

ОТЗЫВ

официального оппонента Зиганшина Малика Гарифовича
по диссертации Мостовенко Любови Владимировной
«Расчетно-экспериментальное моделирование течения запыленного потока
для оценки влияния геометрических характеристик инерционно-вакуумного
золоуловителя на степень улавливания золы» на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – Промышленная
теплоэнергетика, представленной в диссертационный совет УрФУ 05.05.12

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук
выполнялась Мостовенко Любовью Владимировной в Омском
государственном техническом университете.

Работа соответствует формуле специальности 05.14.04 в части
исследований по совершенствованию промышленных теплоэнергетических
систем и поиску структур и принципов действия теплотехнического
оборудования, которые обеспечивают защиту окружающей среды. В
указанном аспекте работа полностью соответствует пункту 2 области
исследований: «Оптимизация схем энергетических установок и систем для
генерации и трансформации энергоносителей, основанных на принципах их
комбинированного производства», поскольку она проведена с целью
оптимизации энергосистемы для комбинированной генерации электрической
и тепловой энергии – Омской ТЭЦ-4, по отношению к окружающей
воздушной среде. Работа соответствует также пункту 6 в части создания
оптимальных тепловых систем для защиты окружающей среды, в понимании
под тепловой системой котлоагрегат с очистным устройством.

Представленная работа состоит из 5 глав, введения, заключения,
списков сокращений и литературы, 2 приложений. Структура диссертации
соответствует ГОСТ Р 7.0.11-2011. Список литературы имеет 116
наименований, перекосы в сторону старых источников или отсутствия
глубины поиска не наблюдаются.

Анализ содержания работы

В главе 1 представлено обозрение вихревых аппаратов газоочистки как
отдельной категории сухих инерционных пылесадителей (разделы 1.1, 1.2),
а также представлена первичная конструкция аппарата (раздел 1.3),
усовершенствованию которого посвящено представленное исследование.

Замечания, пояснения по введению и главе 1. Введение и вступление в
главу 1 трудно назвать удачно представляющими диссертацию из-за ряда
необязательных мелких ошибок, неточностей:

– в табл. В1 (с. 6) в вредных выбросах ТЭС на угле и мазуте не
указаны реально присутствующие оксиды азота, но указан бензпирен,
который появляется, в том числе и при газовой генерации, в заметных

№ 05-19/1-226
14.09.20г.

количествах только при очень плохой организации топочного процесса, что для ТЭС нехарактерно; не стоило упоминать и парниковый эффект, так как исследования соискательницы не направлены на его уменьшение;

- проблему защиты окружающей среды от мелкодисперсных выбросов прежде энергетиков и экологов (с. 7) подняли гигиенисты, так как она опасна в первую очередь не ростом золоотвалов (с. 7), а ухудшением национального здоровья, в связи с чем надо было упомянуть о нормативах ПДК на классы пыли $PM_{2,5}$ и PM_{10} и оценивать в дальнейшем результаты работы также и по этому фактору;

- есть случаи вольного обращения с общепринятыми терминами: мелкие частицы 1-5 мкм отнесены к средним, и, соответственно, средние (5-15 мкм) названы крупными (с. 13); зола классифицируется как неслипающаяся пыль; скорость седиментации упомянута как результирующая скорость Стокса, с опечаткой в формуле.

Не впечатляют в работе разделы 1.1, 1.2 главы 1. Диссертация сильно выиграла бы от кратного уменьшения объема материала данных разделов, который зачастую носит описательный характер с подачей декларативных сообщений (особенно п. 1.2.3) либо общеизвестной информации, иногда вступающей в противоречие с самой собой, как на с. 22 и 25. Замечания по разделам 1.1, 1.2:

- можно зачесть попытку аналитической сводки по циклонам в п. 1.2.4, но она должна была бы выводить на разрабатываемую диссертантом конструкцию, что отсутствует;

- очень поверхностно, лишь как гравитационный аппарат, проанализирован лабиринтный золоуловитель (ЛЗУ) в п. 1.2.5, который по принципу инерционного пылесоса имеет тесную связь с ИВЗ, что должно было бы выводить на конструкцию, исследованную в дальнейшем соискательницей.

Можно бы и продолжить примеры необязательных ошибок в указанных разделах, но для рассматриваемой работы в целом, по счастью, их засилье не характерно. Хотя и далее совсем без таковых не обошлось, заострение внимания на них может в последующем помешать объективному оцениванию весьма добротного в своей основе диссертационного исследования, выполненного соискательницей. С раздела 1.3 характер работы меняется на деловой. Даны описание эксперимента и характеристики первого образца ИВЗ. Можно заметить, что исследователи имели хорошую приборную базу, позволяющую получать результаты самого высокого качества. Также можно видеть (выводы, с. 58), что по этим результатам, т.е. в основном по материалам раздела 1.3, диссертантом сформулированы задачи дальнейшего исследования. На основе анализа результатов исследования и устранения недостатков первого образца сконструирован окончательный вариант установки, представленной к защите в данной работе.

