

**Заключение диссертационного совета Д 01.023.03 на базе Государственного
образовательного учреждения высшего профессионального образования
«Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» по
диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета
Д 01.023.03 от 29 июня 2021 г.
№ _____

О ПРИСУЖДЕНИИ

**Варакуте Виктору Владимировичу
учёной степени кандидата технических наук**

Диссертация «Снижение загрязнения атмосферы угледобывающих регионов» по специальности 05.23.19 - экологическая безопасность строительства и городского хозяйства принята к защите «27» апреля 2021 г., диссертационным советом Д 01.23.03 (протокол № 18) на базе Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 286123, г. Макеевка, ул. Державина 2 (приказ о создании диссертационного совета № 650 от 20.06.2017 г.).

Соискатель - Варакута Виктор Владимирович 1958 года рождения. В 1988 г. Варакута В.В. окончил «Донецкий политехнический институт» по специальности «Проектирование и конструирование горных машин и комплексов». В середине 90-х, активно сотрудничал с КБ «Гигиена и экология», входившим в структуру «Института профзаболеваний и гигиены труда». Долгое время работал ведущим специалистом ООО «Укркотлосервис», которое занималось разработкой, производством и техническим обслуживанием теплоэнергетических систем угольных предприятий Донбасса. Как представитель предприятия, руководил преддипломной практикой студентов-магистрантов кафедры «Промышленная теплоэнергетика» ГОУ ВПО

«ДОННТУ», был рецензентом магистерских работ студентов указанной кафедры. Принимал непосредственное участие в разработке технической документации, изготовлении стендов и опытных образцов устройств безопасности и энергосбережения теплоэнергетических систем, выполняемых на кафедре «Промышленная теплоэнергетика» НИР (впоследствии защищённых патентами РФ и Украины).

В настоящее время Варакута В.В. работает в ГУ «Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт взрывозащищенного и рудничного электрооборудования» на должности ведущего инженера-конструктора «Комплексного научно-исследовательского отдела электрических машин».

В 2017 году он поступил в аспирантуру Донецкого национального технического университета по кафедре «Техническая теплофизика» по научной специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика. Тема диссертационной работы Варакуты В.В. утверждена на заседании Ученого совета ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет» (протокол № 2 от 16 февраля 2018г.). В связи с расширением темы научного исследования научная специальность и название темы было скорректировано (05.23.19 – экологическая безопасность строительства и городского хозяйства; «Снижение загрязнения атмосферы угледобывающих регионов») и утверждена на заседании Ученого совета ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет» (протокол № 4 от 25 мая 2019 г.)

Научные исследования аспиранта Варакуты В.В. направлены на вскрытие механизма закономерностей снижения загрязнения атмосферы за счет энергосбережения, обусловленного использованием вторичной и низкопотенциальной теплоты полученной в результате утилизации выбросов в качестве вторичных энергоресурсов при производстве электроэнергии в условиях угольной шахты.

Диссертация выполнена на кафедре «Техническая теплофизика» ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет».

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор **Бирюков Алексей Борисович**, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донецкий национальный технический университет», заведующий кафедрой «Техническая теплофизика».

Официальные оппоненты:

1. **Трубаев Павел Алексеевич**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры энергетики теплотехнологии ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (РФ).

2. **Хазипова Вера Владимировна** кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Естественнонаучных дисциплин» факультета «Техносферной безопасности» ГОУ ВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР.

Доктор технических наук, доцент, профессор кафедры энергетики теплотехнологии ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» **Трубаев П.А.** и кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Естественнонаучных дисциплин» факультета «Техносферной безопасности» ГОУ ВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР **Хазипова В.В.** дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация: *Государственное образовательное учреждение высшего образования Луганской Народной Республики «Донбасский государственный технический институт» г. Алчевск*, в своем положительном заключении, подписанном на основании обсуждения и одобрения на заседании Ученого совета горного факультета ГОУ ВО ЛНР «Донбасский государственный технический институт» «24» мая 2021 г., протокол № 9, заведующий кафедрой экологии и безопасности жизнедеятельности, к.фарм.н., доцент Федорова В.С. и заведующий кафедрой горной электромеханики и оборудования д.т.н., профессор Корнеев С.В. *отметили*, что диссертация Варакуты Виктора Владимировича представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Содержание автореферата в полной мере соответствует основным положениям диссертации. Новые научные результаты, полученные соискателем, имеют важное значение для науки и инженерной практики. Сформулированные в работе выводы и рекомендации в достаточной мере обоснованы. Их использование позволяет значительно снизить загрязнение атмосферы угледобывающих регионов, решая данную научно-прикладную задачу с учетом условий каждой конкретной шахты региона.

