

2.4. ЛАБОРАТОРИЯ ПРОБЛЕМ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Заведующий д. т. н. М.И. Низовцев

тел. (383) 316-53-36

Основные направления деятельности

- Экспериментально-теоретические исследования и их практическая реализация в области теплообменного оборудования и строительной теплофизики
- Исследование процессов интенсификации тепло- и массообмена в пористых материалах и многофазных потоках
- Развитие научных подходов при решении инженерных задач энерго- и ресурсосбережения
- Разработка приборов и измерительных средств для теплофизических экспериментов

Результаты научно-исследовательских работ 2017 г.

Проект: Ш.18.2.4: **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛО- И МАС- СООБМЕНА С ЦЕЛЮ РАЗРАБОТКИ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ОБО- РУДОВАНИЯ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ, СТРОИТЕЛЬСТВА, ХИМИЧЕСКОЙ И НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ** (Гос. рег. АААА-А17-117022810196-0, ГЗ 0322-2016-0012)

Задание: **Выполнить экспериментальные и теоретические исследова- ния влияния расходов воздуха и солевого раствора, а также параметров на- садки на эффективность тепло- и влагообмена рекуперативного воздушного теплообменника с капельным орошением.**

С использованием ранее разработанной физико-математической модели регенеративного теплообменника с капельным орошением и промежуточным теплоносителем была определена зависимость температурной эффективности теплообменника от размеров насадки (рис 1).

При уменьшении диаметра насадки и сохранении всех остальных пара- метров происходило увеличение температурной эффективности, причем темп ее роста увеличивался с уменьшением диаметра. Такая зависимость температурной эффективности связана с увеличением удельной поверхности засыпки при уменьшении диаметра насадки, согласно:

$$\sigma = \frac{6 \cdot (1 - \varepsilon)}{\Phi \cdot d},$$

где Φ – коэффициент формы, а ε – порозность.

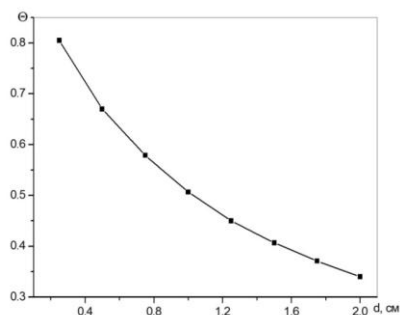


Рис. 1. Зависимость температурной эффективности от диаметра насадки.

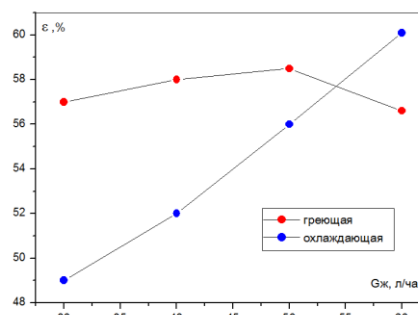


Рис. 2. Зависимость температурной эффективности греющей и охлаждающей колонок от расхода солевого раствора.

Был выполнен цикл экспериментальных исследований влияния расхода солевого раствора на температурную эффективность теплообменника. В экспериментах расход воздуха через колонки поддерживался постоянным и составлял $110 \text{ м}^3/\text{час}$, а расход раствора соли изменялся от 30 л/час до 60 л/час . В греющую колонку подавался воздух с улицы при температуре $-5^\circ\text{C} \div -10^\circ\text{C}$, а в охлаждающую колонку – из помещения при температуре около 25°C .

На рис.2 показана экспериментально полученная зависимость температурной эффективности по обеим колонкам от расхода солевого расхода. По греющей колонке температурная эффективность слабо зависела от расхода промежуточного теплоносителя и составляла $57\% - 58\%$. По охлаждающей колонке наблюдался рост эффективности с увеличением расхода солевого раствора от 49% до 60% . При этом средняя температурная эффективность теплообменника увеличивалась от 53% до 59% за счет роста эффективности охлаждающей колонки.

Задание: Выполнить экспериментальные исследования испарения капель двухкомпонентной смеси спирт-вода лежащих на поверхности

Эксперимент по исследованию испарения капель проводился следующим образом: на поверхность подложки помещалась капля, которая формировалась с помощью капельного дозатора «Thermo Scientific» с точностью $0,1 \text{ мкл}$. В течение эксперимента процесс испарения капель регистрировался цифровым микроскопом KS-is Digiscop II и тепловизионной камерой NEC TH 7102WV.

В экспериментах рассматривалось испарение капель двухкомпонентной смеси спирт-вода, лежащих на поверхности с концентрацией: 0% , 25% , 50% , 75% , 92% этилового спирта при постоянной температуре воздуха, $t = 24^\circ\text{C}$, и его относительной влажности, $\varphi = 24\%$. Все капли были одинакового объема 5 мкл .

