



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ
2022
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ-КОНКУРС
СТУДЕНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ



Организация
Объединенных Наций по
вопросам образования,
науки и культуры



Международный
центр компетенций
в горнотехническом образовании
под эгидой ЮНЕСКО

ХVIII МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ-КОНКУРС
СТУДЕНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Том 3

15-21
МАЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2022



СИБУР



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

ХVIII МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ-КОНКУРС
СТУДЕНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

15-21 мая 2022 г.

Том 3

Тезисы докладов

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2022

УДК 621.7+622+ 004.9+504.7+331.45
ББК 33.2:33.3:33.4:33н6:33-4-06
А 437

В сборнике представлены тезисы докладов участников XVIII Международного форума-конкурса студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы недропользования». Материалы Форума посвящены: инновационным технологиям в сфере месторождений углеводородов, строительства скважин и трубопроводного транспорта, химической технологии природных энергоносителей, углеродных материалов и неорганических веществ, технологическим процессам и оборудованию обогащения руд полезных ископаемых, металлургии, поиску и разведке месторождений и технологиям добычи твердых полезных ископаемых, промышленной безопасности, геомеханике и маркшейдерии, геодезии, геоинформатике, землеустройству и кадастрам, минералогии, петрографии, гидрогеологии и инженерной геологии, инновационным методам поисков и разведки нефтяных и газовых месторождений, экономике устойчивого развития, информационно-телекоммуникационным технологиям и цифровой трансформации, перспективам развития горного машиностроения, энергоэффективности производства в минерально-сырьевом комплексе, устойчивому развитию регионов и экологической безопасности, вопросам утилизации отходов, очистки воды, восстановления нарушенных земель, а также актуальным проблемам и противоречиям развития современного общества и современным тенденциям архитектурно-градостроительной деятельности. Материалы сборника представляют интерес для широкого круга молодых ученых, профессорско-преподавательского состава вузов, специалистов, работающих в данной области.

The proceedings contain the abstracts of the participants of the XVIII International Forum-Contest of students and young researchers on Topical Issues of Rational Use of Natural Resources. The proceedings of the Forum-Contest discuss the following topics: innovative technologies in the field of hydrocarbon deposits, well construction and pipeline transport, chemical technology of natural energy carriers, carbon materials and inorganic substances, technological processes and equipment of mineral ore processing, metallurgy, prospecting and exploration of deposits and technologies of solid minerals mining, industrial safety, geomechanics and surveying, geodesy, geographic information science, land management and cadastre, mineralogy, petrography, engineering geology, innovative methods of oil and gas field prospecting and exploration, sustainable development economy, IT technologies and digital transformation, development prospects of mining engineering, energy efficiency in the mineral sector, sustainable regional development and environmental safety, waste management, water treatment, land rehabilitation, as well as current problems and contradictions of modern society and modern trends in architectural and urban planning.

The proceedings are of interest to a wide range of young researchers, university professors and engineers working in this field.

Редакционная коллегия: проф. В.С. Литвиненко (председатель), проф. М.В. Двойников, проф. А.М. Щипачев, проф. Н.К. Кондрашева, проф. О.В. Черемисина, проф. Т.Н. Александрова, проф. О.И. Казанин, проф. А.Е. Череповицын, проф. О.М. Прищепа, проф. В.А. Шпенст, проф. М.А. Пашкевич, проф. А.С. Егоров, проф. В.В. Максаров, доц. П.А. Деменков, доц. И.В. Третенков, доц. М.Г. Мустафин, доц. Д.Л. Устюгов, доц. А.В. Козлов, доц. Д.С. Тананыхин, доц. П.А. Петров, доц. Н.А.Вахнин, доц. И.В. Поцешковская, ст. преп. А.С. Данилов.

ISBN 978-5-94211-964-5
ISBN 978-5-94211-967-6 (Том 3)

© Санкт-Петербургский горный университет, 2022

Оглавление

<i>Секция 17. ИННОВАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГОРНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ</i>	<i>4</i>
<i>Секция 18. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА В МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОМ КОМПЛЕКСЕ</i>	<i>87</i>
<i>Секция 19. УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ</i>	<i>161</i>
<i>Секция 20. УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ, ОЧИСТКА ВОДЫ, ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ</i>	<i>219</i>
<i>Секция 21. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПРОТИВОРЕЧИЯ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА</i>	<i>319</i>
<i>Секция 22. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ</i>	<i>358</i>

ВАЛИУЛЛИНА Е.С.

