Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Пермский федеральный исследовательский центр

Уральского отделения

Российской академии наук

Утверждаю

Директор ПФИЦ УрО РАН

академик РАН А.А. Барях

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_ 2022 г.

Программа вступительного испытания в аспирантуру по специальности 2.8.3.

«ГОРНОПРОМЫШЛЕННАЯ И НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГЕОФИЗИКА, МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ДЕЛО И ГЕОМЕТРИЯ НЕДР»

Пермь, 2022

1. Общий раздел

1.1. Петрофизика

1.Введение. Петрофизика – основа геологической интерпретации результатов прикладной геофизики - способов добычи полезных ископаемых и обоснования строительства фундаментов под крупные сооружения. Роль российской науки, российских и зарубежных ученых в создании петрофизики, история развития и главные результаты петрофизических исследований в России и за рубежом. Основное содержание курса в ряду естественных наук.

2. Неоднородность, дисперсность, межфазная поверхность пород. Их характеристики.

Вещественная, структурная и фазовая неоднородность пород, причины возникновения. Уровни и характеристики неоднородности.

3. Глинистость. Состав и распределение глинистого материала в осадочных породах. Количественные характеристики глинистости.

Удельные поверхность: полная (адсорбционная), гранулометрическая, каналов фильтрации (фильтрационная).

Обменная емкость как параметр, характеризующий дисперсность пород. Определение емкости катионного обмена и удельной поверхности.

4. Моделирование естественных условий залегания горных пород

Геостатические, гидростатические и эффективные давления (напряжения). Упругие и необратимые деформации, связь деформации с упругими характеристиками горных пород.

5. Пористость, структура порового пространства. Понятие пористости. Происхождение, форма, размеры и взаимосвязь пор, трещин и каверн. Пористость глин и глинистых пород. Связь глинистости и пористости. Эффективная, динамическая и общая (абсолютная) пористости. Структура порового пространства, способы ее количественного описания, методы изучения. Изменения пористости в результате постседиментационных процессов. Вторичная пористость. Связь пористости с другими петрофизическими характеристиками. Влияние термобарических условий на характер и значения пористости осадочных пород. Пористость минералов, магматических, метаморфических пород и руд.

6. Влажность, влагоёмкость, двойной слой. Влажность и влагоёмкость, полная влагоёмкость, межфазное взаимодействие. Адсорбция и катионный обмен. Понятие "связанной" (адсорбционной) , "остаточной" и "свободной" воды, методы их изучения. Роль аномальных слоёв в формировании физических свойств пород. Двойной электрический слой, его образование, структура и свойства. Гидрофильные и гидрофобные поверхности. Влагоемкость капиллярная, гигроскопическая, "подвешенная", полная.

Вода химически связанная, кристаллизационная и конституционная. Вода гидроксильных групп. Ее содержание у различных минералов, составляющих породу. Влияние химически связанной воды на физические свойства пород.

Способы определения содержания различных форм воды (свободной, физически и химически связанной). Нефте - и газонасыщенность пород

Распределение нефти, воды и газа в поровом пространстве пород. Коэффициенты нефте-, водо - и газонасыщения. Гидрофильные и гидрофобные коллекторы. Лабораторные способы определения нефтегазонасыщенности.

7. Плотность горных пород. Определение и практическое значение плотности. Связь плотности пород с плотностью их фаз, коэффициентами пористости и влажности. Плотность пород в сухом и влажном состояниях. Зависимость плотности от температуры, давления, времени и условий залегания пород. Экспериментальные связи плотности с другими свойствами пород. Классификация пород по плотности.

8. Проницаемость горных пород. Проницаемость абсолютная, фазовая и относительная. Зависимость коэффициента проницаемости от коэффициента пористости, удельной поверхности, среднего диаметра зерен и пор, коэффициента водонасыщения и других по теоретическим и экспериментальным данным. Уравнение Козени-Кармана.

Пределы изменения, характер распределения и классификация коэффициентов проницаемости для различных пород. Коллекторы, их классификация по гранулометрическому составу, коэффициентам динамической пористости и проницаемости (основные сведения).

Лабораторные способы определения коэффициентов проницаемости при обычных и высоких давлениях и температурах.

9. Электрические свойства горных пород. Теоретические основы физических и физико-химических явлений, определяющих электропроводность, диэлектрические свойства, окислительно-восстановительную, диффузионно-адсорбционную и фильтрационную активности пород.