На рис.3. приведены микрофотографии испаряющихся капель двухкомпонентной смеси спирт-вода различной концентрации. Чем больше была концентрации спирта в капле смеси, тем больше она растекалась по поверхности пластины, увеличивая площадь контакта капли с поверхностью.

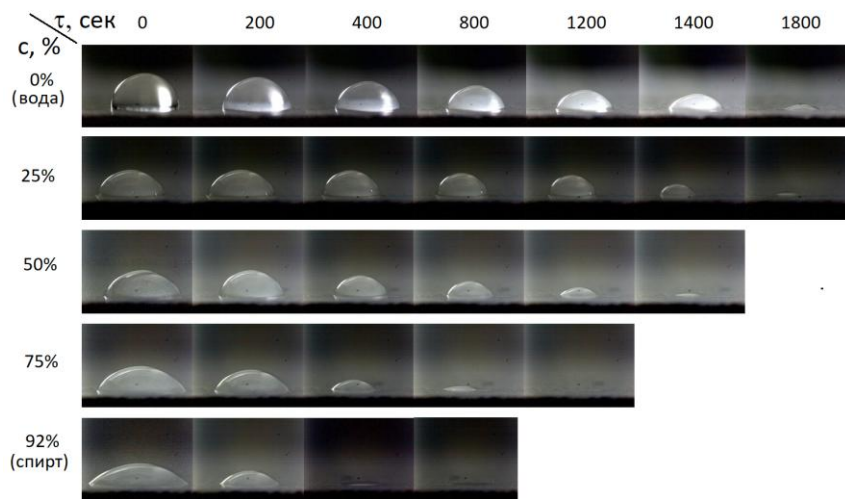


Рис. 3. Микросъемка испаряющихся капель двухкомпонентной смеси спирт-вода.

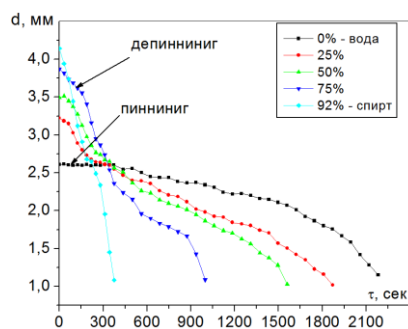


Рис. 4. Изменение диаметра пятна контакта испаряющихся капель двухкомпонентной смеси спирт-вода различной концентрации, лежащих на поверхности пластины из тефлона.

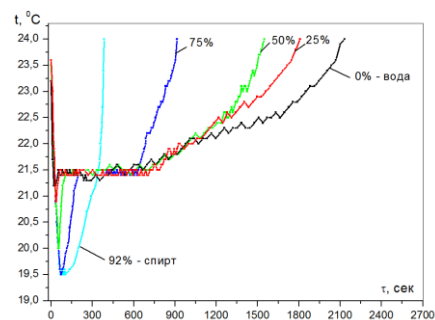


Рис. 5. Изменение температуры поверхности испаряющихся капель двухкомпонентной смеси спирт-вода различной концентрации.

Обработка результатов микросъемки показала, что для капли воды диаметр пятна контакта слабо изменялся, особенно на начальном этапе (рис.4). При испарении капли воды реализовался режим испарения капель при постоянной контактной линии – режим пиннинга. При испарении капли спирта диаметр пятна контакта существенно и непрерывно изменялся, т. есть реализовался режим депиннинга. Для капель с различной концентрацией спирта наблюдалась промежуточная ситуация между характером изменения диаметра пятна контакта капель воды и спирта. Чем больше была концентрация спирта в капле, тем меньше было время испарения, и тем больше характер изменения диаметра пятна контакта был подобен изменению диаметра капли спирта, особенно на начальном этапе испарения.

На основании обработки полученных в экспериментах термограмм были определены временные зависимости средних температур испаряющихся капель с различной концентрацией спирта, лежащих на поверхности тефлона (рис.5). В характере изменения температуры поверхности для всех испаряющихся капель можно условно выделить три стадии: начальный участок резкого падения тем-

пературы; стадия постоянной температуры, и стадия плавного повышения до температуры окружающего воздуха. Для капель с различной концентрацией спирта наблюдалась следующая закономерность: на начальном этапе испарения температуры капли изменялась аналогично изменению температуры капли спирта, а затем характер изменения температуры капли был подобен изменению температуры капли воды.

Задание: Теоретически и экспериментально обосновать комплексный физико-химический и электрометрический метод определения влияния концентрации техногенной, пластовой и конденсированной влаги на действующую вязкость нефтяной эмульсии для управления эффективным режимом добычи и транспортировки нефти

Для разработки методики измерения действующего значения вязкости сложных многофазных суспензий был создан гидродинамический стенд, который позволяет измерять действующее значение вязкости потока смеси вода-глицерин, вода – моторное масло, вода-воздух - моторное масло. На рис.6. приведена схема стенда.

