

ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛЛЕКТОРСКИХ СВОЙСТВ ПЕСЧАНО-АЛЕВРИТОВЫХ ПОРОД ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПЛОЩАДИ ВОСТОЧНЫЙ БЕРДАХ

Жураев Фазлиддин Очилхонович – ассистент, (КарИЕИ);

Носиров Акмал Номоз угли – магистр, (ТГТУ);

Аннотация

В статье рассматриваются разработка комплекса геофизических исследований скважин для месторождения Восточный Бердах.

Для решения поставленной цели необходимо:

- провести детальное изучение петрографических характеристик пород слагающих продуктивный горизонт;

-установить тип коллектора, изучить результаты анализа фильтрационно-ёмкостных, на основе которых дать характеристику ФЕС пород.

- на основе выявленных корреляционных связей типа «керна-керна» установить граничные значения коллекторов, установить петрофизические связи между параметрами коллекторов для количественной интерпретации результатов ГИС.

-провести анализ эффективности проведенных комплекса ГИС на месторождении Восточный Бердах для решения основных геологических задач, на основе которой предлагается проект рационального комплекса.

Ключевые слова: коллектор, результаты, фильтрационно-ёмкост, порода, комплекс, Гистограмма, коэффициент, отложений, водонасыщенности.

Аннотация

Мақолада Шарқий Бердах конида қудуқларни геофизик тадқиқотлар комплексини ишлаб чиқиш муҳокама қилинади.

Ушбу мақсадга эришиш учун қуйидагилар зарур:

- маҳсулдор горизонтни ташкил этувчи тоғ жинсларининг петрографик хусусиятларини батафсил ўрганиш;

- коллектор турини белгилаш, ғоваклик ва ғоваклик таҳлили натижаларини о'рганиш, улар асосида жинсларнинг коллектор хусусиятларини тавсифлаш.

- аниқланган асосий керн корреляцияларига асосланиб, резервуарларнинг чегаравий қийматларини о'рнатиш, кудуқларни қайд қилиш натижаларини миқдорий талқин қилиш учун резервуар параметрлари о'ртасида петрофизик алоқаларни о'рнатиш.

- асосий геологик муаммоларни ҳал қилиш учун Шарқий Бердах майдонида амалга оширилаётган кудуқларни қайта ишлаш комплекси самарадорлигини таҳлил қилиш, бунинг асосида оқилона комплекс лойиҳани таклиф қилиш.

Калит сўзлар: коллектор, натижалар, сизиш сиғими, тоғ жинслари, комплекс, гистограмма, коэффициент, ётқизик, сувга тўйиниш.

Для определения подсчетных параметров используется три основных источника информации о разрезе, пересеченном скважиной: каротаж, керн, испытание. Исследования на кернах дают исчерпывающую информацию о литологии, пористости и структуре порового пространства. Эти данные при условии представительности выборки из изучаемого интервала разреза могут служить надежным основанием при отнесении породы к коллекторам и неколлекторам.

На месторождении Восточный Бердах с отбором керна пробурено 13 скважин суммарной колонковой проходкой 255 пог.м.

При этом было отобрано 192,4м керна, что составило 75,5% от колонковой проходки. Сведения об отборе керна из отложений юрского возраста по каждой скважине приведено, характеристика коллекторских свойств песчано-алевритовых пород юрских отложений.

Из интервала глубин 1564 до 4102 м. представляющий отложения юрского возраста изготовлено на 537 образцов. Из них песчано-алевритовыми породами являются 353.

Ниже приводится фильтрационно-ёмкостная характеристика песчано-алевритовых пород, на основе которой в последующем будет осуществлен отбор образцов, для проведения испытаний в термобарических условиях, обеспечивающий их полную представительность по значениям пористости и проницаемости.

Открытая пористость песчано-алевритовых пород верхней юры изменяется (рис-1) от 9,25 до 18,7%. Распределение коэффициента открытой пористости во всем диапазоне подчиняется лог нормальному закону с максимумом на отрезке 8-12%. Средняя (средневзвешенная) величина коэффициента открытой пористости по горизонту составляет 11,9%.

Средняя пористость коллекторов (с учетом граничного значения $k_{п.гр}$) составляет – 12,2%.