Казанский государственный энергетический университет

**ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СЖИГАНИЯ НЕСТАНДАРТНОГО
ТОПЛИВА В ТОПКЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОТЛА**

VALIULLINA E.S.

Kazan State Power Engineering University

**NUMERICAL RESEARCH OF UNCONVENTIONAL FUEL COMBUSTION IN
THE FURNACE OF AN ENERGY BOILER**

В работе рассматриваются вопросы, связанные с выбросом загрязняющих веществ в атмосферу при оказании услуг по энергоснабжению и обращению с бытовыми отходами в жилых районах. Проанализированы пути образования токсичных соединений в воздухе при существующих методах термической обработки твердых коммунальных отходов.

Городская воздушная среда полностью отличается от атмосферного воздуха вдали от жилых районов. Множество различных источников выбросов приводят к снижению качества воздуха, такие как: объекты транспортного автохозяйства, энергетики, промышленности, а также весь комплекс объектов ЖКХ, включая кварталы жилой застройки с объектами бытового обслуживания населения.

Считается, что из стационарных источников наибольший вклад в загрязнение воздуха населенных пунктов вносят энергетические объекты и муниципальная инфраструктура (очистные сооружения и свалки). Посредством численной рейтинговой оценки учитывается токсическое воздействие загрязняющих веществ, входящих в состав различных источников. Например, согласно методу [1], можно обнаружить, что воздействие крупномасштабных энергетических объектов на городской воздух преувеличено.

Токсичные соединения, выделяемые при газовой энергогенерации, представлены NO_x и CO , которые относятся к категории умеренно опасных веществ. В то же время вопрос о сокращении выбросов оксидов азота от крупномасштабных источников энергии рассматривается уже более 50 лет и в настоящее время основные методы достаточно глубоко проработаны и широко применяются.

Принимая во внимание токсичность загрязняющих веществ, подсчеты числовых рейтингов источников выбросов [2] позволяют обнаружить, что централизованные и децентрализованные объекты и установки по производству электроэнергии по загрязнению воздушного бассейна городов не находятся впереди предприятий ЖКХ, занимающихся оборотом твердых и жидких бытовых отходов.

В результате глобального экономического развития, роста населения и урбанизации каждый год во всем мире образуется все больше и больше твердых бытовых отходов (ТБО). По данным Всемирного банка, в 2016 году было образовано 2,01 миллиарда тонн ТКО, а к 2050 году будет образовано до 3,40 миллиарда тонн при обычном режиме работы производств. Среди различных методов обработки и удаления отходов захоронение отходов является ведущим методом в большинстве стран, особенно в странах с низким уровнем дохода и уровнем дохода выше среднего. На глобальном уровне около 70% всех образующихся ТБО размещается на свалках (санитарные и антисанитарные свалки, открытые свалки) [3].

На полигонах ТКО анаэробно образуется так называемый «свалочный» газ, о составе которого имеются только весьма приблизительные сведения. На крупном полигоне его выход может быть в пределах 2-5 тыс. м³/ч, что на 3 порядка ниже выброса дымовых газов ТЭЦ. Свалочный газ обычно состоит из 40–50% углекислого газа и из 50–60% метана [3]. Кроме того, свалочный газ содержит сотни различных соединений в небольших количествах (в совокупности ~ 1% от общего объема ТБО), происходящих либо от утилизированных опасных отходов и / или в результате процессов их разложения. При этом концентрации метана на полигонах ТБО временами могут превышать нижний предел воспламенения, что в США и ЕС привело к его использованию для энергогенерации

Судя по приведенной характеристике, это несущественный источник атмосферного выброса. Однако оставшаяся часть его загрязнителей представлена самыми различными классами химических соединений, в том числе фуранами и диоксинами. Полихлорированные дибензо-п-диоксины и полихлорированные дибензофураны (ПХДД / Ф) представляют собой типичные загрязнители, образующиеся при сжигании отходов, обладающие сильной канцерогенностью, тератогенностью и мутагенностью [4].

Вопросы снижения содержания токсичных выбросов в продуктах горения рассматриваются на основе численного эксперимента средствами вычислительной гидродинамики (Computational Fluid Dynamics, CFD). Рассмотрены топочные процессы в энергетическом котле ТП-14А.