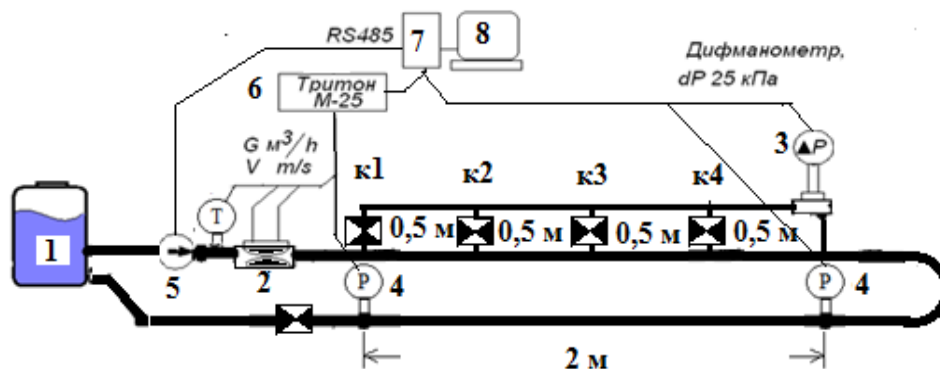


Рис.6. Стенд для определения эффективного значения вязкости суспензии.

Стенд представляет собой замкнутый гидродинамический контур, включающий в себя: накопительную ёмкость 1, циркуляционный насос 5, позволяющий плавно регулировать и поддерживать заданное значение расхода рабочей жидкости в контуре в диапазоне от нуля до $7 \text{ м}^3/\text{ч}$, образцовый расходомер и измеритель скорости потока 2, два последовательно расположенных измерительных участка длиной, первый - $4 \times 0,5 \text{ м}$ и второй измерительный участок длиной 2 м .

Измерительные участки выполнены из гидравлически гладких медных труб с внутренним диаметром $D=25 \text{ мм}$. Действующее значение вязкости рабочей жидкости, протекающей по гидравлическому контуру стенда, определяется на основании измерения перепада давления на выбранном измерительном участке.

При проведении эксперимента, вся информация, поступающая от измерительных приборов (расход, температура, перепад давления, избыточное давление) через систему сбора и предварительной обработки данных, регистрируется и обрабатывается в ПЭВМ по специально разработанной программе.

На основании большого опыта работы с ультразвуковыми измерителями

скорости (УЗИС) сформулирован подход к разработке метода измерения массового или объемного содержания газовой компоненты в двухфазном газо-жидкостном потоке. В УЗИС, разработанном в ИТ СО РАН, зондирование потока ультразвуковым импульсом выполняется с частотой измерений 200 Гц, при каждом зондировании определяется задержка и уровень принятого сигнала, при этом достоверным принимается сигнал некоторого заданного уровня. Введено понятие коэффициента «прозрачности» зондируемого потока для ультразвукового импульса, как отношение количества достоверных принятых импульсов к количеству излученных импульсов, выраженное в процентах. Если в потоке жидкости присутствуют включения газа или твердой фазы, то этот коэффициент уменьшается, так как происходит рассеивание ультразвуковых импульсов на газовых или твердых неоднородностях потока. Специально проведенные эксперименты показали, что при увеличении объемного содержания газа в потоке жидкости от нуля примерно до 10% коэффициент прозрачности уменьшается от 100% до нуля (рис.7).

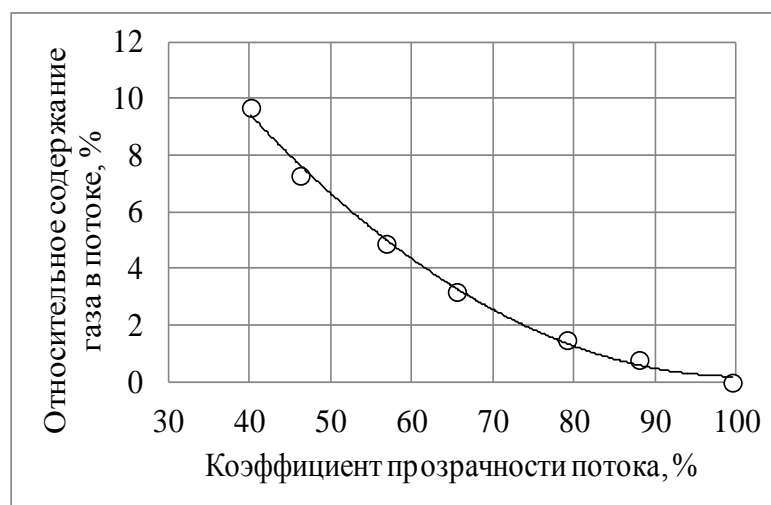


Рис.7. Коэффициент прозрачности газо-жидкостного потока.

