

Аннотация рабочей программы дисциплины Подземная гидромеханика

Цель дисциплины (модуля) – формирование у обучающихся базовых знаний об основных закономерностях притока пластовых флюидов (жидкостей, газов и их смесей) в горных породах - коллекторах нефти и газа к добывающим нефтяным и газовым скважинам, а также решение научно-исследовательских и производственных задач.

Задачи дисциплины (модуля):

- сформировать представление о методах расчета процессов фильтрации пластовых флюидов (в т. ч. многофазных потоков) к реальным скважинам;
- дать представление о законах фильтрации несжимаемой и сжимаемой жидкостей, а также основные фильтрационно-емкостные параметры пористой среды;
- дать представление о принципах расчета одномерных установившихся потоков жидкости и газа;
- дать представление о принципах расчета фильтрационных потоков жидкости и газа к реальным скважинам;
- дать представление о принципах моделирования и исследования фильтрационных потоков;
- объяснить и научить применять законы фильтрации для расчета дебитов скважин;
- объяснить и научить рассчитывать дебиты реальных скважин, с учетом их несовершенства.

Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине (модулю)

Коды компетенции	Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-6	Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	ОПК-6.1. использует принципы информационно-коммуникационных технологий и основные требования информационной безопасности ОПК-6.2. решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности ОПК-6.3. владеет навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе современных информационных технологий и с учетом требований информационной безопасности

Содержание дисциплины (модуля)

РАЗДЕЛ 1. ЗАКОНЫ ФИЛЬТРАЦИИ НЕФТИ, ГАЗА И ВОДЫ

Тема 1. Теория фильтрации

Значение и роль подземной гидромеханики в развитии научных основ разработки нефтяных и газовых месторождений. Содержание и задачи курса. Краткая характеристика панов развития подземной гидромеханики и ее современное состояние.

Теория фильтрации. Определение и особенности процесса фильтрации. Скорость фильтрации и ее связь со средней действительной скоростью движения флюида в пористой среде.

Тема 2. Линейный закон фильтрации Дарси

Линейный закон фильтрации Дарси. Коэффициенты фильтрации и проницаемости.

Границы применимости закона Дарси. Обобщенный закон фильтрации Дарси для жидкостей газов и газированных жидкостей.

Нелинейные законы фильтрации. Особенности фильтрации жидкостей и газов в трещиноватых и трещиновато-пористых горных породах.

Тема 3. Дифференциальные уравнения фильтрации жидкостей и газов в пористой среде

Дифференциальные уравнения фильтрации жидкостей и газов Уравнение неразрывности (сплошности) фильтрационного потока.

Дифференциальные уравнения движения флюидов в пористой среде. Уравнения состояния жидкостей, газов и пористой среды.

Краевые задачи подземной гидромеханики. Прямые и обратные задачи. Допущения и упрощения, принятые при моделировании процессов, происходящих в пласте.

РАЗДЕЛ 2. ИЗОТЕРМИЧЕСКАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ ФЛЮИДОВ В НЕФТЕГАЗОВЫХ ПЛАСТАХ

Тема 4. Понятие о математической модели физического процесса

Вводные замечания. Математическая модель. Закон сохранения массы. Интегральная и дифференциальная формулировка.

Тема 5. Математические модели изотермической фильтрации

Закон Дарси – дифференциальное уравнение движения флюида. Замыкающие уравнения. Модели изотермической фильтрации

РАЗДЕЛ 3. УСТАНОВИВШИЕСЯ И НЕУСТАНОВИВШИЕСЯ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ И ГАЗА В ПОРИСТОЙ СРЕДЕ

Тема 6. Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости

Дифференциальное уравнение установившейся фильтрации несжимаемой жидкости по закону Дарси.

Простейшие фильтрационные потоки. Установившаяся прямолинейно-параллельная фильтрация несжимаемой жидкости в однородном пласте по линейному закону Дарси (приток жидкости к галерее). Плоскорadiaльная установившаяся фильтрация однородной несжимаемой жидкости по закону Дарси в однородном пласте (приток к совершенной скважине). Радиально-сферическая установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости по закону Дарси в однородном пласте.

Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости в неоднородных пластах

Причины и виды неоднородности продуктивных нефтяных и газовых пластов. Установившаяся прямолинейно-параллельная и плоскорadiaльная фильтрация несжимаемой жидкости в неоднородных пластах (слоисто- и зонально-неоднородных-). Влияние проницаемости призабойной зоны пласта и ее размеров на дебит скважины.

Тема 7. Установившееся движение однородной сжимаемой (упругой) жидкости и газа в пористой среде

Установившееся движение однородной сжимаемой (упругой) жидкости в пористой среде.

Установившаяся фильтрация идеального газа в пористой среде.