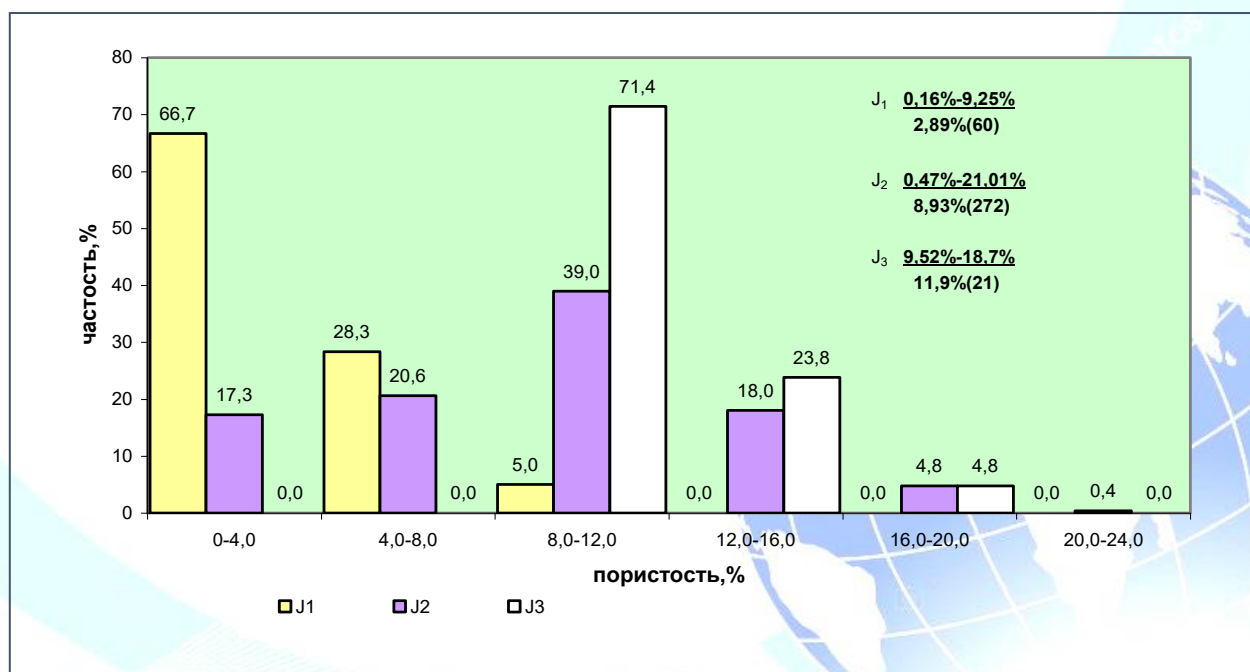


Рис-1 Гистограмма распределения коэффициента открытой пористости для песчано-алевритовых пород юрских отложений.

Проницаемость по газупесчано-алевритовых определено на 8 образцах и изменяется от $0,14 \times 10^{-3} \text{ мкм}^2$ до $5,96 \times 10^{-3} \text{ мкм}^2$.

