

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Беляевой Гульназ Ильхамовны** «Комбинированное численное исследование усовершенствования воздухоочистительных устройств газотранспортных, энергетических, промышленных компрессорных станций», представленный на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Автореферат диссертационной работы Г.И. Беляевой посвящен актуальной и практически значимой задаче – повышению эффективности очистки воздуха и газовых потоков от мелкодисперсных частиц (классов PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub>) на компрессорных станциях и промышленных объектах. В условиях ужесточения экологических требований и необходимости повышения надежности газоперекачивающего оборудования, тема исследования, несомненно, является своевременной и востребованной.

Автором убедительно обоснована необходимость разработки рациональных методов численного моделирования для устройств с большим количеством рабочих элементов. Основное достижение работы – создание и апробация комбинированного подхода, совмещающего 2D- и 3D-моделирование в рамках вычислительной гидродинамики (CFD). Это позволяет значительно сократить вычислительные затраты (до 7,5 раз) и делает методы CFD доступными для предприятий, не обладающих мощными компьютерами. Научная новизна заключается в разработке способа создания корректной 2D-модели для трехмерного двухфазного потока, а также в получении новых данных об осаждении частиц в модулях «циклон-фильтр», что легло в основу рекомендаций по оптимизации их взаимного расположения.

Результаты работы имеют осязаемый практический выход. Предложенные конструктивные решения и алгоритмы исследования приняты к внедрению на объектах ООО «Газпром трансгаз Казань» (КС «Арская») и АО «Эссен Продакшн АГ». Разработанные и запатентованные полезные модели («Батарейный циклон» и «Циклон-фильтр») подтверждают инженерную проработку темы. Экономический эффект, оцененный в более чем 1 млн рублей на один объект, а также сокращение энергозатрат и габаритов оборудования свидетельствуют о высокой практической ценности диссертации.

Автореферат Г.И. Беляевой показывает, что работа выполнена на высоком методическом уровне. Использование современных CFD-пакетов (ANSYS Fluent) и верификация результатов численных расчетов данными натурных лабораторных испытаний (с расхождением в пределах 7 - 22%, что приемлемо для подобных задач) обеспечивают высокую степень достоверности полученных выводов. Особого внимания заслуживает использование автором безразмерного комплекса – относительного числа Рейнольдса  $Re_r$  для описания поведения частиц во вращающемся потоке, что облегчает масштабирование результатов.

Замечания и вопросы по автореферату:

1. В тексте (стр. 4) говорится о степени очистки по классу F7. Однако в выводах и расчетах фигурирует эффективность осаждения до 99,29% для инерционной части и 99% для класса PM<sub>10</sub>. Было бы полезно пояснить, как именно достигнутый

уровень очистки соотносится с требованиями класса F7 (в частности, по фракции 0,4 мкм) и какую роль в этом играет фильтрующая ткань, установленная в элементе.

2. В шестой главе представлена экономическая оценка (993 тыс. руб. экономии газа и 42,6 тыс. руб. снижения затрат на ТО). При этом не совсем ясно, входит ли в расчетный срок окупаемости (3 - 4 года) стоимость изготовления или модернизации самих ВОУ, или же оценка проводилась только по эксплуатационным затратам?

Указанные вопросы носят уточняющий характер и не снижают общего высокого положительного впечатления о работе.

Работа имеет большое практическое значение для науки и техники и полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Беляева Гульназ Ильхамовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3 Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Кандидат технических наук по специальности  
2.4.6 – «Теоретическая и прикладная теплотехника»,  
доцент кафедры инженерных систем и экологии  
ГБОУ АО ВО «АГАСУ»  
Тел.: +7 (8512) 56-17-91  
E-mail: [isp15@yandex.ru](mailto:isp15@yandex.ru)

  
(подпись)

Просвирина Ирина Сергеевна

23.06.2026 г.

Государственное бюджетное образовательное учреждение Астраханской области высшего образования «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет»

414056, Астраханская область, г. Астрахань, ул. Татищева 18

Тел.: +7 (8512) 49-42-15

E-mail: [agasu@astrobl.ru](mailto:agasu@astrobl.ru)

Даю согласие на обработку моих персональных данных и включение их в аттестационное дело соискателя, а также на размещение отзыва в информационно телекоммуникационной сети «Интернет» на сайте Казанского государственного энергетического университета.

*Подпись Просвириной И. С. заверено.*

*Начальник отдела кадров*

