

19 - Теплофизика и теплотехника. Процессы тепломассобмена

Деринг Екатерина Даниловна, 4 курс

Новосибирск, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, физический
Особенности исследования процесса рассеяния частиц сверхзвукового кластированного потока методом молекулярно-пучковой масс-спектрометрии

Кирилл Алексеевич Дубровин

e-mail: e.dering@g.nsu.ru

стр. 288

Ковальчук Татьяна Николаевна, аспирант 1 года обучения

Тюмень, Тюменский государственный университет, физико-технический институт

Определение основных технологических параметров при пароциклической обработке скважин

Шевелёв Александр Павлович, к.ф.-м.н.

e-mail: t.n.kovalchuk@mail.ru

стр. 289

Смовж Дмитрий Владимирович, зав. лаб.

Новосибирск, Институт теплофизики им.С.С. Кутателадзе, физический

Теплофизические применения графена, полученного методом ХОГФ

e-mail: dsmovzh@gmail.com

нет

Чуприков Александр Иванович, магистрант 1 года обучения

Томск, Томский политехнический университет, инженерная школа ядерных технологий

Определение оптимальной скорости воздушных потоков в графитовом рассеивателе нейтронного излучения реактора ИРТ-Т

Кузнецов Михаил Сергеевич, к.т.н.

e-mail: chuprikovalexandr@gmail.com

стр. 291

Особенности исследования процесса рассеяния частиц сверхзвукового кластированного потока методом молекулярно-пучковой масс-спектрометрии

Деринг Екатерина Даниловна

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет

Дубровин Кирилл Алексеевич

e.dering@g.nsu.ru

Исследование истечения газовых потоков, расширяющихся в сильно разреженное пространство или вакуум, является важной научно-технической задачей. Одним из направлений исследований в данной области является изучение потоков с развитой кластеризацией. Оно интересно как с точки зрения фундаментальных исследований Ван-дер-Ваальсовых кластеров, так и с точки зрения прикладных применений.

В работе [1] было обнаружено, что в условиях развитой конденсации помимо веретенообразной сверхзвуковой струи образуется вторичный поток («кластерный след»), предположительно состоящий из кластеров большого размера, способных преодолеть боковые скачки уплотнения струи. Объяснение обнаруженного эффекта будет возможно лишь при понимании процессов, протекающих в кластированных потоках. На одном из этапов данного исследования была инициирована серия экспериментов, направленная на изучение процесса рассеяния газовых кластеров методом молекулярно-пучковой масс-спектрометрии. Работа выполнена на вакуумном экспериментальном газодинамическом стенде «ЛЭМПУС-2» Отдела прикладной физики физического факультета НГУ [2].

При помощи квадрупольного масс-спектрометра были получены зависимости амплитуды сигнала, регистрируемого на оси молекулярного пучка, от давления рассеивающего газа для трех значений отношения m/e : 40, 80 и 120 а.е.м., соответствующих атомам аргона Ar, димерам Ar_2 и тримерам Ar_3 , – из которых, согласно [3], были рассчитаны искомые значения сечения рассеяния.

На рис. 1 показаны типичные зарегистрированные данные, полученные при относительно небольшом значении среднего размера кластеров в потоке $\langle S \rangle = 48$ ат./кл., оцененного согласно [4]. На основе полученных данных были рассчитаны значения сечений рассеяния для атомов, димеров и тримеров: $3.9 \cdot 10^{-19}$, $1.7 \cdot 10^{-19}$ и $5.7 \cdot 10^{-20}$ м², соответственно. Данные измерения показали, что атомы аргона, обладая меньшим импульсом, сталкиваясь с частицами фонового газа, в сравнении с кластерами претерпевают более активное рассеивание, в связи с чем сигнал, зарегистрированный на изначальной линии движения, оказывается менее интенсивным.