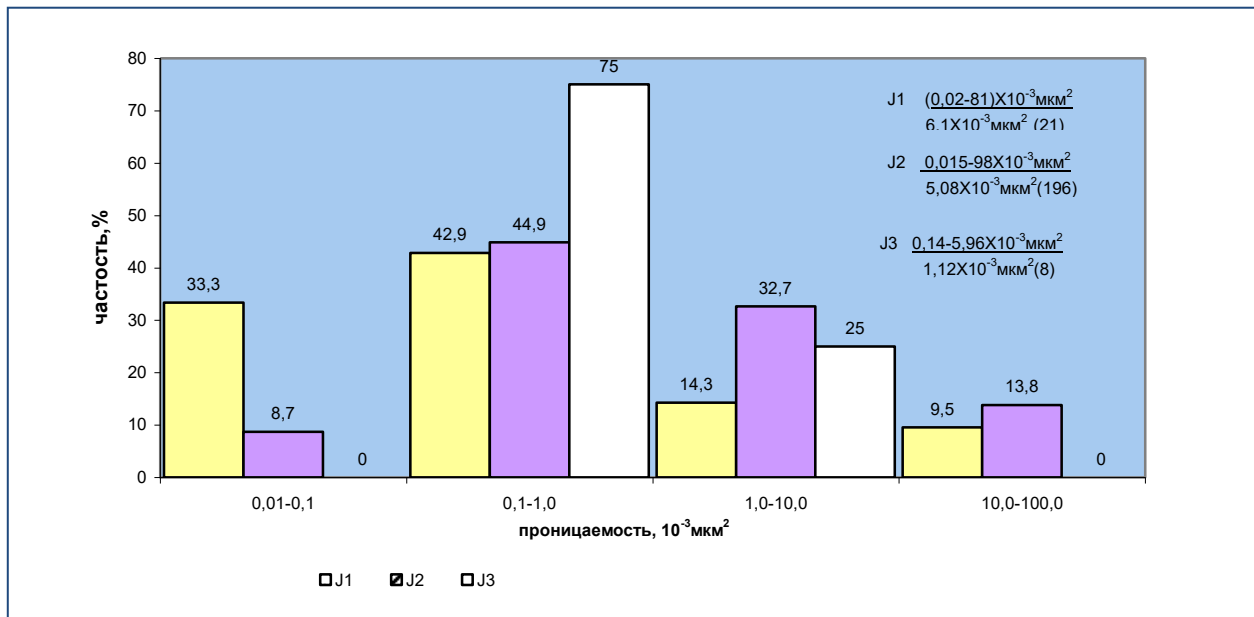


Рис-2 Гистограмма распределения коэффициента абсолютной проницаемости для песчано-алевролитовых пород юрских отложений.

Характер гистограммы распределения данного коллекторского параметра аналогичен изменению $k_{п}$ с максимумом в диапазоне $(0,1-1) \times 10^{-3} \text{ мкм}^2$. Все 8 образцов оказались проницаемыми. Средняя величина коэффициента абсолютной проницаемости равна $1,126 \times 10^{-3} \text{ мкм}^2$.

Коэффициент остаточной водонасыщенности ($k_{ов}$) для песчано-алевритовых пород верхней юры был определен только у одного образца и равен 51.4%.

Диапазон изменения коэффициента открытой пористости песчано – алевритовых пород средней юры составляет 0,47% - 21,01% что, несколько шире чем, для вышележащего верхнеюрского отложения. Гистограмма распределения этого ёмкостного параметра имеет близкий к нормальному характер (рис-3), с максимумом в диапазоне 8-12%. Среднее значение пористости пород (8,93%) несколько ниже, чем у верхнеюрских отложений. Средняя пористость коллекторов (с учетом граничного значения $k_{п,гр}$) составляет – 12,95%.

Одинаковый характер имеет гистограмма распределения коэффициента абсолютной проницаемости и пористости песчано-алевритовых пород средней

юры (рис-2) Диапазон изменения проницаемости пород изменяется в пределах $0.01 - 98 \times 10^{-3} \text{ мкм}^2$. По результатам определения кпр

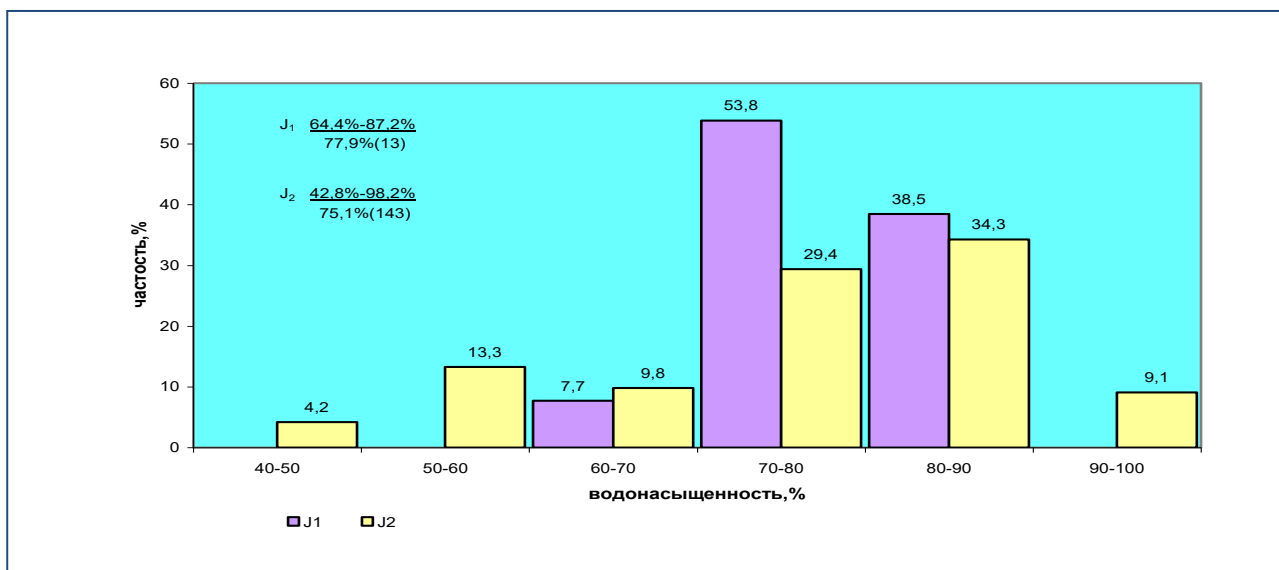


Рис-3. Гистограмма распределения коэффициента остаточной водонасыщенности песчано-алевритовых пород отложений юры

