

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан химического факультета,
Академик РАН, профессор



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Современные проблемы процессов нефтедобычи

(Modern problems of oil production processes)

Программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре
Нефтехимия (104-01-00-1412-хн)

Москва 2022

1. Краткая аннотация:

Название дисциплины - Современные проблемы процессов нефтедобычи (Modern problems of oil production processes)

Целью изучения дисциплины является ознакомление аспирантов с химическими фундаментальными основами процесса нефтедобычи.

Задачами дисциплины является изучение и усвоение следующих вопросов:

- теоретические основы поверхностных явлений на границе раздела фаз;
- классификация и состав фаз: нефтяной и газовой, как подвижных и гетерогенной структуры, так и неподвижной;
- основные гидродинамические закономерности процесса фильтрации;
- физико-химические методы процесса нефтевытеснения;
- охрана окружающей среды при добыче нефти.

2. Уровень высшего образования —подготовка кадров высшей квалификации

3. Научная специальность: :1.4.12 Нефтехимия, область науки: 1. Естественные науки

4. Место дисциплины в структуре Программы аспирантуры: Обязательные дисциплины (модули) – Обязательная дисциплина по выбору

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 46 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (36 часов занятия лекционного типа, 8 часов групповые консультации, 2 часа мероприятия текущего контроля успеваемости), 26 часов самостоятельная работа обучающегося.

6. Входные требования для освоения модуля, предварительные условия: на предыдущих уровнях высшего образования должны быть освоены общие курсы:

1. Органическая химия
2. Физическая химия
3. Нефтехимия
4. Коллоидная химия.

7. Содержание модуля, структурированное по темам

Наименование и краткое содержание разделов и тем модуля, форма промежуточной аттестации помодулю	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы					Самостоятельная работа обучающегося, часы			
		из них					из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
Тема 1	4	4					4			
Тема 2	10	4		2			6	2		4
Тема 3	6	4					4	2		2
Тема 4	10	4		2			6	2		4
Тема 5	10	6					6	4		4
Тема 6	10	4		2			6	2		4
Тема 7	10	6					6	2	2	4
Тема 8	10	4		2			6	2	2	4
Промежуточная аттестация <u>зачет</u>	2					2	2			
Итого	72	36		8		2	46	16	4	26

Содержание тем:

Тема 1. Введение. Смачиваемость. Капиллярное давление. Измерение капиллярного давления в пористой среде. Значимость в добыче нефти и газа наноявлений в геологических телах, пластовых флюидах и промысловом оборудовании и технологий их регулирования (нанотехнологий). Обзор и введение в проблему нефтедобычи и нефтевытеснения.

Тема 2. Основные свойства пористых сред. Пористость. Общие положения и определения. Проблемы рационального нефтеизвлечения. Классические методы. Нанотехнологические методы.

Тема 3. Основные законы фильтрации. Закон Дарси. Определение и единицы измерения проницаемости. Аналогии между законами Дарси, Ома и Фурье. Скорости фильтрации. Неньютоновские свойства нефти.

Тема 4. Влияние основных факторов на эффективность вытеснения нефти водой. Влияние неоднородности нефтяного пласта на эффективность разработки месторождений. Влияние соотношения вязкостей нефти и воды в пластовых условиях на эффективность разработки нефтяных месторождений. Влияние структурно-механических свойств нефти на эффективность разработки нефтяных месторождений. Влияние смачиваемости породы на эффективность вытеснения нефти водой.

Тема 5. Вытеснение нефти из пласта растворителями. Технологии, повышающие коэффициент охвата пласта воздействием. Исследования пены как агента, улучшающего эффективность заводнения. Применение растворов полимеров для увеличения нефтеотдачи. Сшитые полимерные системы (СПС), применяемые для повышения эффективности заводнения. Выбор реагентов для получения СПС. Структурообразующие составы.

Тема 6. Мицеллярно-полимерное заводнение. Технология закачки биополимера БП – продукты жизнедеятельности бактерий. Технология закачки модифицированной метилцеллюлозы (ММЦ). Гелеобразующие составы на основе производных целлюлозы. Неорганические структурообразующие составы. Силикат - полимерные гели. Технология обработки пластов составами на основе хлористого алюминия и карбамида (ГОС “ГАЛКА”).

Тема 7. Гидрофобизирующие составы. Технологии интенсификации работы скважин. Обработка призабойных зон скважин. Кольматирующие составы. Кольматирующие дисперсные системы (КДС). Дисперсный состав "Ил – полимер". Эмульсионно-дисперсионный состав на основе "нефтьшлама- кек". Карбоксиметилцеллюлоза - глинодержателеобразующие составы (КГС). Полимер-дисперсная система (ПДС). Эмульсионно-суспензионный состав (ЭСС). Волокнисто-дисперсионные составы (ВДС). Эмульсионно - дисперсные системы для добычи нефти на основе реагента РДН. Результаты опытно-промышленных испытаний кольматирующих составов на Дружном месторождении.