Подобраны адекватные граничные условия процессов аэродинамики, теплообмена и сжигания газового топлива. Численные исследования проведены на основе осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса (RANS), с замыканием уравнений при помощи двухпараметрической k-ε модели. Процесс горения моделировался как перенос реагирующих веществ Species Transport. Расчеты горения выполнялись по модели рассеивания вихрей Eddy-dissipation. Использовалась схема одноступенчатой реакции окисления до конечных продуктов CO₂ и H₂O, продуктов газификации угольной пыли для котла ТП-14А.

В результате численных исследований определены температурные, скоростные и концентрационные поля в топках исследованного котла. По результатам выполненных расчетов прогнозируется образование химического недожога и оксидов азота. Вместе с тем, при значительном отклонении состава сжигаемых твердых веществ от стандартного топлива, например, при «мусорной» генерации, становится затруднительным прогнозировать адекватность модели по кинетике реакций термического окисления. В настоящее время отсутствуют робастные алгоритмы, обеспечивающие приемлемую точность результатов при количестве исходных компонентов топлива и продуктов сгорания, близких к реальным при инсинерации. Одним из возможных путей представляется использование модели PDF, программных средств ANSYS Chemkin и Energico для нахождения условий разложения наиболее характерных ингредиентов сжигаемых отходов до соединений, подобных альдегидам в реакциях окисления углеводородов, образующих цепи реакций термоокисления, завершающиеся конечными продуктами. Это позволит существенно сократить число ступеней реакций в исследованиях и, соответственно, уменьшить их ресурсозатратность.

Список литературы:

1. Зиганшин М.Г., Сивков А.Л. Система рейтинговой оценки деятельности организаций по признаку «низкоуглеродности». Надежность и безопасность энергетики, 2016, 4, 7-11. <https://doi.org/10.24223/1999-5555-2019-12-2-126-134>
2. Зиганшин М.Г. Методика оценки эффективности генерации на тепловых электрических станциях с учетом выброса загрязнителей. Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики, 2019, 21(6), 29-38. <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2019-21-6-29-38>
3. Duan, Z., Scheutz, C., Kjeldsen, P. Trace gas emissions from municipal solid waste landfills: A review. Waste Management, 2021, 119, 39–62. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.09.015>
4. Chen, K., Peng, Y., Lu, S., Lin, B., Li, X. Bagging based ensemble learning approaches for modeling the emission of PCDD/Fs from municipal solid waste incinerators. Chemosphere, 2021, 274, 129802. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.129802>

Научный руководитель: д.т.н., профессор М.Г. Зиганшин

ВРУБЛЕВСКАЯ Л.С., БУЛАВКА Ю.А.

Полоцкий государственный университет, Беларусь

ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В ПРОИЗВОДСТВЕ НЕФТЯНЫХ СОРБЕНТОВ

VRUBLEVSKAYA L.S., BULAUKA Y.A.

Polotsk State University, Belarus

INNOVATIVE METHOD FOR UTILIZATION OF AGRICULTURAL WASTE IN THE PRODUCTION OF OIL SORBENTS

Выполнен анализ возможности использования отходов сельского хозяйства для ликвидации нефтяных загрязнений. Изучение сорбционной способности, рассмотренных материалов показало, что отходы сельского хозяйства сопоставимы с широко применяемыми в промышленности нефтяными сорбентами по физико-химическим и эксплуатационным характеристикам и при этом в разы дешевле по стоимости.

Актуальность исследования. Ежегодно в мире в окружающую среду от добывающих, транспортирующих и перерабатывающих предприятий поступает до 10 млн. т нефти и нефтепродуктов, что составляет около 7 % от всего добытого и переработанного сырья [1,2]. Ликвидация нефтяных загрязнений подразумевает применение специальных сорбционных материалов [2]. Особый интерес представляет исследование материалов, обладающих высокими сорбционными характеристиками и относящихся к отходам производства, что и определило цель настоящего исследования.

Цели и методы исследования. Целью исследования заключается в получении сорбента для сбора нефти при их разливах путем утилизации отходов сельского хозяйства. Предварительная подготовка к исследованию отходов сельского хозяйства (смеси шелухи злаковых культур и шелухи ячменя) заключалась в высушивании,