

Краткая информация о проекте

| | |
|--------------|--|
| Наименование | AP09261161 «3D моделирование процессов турбулентного теплопереноса в физико-химически активных средах» (0121PK00239) |
| Актуальность | В настоящее время наблюдается повышенный интерес к изучению процессов теплообмена в реагирующих средах, поскольку результаты таких исследований имеют широкое практическое применение. Исследование таких сред является актуальным в связи с необходимостью разработки процессов «чистого сжигания» топлива с соблюдением строгих норм выброса вредных вещества в атмосферу. Особое внимание уделяется созданию новых расчетных моделей, позволяющих как можно точнее описать физико-химические процессы, происходящие при горении топлива в областях реальной геометрии (камеры сгорания энергетических объектов). Проблемы построения эффективных вычислительных алгоритмов для исследования процессов турбулентного теплопереноса в физико-химически активных средах приобретают особую актуальность и требуют глубокого анализа, как с фундаментальной, так и с прикладной точки зрения. |
| Цель | При помощи современных методов физического, математического и 3D компьютерного моделирования исследовать процессы турбулентного теплопереноса и формирования вредных веществ при горении твердого топлива в камерах сгорания реальных энергетических объектов и выработать рекомендации по практическому применению полученных результатов. |
| Задачи | В соответствии с поставленной целью основными задачами являются: 1) Создать математическую модель, описывающую процессы конвективного теплопереноса в физико-химически активных течениях при наличии горения с учетом неизотермичности среды, градиента давления, турбулентности, массовых сил, многофазности среды, межфазного взаимодействия, лучистого теплообмена, многостадийности химических реакций. 2) Разработать пакет компьютерных программ для проведения вычислительных экспериментов по исследованию процессов теплопереноса в камере сгорания при сжигании в ней твердого топлива и для 3D визуализации полученных результатов. 3) Для проведения численного моделирования процессов теплопереноса при горении твердого топлива в качестве объекта исследования выбрать камеру сгорания действующего энергетического объекта (котел БКЗ 75-39ФБ Шахтинской ТЭЦ) и создать ее геометрическую и физическую модели, которые отражают реальные технологические процессы сжигания в ней высокозольного пылеугольного топлива. |

| | |
|---|---|
| | <p>4) Методами 3D компьютерного моделирования провести вычислительные эксперименты по исследованию основных характеристик процессов тепломассопереноса (аэродинамика течения, температурные поля, концентрационные поля вредных продуктов горения (CO_x и NO_x)) при сжигании высокозольного карагандинского угля в топочной камере котла БКЗ 75-39ФБ.</p> <p>5) Провести вычислительные эксперименты по исследованию влияния различных способов ввода топлива (прямоточный и вихревой с углом закрутки пылеугольного потока) через горелочные устройства на характеристики процессов тепломассопереноса: скорость, температура, концентрации оксидов углерода CO_x и азота NO_x и определить оптимальный вариант подачи аэросмеси в топочное пространство.</p> <p>6) Провести вычислительные эксперименты по исследованию аэродинамических, тепловых и концентрационных полей продуктов горения в камере сгорания котла БКЗ 75-39ФБ при вынужденной частичной остановке ввода угольной пыли через отдельные горелочные устройства и определить оптимальный вариант подачи аэросмеси в топочное пространство.</p> <p>7) Использовать разработанный пакет компьютерных программ высокоинформативной визуализации для графической интерпретации результатов исследования в виде двумерных графиков изменения по высоте камеры сгорания основных характеристик процесса (скорость, температура, концентрация вредных веществ (CO_x и NO_x)) и 3D изображений их полей в характерных сечениях (область пояса горелок, область продольных и поперечных сечений на камеры и на выходе из нее).</p> <p>8) Провести верификацию полученных результатов, сравнив их с имеющимися экспериментальными данными, полученными непосредственно на действующей Шахтинской ТЭЦ и теоретическими расчетами по методике ЦКТИ. Предложить эффективные способы сжигания казахстанского низкосортного угля с целью уменьшения выбросов вредных веществ в атмосферу.</p> |
| <p>Ожидаемые и достигнутые результаты</p> | <p>Для проведения вычислительных экспериментов будет выбрана реально действующая топочная камера котла БКЗ-75, установленного на Шахтинской ТЭЦ (г.Шахтинск, Казахстан), в которой сжигается высокозольный карагандинский уголь и будут получены следующие результаты:</p> <ul style="list-style-type: none"> • создана математическая модель, описывающая процессы тепломассопереноса с учетом неизотермичности среды, градиента давления, турбулентности, лучистого теплообмена, многофазности среды, межфазного взаимодействия, многостадийности химических реакций, • созданы физическая и геометрическая модели, основанные на технических и геометрических характеристиках камеры сгорания котла БКЗ-75-39ФБ Шахтинской ТЭЦ; |

| | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • разработаны пакеты компьютерных программ, которые адекватно моделируют топочные процессы и выполняют высокоинформативную 3D визуализацию полученных результатов; • методами 3D компьютерного моделирования будут проведены вычислительные эксперименты, позволяющие определить влияние конструкционных параметров топочной камеры, различных компоновочных решений по горелочным устройствам и способа подачи топливной аэросмеси (высокозольный карагандинский уголь) на основные характеристики процессов теплопереноса (аэродинамика течения, температурные поля, концентрационные поля продуктов горения (CO_x, и NO_x)) по всему объему камеры сгорания котла БКЗ 75-39ФБ. |
| <p>Имена и фамилии членов исследовательской группы с их идентификаторами (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, при наличии) и ссылками на соответствующие профили</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Аскарова Алия Сандыбаевна, доктор физико-математических наук, профессор (h-index Scopus - 18, h-index Web of Science – 18, Researcher ID - N-6081-2014, ORCID - 0000-0003-1797-1463, Scopus Author ID – 6603209318). https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603209318 2. Болегенова Салтанат Алихановна, доктор физико-математических наук, профессор (h-index (Scopus) - 15, h-index (WoS) - 14, ResearcherID - A-9696-2015, ORCID - 0000-0001-5001-7773, Scopus Author ID – 57192917040). https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57192917040 3. Максимов Валерий Юрьевич, Доктор философии (PhD) по специальности «Техническая физика» (h-index Scopus - 14, h-index Web of Science - 14, Researcher ID - F-6214-2013, ORCID - 0000-0003-4120-1071, Scopus Author ID – 57130389500). https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57130389500 4. Бекетаева Меруерт Тұрғанбекқызы, Доктор философии (PhD) по специальности «Техническая физика» (h-index (Scopus) - 9, h-index (Web of Science) - 7, Researcher ID N-4828-2014, ORCID 0000-0002-0195-8304, Scopus Author ID - 55901743200). https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55901743200 5. Нұғыманова Айжан, доктор философии (PhD) по специальности «Техническая физика» (h-index (Scopus) - 8, h-index (Web of Science) - 7, Researcher ID N-4527-2014, ORCID 0000-0003-0393-5672, Scopus Author ID - 57193723169). |
| <p>Список публикаций со ссылками на них</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1 Askarova A., Safarik P., Bolegenova S., Maximov V., Bolegenova S., Askarov N., Nugymanova A. The use of plasma activation of pulverized coal flow to reduce emissions of harmful substances during the combustion of high-ash coal at Kazakhstan's thermal power plants // International Congress of Chemical and Process Engineering CHISA, 15-18 March 2021, Prague, Czech Republic. – P. 1.97. 2 Askarova A., Bolegenova S., Nugymanova A. Influence of thermochemical activation of fuel on the combustion process in furnace chambers of thermal power plants // Alternative energy sources, materials and technologies - AESMT'21, 14 - 15 June, 2021, Ruse, Bulgaria. – P. 105-106. |

| | |
|-----------------------|--|
| | <p>3 Askarova A., Bolegenova S., Nugymanova A., Bolegenova S., Gabitova Z. Numerical simulation of heat and mass transfer processes during the combustion of solid fuel of different moisture in combustion chambers of power plants // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Physico-mathematical series. - Vol. 3, Issue 337, 2021. - P. 12-19.</p> <p>4 Askarova A., Georgiev A., Bolegenova S., Beketayeva M., Maximov V., Bolegenova S., Computational modeling of pollutants in furnaces of pulverized coal boilers of the republic of Kazakhstan // Energy. – Vol. 258, 2022. – No 124826 (Процентиль по Cite Score в базе Scopus – 98, Q1 по БД Web of Science).</p> <p>5 Bolegenova S., Askarova A., Georgiev A., Nugymanova A., Maximov V., Bolegenova S. The use of plasma technologies to optimize fuel combustion processes and reduce emissions of harmful substances // Energy. – Vol. 277, 2023. – No 127635 (Процентиль по Cite Score в базе Scopus – 98, Q1 по БД Web of Science).</p> |
| Информация о патентах | - |