На 196 образцах средняя значение этого фильтрационного параметра для разреза средней юры составляет $5,0 \times 10^{-3} \text{ мкм}^2$. Для коллекторов данного горизонта (средняя проницаемость) составляет $5,6 \times 10^{-3} \text{ мкм}^2$

Характер распределения коэффициента остаточной водонасыщенности пород отложений средней юры близкий к нормальному с максимумом в диапазоне 80-90% (рис-4) Среднее значение коэффициента остаточной водонасыщенности для пород J₂, определенное на 143 образцах, составляет 75,1%. Средняя величина остаточной водонасыщенности для (с учетом граничных значений $k_{\text{ов.гр}}$) коллекторов данного горизонта составляет 62,4%

Открытая пористость песчано-алевритовых пород нижней юры изменяется (рис-1) от 0,16 до 9,25%. Распределение коэффициента открытой пористости во всем диапазоне подчиняется по нормальному закону с максимумом на отрезке 0-4% Средняя (средневзвешенная) величина коэффициента открытой пористости по горизонту составляет 2,89%.

Коллектора гранулярного типа (с учетом граничного значения $k_{п,гр}$) в отложениях нижней юры отсутствуют.

Проницаемость по газу песчано-алевритовых определено на 21 образцах и изменяется от $0,02 \times 10^{-3} \text{мкм}^2$ до $81,0 \times 10^{-3} \text{мкм}^2$, причем проницаемые исключительно трещинные образцы. Характер гистограммы распределения данного коллекторского параметра близок к нормальному с максимумом в диапазоне $(0,1-1) \times 10^{-3} \text{мкм}^2$. Средняя величина коэффициента абсолютной проницаемости равна $6,1 \times 10^{-3} \text{мкм}^2$.

Характер распределения коэффициента остаточной водонасыщенности пород отложений нижней юры близкий к нормальному с максимумом в диапазоне 70-80% (рис-3.) Диапазон изменения $k_{ов}$ колеблется в пределах 64,4% - 87,2%. Среднее значение коэффициента остаточной водонасыщенности для пород J_1 , определенное на 13 образцах, составляет 77,9%.

Установление граничных значений «коллектор-неколлектор» производится на основе выявленных зависимостей между коллекторскими параметрами пород. Для интерпретации результатов гамма-гамма каротажа выявлена зависимость типа «кern-кern» - $\delta = f(k_{п})$, где: δ – плотность г/см^3 и $k_{п}$ – коэффициент открытой пористости, %. Для терригенной толщи, вскрытыми