Электропроводность (удельное сопротивление) минералов и жидкой фазы пород. Электропроводность сухих, максимально - и частично насыщенных водой пород. Параметры пористости, насыщения, влажности.

Электропроводность глинистых пород. Поверхностная проводимость. Корреляционные связи электропроводности с другими свойствами согласно аналитическим, модельным и экспериментальным исследованиям. Влияние температуры и давления на электропроводность осадочных пород.

10. Диэлектрические свойства пород и минералов. Диэлектрическая проницаемость составляющих породу фаз. Диэлектрическая проницаемость и диэлектрические потери пород, их связь с частотой поля, влажностью, пористостью и минеральным составом породы. Пределы изменения диэлектрических параметров и способы их измерения.

11. Вызванные потенциалы и вызванная электрохимическая активность минералов и пород с электронной и электронно-ионной проводимостью. Связь вызванных потенциалов с составом твёрдой и жидкой фазы, удельной поверхностью, проницаемостью и другими параметрами пород по теоретическим и экспериментальным данным. Величина вызванной активности, способы ее определения. Электрические характеристики руд и пород с рудными включениями.

12. Диффузионно-адсорбционная активность горных пород: факторы, ее определяющие, пределы изменения, способы определения. Связи с коллекторскими и другими свойствами пород. Зависимость диффузионно-адсорбционной активности от температуры и давления по теоретическим и экспериментальным данным. Фильтрационные потенциалы и фильтрационная активность пород. Условия их формирования, пределы изменения. Связи фильтрационной активности с другими свойствами пород. Пределы изменения и способы определения.

13. Магнитные свойства горных пород. Процессы намагничивания и магнитные характеристики диа-, пара-, ферромагнитных минералов. Классификация пород по магнитной восприимчивости. Особенности магнитной восприимчивости основных типов и групп пород. Остаточная намагниченность, коэрцитивная сила и точка Кюри. Зависимость магнитной восприимчивости от содержания в породе ферромагнетиков. Связи магнитной восприимчивости с другими петрофизическими величинами.

14. Тепловые свойства горных пород. Процессы и законы распределения тепла в породах. Коэффициенты теплопроводности, теплоемкости и коэффициент температуропроводности газовой, жидкой фазы, минералов и многофазных пород. Тепловые характеристики типов и групп пород. Связи тепловых и других петрофизических свойств. Тепловые свойства при разных термобарических условиях. Дифференциация пород по их тепловым характеристикам.

15. Естественная радиоактивность горных пород. Радиоактивные элементы и радиоактивность природных вод и минералов. Классификация минералов по величине и гамма активности. Энергетический спектр гамма излучения пород и его использование для определения радиоактивных элементов, присутствующих в породе. Радиоактивные минералы и радиоактивность магматических, метаморфических и осадочных пород. Связь гамма активности с другими петрофизическими характеристиками. Определение радиоактивности горных пород.

16. Нейтронные свойства горных пород. Нейтронные эффективные сечения, зависимость их от энергии нейтронов, химического состава (в частности, от водородо - и хлоросодержания) плотности и других свойств пород. Комплексные параметры, характеризующие интенсивность взаимодействия нейтронов с породами (замедляющая способность, длины замедления и диффузии, время жизни тепловых нейтронов и нейтронная поглощающая активность).Зависимость этих параметров от характеристик сред.

17. Упругие свойства пород. Скорость распространения упругих волн в идеально упругих сплошных средах. Коэффициенты упругости минералов, скорости распространения в них упругих волн. Особенности распростронения упругих волн в горных породах. Коэффициенты упругости пород и скорость распространения в них упругих волн по теоретическим и экспериментальным данным; зависимость скорости от коэффициентов упругости, соотношения фаз, от плотности, пористости, глинистости, температуры, давления, возраста и литологического состава пород. Поглощение упругих волн в горных породах. Коэффициенты поглощения упругих волн и их зависимости от вещественного, фазового состава, структуры пород, температуры, частоты колебания.

