

483

Российская Академия Наук
Сибирское отделение
Институт механики многофазных систем

ОТЧЕТ

О НАУЧНОЙ И НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В 1994 г.

Утвержден на заседании
ученого совета.

Протокол № 47 от 29.II.94

Тюмень-1994

Главному ученому
секретарю СО РАН
чл-корр. РАН
ШОКИНУ Ю.И.

ОТЧЕТ

о научной и научно-организационной деятельности Института
механики многофазных систем СО РАН за 1994 год.

Институт механики многофазных систем СО РАН в 1994 году проводил исследования в соответствии с "Основными заданиями к плану научно-исследовательских работ на 1994 г."

I. Важнейшие результаты завершенных фундаментальных исследований.

1. Разработана теория неустановившихся движений смачивающих пленок вязкой жидкости по твердой поверхности, описывающая нестационарные движения линии контакта трех фаз под действием сил Ван-дер-Ваальса. Найдены две общих краевых условия, обеспечивающие постановку краевых задач для нелинейного эволюционного уравнения динамики смачивающих пленок. Построен пограничный слой на линии смачивания с учетом капиллярных сил. Теория асимптотически согласована с теорией динамического краевого угла.

Исследованы принципиальные особенности существенно нестационарной динамики линии контакта трех фаз под действием сил Ван-дер-Ваальса. Качественно новым для исследований, проводящихся во всем мире, является отсутствие связи между скоростью линии контакта и динамическим краевым углом.

Получены точные аналитические решения нелинейных краевых задач динамики смачивания в автомоделных случаях.

Найдены асимптотические решения неавтомоделных задач динамики линии контакта при растекании капель.

Методом асимптотического сращения найдено составное решение нелинейной и нестационарной задачи растекания капли, обеспечивающее повышенную точность описания течения, что существенно, в частности, для интерпретации экспериментов.

Полученные результаты имеют важное значение для гидромеханики и физики жидкостей.

2. В результате экспериментальных исследований зависимости вязкости водных растворов полиакриламида от их концентрации с целью получения неньютоновской жидкости с заданными реологическими параметрами предложена методика определения начальной вязкости полимерной жидкости с помощью нелинейной регрессии экспериментальных данных по эмпирическим степенным моделям для зависимости вязкости от напряжения и скорости сдвига. Показано, что приведение результатов экстраполяции к универсальной скейлинговой зависимости позволяет определять концентрацию полимерного раствора, необходимую для получения жидкости с заданной начальной вязкостью. Предложены новые эмпирические модели для зависимости вязкости от напряжения и скорости сдвига. Предварительная проверка качества предложенных моделей по экспериментальным данным из литературы показала более точное, по сравнению с известными моделями, описание зависимостей вязкости растворов полимеров от скорости сдвига в растворе, а также более правильную оценку начальной вязкости при экстраполяции.

Необходимость указанных исследований была вызвана в первую очередь отсутствием приборов, позволяющих с достаточной точностью измерить вязкость неньютоновской жидкости при малых скоростях сдвига (начальной вязкости).

На основе численного моделирования нестационарных ударных волн в ньютоновской и неньютоновской жидкости с пузырьками газа установлено, что поведение волны в этих смесях может принципиально отличаться, а именно, в то время, как в ньютоновской жидкости волна имеет монотонную структуру, в неньютоновской жидкости с той же начальной вязкостью структура волны остается осцилляционной.

Подобные расчеты выполнены впервые. Публикации результатов аналогичных исследований в мировой научной печати отсутствуют. Такие экспериментальные и теоретические исследования представляют интерес как с точки зрения дальнейшего развития теории волновых движений пузырьковых жидкостей, так и для приложений, таких, как добыча, транспорт и переработка нефти, процессы химической технологии и т.п.

3. Одной из важнейших задач технологии ограничения водопритока из неоднородных нефтяных пластов является выбор скважин под обработку. Имеется ряд методов и реагентов, основной целью которых является блокирование высокопроницаемых зон и каналов в пласте. Реагенты по механизму формирования водоотклоняющего барьера можно разбить на два типа: 1) реагенты, реакция гелеобразования которых происходит в результате их смешения в пласте: 2) реагенты, затвердевающие в пласте в течение длительного периода (около суток). Теоретические исследования механизма образования барьеров этими реагентами позволили впервые сформулировать следующие требования к технологии.

Обработка нагнетательных скважин эффективна в пластах со слабой вертикальной сообщаемостью пропластков. В пластах с гидродинамической связью пропластков обработки не эффективны ни одним типом реагентов.