Тема 8. Охрана окружающей среды при добыче нефти. Мероприятия по охране природной среды на поисково-разведочной стадии. Природоохранные мероприятия при строительстве и эксплуатации скважин.

8. Образовательные технологии.

Проводятся лекции с использованием мультимедийной техники; лекции-демонстрации.

9. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по модулю: аспирантам предоставляется программа курса, план занятий и задания для самостоятельной работы, презентации к лекционным занятиям.

10. Ресурсное обеспечение:

Основная литература:

1. Зозуля В.П., Зозуля Н.Е., Магруппов А.М. Промывка скважин. Учебное пособие. Ташкент. Филиал НИУ нефти и газа им. И.М.Губкина в городе Ташкенте, 2021. 621 с.
2. Симонянц С.Л. Бурение скважин гидравлическими забойными двигателями. Учебное пособие. М., Издательский центр РГУ нефти и газа имени И. М.Губкина, 2018. 208 с.
3. Назарова Л.Н. Разработка нефтегазовых месторождений с трудно-извлекаемыми запасами: Учеб. пособие для вузов. - М: РГУ нефти и газа им. П.М.Губкина, 2011. - 156 с.

Дополнительная литература:

1. В.Н. Матвеевко, Ф.Д. Мехтиев, О.Г. Новожилова, Н.Д. Таиров «Взаимосвязь коэффициента вытеснения и энергии отрыва капли углеводорода от твердой подложки». Известия АН АзССР, серия наук о Земле. 1989, N5, с.94-99
2. Ларри Лейк - Основы методов увеличения нефтеотдачи. zip - ZIP archive.
3. Нефтегазовая микроэнциклопедия. РГУНиГ им Губкина. Москва 2005.
4. Ланге К.Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение. Профессия, 2007. С. 117-118.
5. Zoltán E. HEINEMANN «FLUID FLOW IN POROUS MEDIA» Leoben, January 2003
6. Э.М.Мовсумзаде, Б.Н.Мастобаев и др. Морская нефть. С-т.Петербург. Недра. 2005.
7. Ю.С.Другов, А.А.Родин. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов. Санкт-Петербург. 2000
8. Н.Алиев. Нефть и нефтяной фактор в экономике Азербайджана в XXI веке. Баку 2010г. 244 с.
9. В.Н. Матвеевко, Е.Д. Шукин, М.Т. Абасов, Ф.Д. Мехтиев, О.Г. Новожилова, Н.Д. Таиров «Коллоидно-химические параметры в описании механизма вытеснения углеводородов(нефти)растворами ПАВ». ДАН СССР, 1992, т.322, N2, с.339-343.
10. Хавкин А. Я. «Наноявления и нанотехнологии в добыче нефти и газа». — М.–Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2010.— 692 с.
11. Мирзаджанзаде А.Х. Вопросы гидродинамики вязко-пластичных и вязких жидкостей в нефтедобыче. Баку, Азнефтеиздат, 1959.

12. Желтов Ю.П. Разработка нефтяных месторождений. Москва: Недра, 1986 год. 332 стр.
13. Басниев К.С., Дмитриев Н.М., Розенберг Г.Д. Нефтегазовая гидромеханика. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005 год. 544 стр.
14. Басниев К.С. Энциклопедия газовой промышленности. Москва: Акционерное общество "КВАНТ", 1994 год. 884 стр.

Интернет-ресурсы:

1. http://water-control.narod.ru/8_2.html
2. <https://energyland.info/analytic-show-54247>
3. <http://www.proza.ru/2011/01/13/1269>

Сайты ведущих российских компаний:

1. www.rosneft.ru
2. www.lukoil.ru
3. www.surgutneftegas.ru
4. www.slavneft.ru
5. www.gazprom-neft.ru
6. www.russneft.ru

Сайты крупнейших зарубежных компаний:

1. www.uop.com
2. www.exxonmobil.com
3. www.axens.net
4. www.shell.com

11. Язык преподавания – русский
12. Преподаватель:

доктор химических наук, профессор Владимир Николаевич Матвеевко
e-mail: 13121946VNM@gmail.com, тел.: 84959391318

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Образцы контрольных заданий:

Контрольная работа №1 <https://www.comsol.ru/subsurface-flow-module>

Провести моделирование «Поток в свободном канале»

Каналы или большие соединяющиеся поры находятся под землей, они лучше моделируются с помощью уравнений течения жидкости. Этот подход также используется для скважин и подобных приложений при добыче нефти и т.п. Модуль SubsurfaceFlow

(Течения в пористых средах) поддерживает два типа течения в свободных каналах: ламинарное и течение очень вязкой жидкости. Интерфейс "Ламинарный поток" решает уравнения Навье-Стокса, а интерфейс "Поток вязкой жидкости" - их модифицированную версию, в которое пренебрегается учет инерции. Поток вязкой жидкости, также называемый потоком Стокса, используется для описания потоков с очень малыми числами Рейнольдса.