Общее содержание диссертационной работы, основные научные результаты и выводы соответствуют положениям паспорта научной специальности 05.23.19 - экологическая безопасность строительства и городского хозяйства.

Работа удовлетворяет требованиям п.2.2 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Варакута В.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.19 - экологическая безопасность строительства и городского хозяйства.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в 10 печатных работах, в том числе в 2 рецензируемых научных изданиях; 2 работы опубликованы в изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов, утверждённых ВАК ДНР, одном патенте на полезную модель и двух патентах на изобретение.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Бирюков, А.Б. Использование вторичных энергоресурсов для снижения вредных выбросов в условиях угольных шахт / А.Б. Бирюков, **В.В. Варакута**, П.А. Гнитиёв // Вестник академии гражданской защиты. – Донецк, 2019. – Выпуск 3 (19). – С. 108-116.
2. Бирюков, А.Б. Комплексный анализ вредных выбросов при угледобыче / А.Б. Бирюков, П.А. Гнитиёв, **В.В. Варакута** // Вести Автомобильно-дорожного института. – Горловка, 2019. – № 2. – С. 52-60.
3. Бирюков, А.Б. Оценка эффективности энергогенерирующей станции, утилизирующей вторичную и низкопотенциальную теплоту в условиях угольных шахт, методом термодинамического анализа/ А.Б. Бирюков, **В.В. Варакута**, П.А. Гнитиёв // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – Иваново, 2018. – № 2. – С. 12-20.
4. Бирюков, А.Б. Оценка показателей работы энергогенерирующей станции на НРТ как потребителя ВНТ в условиях угольной шахты/ А.Б. Бирюков, **В.В. Варакута**, П.А. Гнитиёв, А.С. Приходько // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – Иваново, 2018. – № 4. – С. 12-19.
5. Бирюков, А. Б. Пути использования низкопотенциальных возобновляемых источников энергии и вторичных энергоресурсов угольных шахт / А.Б. Бирюков, Д.И. Пархоменко, **В.В. Варакута**, П.А. Гнитиёв // Вестник МЭИ. – 2018. – № 5. – С. 24-33.

- патенты:

6. Одноконтурна опалювальна система малої та середньої потужності. Пат. на корисну модель 42849 Україна, МПК F 24 D 11/00 F 24 D 3/00 Власник ДонНТУ

– 200901291; заявл. 16.02.09; опубл. 27.07.09. Бюл.№14 / **В.В. Варакута**, Д.И. Пархоменко, И.А. Мазурина.

7. Термоэлектрический преобразователь. Патент на полезную модель RU 162553 U1 *МПК H01L 35/30 (2006.01)* заявл. 09.12.2015; опубл. 20.06.2016. Бюл.№17 / **В.В. Варакута**, Д.И. Пархоменко, С.В. Гридин, Л.Н. Масюк, А.Ю. Дудченко, Д.И. Максименко

8. Система энергоснабжения. Патент на изобретение. RU 2681565 С1 *МПК F03B 13/00 (2018.08)* заявл. 17.07.2017; опубл. 11.03.2019. Бюл.№8 / **В.В. Варакута**, Д.И. Пархоменко, С.В. Гридин, Л.Н. Масюк, Д.И. Максименко, Д.Л. Безбородов, С.С. Зубков, А.Ю. Дудченко.

- публикации в других изданиях:

9. Варакута, В.В. Термоэлектрический преобразователь /**В.В. Варакута**, С.В. Гридин, Д.И. Пархоменко, Л.Н. Масюк, Д.И. Максименко // Взрывозащищенное электрооборудование: сб. науч. тр. ГУ «НИИВЭ». – Донецк, 2017. – №1. – С. 73-85.

10. Бирюков, А.Б. Двухконтурная энергогенерирующая станция с изменяемыми параметрами рабочего тела второго контура / А.Б. Бирюков, **В.В. Варакута**, П.А. Гнитиёв // Вестник Донецкого национального университета. Серия Г. – Донецк, 2018. – № 4. – С. 66-78.

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов. Все отзывы положительные.

Обзор поступивших отзывов и замечаний, содержащихся в них:

1. **Алборов Иван Давыдович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Экологии и техносферной безопасности» ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)».

Отзыв положительный, замечаний нет.

2. **Шадрунова Ирина Владимировна**, доктор технических наук, профессор, заведующий отделом №6 «Горная экология» ФГБУ «Институт проблем Комплексного освоения недр им. Академика Н.В. Мельникова» РАН.