Обработка добывающих скважин также приносит значительный результат (снижение водонефтяного соотношения в добываемой продукции) в пластах со слабой гидродинамической сообщаемостью пропластков. В пластах с сильной связью эффективны обработки только гелеобразующими реагентами.

Кроме того, был получен еще ряд результатов.

II. Краткие аннотации работ, выполненных в соответствии с "Основными заданиями ... на 1994 г."

1. Изучалось движение многих пузырьков в жидкости в рамках модели потенциального обтекания.

Развит метод описания движения каждого пузыря как малого тела в неоднородном потоке. Получена уточненная формула для силы,

действующей на сферу в произвольном потенциальном потоке. Формула значительно превосходит ранее известные в мировой практике по точности описания гидродинамического воздействия.

Получена система дифференциальных уравнений, описывающая динамику многих пузырей. Метод вывода уравнений основан на определении поля скоростей методом возмущений с использованием альтернирования по Шварцу. Установлена связь предложенного метода с точным методом уравнений Лагранжа для системы пузырей в жидкости.

2. Численно и аналитически изучен процесс импульсного выброса из круглой трубы в атмосферу облака инертных дисперсных частиц. Исследовано влияние определяющих параметров толкающего газа и метаемых частиц на дальность и протяженность разлета газовзвеси. Проанализирован эффект образования вихревого дисперсного кольца. Показано, что при фиксированном массовом содержании взвеси и при заданном перепаде давлений в толкающем газе и в газовзвеси расстояние, на котором формируется вихревое дисперсное кольцо, увеличивается с ростом размера частиц.

Работа выполнена на современном мировом уровне. К настоящему времени данная проблема была изучена не достаточно детально. Имелись численные решения несколько упрощенных задач: о взаимодействии ударной волны ступенчатого вида с облаком газовзвеси. Решение же задачи о взрывном метании облака газовзвеси в двумерной нестационарной постановке получено впервые.

3. На установке с разделяющимися поверхностями проведено экспериментальное исследование различных режимов, имитирующих гидроразрыв. Установлено существование критических радиусов, при превышении которых нарушается цилиндрическая симметрия развивающейся щели.

Разработана новая полужналитическая модель гидроразрыва.

Экспериментальные работы на лабораторных установках подобного типа проводятся в лабораториях массачусетского технологического института (США). При сравнительной простоте и наглядности эксперимента эти работы позволяют отследить характерные

особенности развития гидроразрыва. Разработанная теория по сравнению с известными (Христиановича-Желтова-Гиртсма-де-Клерка, Перкинса-Карна-Нордгрена) отличается фундаментальной постановкой и меньшим количеством используемых параметров.

4. На экспериментальной модели скважины изучен процесс теплового воздействия высокочастотных (ВЧ) электромагнитных волн на парафиновую пробку. Для уточнения доли поглощения энергии на стенках реальных скважин создана установка на базе измерительной линии.

Установлено, что в зависимости от состояния стенок, энергия, выделяемая на них, может предвсказать объемное поглощение в парафине.

Проводимые работы носят основополагающий характер для новых технологий с использованием ВЧ электромагнитного излучения.

Полученный результат важен для уточнения математической модели, разработанной ранее.

В рамках программы "Сибирь" (1992г., без финансирования) выполнены следующие исследования.

1. Построена математическая модель работы газонефтяной скважины в осложненных условиях с учетом парафиноотложений на внутренних стенках насосно-компрессорных труб. Показано, что уменьшение теплопроводности вещества и подавление термогравитационной конвекции улучшают температурную обстановку в скважине.

Результаты работы представляют интерес при разработке теоретических основ эксплуатации скважин.

2. Численно исследовано разложение гидратов без подвода тепла и при воздействии высокочастотного электромагнитного излучения (ВЧ ЭМИ).

Показано, что при воздействии ВЧ ЭМИ для малых проницаемостей температура убывает от источника излучения вглубь пористой среды, для больших проницаемостей имеет место перегрев гидрата перед фронтом разложения.

Установлено, что давление (и температура) на фронте разложения возрастает на начальном этапе разогрева и затем

убывает.

Приведенные результаты могут быть использованы при разработке теоретических основ эксплуатации газогидратных месторождений.

3. Экспериментально изучен процесс формирования фронтов вытеснения одних флюидов другими при устойчивом и неустойчивом вытеснении на лабиринтной микромоделли. Сопоставление наблюдаемых неоднородностей с масштабным фактором позволяет объяснить тенденцию изменения "ширины" фронта с увеличением градиента давления и параметров остаточных зон.