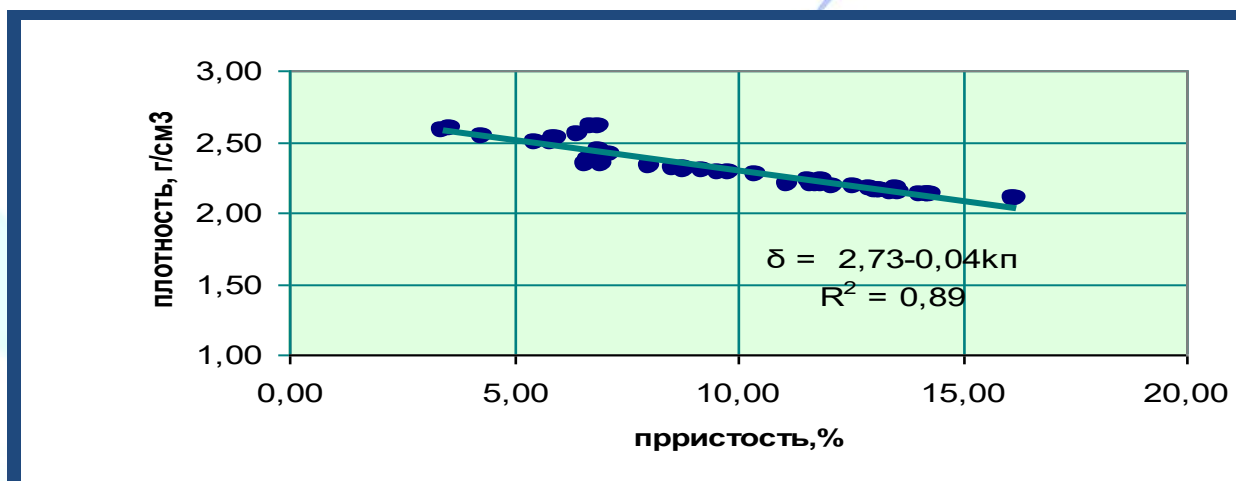


Рис-4 Зависимость между плотностью и коэффициентом открытой пористости для песчано-алевритовых пород средней и верхней юры пород

скважинами месторождения Восточный Бердах, корреляционная связь $\delta=f(k_{п})$ приведена на (рис-4) В численном выражении зависимость имеет вид $\delta=2,73-0,04k_{п}$ с коэффициентом корреляции $r=0,89$.

Полученную зависимость можно рекомендовать для практического использования при количественной интерпретации данных гамма-гамма каротажа.

Для установления граничных значений коэффициента открытой пористости для песчано-алевритовых отложений верхней и средней юры месторождения Восточный Бердах использовали графоаналитический метод, основанный на сопоставлении кумулятивных кривых распределения коллекторов и неколлекторов. Для газовых пластов с поровым типом пористости коллекторами считаются образцы с проницаемостью выше $0,27 \times 10^{-3} \text{мкм}^2$ (А.С Муминов 2008г). Построенная этим методом кривая распределения коллекторов и неколлекторов для песчано-алевритовых пород месторождения Восточный Бердах показана на (рис-5) Точка пересечения кумулятивных кривых соответствует значению пористости 10,5%.

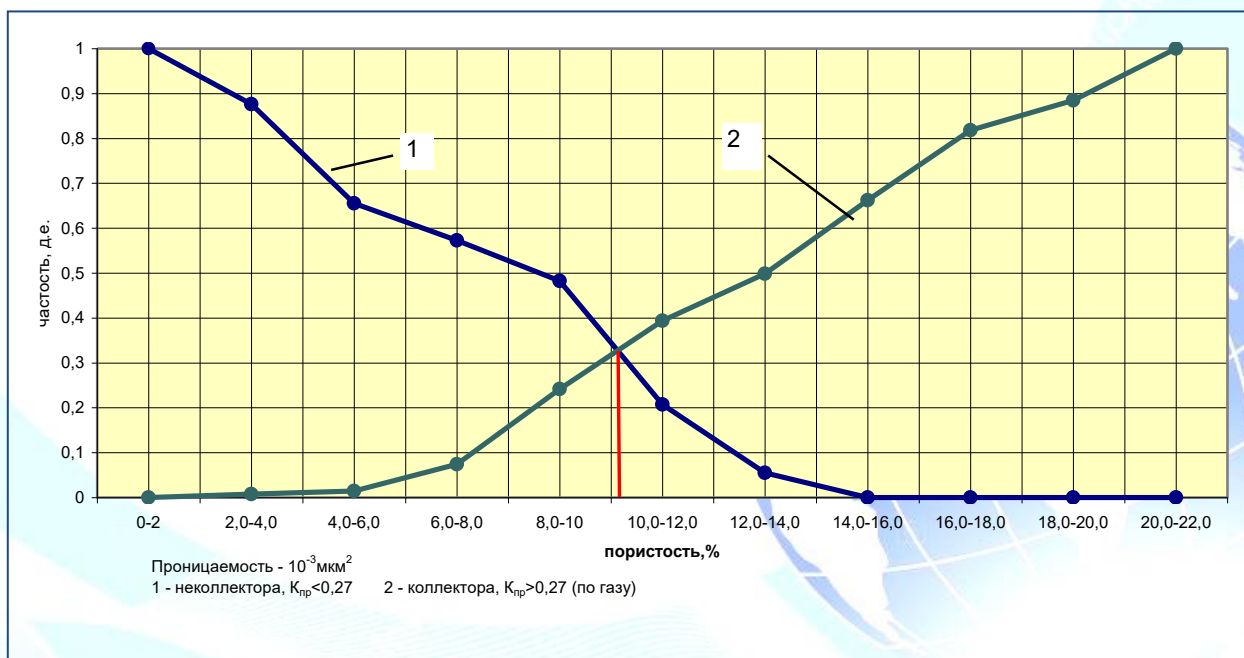


Рис.5. Сопоставление кумулятивных кривых распределения коллекторов и неколлекторов в интервалах изменения коэффициента открытой пористости от 0 до 22% для песчано-алевролитовых пород средней и верхней юры.