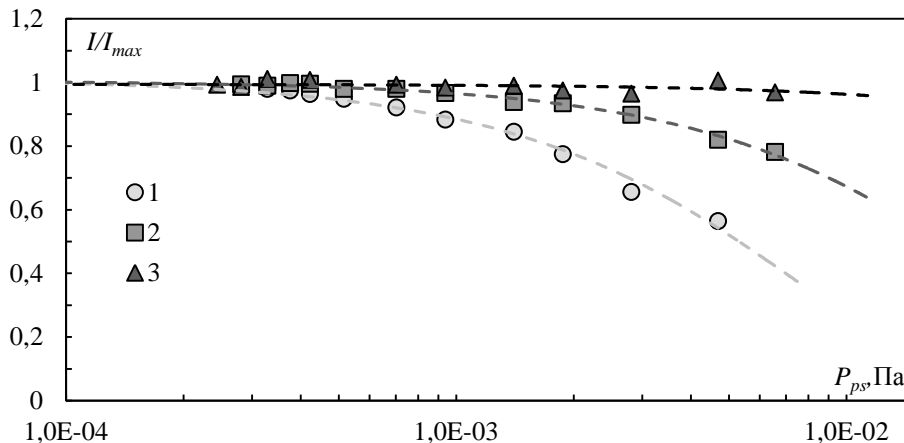


рис.1. Зависимость амплитуды сигнала, регистрируемого на оси молекулярного пучка, от давления в постлескimmerной секции P_{ps} для $m/e = 40$ (1), 80 (2) и 120 (3), $\langle S \rangle = 48$ ат./кл.

Увеличение давления в форкамере сопла приводит к росту плотности в сверхзвуковом потоке и, следовательно, к росту формируемых кластеров в размерах. Было бы логично предположить, что результаты в условиях более высокой конденсации должны были дать те же зависимости, что и ранее. Однако при увеличении среднего размера кластеров в потоке были получены данные, противоречащие изначальному результату: профиль, соответствующий атомарному аргону, описывает менее активное рассеивание, нежели профили олигомеров (рис. 2).

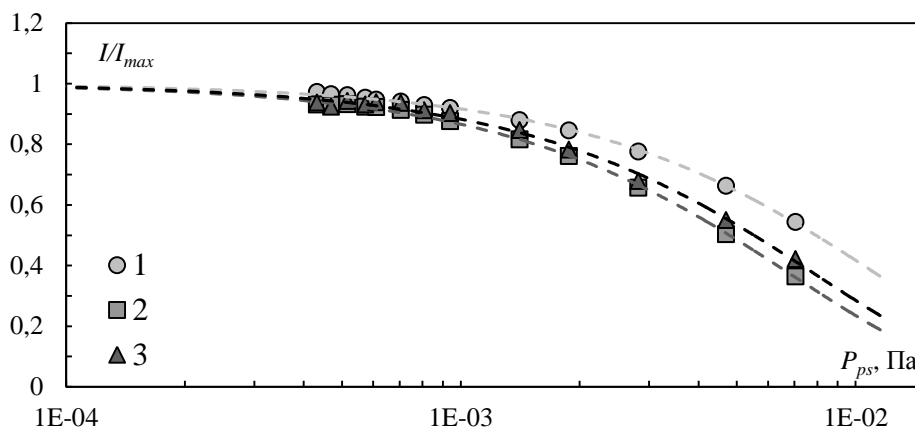


рис.2. Зависимость амплитуды сигнала регистрируемого на оси молекулярного пучка, от давления в постескиммерной секции P_{ps} для $m/e = 40(1)$, $80(2)$ и $120(3)$, $\langle S \rangle = 244$ ат./кл.

В докладе обсуждаются возможные причины возникновения данной аномалии, а также особенности использования метода молекулярно-пучковой масс-спектрометрии для исследования кластеризованных потоков и сложности интерпретации получаемых результатов.

Работа выполнена на оборудовании ЦКП «Прикладная физика» НГУ при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант №22-11-00080).

Список публикаций:

- [1] Зарвин А. Е. и др. О структуре сверхзвуковой струи в условиях развитой конденсации // Письма в Журнал технической физики. – 2015. – Т. 41. – №. 22. – С. 74-81.
 [2] Zarvin A. E. et al. Condensable supersonic jet facility for analyses of transient low-temperature gas kinetics and plasma chemistry of hydrocarbons // IEEE Transactions on Plasma Science. – 2017. – Т. 45. – №. 5. – С. 819-827.
 [3] Леонас В. Б. Современное состояние и некоторые новые результаты метода молекулярного пучка // Успехи физических наук. – 1964. – Т. 82. – №. 2. – С. 287-323.
 [4] Hagena O. F. Nucleation and growth of clusters in expanding nozzle flows // Surface Science. – 1981. – Т. 106. – №. 1-3. – С. 101-116.