По сравнению с проводимыми экспериментами на ячейках Хим-Шоу (Массачусетский технологический институт, институт нефти Французской Академии наук) и на модернизированной ячейке с шероховатыми поверхностями (институт теплофизики СО РАН) эксперименты на разработанной лабиринтной модели позволяют более полно учесть влияние капиллярных сил при многофазных течениях.

Полученные результаты наглядно демонстрируют влияние различных параметров на фронты вытеснения в капиллярных структурах и являются основополагающими для теории неравновесной фильтрации многофазных систем.

III. Научно-организационная работа.

В 1994 г. сотрудниками института защищена 1 кандидатская диссертация, опубликовано 63 работы (Приложение I), сделано 8 докладов на международных и межреспубликанских конференциях, осуществлены 4 зарубежные командировки в Германию, Грецию, США, Польшу.

Состоялось 5 заседания спецсовета ВАК в Тюменском государственном университете, членами которого являются 6 сотрудников института, защищены 1 докторская и 4 кандидатских диссертации.

Проведено 16 заседаний Ученого совета института, в повестку которых были включены следующие вопросы: рассмотрение выполнения плана НИР, утверждение планов и отчетов лабораторий и института, частичное изменение в составе Ученого совета, рассмотрение дел о

присвоении ученого звания старший научный сотрудник, отчеты о зарубежных командировках и другие вопросы.

В очную аспирантуру принято 3 аспиранта.

Iv. Другие сведения.

-общее количество штатных работников.....	45
-общее количество штатных научных сотрудников.....	22
-общее количество штатных молодых научных сотрудников....	11
-общий объем финансирования.....	137900 т.р.
-общий объем финансирования по конкурсным проектам и грантам.....	820 т.р.
-общий объем финансирования по хозяйственным.....	4750 т.р.
-общее число вышедших за 1994 год публикаций.....	63
-общее число рукописей, отправленных на публикацию за прошедший год.....	11

Гранты.
57 т.р.

И.о. директора
д.ф.-м.н., профессор



А.А.Губайдуллин

Работы сотрудников ИММС СО РАН, опубликованные в 1994 г.

а) Работы, опубликованные в центральной печати.

1. Воинов О.В. О замыкании гидродинамической теории смачивания в области малого масштаба//ПМТФ.-1994.-№ 1. +
2. Воинов О.В. Динамика капиллярных волн на пузыре при нелинейных пульсациях в жидкости малой вязкости//ПМТФ.-1994.-№ 4. +
3. Воинов О.В. О времени жизни симметрично пульсирующего пузыря//ПМТФ.-1994.-№ 4. +
4. Воинов О.В. Динамическая теория смачивания твердого тела вязкой жидкостью под действием сил Ван-дер-Ваальса//ПМТФ.-1994.-№ 6. +
5. Воинов О.В. Неустановившиеся течения смачивающих пленок по твердой поверхности//ДАН, т. 338.-1994. +
6. Воинов О.В. Термодинамика и асимптотическая теория движений линии контакта трех фаз при смачивании твердых тел. -Тюмень, 1994. -Деп. в ИММС СО РАН 21.08.94, № 2101-B94. -
7. Воинов О.В. О растекании капли вязкой жидкости по твердой поверхности под действием капиллярных сил. -Тюмень, 1994. -Деп. в ИММС СО РАН 25.08.94, № 2114-B94. -
8. Губайдуллин А.А., Урманчиев С.Ф. Волны сжатия в насыщенных газом пористых средах//Труды Первой рос.национ.конф. по теплообмену, М.-1994. -
9. Губайдуллин А.А., Кучугурина О.Ю. Линейные волны с цилиндрической и сферической симметрией в насыщенных пористых средах //Акустика неоднородных сред. Вып. 109. Новосибирск: ИГиЛ СО РАН, -1994. -
10. Зубков П.Т., Нигай Ю.В., Федоров К.М. Задача о плавлении парафиновой пробки в скважине //Изв. РАН, сер. Энергетика. -1994. -№ 3.-с. 123-128. +
11. Кислицын А.А., Федеев А.М. Диэлектрическая релаксация в высоковязких нефтях//ЖФХ. -1994.-т. 68.-№ 2. -с. 340-343. +

12. Кутушев А.Г., Татосов А.В. Численное исследование нестационарного истечения газовзвеси из канала ударной трубы в затопленное пространство//Акустика неоднородных сред. Вып. 109. Новосибирск: ИГиЛ СО РАН, -1994.