Представленные результаты позволяют сделать вывод, что, используя эффект изменения прозрачности потока для ультразвуковых импульсов от объемного содержания газа в зондируемом потоке, можно разработать простой и удобный метод измерения содержания газовой компоненты в газо-жидкостном потоке при её объемном содержании до 10%.

Перечень проектов, выполняемых сотрудниками лаборатории

Проект РФФИ: **Тепломассообмен с фазовыми превращениями на поверхностях пористых сред и перфорированных материалов** (15-08-0068_a, рук. Низовцев М.И.)

Проект РФФИ: **Теоретико-экспериментальные исследования тепло- и влагопереноса в новых конструкциях наружных стен из древесины и монолитного полистиролбетона и системах фасадного утепления зданий** (16-48-700367, рук. Цветков Н. А)

Проект РФФИ: **Испарение капель жидкостей на гидрофобных и структурированных поверхностях** (17-58-53168 ГФЕН_а, рук. Терехов В.В.)

Международные связи

Выполняются работы по международному контракту с фирмами «Air Products» (США) и «БАСФ» (Германия).

Связи с вузовской наукой

С Алтайским государственным техническим университетом совместная кафедра в ИТ СО РАН и проблемная лаборатория в АлтГТУ. Низовцев М.И. – заведующий совместной кафедрой теплофизических, химических и экологических проблем в энергетике, технологии и тепловых двигателях.

Назаров А.Д. – заведующий кафедрой естественно-научных дисциплин Высшего колледжа информатики Новосибирского государственного университета.

Серов А.Ф. – профессор кафедры технической теплофизика Новосибирского государственного технического университета.

Публикации

Монографии – 1

Центральные журналы – 1

Международные журналы – 12

Труды международных конференций – 5

Доклады на конференциях и совещаниях

Международных – 17

в т.ч. секц. – 17

Всероссийских – 23

в т.ч. приг. – 2

секц. – 21

Подготовка научных кадров высшей квалификации

Работа в научных и диссертационных советах

Низовцев М.И. – член специализированного совета по защите кандидатских и докторских диссертаций Д 003.053.01 в ИТ СО РАН; член специализированного совета по защите кандидатских и докторских диссертаций Д.212.173.02 в НГТУ

Серов А.Ф. – член межведомственного диссертационного совета Д.01.05.306 при Государственном университете им. К. Тынытстанова Республики Казахстан.

Подготовка отзывов официальных оппонентов на диссертационные работы

Серов А.Ф. – официальный оппонент Карнаева С. Е. «Системы управления ускорительным комплексом ВЭПП-4 и бустерным синхротроном источника СИ NSLS-II», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 01.04.20 - физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника.

Подготовка отзывов на авторефераты диссертационных работ

Низовцев М.И. – отзыв на автореферат Петровой Надежды Игоревны «Автоматизация контроля теплового режима в производственных помещениях», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)»

Назаров А. Д. – отзыв на автореферат диссертации Карнаева С. Е. «Системы управления ускорительным комплексом ВЭПП-4 и бустерным синхротроном источника СИ NSLS-II», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 01.04.20 - физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника.

Участие в совместных с вузами научно-образовательных проектах, научных исследованиях и экспериментальных разработках, а также иных совместных мероприятиях

Организация и проведение совместно с НГТУ (Новосибирск), НГАСУ (Новосибирск), ТГАСУ (Томск), ТПУ (Томск), АлГТУ (Барнаул), ИГСА (Иркутск) III Всероссийской научной конференции с международным участием «Энерго- и ресурсоэффективность малоэтажных жилых зданий»

Участие в работе Международной научной студенческой конференции МНСК-2017, Новосибирск, НГУ.

Научно-педагогическая деятельность

Проф. Серов А.Ф, НГТУ, лекции и семинары, «Разработка, планирование и обработка результатов эксперимента», «Компьютерные технологии в науке и образовании».

Проф. Сеначин П.К., АлГТУ им. И.И. Ползунова, кафедра двигателей внутреннего сгорания, «Двигатели внутреннего сгорания», лекции.

Научно-исследовательская работа со студентами и аспирантами

Студентов НГУ – 1
Студентов НГТУ – 2
Аспирант ИТ – 2

Кадровый состав

Всего сотрудников	– 20
из них научных сотрудников	– 8
в т. ч. докторов наук	– 4
кандидатов наук	– 3

Информационно-вычислительные ресурсы

Персональные ЭВМ:

Pentium – 14

Компьютеры подключены к локальной сети Института