Определение основных технологических параметров при пароциклической обработке скважин

Ковальчук Татьяна Николаевна

Гильманов Александр Янович

Тюменский государственный университет

Шевелёв Александр Павлович, к.ф.-м.н.

t.n.kovalchuk@mail.ru

Пароциклическая обработка пласта (ПЦО) является одним из наиболее распространенных тепловых методов увеличения нефтеотдачи (МУН) [1]. ПЦО осуществляют периодическим нагнетанием пара в нефтяной пласт через добывающую скважину, при этом с некоторой выдержкой ее в закрытом состоянии и последующей эксплуатацией той же скважины для добычи нефти с пониженной вязкостью и сконденсированного пара. Основная цель этой технологии состоит в том, чтобы снизить вязкость нефти и, следовательно, увеличить приток нефти к скважине [2]. Среди преимуществ ПЦО выделяют относительно быстрое получение нефти, простоту внедрения, необходимость наличия только одной скважины и высокую тепловую эффективность. Актуальность данной работы обусловлена тем, что в настоящее время увеличивается доля трудноизвлекаемых высоковязких запасов нефти, при этом моделирование процесса ПЦО и оптимизация технологических параметров позволяют существенно повысить эффективность воздействия [3,4].

Поэтому в данной работе была поставлена цель разработать методику для оценки основных технологических параметров ПЦО при которых достигается максимальное значение дополнительной накопленной добычи нефти с учетом распределения температуры вдоль ствола скважины, полученного по данным кратковременных динамических температурных исследований. Научная новизна работы состоит в том, что предлагается комплексный подход, связывающий задачи движения теплоносителя вдоль ствола скважины и определения оптимальных параметров ПЦО, уточняется значение коэффициента теплопередачи породы. Для

достижения поставленной цели используется описание процесса ПЦО, основанное на составлении системы из законов сохранения.

Для достижения поставленной цели были сформулированы две задачи: внутренняя и внешняя. Внутренняя задача предполагает расчёт параметров теплоносителя (давления, температуры и сухости пара) от устья до забоя вдоль ствола скважины. Решение внешней задачи позволяет определить температурное распределение в многослойной стенке скважины и породе вдоль радиальной координаты r . При определении оптимальных параметров ПЦО используется допущение о цилиндрической области прогрева пласта. Схематическое изображение такой области показано на рис.1, где r_f – максимальный радиус фронта прогрева, r^* – радиус фронта прогрева в некоторый момент времени после закрытия скважины на паротепловую пропитку, h – мощность пласта [5]. В том числе при математической постановке задачи принимаются следующие допущения: модель является односкоростной, пар не проскальзывает относительно воды; температура пароводяной смеси в сечении одинакова; система находится на линии насыщения; рассматривается двухфазное приближение; нестационарными эффектами пренебрегается; газ считается идеальным.

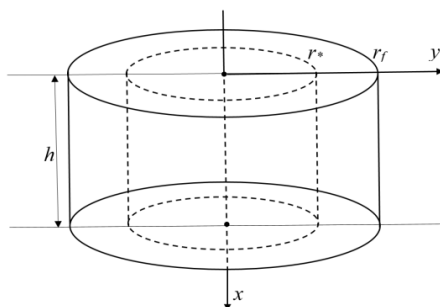


рис.1. Схематическое изображение цилиндрической области прогрева пласта

В работе были получены следующие результаты: значения скорости v , давления P и сухости пара C в зависимости от значения вертикальной координаты z (рис. 2); распределение температуры в теплоизолирующей стенке скважины и породе; уточненный коэффициент теплопередачи породы; значения времени закачки теплоносителя, выдержки скважины на конденсацию и времени добычи нефти при которых дополнительная накопленная добыча нефти максимальна; рассчитано максимальное значение дополнительной накопленной добычи нефти.

