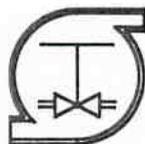


Общество с ограниченной  
ответственностью  
“Научно-техническое  
предприятие Трубопровод”



Piping Systems  
research & engineering Co  
“TRUBOPROVOD”

(ООО “НТП Трубопровод”)

<http://www.truboprovod.ru>  
E-mail: [info@truboprovod.ru](mailto:info@truboprovod.ru)

(NTP TRUBOPROVOD)

Плеханова ул., 7,  
Москва, 111141, Россия  
Тел.: (495) 225-94-35; 741-59-41  
Факс: (495) 368-50-65



Plekhanova Str., 7,  
Moscow, 111141, Russia  
Tel: (495) 225-94-35; 741-59-41  
Fax: (495) 368-50-65

---

ОКПО 16427522, ОГРН 1027700208326, ИНН 7706076702, КПП 772001001

---

10.01.2017 № А-8

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Чионова Антона Михайловича на тему  
«Инструменты компьютерного моделирования термогидродинамических режимов потока  
в многослойно изолированных подводных газопроводах высокого давления», представленной  
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 -  
Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Развитие газотранспортной отрасли России неразрывно связано со строительством и эксплуатацией морских магистральных газопроводов, таких как «Голубой поток», «Северный поток» и «Южный поток». Рабочие давление в указанных газопроводах достигает 30 МПа и выше, что обусловлено значительной протяженностью и отсутствием компрессорных станций. При этом действующие нормы технологического проектирования магистральных газопроводов (СТО Газпром 2-3.5-051-2006) допускают проведение термогидравлических расчетов газопроводов с рабочими давлениями не выше 16 МПа. В настоящее время для расчетов термогидродинамических режимов газопроводов применяют различные коммерческие программные комплексы (ПК), такие как ПК «Simone» (разработчик SIMONE Research Group, s.r.o.), ПК «OLGA» (SPT Group, Норвегия), «Гидросистема» (разработчик ООО «НТП Трубопровод») и другие. В связи с этим задача разработки термогидродинамической модели подводного газопровода высокого давления с учетом теплообмена с окружающей средой, алгоритмов расчета и программного комплекса для моделирования подводных газопроводов является весьма актуальной.

Диссертационная работа А.М. Чионова построена логично, полностью отражает современные тенденции развития газовой промышленности и содержит необходимые для практики решения. Результаты диссертации опубликованы с необходимой полнотой в различных изданиях, в том числе из перечня ВАК. Защищаемая диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным самостоятельно на высоком научном уровне. Для созданной в рамках данной работы программы для ЭВМ получено свидетельство о государственной регистрации (№2016614013 Программа моделирования теплопроводности в многослойном цилиндре в приближении аксиальной симметрии).

Наиболее интересным и значимым с точки зрения научной новизны представляется предложенная автором поправка в уравнение баланса энергии потока газа в трубопроводе, обусловленная инерционностью теплообменных процессов, учитывающая накопление тепла в материале трубопровода. На основе вычислительных экспериментов и экспериментальных данных режимов работы существующих газопроводов при высоких давлениях обоснована возможность использования общих одномерных уравнений газодинамики с указанной выше поправкой для более точных расчета параметров потока газа в случае переходных режимов работы. В некоторых условиях влияние данного эффекта может быть достаточно существенным, чтобы повлиять на возможность конденсации транспортируемого продукта или образование газовых гидратов.

По содержанию автореферата и диссертации имеются некоторые замечания.

В диссертации приведен обзор «классических» уравнений состояния для расчета теплофизических свойств природного газа, упомянуты в частности уравнения Соава-Редлиха-Квонга, Ли-Кеслера, Пенга-Робинсона и отраслевой стандарт Американской газовой ассоциации. В итоге рекомендовано использовать уравнение Ли-Кеслера. Опыт НТП Трубопровод подтверждает обоснованность такой рекомендации, однако в данной области существуют и более современные и совершенные разработки, а именно, уравнение состояния GERG 2008, о чем следовало упомянуть в диссертации.

Предложенная автором поправка в уравнение сохранения энергии, как следует из диссертации, будет оказывать влияние при нестационарных режимах работы, лежащих в промежутке между очень медленными и очень быстрыми процессами. Хотелось бы увидеть оценки характерных времен или скоростей изменения параметров потока (предпочтительно выраженные в безразмерных параметрах), при которых предложенная поправка оказывает наибольшее влияние, что помогло бы лучше понять ее физический смысл и позволило сразу определять, когда ее учет имеет практический смысл.

Указанные недостатки не снижают ценности полученных результатов.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Чионова А.М. отвечает требованиям Положения ВАК РФ «О порядке присуждения ученых степеней», а ее автор достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Кандидат физико-математических наук,

Зам. директора НТП "Трубопровод" \_\_\_\_\_ /Корельштейн Л.Б./

Подпись Корельштейна Леонида Бенционовича заверяю,

Руководитель ПДО

\_\_\_\_\_ /Цыганкова Н.А./  
 НАУЧНО-