13. Нигматулин Р.И., Губайдуллин А.А. Исследования по механике многофазных систем//Реферат.сб.избр. работ по грантам в области Фунд. естествознания. ГКВШ РФ. КЦФЕ, Санкт-Петербург. -1994. -с.48-50.

14. Федоров К.М.,Зубков П.Т. Механизм формирования высоковязких барьеров в неоднородных нефтяных пластах//Изв. РАН, сер. МЖГ. -1994. -№ 2. -с. 98-103.

15. Федоров К.М., Зубков П.Т. Термогравитационная конвекция при наличии фазового перехода в квадратной ячейке//МЖГ, т. 67. -1994. -№ 2. -с. 10-13.

16. Шагалов В.Ш., Сыртланов В.Р. Фильтрация кипящей жидкости в пористой среде//Теплофизика высоких температур, т. 32.-1994.-№ 1. -с. 87-93.

б) Работы, опубликованные в местной печати.

1.Ахметов А.Т., Михайлов Е.Н. Экспериментальное исследование волн давления в неньютоновских системах//Сб.науч.тр. ВНИИСПГНефти. -1991. -с.142-151.

2. Ахметов А.Т., Кислицын А.А., Фадеев А.М., Бакуменко А.П. Исследование процессов теплообмена в многофазных системах при воздействии высокочастотного электромагнитного излучения: Отчет о НИР/Тименский гос.ун-т: Инв. № 1920007658. -Тюмень,1993. -56 с.

3. Ахметов А.Т., Баршап Б.А., Поздняков А.А. Моделирование гидроразрыва на установке с разделяющимися поверхностями//Итоги исследований ИММС СО РАН, № 5. -Тюмень.-1994. -с. 71-76.

4. Ахметов А.Т., Кислицын А.А., Фадеев А.М., Чебаков А.А. Исследование диэлектрических свойств гетерогенных сред (водонефтьпесчаные системы) //Итоги исследований ИММС СО РАН, № 5. -Тюмень.-1994. -с. 77-81.

5. Бекишев С.А.,Губайдуллин А.А. Эмпирические степенные

зависимости сдвиговой вязкости растворов полимеров и их использование для определения реологических параметров // Итоги исследований ИММС СО РАН, № 5.-Тюмень. -1994. -с. 9-20.

6 Губайдуллин А.А., Бекишев С.А. Экспериментальное определение реологических параметров полимерной жидкости с целью исследования волновых течений пузырьковых систем с неньютоновской несущей фазой: Отчет о НИР /ИММС СО РАН: № г.р. 01.90.0055072; Инв. № 029.40004237. -Тюмень, 1994. -III с.

7. Губайдуллин А.А., Рустимова О.Ш., Яковлева Т.Н., Кутрунов А.В. Некоторые вопросы волновой динамики пузырьковой жидкости: Отчет о НИР/ИММС СО РАН: № г.р. 01.90.0055072; Инв. № 029.40003352. -Тюмень, 1994. -90 с.

8. Губайдуллин А.А., Кутрунов А.В., Рустимова О.Ш., Яковлева Т.Н. Некоторые вопросы волновой динамики жидкости с пузырьками газа// Итоги исследований ИММС СО РАН, № 5. -Тюмень. -1994. -с.21-29.

9. Губайдуллин А.А., Кучугурина О.Ш. Исследование распространения линейных волн и слабых импульсных возмущений с осевой и центральной симметрией в насыщенных пористых средах: Отчет о НИР/ИММС СО РАН: № г.р.01.90.0055072; Инв. № 029.40003982. -Тюмень, 1994. -54 с.

10. Губайдуллин А.А., Кучугурина О.Ю. Одномерные линейные волны с осевой и центральной симметрией в насыщенных пористых средах// Итоги исследований ИММС СО РАН, №5.-Тюмень. -1994.-с.39-46.

11. Губайдуллин А.А., Рустимова О.Ш. Особенности распространения линейных волн в пузырьковых смесях с вязкой несущей фазой // Итоги исследований ИММС СО РАН, №5.-Тюмень.-1994.-с.30-38.

12. Зубков П.Т., Федоров К.М. Эффективность процесса формирования гелевых барьеров в неоднородных нефтяных пластах//Итоги исследований ИММС СО РАН, №5.-Тюмень.-1994. -с.82-90.