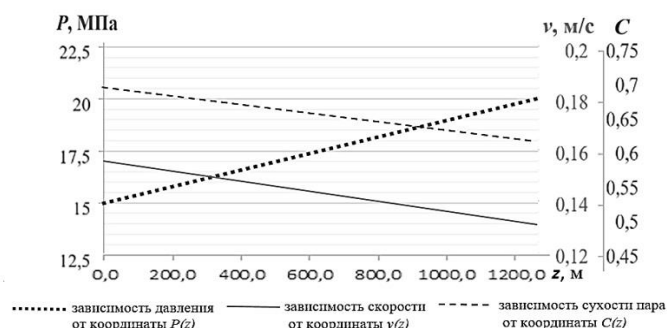


рис.2. Результаты вычислений для значений скорости, давления и сухости пара в зависимости от значения вертикальной координаты

Список публикаций:

- [1] Еремин Н.А. Цифровые технологии извлечения запасов нетрадиционной нефти. Известия ТулГУ. Науки о Земле. Вып. 2. Геотехнология. 2022. 255 с.
- [2] Shaken M. S., Zhiyengaliyev B. Y., Mardanov A. S., Dauletov A. S. Designing the Thermal Enhanced Oil Recovery as a Key Technology of High Viscosity Oil Production. Society of Petroleum Engineers. SPE-207059-MS. 2021.
- [3] Bao Yu, He L., Lv X., Shen Ya., Ya. Z. An Evaluation of Enhanced Oil Recovery Strategies for Extra Heavy Oil Reservoir after Cold Production without Sand in Orinoco, Venezuela. Society of Petroleum Engineers. SPE-191177-MS. 2018. 18 p.
- [4] Грушевенко Е. Перспективы развития третичных МУН в мире и в России. Skolkovo Moscow School of Management. 2021. 40 с.
- [5] Ковальчук Т.Н., Гильманов А. Я., Шевелёв А. П. Физико-математическое моделирование пароциклического воздействия на нефтяные пласты. Вестник Тюменского государственного университета. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. 2020. Том 6, № 1 (21). С. 176–191.

Определение оптимальной скорости воздушных потоков в графитовом рассеивателе нейтронного излучения реактора ИРТ-Т

Чуприков Александр Иванович

Долматов Олег Юрьевич, Кузнецов Михаил Сергеевич, Рудников Никита Андреевич

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Кузнецов Михаил Сергеевич

aic13@tpu.ru

Исследовательские реакторы – это ядерные реакторы, которые используются в различных сферах научных исследований, разработок и образования. Реактор типа ИРТ-Т, расположенный в городе Томск, используется для исследований в различных областях: нейтронно-трансмутационное легирование, наработка медицинских и технических изотопов и нейтрон-захватная терапия (НЗТ).

Одним из перспективных направлений исследований является НЗТ, которая является одним из способов лечения онкологических заболеваний. На базе реактора ИРТ-Т изучается возможность проведения НЗТ с применением изотопа гадолиния Gd157, более дешёвым аналогом В10.

В данной работе представлены расчётные и экспериментальные результаты моделирования в SOLIDWORKS скорости воздушных потоков, а также верификация модели графитового рассеивателя нейтронного излучения, который будет расположен в горизонтальном экспериментальном канале ГЭК-1 реактора ИРТ-Т.

Результаты моделирования скорости воздушных потоков в SOLIDWORKS представлены на рисунке 1.

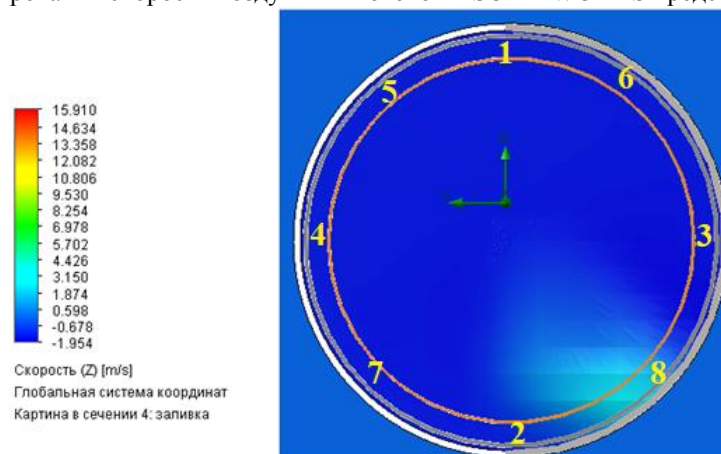


рис 1. Модель распределения скорости воздушных потоков для 1 – 8 регистрационной зоны