Одним из методов выявления граничного значения коллектора по коэффициенту открытой пористости является метод сопоставления открытой пористости с эффективной пористостью $k_{пэф}$. Для расчета $k_{пэф}$ используется уравнение:

$$k_{пэф} = k_{п} (1 - k_{ов})$$

Значение коэффициента остаточной водонасыщенности $k_{ов}$ определяется методом центрифугирования (режим 4500 об/мин, время- 30 мин). График сопоставления эффективной пористости $k_{пэф}$ и открытой пористости $k_{п}$ для песчано-алевритовых пород верхнее и среднеюрских отложений горизонтов представлен на рисунок 6. **Из (рис-6) видно, что точка излома кривых $k_{эф} = f(k_{п})$ соответствует значению $k_{пэф} = 1,9\%$ и $k_{п} = 10,5\%$, которые для выделения коллекторов можно принять за граничные.**

Значение $k_{п гр}$ можно получить на основе выявленной зависимости между коэффициентом абсолютной проницаемости по газу $k_{пргр}$ и коэффициентом эффективной пористости. На графике $K_{пг} = f(k_{эф})$ (рис-7) представлена эмпирическая зависимость связывающая проницаемость породы с пористостью, полученных в результате обработки петрофизических данных испытания образцов в атмосферных условиях. Корреляционная связь имеет вид: $k_{пг} = 0,11k_{эф}^{2,22}$ с коэффициентом корреляции $r^2 = 0.79$.

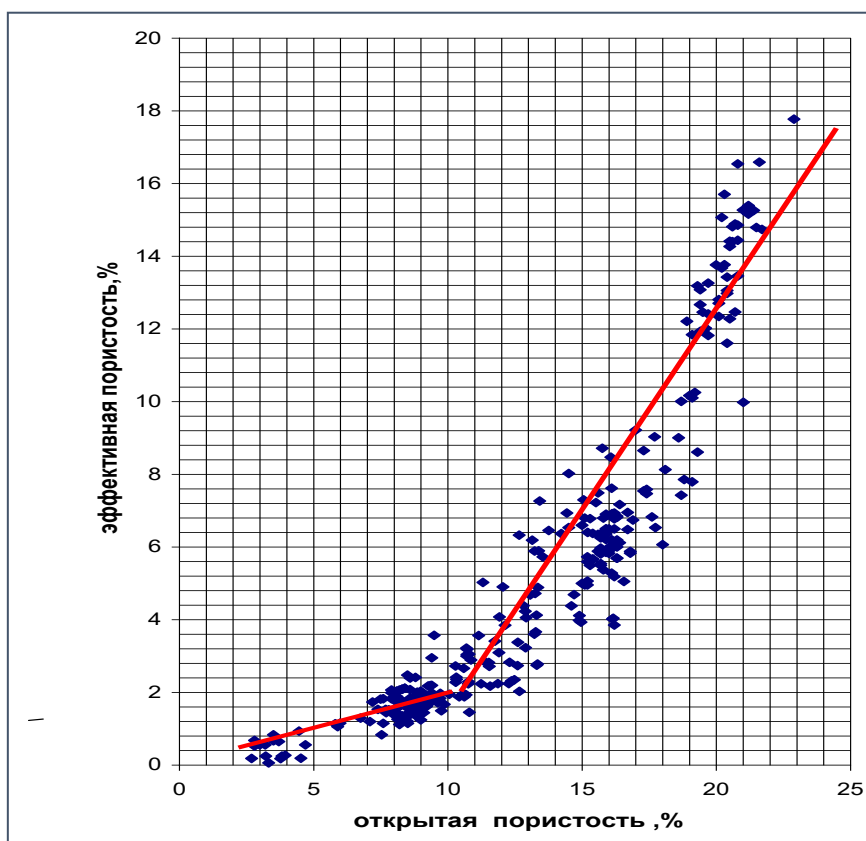


Рис .6. Зависимость коэффициента эффективной пористости от коэффициента открытой пористости для песчано-алевролитовых пород средней и верхней юры.