13. Кутушев А.Г., Пичугин О.Н., Родионов С.П. Математическое моделирование процессов взрывного инициирования и подавления волн гетерогенной детонации в газовзвесах унитарного топлива//Итоги исследований ИММС СО РАН, №5. -Тюмень.-1994.-с.46-55.

14. Кутушев А.Г., Пичугин О.Н., Родионов С.П. Численное

исследование процессов ударного инициирования и прерывания детонационных волн в газовзвесах унитарного топлива: Отчет о НИР/ИММС СО РАН: № г.р.01.90.0055072; Инв. № 029.40003785. -Тюмень, 1994. -32 с.

15. Кутушев А.Г., Татосов А.В. Численное исследование процессов нестационарного истечения газовзвеси из канала ударной трубы в затопленное пространство//Итоги исследований ИММС СО РАН, №. -Тюмень. -1994. -с.56-59.

16. Кутушев А.Г., Татосов А.В. Нестационарное истечение газовзвеси в затопленное пространство: Отчет о НИР/ИММС СО РАН: № г.р.01.90.0055072; Инв. № 029.40003198. -Тюмень, 1994. -54с.

17. Кислицын А.А., Федеев А.М. Высокочастотный электромагнитный прогрев нефтяных, парафиновых и газогидратных пробок в скважинах и трубопроводах//Проблемы комплексного освоения трудноизвлекаемых запасов нефти и природных битумов: Тез. докл. Междуна. конф. 4-8 октября 1994 г. -Казань, Татарстан, Россия, 1994.

18. Кислицын А.А., Федеев А.М. Диэлектрические свойства насыщенного песка и водонефтяных эмульсий высоковязких и парафинистых нефтей//Проблемы комплексного освоения трудноизвлекаемых запасов нефти и природных битумов: Тез. докл. Междуна. конф. 4-8 октября 1994 г. -Казань, Татарстан, Россия, 1994.

19. Мальцев Л.Е., Степанова Т.В. Кинематическая модель механики грунтов//Сб. "Фундаментостроение в условиях тюменского региона". ТИИСи. -Тюмень. -1993. -с. 34-40.

20. Мальцев Л.Е., Степанова Т.В., Трефилина Е.Р. Модель механики грунтов с кинематическим описанием взаимодействия фаз: Отчет о НИР/ИММС СО РАН: № г.р.01.90.0034448; Инв. № 029.40002926. -Тюмень, 1994. -58 с.

21. Мальцев Л.Е., Степанова Т.В., Трефилина Е.Р. Модель механики грунтов с кинематическим описанием взаимодействия фаз// Итоги исследований ИММС СО РАН, №. -Тюмень. -1994. -с.91-99.

22. Поздняков А.А., Ахметов А.Т., Бершан Б.А. и др. Математическое и лабораторное моделирование гидроразрыва: Отчет о НИР/ ИММС СО РАН: № г.р. 01.90.0055072; Инв. № 029.40003983. -Тюмень, 1994. -76 с.

23. Фадеев А.М., Ахметов А.Т., Бакуменко А.П. Лабораторное моделирование процесса прогрева парафиновой пробки в скважине СВЧ излучением//Итоги исследований ИММС СО РАН, № 5.-Тюмень.-1994. с. 100-108.
24. Шагалов В.Ш., Мусакаев Н.Г. Математическое моделирование работы газонефтяной скважины в условиях мерзлых пород//Итоги исследований ИММС СО РАН, №5.-Тюмень.-1994. -с.109-120.
25. Шагалов В.Ш., Мусакаев Н.Г. Математическое моделирование работы газонефтяной скважины в условиях мерзлых пород:Отчет о НИР/ИММС СО РАН: № г.р.01.90.0055072: Инв. №029.40002357. -Тюмень, 1994. -70 с.
26. Шагалов В.Ш., Сыртланов В.Р. Особенности разложения газогидратов в пористой среде при депрессионном и тепловом воздействии //Итоги исследований ИММС СО РАН, №5. -Тюмень. -1994. -с.121-131.
27. Шагалов В.Ш., Хлесткина Н.М. Линейные волны в заполненных жидкостью или газом каналах с пористыми и проницаемыми стенками// Итоги исследований ИММС СО РАН, № 5.-Тюмень.-1994.-с.132-146.
28. Шагалов В.Ш., Хлесткина Н.М. Исследование линейных волн в заполненных жидкостью или газом каналах с пористыми и проницаемыми стенками:Отчет о НИР/ИММС СО РАН: № г.р.01.90.0055072: Инв. № 029.40002971. -Тюмень, 1994. -176 с.
29. A.T.Akhmetov, B.A.Barshap, A.A.Pozdniakov. Hydraulic fracturing simulation with interface separation apparatus // Transactions of TIMMS №5. - Tyumen. - 1994. - p.68-73.
30. A.T.Akhmetov, A.A.Kislitsin, A.M.Fadeev, A.A.Chebakov. Research of dielectric properties of heterogeneous media (water-oil-sand systems) // Transactions of TIMMS №5. - Tyumen. - 1994. - p.74-82.
31. S.A.Bekishev, A.A.Gubaidullin. Determination of rheological parameters of polymer liquid with generalized power-law formulae for the shear viscosity dependences // Transactions of TIMMS №5. - Tyumen. - 1994. - p.10-21.
32. K.M.Fedorov, P.T.Zubkov. Mechanism of gel plugging emplacement