Сравнение результатов моделирования и эксперимента представлено на рисунке 2. Максимальное отклонение результатов моделирования от эксперимента составляет 9% для второй регистрационной зоны.

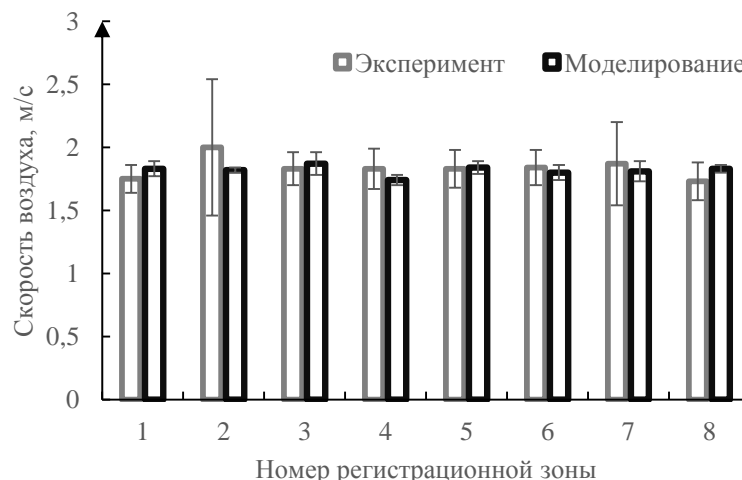


рис 2. Сравнение результатов моделирования и эксперимента

Модель графитового рассеивателя нейтронного излучения представлена на рисунке 3.

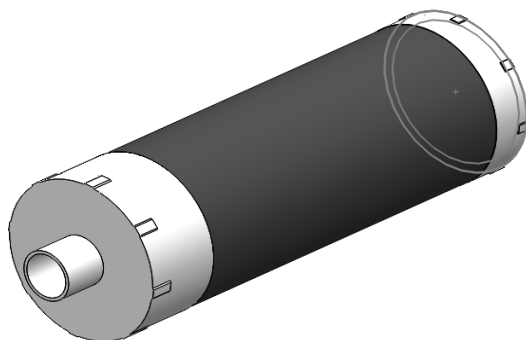


рис 3. Модель рассеивателя нейтронов

При проведении эксперимента и моделирования системы охлаждения рассеивателя нейтронного излучения были выбраны следующие расходы на выходе: 50 м³/ч, 100 м³/ч, 150 м³/ч для определения наиболее оптимального и способного обеспечить безопасную эксплуатацию исследовательского реактора ИРТ-Т

Также в данной работе определен эксплуатационный режим работы системы охлаждения и проведен анализ внештатных ситуаций при эксплуатации рассеивателя.

Список публикаций:

[1] Моделирование теплофизических процессов в реакторной установке ВВЭР-1000 с использованием программного комплекса SolidWorks = Simulation of thermal processes in a VVER-1000 reactor unit using the SolidWorks software complex / О. Ю. Долматов, Р. С. Шурыгин, М. Д. Юрченко [и др.] // Научно-технический вестник Поволжья . — 2020 . — № 9 . — [С. 44-48

[2] Чуприков, Александр Иванович. Определение теплофизических параметров графитового рассеивателя нейтронного излучения реактора ИРТ-Т / А. И. Чуприков, Н. В. Смольников // Физико-технические проблемы в науке, промышленности и медицине сборник тезисов докладов XI Международной научно-практической конференции, г. Томск, 07–09 сентября 2022 г.: / Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа ядерных технологий ; ред. кол. А. Г. Горюнов, О. Ю. Долматов, А. О. Семенов, Е. С. Сухих . — Томск : Изд-во ТПУ , 2022 . — [С. 76]