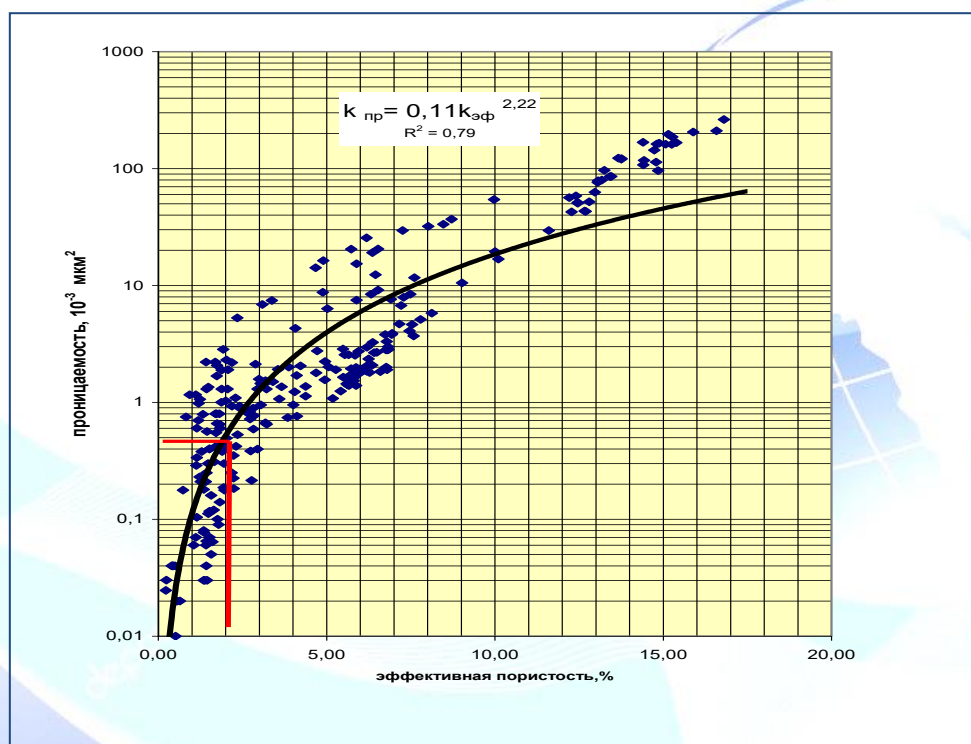


Рис -7. Зависимость абсолютной проницаемости по газу (азот) от коэффициента эффективной пористости для песчано-алевролитовых пород средней и верхней юры.

Согласно этому графику у пород коэффициент эффективной пористости которых меньше 1,9 %, проницаемость всегда меньше $0,43 \times 10^{-3}$ мкм², т.е практически непроницаемы, поэтому в качестве граничного значения коэффициента пористости для коллекторов с гранулярной пористостью можно принять значение 10,5%.

При изучении остаточной водонасыщенности песчано-алевролитовых пород из продуктивных отложений месторождения Восточный Бердах установлено корреляционная зависимости между $k_{ов}$ и $k_{п}$. Результат выявленной зависимости между коэффициентом остаточной водонасыщенности и коэффициентом открытой пористости в виде графика $k_{ов} = f(k_{п})$ приведен на рис -8. При оценке тесноты связи из общего количества точек исключаются данные по образцам с пористостью меньше 2%. В породах с такими коллекторскими свойствами получается большая ошибка в определении $k_{ов}$ за счет пленки воды на внешней поверхности образца.