- in stratified reservoir system // Transactions of TIMMS №5. - Tyumen.- 1994. - p.83-88.
33. A.M.Fadeev, A.T.Akhmetov, A.P.Bakumenko. Laboratory simulation of heating of a paraffinium plug in the oil wells by high-frequency electromagnetic radiation // Transactions of TIMMS №5. - Tyumen.- 1994. - p.95-102.
34. A.A.Gubaidullin, A.V.Kutrunov, O.Sh.Rustumova, T.N.Yakovleva. Some problems of wave dynamics of bubbly liquid // Transactions of TIMMS №5. - Tyumen.- 1994. - p.22-30.
35. A.A.Gubaidullin, O.Sh.Rustumova. Features of propagation of linear waves in bubbly mixtures with viscous carrier phase // Transactions of TIMMS №5. - Tyumen.- 1994. - p.31-39.
36. A.A.Gubaidullin, O.Yu.Kuchugurina. One-dimensional linear waves with axial and central symmetry in saturated porous media // Transactions of TIMMS №5. - Tyumen.- 1994. - p.40-47.
37. A.G.Kutushev, O.N.Pichugin, S.P.Rodionov. Numerical investigation of processes breaking off and ignition of heterogeneous detonation in gas-propellant suspensions // Transactions of TIMMS №5. - Tyumen.- 1994. - p.46-55.
38. A.G.Kutushev, A.V.Tatosov. Numerical investigation of process of nonstationary flow of gas - particle suspension from shock tube to flood space // Transactions of TIMMS №5. - Tyumen.- 1994. - p.56-56.
39. L.E.Maltsev, T.V.Stepanova, E.R.Trefilina. Simulation in mechanics of soil with kinematic phase relationship // Transactions of TIMMS №5. - Tyumen.- 1994. - p.82-88.
40. V.Sh.Shagapov, N.G.Musakaev. Mathematical simulation of gas - oil drill hole in eternal frost conditions // Transactions of TIMMS №5. - Tyumen.- 1994. - p.103-113.
41. V.Sh.Shagapov, V.R.Syrtianov. The features of hydrate dissociation in porous media under depressive and heat influence // Transactions of TIMMS №5. - Tyumen.- 1994. - p.114-124.
42. V.Sh.Shagapov, N.N.Hlestkina. Linear waves in liquid or gas filled channels with porous and permeable walls // Transactions of TIMMS №5. - Tyumen.- 1994. - p.125-140.

в) Работы, опубликованные в зарубежной печати.

1. Gubaidullin A.A. Heat transfer in bubbly liquids: fundamentals and waves// Transport Phenomena in Thermal engineering. Ed. J.S.Lee, S.H.Chung, K.H.Kim. Begell House, Inc., N.Y., Wallingford (U.K.). - 1993. - Vol.1. - p.556-560.
2. Gubaidullin A.A. Waves in saturated porous media// Abstracts of the 7th Workshop on two-phase flow predictions. Erlangen, FRG. - 1994. - p.63.
3. Gubaidullin A.A. Waves in saturated porous media// 30th Polish Solid Mechanics Conference. Abstracts. Zakopane, Poland. - 1994. - p.105.
4. Gubaidullin A.A. The peculiarity of propagation of shock waves in bubbly liquids // Abstracts of IUTAM Symposium on waves in liquid / gas and liquid / vapor two-phase system. Kyoto, Japan. - 1994. - p.11-15
5. R.I.Nigmatulin. On equations of dynamics of bubbly liquids // Bubble Dynamics and Interface Phenomena. Eds. J.R.Blake et al. Kluwer Acad. Publ., the Netherlands. - 1994. - p.121-129.

3

15