Плоскорadiaльный фильтрационный поток идеального газа по закону Дарси. Плоскорadiaльный фильтрационный поток реального газа по закону Дарси.

Особенности исследования газовых скважин на установившихся режимах.

Тема 8. Фильтрация неоднородной жидкости

Установившаяся фильтрация неоднородных жидкостей. Движение смеси нефти и воды, газированной жидкости. Фазовые проницаемости. Установившаяся фильтрация газированной

жидкости. Функция Христиановича. Определение дебита скважины. Форма индикаторной диаграммы.

Тема 9. Неустановившаяся фильтрация упругой жидкости в упругой пористой среде

Основные положения упругого режима пласта.

Дифференциальное уравнение неустановившейся фильтрации упругой жидкости.

Приток упругой жидкости к точечному стоку (источнику) на плоскости. Основная формула теории упругого режима.

Исследование скважин при неустановившихся режимах фильтрации.

Тема 10. Неустановившаяся фильтрация газов

Дифференциальное уравнение нестационарной фильтрации газа.

Линеаризация уравнения Лейбензона. Сведение задачи нестационарной фильтрации газа к задаче фильтрации упругой жидкости.

РАЗДЕЛ 4. ТЕОРИЯ ДВУХФАЗНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ НЕСМЕШИВАЮЩИХСЯ ЖИДКОСТЕЙ

Тема 11. Одномерные модели вытеснения несмешивающихся жидкостей

Прямолинейно-параллельное течение. Плоскорадиальное вытеснение. Начальные и граничные условия. Оценка влияния гравитационных и капиллярных сил. Модель Бакли-Левверетта.

РАЗДЕЛ 5. ОСНОВЫ ТЕОРИИ МНОГОФАЗНЫХ СИСТЕМ

Тема 12. Математическая модель многофазной фильтрации

Практическая важность изучения многофазных течений в пористых средах. Основные характеристики макроскопического описания многофазной фильтрации. Обобщенный закон Дарси.

Тема 13. Классическая задача Бакли-Левверетта

Одномерные течения несжимаемых жидкостей. Построение задачи Бакли-Левверетта.

Практическое применение решения уравнения Бакли-Левверетта. Определение фронтальной насыщенности. Определение средней насыщенности в безводный период добычи. Расчет средней насыщенности после прорыва воды. Расчет коэффициента нефтеотдачи.

РАЗДЕЛ 6. ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕ-, ГАЗОКОНДЕНСАТОТДАЧИ ПЛАСТОВ

Тема 14. Модели повышения нефтегазоотдачи пластов

Моделирование процессов фильтрации пластовых флюидов при реализации методов повышения нефтегазоотдачи. Анализ гидродинамических моделей повышения нефтегазоотдачи пластов.

РАЗДЕЛ 7. ОСОБЕННОСТИ ФИЛЬТРАЦИИ НЕНЬЮТОВСКОЙ ЖИДКОСТИ

Тема 15. Реологические модели и нелинейные законы фильтрации

Классификация неньютоновских жидкостей. Структура течения вязкопластичной жидкости в круглой трубе. Закон фильтрации вязкопластичной жидкости в идеальной пористой среде. Одномерные фильтрационные потоки вязкопластичной жидкости. Влияние неньютоновского поведения нефти на процессе извлечения из пласта.

РАЗДЕЛ 8. ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ В ТРЕЩИНОВАТЫХ И ТРЕЩИНОВАТО-ПОРИСТЫХ СРЕДАХ

Тема 16. Особенности фильтрации в трещиноватых и трещиновато-пористых средах

Законы фильтрации в трещиноватых средах. Зависимость проницаемости от давления в трещиноватых и трещиновато-пористых средах. О перетоке флюида в трещиновато-пористых средах. Вывод дифференциальных уравнений движения жидкости и газа в трещиноватых и трещиновато-пористых средах.

Тема 17. Установившиеся и неуставившиеся движения жидкости и газа в трещиноватом и трещиновато-пористом пласте

Установившаяся одномерная фильтрация жидкости и газа в трещиноватом и трещиновато-пористом пласте. Неуставившееся движение жидкости и газа в трещиноватом и трещиновато-пористом пласте. Вытеснение нефти водой из трещиновато-пористых и неоднородных средах.

РАЗДЕЛ 9. МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПРОЦЕССОВ ФИЛЬТРАЦИИ ПЛАСТОВЫХ ФЛЮИДОВ

Тема 18. Типы моделей фильтрационных процессов

Цели и задачи моделирования фильтрационных процессов. Физическое моделирование процессов фильтрации пластовых флюидов. Аналоговое моделирование. Понятие о математическом моделировании и компьютерных моделях пластовых систем.

Тема 19. Основы анализа размерностей и теории подобия

π -теорема. Размерность. Анализ размерностей. Теория подобия. Вывод некоторых законов фильтрации с помощью π -теоремы.