

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

БУСОВА Константина Анатольевича

“ДИНАМИКА ВСКИПАНИЯ В СТРУЯХ ПЕРЕГРЕТЫХ ЖИДКОСТЕЙ ПРИ ИСТЕЧЕНИИ ЧЕРЕЗ КОРОТКИЙ ЩЕЛЕВОЙ КАНАЛ”,

представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности
01.04.14-Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Диссертационная работа К.А. Бусова посвящена экспериментальному исследованию динамики вскипания, распада сильно перегретых жидкостей при истечении через щелевые каналы.

Актуальность работы.

Научная и практическая значимость проведения данных исследований обусловлена как решением целого ряда проблем безопасности энергетического оборудования при аварийной разгерметизации контура теплоносителя, так и необходимостью разработки высокоэффективных способов для мелкодисперсного распыления различных веществ и топлив, создания новой техники пожаротушения при взрывном вскипании жидкости. Данная работа практически полезна также для космических приложений, а именно сброса жидкости с космического аппарата в окружающее пространство, так как в этой ситуации жидкость становится мгновенно перегретой даже при комнатной температуре. Важной научной задачей является установление закономерностей и характеристик интенсивного вскипания перегретой жидкости при глубоких заходах в область метастабильных фазовых состояний в условиях мощного тепловыделения или резкого сброса давления, приводящего к паровому взрыву. Известно, что существенное влияние на динамические характеристики вскипающих потоков оказывают геометрические условия истечения, в частности, изменение формы выходного канала. **Поэтому актуальность проведенных в диссертационной работе К.А. Бусова исследований не вызывает сомнения.**

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы. Работа изложена на 104 страницах, содержит 33 рисунка, 2 таблицы, список литературы из 118 наименований. На основании проведенного обзора литературы диссертантом сделан обоснованный вывод о актуальности темы данной диссертационной работы, четко сформулированы ее цели и задачи исследований.

В диссертационной работе К.А. Бусова проведено комплексное экспериментальное исследование динамических характеристик струй (форма, реактивная сила,

Вх. № 05-1911-565
от 12.02.15 г.

флуктуационные процессы) перегретых воды, этанола и водных растворов этанола при истечении через короткий щелевой канал из камеры высокого давления. Диссертантом получены принципиально новые опытные данные по характерным формам и структурам вскипающей струи, соответствующим разным степеням начального перегрева жидкости (малым, умеренным, высоким и предельным) и различным механизмам парообразования (кипение на одиночных не взаимодействующих центрах, интенсивное гетерогенное парообразование, гомогенное флуктуационное вскипание) при истечении через короткий щелевой канал. Определены геометрические условия за выходом из канала, приводящие к полному раскрытию струи. Установлено, что при полном раскрытии струи наблюдается резкое уменьшение величины реактивной отдачи струи вскипающей жидкости – кризисное поведение реактивной отдачи. Найдено, что реактивная отдача струи перегретой жидкости превосходит отдачу гидравлического истечения в условиях интенсивного гетерогенного парообразования при диффузорных геометрических условиях за выходом из канала. Важным научно-практическим выводом, вытекающим из анализа результатов работы, является то, что детектирование различных переходных режимов поведения потока вскипающей жидкости возможно посредством регистрации низкочастотных пульсаций с $1/f$ – спектрами.

По содержанию работы можно сделать следующие замечания:

1. В автореферате на стр. 8 на основе анализа результатов опытов отмечено, что «расширение струи происходило значительно быстрее в направлении меньшей стороны щелевого канала, чем в направлении большей стороны. В направлении большей стороны прямоугольного сечения канала с ростом начальной температуры жидкости угол расширения практически не изменялся с увеличением температуры и был равен $\alpha \sim 20^\circ$ »... «В направлении меньшей стороны с увеличением температуры угол распыла растет. Уже при умеренных перегревах он достигает развернутого угла $\alpha \sim 180^\circ$ ». Целесообразно привести физическую трактовку интересного факта более быстрого расширения струи (по углу) с различными характерными формами струи в направлении меньшей стороны щелевого канала в сравнении с неизменным ее поведением в направлении большей стороны.

2. В тексте автореферата имеется ряд грамматических ошибок: первое слово на стр. 9 следует писать «направлениях» (во множественном числе), аналогично вместо «направлении» на стр. 12 в 11-ой строке от верха следует писать «направлениях»; на стр. 14 (1-я и 8-я строки от низа) и на стр. 15 (1-я строка от верха) отсутствуют необходимые запятые в предложениях. Предложение на стр. 11 «С дальнейшим ростом температуры капли становятся все более мелкими и, в конце концов, пропадают из виду (Рисунок 2д).» не вполне удачно и корректно при изложении приводимого научного материала.

Указанные замечания ни в коей мере не снижают научной и практической ценности работы и не влияют на её положительную оценку.

Результаты диссертации достаточно полно опубликованы в научных рецензируемых журналах, определенных ВАК (5 статей) и в других сборниках (11 публикаций),

многократно успешно апробированы на отечественных и международных конференциях (10 докладов на всероссийских и международных конференциях).

В результате проведенного диссертационного исследования, получены, **несомненно, важные с научной и практической точек зрения новые научные результаты** по закономерностям вскипания и динамическим характеристикам струй при разгерметизации сосудов высокого давления в условиях высоких и предельных перегревов жидкости. Результаты работы могут служить основой для выработки рекомендаций по оценке реактивных усилий струй двухфазных сред в энергонапряженных процессах. Результаты диссертационной работы нашли применение в модернизации пожарной техники нового поколения, использующей горячую воду в качестве противопожарного агента. Обнаруженные крупномасштабные пульсации с $1/f$ – спектром указывают на важность проведения спектральной диагностики в аппаратах с предельными и критическими тепловыми нагрузками. Результаты экспериментальных исследований динамики вскипания могут быть полезны и для других технических устройств, в частности, для распыления топлив.

Считаем, что диссертация Бусова Константина Анатольевича соответствует всем требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, а её автор, без сомнения, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14-теплофизика и теоретическая теплотехника.

Александр Николаевич Павленко

Зав. лабораторией низкотемпературной теплофизики
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Институт теплофизики
им. С. С. Кутателадзе СО РАН (ИТ СО РАН)
член-корреспондент РАН, доктор физ.-мат. наук
630090. Россия, г. Новосибирск,
просп. акад. Лаврентьева, 1,
служ. тел.: 8-383-328-4387, pavl@itp.nsc.ru

Вячеслав Николаевич Ярыгин

/ А. Н. Павленко /.

Главный научный сотрудник
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Институт теплофизики
им. С. С. Кутателадзе СО РАН (ИТ СО РАН)
доктор технических наук, профессор
630090. Россия, г. Новосибирск,
просп. акад. Лаврентьева, 1,
служ. тел.: 8-383-330-8615, yarygin@itp.nsc.ru

/ В.Н. Ярыгин/.

“19” января 2015 г.



Бусов Константин Анатольевич
Ярыгин Вячеслав Николаевич
Ведущий инженер
15.01.2015
Семенкина 39