.Г., **Хмурчик В.Т.**, Хайрулина Е.А., Деменев А.Д. Изучение микробиологических процессов в комплексе инженерных изысканий // Инженерные изыскания. 2015. № 9, с. 40-44.

25. Максимович Н.Г., **Хмурчик В.Т.**, Хайрулина Е.А., Деменев А.Д. Изучение микробиологических процессов при инженерных изысканиях // Инженерные изыскания. 2015, № 10-11, с. 28-32

26. 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.

27. 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

28. 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.

Публикации в прочих изданиях

29. Блинов С.М., **Хмурчик В.Т.**, Абдуллин Ш.Р., Щукова И.В. Комплексные исследования субаквальных карстовых источников заповедника "Вишерский". // Вестник Пермского университета. сер. Геология. 2008. Вып. 10 (26), с. 111-123.

30. Максимович Н.Г., **Хмурчик В.Т.** Влияние микроорганизмов на минеральный состав и свойства грунтов // Вестник Пермского университета. сер. Геология. 2012. Вып. 3 (16), с. 47-54.

31. 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. of the postponed 14th IMWA Congr., 9-13 November, 2020. – New Zealand, Christchurch. – p. 117-122.

Монографии

1. Оборин А.А., Рубинштейн Л.М., **Хмурчик В.Т.**, Чурилова Н.С. Концепция организованности подземной биосферы – Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 148 с.

2. Оборин А.А., **Хмурчик В.Т.**, Иларионов С.А., Маркарова М.Ю., Назаров А.В. Нефтезагрязненные биогеоценозы (Процессы образования, научные основы восстановления, медико-экологические проблемы). – Пермь, УрО РАН, ПГУ, ПГТУ, 2008. 511 с.

Патенты на изобретения

1. Максимович Н.Г., **Хмурчик В.Т.** Пробоотборник // Патент РФ на полезную модель № 54398. МПК E21B 49/08; заявитель и патентообладатель ФГНУ "Естественнонаучный институт"; заявл. 16.12.05; опубл. 27.06.06, Бюл. "Изобретения. Полезные модели", № 18 (III ч.), с. 869-870.

2. Максимович Н.Г., **Хмурчик В.Т.** Консорциум штаммов углеводородокисляющих бактерий *Pseudomonasaeruginosa* НД КЗ-1 и *Pseudomonasfluorescens* НД КЗ-2 в качестве деструктора нефтепродуктов и способ очистки нефтезагрязненных подземных вод // Патент РФ 2312719. С1 МПК B09C 1/10, C12N 1/26. Патентообладатель ООО "ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ"; заявл. 15.02.06; опубл. 20.12.07, Бюл. № 35.

3. **Хмурчик В.Т.**, Максимович Н.Г. Способ отбора веществ ингибиторов газообразования в почвогрунтах // Патент РФ № 2565409. МПК E02D 1/00, G01N 33/24; заявитель и патентообладатель ООО «Природоохранные технологии»; заявл. 30.07.14; опубл. 20.10.15, Бюл. № 29.

4. Максимович Н.Г., **Хмурчик В.Т.** Способ определения пораженности грунтов газообразующими микроорганизмами // Патент РФ 2592268. МПК C12Q 1/04, C12Q 1/64; заявитель и патентообладатель ГОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», ООО «Природоохранные технологии»; заявл. 02.07.13; опубл. 20.07.16, Бюл. № 20.

5. Максимович Н.Г., **Хмурчик В.Т.**, Деменев А.Д. Состав и способ укрепления грунтов // Патент РФ 2646279. МПК E02D 3/12, C09K 17/40; заявитель и патентообладатель ООО «Природоохранные технологии»; заявл. 27.07.16; опубл. 02.03.18, Бюл. № 7.

6. Максимович Н.Г., **Хмурчик В.Т.**, Деменев А.Д., Сединин А.М. Способ защиты пленки от разрушения // Патент РФ 2697272. МПК E02B 7/06 (2006.01); заявитель и патентообладатель ФГОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»; заявл. 29.10.2018; опубл. 13.08.2019, Бюл. № 23.

В представленных публикациях полностью отражены основные положения, выносимые на защиту.

Диссертационная работа Хмурчика Вадима Тарасовича отвечает требованиям, установленным п. 14 Положения о присуждении ученых степеней: в диссертации автор корректно ссылается на источники заимствования материалов или отдельные результаты. Результаты, полученные соискателем лично или в соавторстве, опубликованы в открытой печати.

Диссертация «Формирование состава и свойств грунтов биотехнологическими методами» Хмурчика В.Т. рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора геолого-

минералогических наук по специальности ВАК 25.00.08 «Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение»

Заключение принято на заседании кафедры геологии нефти и газа.

Присутствовало на заседании 17 чел. Результаты голосования: «за» – 17 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 5 от «25» ноября 2021 г.

Председатель заседания,

зав. кафедрой геологии

нефти и газа ПНИПУ

д.т.-м.н., профессор



Галкин В.И.