Отзыв положительный с замечаниями:

– судя по описанию рисунка 3, на графике допущена неточность - неверно указаны значения КПД гравитационной установки для R407с (завышены в 10 раз по сравнению с вариантом использования H₂O). Это предположение обосновано тем, что на стр.3 (в разделе научной новизны) и на стр.14 указано, что КПД установки с рабочим телом R407с не превышает 4%, тогда как на

рисунке 3 видно, что значение КПД этой установки для R407c не превышает 0,4 (т.е. в процентах не 4%, а 40%). В противном случае необходимо уточнить значение КПД эрлифтной установки (также указано, что КПД не превышает 4%), поскольку возникает противоречие с выводом на стр.14 о том, что оба предложенных варианта использования установок являются равноценными в плане энергетической эффективности;

– в автореферате неоднократно приводится аббревиатура «ТМУ» (стр.11, 15, 17), но ее расшифровка в автореферате отсутствует. Это не позволяет однозначно оценить КПД на входном валу электрогенератора (стр.11) и КПД на муфте электрогенератора (стр.13), поскольку они имеют одно и то же обозначение ($\eta_{\text{ТМУ}}$). Кроме того, гибридный двухконтурный комбинированный энергогенерирующий комплекс в таблице 2 на стр.17 имеет обозначение с этой же аббревиатурой («Гибридная ТМУ»), тогда как ранее на стр.3 он же более логично и понятно обозначен как «Гибридный ЭК».

3. Алпысбаева Жаннат Тулендиновна, кандидат биологических наук, член-корреспондент, руководитель секретариата Национальной Академии Горных Наук Казахстана.

Отзыв положительный с замечаниями:

– из диссертации и автореферата неясно, автор выполнял тепловой расчёт ПТУ на низкокипящем рабочем теле на всех режимах в зависимости от температуры холодильника (от -24°C до $+12^{\circ}\text{C}$) и сезонного изменения потребления ВНТ в условиях ГП «Шахта им. А.Ф. Засядько», или расчет проводился только при температуре холодильника $+12^{\circ}\text{C}$? Ведь только в первом случае можно определить реальные энергетические характеристики процесса генерации электрической энергии с помощью паротурбинной установки;

– автор обосновывает выбор в качестве низкокипящего рабочего тела фреон R407c в связи с наиболее подходящими теплотехническими и технологическими характеристиками, экологической безопасностью и относительно низкой стоимостью. Но необходимо учесть, что хладагент R407c (трехкомпонентная гидрофторуглеродная смесь 23%R32+ 25%R125 + 52%R134a), при перечисленных достоинствах, имеет минимальные значения коэффициента преобразования и эксергетического КПД теплового насоса в сравнении с более дешевыми хладагентами R22 (близок к R407c по техническим характеристикам), R134a, смеси R32/R134a и др.

4. Журавлев Михаил Евгеньевич, директор ТЕ ДПИ НИИ «Теплоэлектропроект» ГУП ДНР «ЭНЕРГИЯ ДОНБАССА»

Отзыв положительный с замечаниями:

- в реферате, используется без пояснений специфический профессиональный термин «низкопотенциальная теплота»;
- пункт 2 выводов гласит, что разработана методика для оценки удельных значений приведенных вредных выбросов (страница 20), хотя в разделе научная новизна на странице 3 указано, что впервые разработан метод для определения приведённых удельных значений вредных выбросов.

5. Кишкань Роман Владимирович, председатель Государственного комитета по экологической политике и природным ресурсам при Главе Донецкой Народной Республики.

Отзыв положительный с замечанием:

- на наш взгляд было бы целесообразно провести анализ влияния внедряемых технических мероприятий по утилизации загрязняющих веществ, образующихся при угледобыче, на улучшение санитарно-гигиенических условий работы персонала угледобывающих предприятий.

6. Петроченко Дмитрий Анатольевич, заместитель директора по экологии Научно-проектного центра ВостНИИ, г. Кемерово, РФ.