Контрольная работа №2. <https://www.comsol.ru/subsurface-flow-module>

Физические интерфейсы для моделирования потоков в пористых средах

В модуле SubsurfaceFlow (Течения в пористых средах) имеется несколько физических интерфейсов для моделирования течений в пористых средах и зависящих от них процессов: Провести моделирование «Поток в пористой среде»

Главной функциональной характеристикой модуля SubsurfaceFlow (Течения в пористых средах) является возможность моделировать течения в пористых средах с переменным и полным насыщением. Физические интерфейсы настраиваются с использованием таких параметров, как давление и гидравлический напор, хорошо знакомых инженерам, которые моделируют гидрологию. В потоках с переменным насыщением гидравлические свойства изменяются при прохождении сквозь среду, заполнении одних пор и осушении других пор. Для моделирования потоков этого типа используется уравнение Ричардса, а для учета задержки жидкости в порах можно использовать формулы Ван Генухтена и Брукса-Кори. Имеются редактируемые поля для моделей плотности, динамической вязкости, насыщенной и остаточной жидкой фракции, гидравлической проводимости и удержания. Течение в насыщенной пористой среде можно моделировать, используя закон Дарси или модель Дарси-Бринкмана в зависимости от конкретного размера пор. Если при данном размере пор влиянием вязкости на течение жидкости можно игнорировать, можно применять закон Дарси, и поток описывается исключительно переменной давления. Если размер поры достаточно велик, чтобы жидкость могла передавать изменения момента путем воздействия сдвига, то следует применять уравнения Бринкмана. Они позволяют находить те же переменные, что и уравнения Навье-Стокса, однако они включают в себя члены, учитывающие пористость среды, через которую протекает жидкость.

Интерфейс FractureFlow (Поток в трещине) также позволяет рассчитывать давление на внутренних (двумерных) границах в трехмерной матрице, он автоматически связывается с физическим описанием течения в пористой среде окружающей матрицы. Такая аппроксимация позволяет отказаться от построения ячеек сетки в трещинах и сэкономить вычислительные ресурсы. Если жидкость перетекает из одной среды в другую (и обратно) в одной и той же модели, то все физические описания пористых сред автоматически

связываются с описаниями свободного течения в модуле SubsurfaceFlow (Течения в пористых средах).

Вопросы для промежуточной аттестации – зачета:

1. Пористость горной породы. Проницаемость горной породы. Горные породы; изверженные, осадочные, метаморфические горные породы.
2. Закон фильтрации Дарси. Горное и внутриворонное давление.
3. Физические методы воздействия: виброобработка, электрогидравлический метод, тепловая обработка. Паротепловой метод воздействия на пласт.
4. Физико-химические методы воздействия: термохимические обработки. Внутриворонное сгорание.
5. Химические методы: солянокислотная обработка (СКО), глиноукислотная обработка (ГКО).
6. Типы проведения кислотных обработок (КО): простые кислотные обработки, кислотные ванны, кислотные обработки под давлением, кислотоструйные обработки.
7. Химизм взаимодействия кислотных растворов с горной породой.
8. Основные причины обводнения добывающих скважин.
9. Классификация водоизолирующих составов. Требования к применяемым составам селективного и неселективного действия.
10. Тампонажные материалы для селективной и неселективной изоляции.
11. Применение поверхностно-активных веществ для увеличения нефтеотдачи пластов.
12. Механизм действия ПАВ. Классификация ПАВ.
13. Сшитые полимерные системы (СПС). Факторы, влияющие на выбор реагентов для получения СПС.
14. Механизм отложения солей при добыче нефти. Факторы, влияющие на отложение солей. Классификация ингибиторов отложения солей.
15. Химическая газовая коррозия. Химическая коррозия в неэлектролитных средах. Электрохимическая коррозия в электролитах.
16. Электрокоррозия. Сероводородная коррозия. Механизм действия ингибиторов коррозии.
17. Неорганические структурообразующие составы. Гели на основе силиката натрия. Гели на основе хлористого алюминия и щелочных стоков капролактама.
18. Органические структурообразующие составы. Механизм образования термотропных гелей.

19. Гели на основе карбамида и хлористого алюминия. Гели на основе производных целлюлозы.
20. Кольматирующие дисперсные системы. Полимер-дисперсная система. Дисперсный состав «Ил-Полимер».
21. Эмульсионно-дисперсионный состав на основе «нефтьшлама-кек». Эмульсионно-суспензионный состав. Волокнисто-дисперсионные составы.
22. Углеводородная эмульсионно-дисперсная система. Водная эмульсионно-дисперсная система.

**Методические материалы
для проведения процедур оценивания результатов обучения**

Зачет проходит по билетам, включающем три вопроса. Уровень знаний аспиранта по каждому вопросу оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». В случае если на все вопросы был дан ответ, оцененный не ниже, чем «удовлетворительно», аспирант получает общую оценку «зачтено».

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)				
Оценка Результат	Незачёт (2)	Зачёт (3)	Зачёт (4)	Зачёт (5)
Знания	Отсутствие базовых знаний	Общие, но неглубокие знания, содержащие пробелы	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умний	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие навыков, не всегда верно используемых	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении поставленных задач