18. Петрофизические связи и их использование для геологической интерпретации результатов геофизических исследований скважин

Петрофизическая модель горной породы. Детерминированные и статистические модели. Функциональные и корреляционные уравнения, описывающие эти модели. Парные и множественные корреляционные связи, способы их получения и статистические оценки. Связи типа "керн-керн", "геофизика-керн", "геофизика-геофизика", "геофизика-гидродинамика". Учет термобарических условий при построении и использовании петрофизических связей. Место петрофизических связей при решении прямых и обратных задач разведочной геофизики.

Петрофизические связи - основа геологической интерпретации данных промысловой геофизики. Соответствие используемых связей изучаемому геологическому объекту, критерии этого соответствия. Применение петрофизических связей на стадиях разведки, подсчета запасов и проектировании разработки нефтяных и газовых месторождений. Использование петрофизических связей при разведке и промышленной оценке месторождений ископаемых углей, руд и нерудного сырья.

Использование результатов петрофизических исследований для комплексной интерпретации данных полевой и промысловой геофизики.

Составление сейсмоакустического разреза по данным широкополосного акустического метода, других методов ГИС и вертикального сейсмического профилирования (ВСП). Использование результатов изучения объемной плотности, а также магнитных и электрических свойств горных пород при интерпретации данных гравиразведки, магниторазведки, электроразведки.

Составление типовых петрофизических разрезов площади, месторождения, региона. Корреляция петрофизических разрезов. Петрофизическое районирование.

19. Перспективы развития петрофизики. Основные задачи по совершенствованию петрофизических методов изучения керна и шлама, способов обработки, хранения и использования петрофизической информации с применением ЭВМ.

Рекомендуемая литература:

1. Ермолов В.А., Ларичев Л.Н., Мосейкин В.В. Основы геологии. – М.: МГГУ, 2008.

2. Ермолов В.А., Ларичев Л.Н., Мосейкин В.В., Разведка и геолого-промышленная оценка месторождений полезных ископаемых. – М.: МГГУ, 2005.

3. Ермолов В.А., Ларичев Л.Н., Мосейкин В.В., Тищенко Т.В., Кутепов Ю.И. Горнопромышленная геология твердых горючих ископаемых. – М.: «Мир горной книги», Изд-во МГГУ, 2009.

4. Бычков С.Г. Методы обработки и интерпретации гравиметрических наблюдений при решении задач нефтегазовой геологии. – Пермь: УрО РАН, 2010.

5. Сазонов В.А., Сосик Д.И., Геофизика в маркшейдерском деле. М.: Недра, 1989.

6. Маркшейдерское дело: 4.1 и 2 /Сост.Ушаков Н.И. и др. - М.: Недра, 1989.

7. Маркшейдерское дело /Сост.Оглоблин Д.Н. и др. - М.: Недра, 1981.

10. Стенин Н.И. Организация маркшейдерских работ на горных предприятиях. - М.: Недра, 1986.

11. Букринский В.А. Геометрия недр. - М., Недра, 1985.

12. Ушаков И.Н. Горная геометрия. - М., Недра, 1979.

13. Короновский Н.В. Геология. - Учебное пособие для вузов / М.: Академия, 2008, 2010. - 446 с.

14. И. Рапацкая Л.А. Общая геология. - М.: высшая школа, 2005

15. Косков В.И.Промысловая геофизика: учеб, пособие /Пермь: Изд-во Перм. гос. техн, ун-та, 2008. - 279 с.

16. Добрынин В.М. Промысловая геофизика /В.М. Добрынин и [др.]. - М.: Недра, 2004. - 342 с.

17. Иванова М.М. Нефтегазопромысловая геология и геологические основы разработки месторождений нефти и газа/М.М. Иванова, Л.Ф.Дементьев, И.П. Чоловский. - М.: Недра, 2014. - 422 с.

18. Чоловский И.П.Нефтепромысловая геология залежей углеводородов: учебник /И.П. Чоловский, М.М.Иванова, Ю.И. Брагин; Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина. - М.: Нефть и газ, 2006. - 675 с.

19. Геология: учебное пособие для вузов / Московский государственный горный университет. - Москва: Горн. кн. 2004-2011, Ч. 4; Инженерная геология: учебник для вузов /А.М. Гальперин, В.С. Зайцев. - 2011. - 559 с.

20. Ершов В.В. Основы горнопромышленной геологии. - М.: Недра, 1988. -158с.

21. Кочнева О.Е., Меерсон М.Э. Геология. - Пермь: ПГТУ, 2009. - 63 с.