Отзыв положительный с замечаниями:

- неясно, проводилась ли оценка потенциала возможной утилизации механической энергии нестационарных потоков, как отработанного рудничного воздуха, так и шахтных вод, преобразованием её в электрическую. Несмотря на то, что в больших объёмах шахтной воды и воздуха механической энергии накоплено больше тепловой, потенциальная энергия и энергия движения потоков безвозвратно теряются. Очевидно, что утилизация такого избыточного энергоресурса с получением электрической энергии могла бы существенно снизить потребление электроэнергии на транспортировку воды и повысить экономическую эффективность утилизации низкопотенциальной теплоты шахтных вод и отработанного вентиляционного воздуха. Указанной проблемой сейчас практически не занимаются, связанные с ней вопросы изучены недостаточно и требуют углублённой проработки;
- на рисунке 3 приведено распределение КПД гравитационной установки в зависимости от глубины, но само обозначение глубины на горизонтальных осях графиков отсутствует. Неясно, глубина – это величина H (стр.13) как расстояние по вертикали от зеркала рабочего тела в конденсаторе до входа в гидротурбину (т.е. высота столба жидкой фазы рабочего тела в канале, расположенном по высоте ствола) или это глубина выработки?

7. Лукьяненко Юлия Михайловна, начальник отдела аналитического контроля ООО «Донецк-Экология».

Отзыв положительный с замечаниями:

– низкотемпературные энергетические ресурсы имеют, как правило, низкий потенциал их нельзя транспортировать на значительные расстояния, они «привязаны» к технологическому процессу, особенно в условиях горнодобывающего предприятия. Поэтому при оценке энергоэкономической эффективности их использования кроме уровня энергетического потенциала в работе необходимо было учесть ещё два условия: непрерывность поступления и количественную концентрированность источников загрязняющих веществ и вторичной, и низкопотенциальной теплоты в общем потоке низкопотенциального теплового загрязнения;

– на странице 17 автореферата указано, что величина минимального КПД гибридного двухконтурного энергогенерирующего комплекса составляет 10,7% при постоянных параметрах низкокипящего рабочего тела. Эта величина играет важное значение в дальнейших выкладках и в конечном итоге связана с величиной снижения загрязнения окружающей среды. Однако информации представленной в автореферате недостаточно, чтобы оценить достоверность этого значения.

8. Шевцов Михаил Николаевич, доктор технических наук по специальности 11.00.11 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов», заведующий кафедрой «Инженерные системы и техносферная безопасность», профессор ФГБОУ ВО Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск, РФ.

Отзыв положительный с замечаниями:

– тепловое загрязнение носит в основном техногенный характер, так как теплота, выделяемая горными породами, выносится из шахты и отработанным рудничным воздухом, что способствует тепловому загрязнению с указанными природными компонентами;

– кроме уменьшения количества вредных выбросов, следовало бы рассмотреть такое направление повышения экологической безопасности, как изменение технологий и устройства установок;

– желательно раскрыть хотя бы теоретически конкретное использование нанотехнологии для разработки технологий изготовления и производства термопарной поверхности термоэлектрического преобразователя;

– не раскрыты способы утилизации и использования газообразных, жидких и твёрдых отходов.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован их компетентностью в области прикладных и научных исследований, направленных на повышение экологической безопасности атмосферы, и наличием публикаций, соответствующих теме диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных исследований:

- *достигнута* поставленная цель, а именно определение удельных приведённых значений вредных выбросов в атмосферу, образующихся при угледобыче и генерации электрической энергии на тепловой электрической станции, отнесенных к 1 т добытого угля, и оценка на их основе запасов источников вторичной и низкопотенциальной теплоты не используемой в технологическом цикле и хозяйственной деятельности предприятия, которые могут быть использованы для децентрализованной генерации электрической энергии;

- *исследованы* схемы различных сочетаний паротурбинной установки на низкокипящем рабочем теле и тепловых машин обратного цикла и их первичный термодинамический анализ, выполняемый сравнением соответствующих КПД идеального цикла Карно, для повышения экологической безопасности в результате более эффективной утилизации выбросов вредных веществ, загрязняющих атмосферу;

- *обоснована* необходимость дополнения паротурбинной установки на низкокипящем рабочем теле энергогенерирующей станцией, способной утилизировать вторичную и низкопотенциальную теплоту не используемую в технологическом цикле и хозяйственной деятельности предприятия при температурах более низких, чем температура испарения рабочего тела паротурбинной установки, для обеспечения возможно полной утилизации всего потока вторичной и низкопотенциальной теплоты не используемой в технологическом цикле и хозяйственной деятельности предприятия, образующейся в процессе угледобычи;

- *исследована* генерация электрической энергии с использованием вторичной и низкопотенциальной теплоты не используемой в технологическом цикле и хозяйственной деятельности предприятия. Выполнены оценки энергетической эффективности альтернативных схем генерации;