В главе 2 рассматривается построение численной модели ИВЗ в программном продукте ANSYS CFX, который полностью подходит для

решения поставленной задачи. С помощью средств SolidWorks удачно построена подробная модель ИВЗ. В ней сгенерирована сетка с довольно большим числом ячеек – около 2 млн., что обыкновенно находится у верхних границ вычислительной мощности. Замечания, пояснения по главе 2:

- автор отмечает, что данная сетка позволяла проводить численный эксперимент с минимальным значением погрешности (с. 76), однако не указывает ее величины и параметров процедуры исследования задачи на сеточную зависимость;

- функция Buoyant (с. 83) – плавучесть, выталкивающая сила, учитывать которую для твердой взвеси газового потока не было смысла.

В главе 3 обсуждаются вопросы верификации результатов численных исследований. В основном они сводятся к валидации граничных условий конкретно для данной геометрической конфигурации аппарата. С этой целью сопоставлены результаты численного и натурального исследования первого варианта ИВЗ. Рассматривается физичность численных результатов. Вариант с обратными токами во входном патрубке признан нефизичным. Конкретно для рассматриваемого случая это справедливо. Вместе с тем вихреобразования в общем случае могут иметь место у входов с разной геометрией, так как они представляют собой местные сопротивления достаточно сложной конфигурации и должны исследоваться индивидуально.

В связи с этим следует отнести к несомненному достоинству работы проведенную в главе 4 валидацию граничных условий для новых вариантов ИВЗ при различных геометрических параметрах входа, что ведет к достижению достоверности результатов численного исследования. В главе 4 также поставлена задача натурального определения эффективности улавливания пыли в новом варианте ИВЗ и исследована степень эффективности аппарата от ряда его конструктивных характеристик: высоты входного патрубка, поворотной камеры, рассекателя, колец и конфузора, без чего невозможна эксплуатация аппарата. Для продолжения работы в направлении расширения номенклатуры и создания класса подобных типов аппаратов интересно и перспективно также исследование влияния на эффективность несоосности рассекателя. Замечание к главе 4:

- в численном эксперименте говорится об эффективности улавливания (с. 110): «На рисунке 4.15 эффективность установки достигает 98 %»; однако на рис. 4.15 и в тексте не приводится никаких обоснований или фактов достижения указанной эффективности.

В главе 5 приведены условия и результаты проведения натурального эксперимента в производственных условиях на территории ТЭЦ 4 г. Омска. Факт проведения официального эксперимента по совершенствованию вспомогательного процесса на действующем режимном предприятии – ОПО, свидетельствует о практической значимости проводимого исследования не только для данного предприятия, но и для отрасли. В разделах 5.1, 5.2

представлены приборная база и некоторые приемы, использованные при проведении эксперимента. Подобные разделы должны уже сами по себе выгодно представлять любую исследовательскую работу. Здесь, однако, они представлены довольно скупо, а проиллюстрированы неудачно. На фото можно было представить не только закрытые лючки, но и рабочий момент замеров. Обсуждение результатов испытаний (раздел 5.3) свелось к иллюстрации факта реламинизации в аппарате. На наш взгляд, для данной исследовательской работы было бы целесообразнее выделить основные результаты натурных исследований, продемонстрировать на их основе наиболее эффективные соотношения размеров и положений конструктивных элементов аппарата, дать этому физическое обоснование, внятно сообщить о достигнутой эффективности осаждения золы в натурном эксперименте, сопоставить с результатом численных исследований и дать оценку погрешности. Замечания к главе 5 и к заключению:

- согласно тексту на с. 126, на схеме рис. 5.4 должно быть сечение, делящее участок в отношении 3:1 по направлению потока газа, в котором проводятся измерения – таковое отсутствует;
- вход и выход ИВЗ на схеме рис. 5.4 не соответствуют входу и выходу по фото рис. 5.5;
- отсутствует объяснение причины резкого возрастания присоса воздуха (таблица 5.1, п.73) в опыте 4; при этом содержание кислорода (п.п. 67, 70) и избыток воздуха (п.72) по сравнению с другими опытами не увеличиваются, а q_2 (п. 99) даже снижается;
- в заключении фигурирует два значения величины достигнутой эффективности: 99,5% и 93,7% (с. 144).

Общая характеристика работы

1. Актуальность темы исследования. Актуальность избранной в рецензируемой работе темы исследования имеет глобальный характер, что подтверждается рядом директивных документов РФ, директив ЕС и нормативов США по выбросам загрязнителей угольными ТЭС. Необходимо еще отметить, что одновременно с глобальным теперь имеет место и касающийся каждого личностный аспект проблемы: дополнительная смертность от легочных заболеваний из-за выбросов угольных ТЭС оценивается как 1 случай на 6000 жителей планеты, людей же с ослабленными легкими в регионах с углегенерацией на порядок-два больше числа смертей, а это особая группа риска при распространении ковидных заболеваний.
2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Основные научные положения и выводы диссертации, определяющие ее ценность, заключается в установлении зависимости степени улавливания золы от геометрических размеров и взаиморасположения элементов аппарата ИВЗ. Они сформулированы соискательницей в п.п. 1-3 заключения и

обосновываются в представленной работе проведенными ею численными исследованиями аппарата ИВЗ (степень обоснованности результатов численных исследований см. далее). П. 4 заключения можно рассматривать как выполненный соискательницей задел и рекомендацию по продолжению принятого направления исследования: реламинизация дисперсного потока представляет собой на сегодня сложную и малоисследованную проблему в области научных знаний о турбулентности.

3. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Достоверность основных научных положений и выводов диссертации создается следующей связкой: верификация результатов численных исследований по результатам опытных испытаний, которые выполнялись высокоточным измерительным инструментом известных производителей, напр., приборов германского производителя *Testo*.

– Замечание: в разделе «Степень достоверности...» общей части введения (с. 11) необходимо было указать на степень расхождения результатов численных и опытных испытаний.

4. Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Соискательницей выполнено исследование модернизированного аппарата ИВЗ. Конструктивная новизна аппарата на момент исследований официально подтверждена патентом на полезную модель № 175570, что де-юре подтверждает и новизну результатов его исследования. Следовательно, научные положения, выводы и рекомендаций, сформулированные в диссертации на основе полученных результатов исследования, также обладают новизной.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней в УрФУ

1. По п. 9: считаю, что диссертация Мостовенко Л.В на соискание ученой степени кандидата наук является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, а именно: результаты исследования инерционно-вакуумной модели аппарата, обеспечивающего эффективную золоочистку при углегенерации, и рекомендации для использования ИВЗ на практике, которые имеют существенное значение для развития страны по части сжигания твердого топлива на ТЭС в связи с перспективой роста доли углегенерации и проблемой распространения коронавирусных инфекций в будущем.
2. По п. 10: можно с очевидностью утверждать, что работа обладает внутренним единством. Могу также обоснованно констатировать, что диссертация написана автором самостоятельно: во время собеседования соискательница свободно ориентировалась во всех элементах

(положениях) своей работы, в том числе – в новых научных результатах и положениях, выдвигаемых для защиты, что свидетельствует и о ее личном вкладе в науку. Предложенное в работе решение – новая конструкция ИВЗ, оценено в сравнении с современными аппаратами этого класса, и получено путем модификации предыдущей модели на основе выполненных численных и натурных исследований. Сведения о практическом использовании ИВЗ подтверждены актом внедрения, приведенным в приложении.

3. По п.п. 11-13: публикации соискательницы дают достаточно полное представление об основных научных результатах диссертации. Только за предыдущий год Мостовенко Л.В. имеет 3 публикации в рецензируемых научных журналах, определенных ВАК и Аттестационным советом УрФУ, из которых 1 в издании, входящем в систему цитирования Scopus (IOP Conf. Series: 1210 (2019) 012013. Более 10 подобных публикаций соискательницы, включая работу, входящую в WoS и Scopus (Chem Petrol Eng 52, 585–589 (2017)), регулярно выходили в свет с 2014 г. При этом отрадно, что, выходя на защиту с перевыполнением требований по печатным трудам, Мостовенко Л.В. не прекратила публикационную активность: после прошлогоднего доклада на входящей в базы данных Scopus конференции серии IOP ожидает выхода ее статья с руководителем А.В. Парамоновым (IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. A Paramonov, L Mostovenko. Variable boundary conditions for solving the problem of dispersed flow moving. V International Conference «Safety Problems of Civil Engineering Critical Infrastructures», May 21 – 22, 2019, Yekaterinburg, Russia). Также соискательницей получен патент РФ на полезную модель «Инерционно-вакуумный золоотделитель для очистки дымовых газов».
4. По п. 14: попыток заимствования материалов или отдельных результатов без ссылок на авторов и (или) источники в рецензируемой диссертационной работе не замечено.

Заключение по диссертации в целом

В целом с учетом приведенных выше замечаний считаю, что диссертация Мостовенко Л.В. является завершенной научно-исследовательской работой, в которой в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, а именно: результаты исследования инерционно-вакуумной модели аппарата, обеспечивающего эффективную золоочистку при углегенерации, и рекомендации для использования ИВЗ на практике, которые имеют существенное значение для развития страны по части сжигания твердого топлива на ТЭС в связи с перспективой роста доли углегенерации и проблемой распространения коронавирусных инфекций в будущем.

Диссертационная работа отвечает требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а соискательница Мостовенко Любовь Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика.

Зиганшин Малик Гарифович,
доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры «Тепловые
электрические станции»
Института теплоэнергетики
ФГБОУ ВО «Казанский государственный
энергетический университет» _____

420066, Россия, г. Казань, Красносельская улица, дом 51
+7 (843) 519-43-23
kgeu-oso@mail.ru

«02» _____ 2020?

Подпис _____ заверяю

НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

02.09.2020