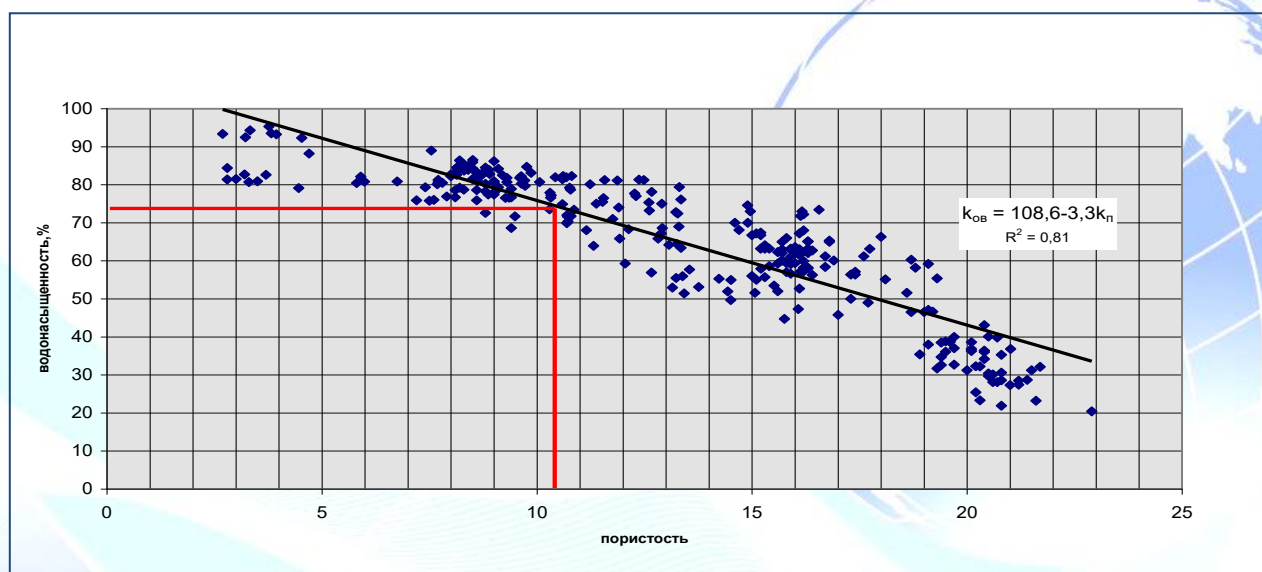


Рис -8. Зависимость коэффициента остаточной водонасыщенности от коэффициента открытой пористости для песчано-алевролитовых пород средней и верхней юры.

Как видно из графика, наблюдается увеличение количества связанной воды при снижении пористости и корреляционная связь описывается уравнением $k_{ов} = 108,6 - 3,3k_{п}$ с коэффициентом корреляции $r^2 = 0.81$. Установление нижнего значения коэффициента остаточной водонасыщенности осуществляется путем проведения перпендикуляра с граничного значения коэффициента пористости (в нашем случае 10,5%) до пересечения с кривой $k_{ов} = f(k_{п})$ и этой точке на ординате будет соответствовать значение граничной водонасыщенности. По нашим построениям значение нижнего предела $k_{овгр}$ равно 73,9%.

Таким образом на основе комплексного анализа данных о фильтрационно-ёмкостных свойствах песчано-алевритовых пород верхнее и среднеюрских отложений месторождения Восточный Бердах имеют следующие значения:

- 1) граничное значение коэффициента пористости $k_{пгр}$
 - по графоаналитическому методу $k_{пгр} = 10,5\%$
 - по сопоставлению $k_{пэф}$ с $k_{п}$ $k_{пгр} = 10,5\%$
- 2) граничное значение коэффициента проницаемости $k_{пргр}$ - по корреляционной зависимости $k_{пр} = f(k_{эфп})$ $k_{пргр} = 0,43 \times 10^{-3} \text{мкм}^2$
- 3) граничное значение коэффициента остаточной водонасыщенности $k_{овгр}$ - по корреляционной зависимости $k_{ов} = f(k_{п})$ $k_{овгр} = 74\%$

Из этих данных наиболее оптимальными величинами граничных значений коллекторов являются те, которые базируются на результатах полученных на более представительных коллекциях образцов. Обоснованными величинами граничных значений коллекторов, которые рекомендуются для практического использования считаются: $k_{пгр} = 10,5\%$, $k_{пргр} = 0,43 \times 10^{-3} \text{мкм}^2$; $k_{овгр} = 74\%$.

Литература:

1. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Кожевников Д.А.. Петрофизика. Учеб. Для вузов, М., Недра, 1991
2. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Резванов Р.А., Африкян А.Н. Промысловая геофизика. М., Недра, 1986
3. Латышева М.Г., Вендельштейн Б.Ю., Тузов В.П. «Обработка и интерпретация материалов геофизических исследований скважин» М., Недра, 1990
4. Отчет по подсчету запасов нефти и газа Восточный Бердахского месторождения Устюртского нефтегазоносного района. ОАО «УЗБЕКГЕОФИЗИКА».
5. Козлитин А.М., Яковлев Б.Н. «Чрезвычайные ситуации техногенного характера.» Учебное пособие / Под ред. А.И. Попова. Саратов: Саратовский государственный технический университет, 2000.