- *установлены* величины фактического снижения вредных выбросов в атмосферу при использовании для генерации электрической энергии предлагаемого энергогенерирующего комплекса в условиях конкретной шахты.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- получили развитие научные методы исследования экологической обстановки вокруг горнодобывающих предприятий, а значит и прилегающих территорий городского хозяйства, и улучшения этой обстановки, с использованием разработанного метода, позволяющего определить удельные приведённые значения вредных выбросов, а также запасы вторичной и низкопотенциальной теплоты комплекса по подземной разработке угольного месторождения в зависимости от его характеристик;

- впервые составлены и проанализированы возможные схемно-параметрические решения конструкции энергогенерирующей станции, в основе работы которой лежит использование потенциальной энергии высоты столба жидкой фазы рабочего тела в канале, расположенном по высоте ствола, а подъем рабочего тела наверх осуществляется за счет «экологически чистой», вторичной теплоты, без использования электрической энергии;

- создан научный метод, позволяющий целенаправленно сокращать удельные приведённые вредные выбросы, образующиеся при их функционировании (до 20-30% от существующих) в виде: парниковых газов, угольного шлама, золы, низкопотенциальной теплоты для условий рассматриваемой шахты за счет использования потока вторичной и низкопотенциальной теплоты не используемой в технологическом цикле и хозяйственной деятельности предприятия шахты для производства электроэнергии на предложенном двухконтурном энергогенерирующем комплексе.

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

- результаты исследования положены в основу метода расчёта вредных выбросов и оценки энергетического потенциала запасов вторичной и низкопотенциальной теплоты угольной шахты, позволяющего определять удельные приведённые значения вредных выбросов в атмосферу, образующихся при угледобыче и генерации электрической энергии, отнесенные к 1 т добытого угля, и приняты к внедрению в 2020 г. предприятием ЧПП «Горняк – 95»;

- разработанный метод определения удельных выбросов позволяет рационально планировать технические мероприятия и оптимизировать

финансирование природоохранных мероприятий на угледобывающем предприятии ЧПП «Горняк – 95»;

- результаты, полученные при выполнении диссертационного исследования, используются в учебном процессе кафедр технической теплофизики и природоохранной деятельности ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет» при подготовке магистров по магистерской программе «Промышленная теплотехника» (направление подготовки 22.04.02 «Металлургия») и бакалавров по профилю «Охрана природной среды и ресурсосбережение» (направление подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»), а именно метод, позволяющий определять уровень потребления кислорода, природных и техногенных вредных выбросов (как на самой угольной шахте, так и на тепловой электрической станции при производстве электроэнергии необходимой для обеспечения процесса угледобычи) и дать оценку энергетического потенциала запасов вторичной и низкопотенциальной теплоты не используемой в технологическом цикле и хозяйственной деятельности предприятия, приведенных к 1 т добытого угля, которые могут быть утилизированы и возвращены в хозяйственный оборот в виде электроэнергии, представляется студентам, при изучении курса «Вторичные энергоресурсы и энергокомбинирование».

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

корректное использование положений технической термодинамики и теории горения, известных закономерностей о влиянии парниковых газов на разрушение озонового слоя, использование сертифицированного оборудования и гостированных методик для проведения экспериментальных исследований.

Личный вклад соискателя состоит в:

- постановке цели и задач исследования;
- обосновании методов выполнения теоретических и экспериментальных исследований;
- выполнение аналитических исследований зависимости КПД энергогенерирующего комплекса и соответственно, вредных выбросов, от изменения внешних факторов;
- анализе вариантов схемы отбора теплоты от первичных источников с различными температурами;
- разработке схемы гибридного энергогенерирующего комплекса для условий угольной шахты; исследовании термодинамических циклов

традиционной паротурбинной установки на низкокипящем рабочем теле и гибридного энергогенерирующего комплекса в условиях угольной шахты;

- определении и сравнительном анализе энергетических характеристик и укрупнённых экономических показателей традиционной паротурбинной установки на низкокипящем рабочем теле и гибридного энергогенерирующего комплекса в условиях конкретной угольной шахты;

- выборе методов и разработке способов снижения величины комплекса вредных выбросов в процессе угледобычи.

На заседании 29 июня 2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Варакуте Виктору Владимировичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационным советом в количестве 15 человек, из них 14 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, получены следующие результаты:

(«За» - 15, «Против» - 0, недействительных бюллетеней - 0)

Председатель

диссертационного совета Д 01.23.03

д.т.н., профессор

Учёный секретарь

диссертационного совета Д 01.23.03

к.т.н., доцент



Насонкина Н.Г.

Башева Т.С.