

ЛИТЕРАТУРА

1. Gaile A.A., Kameshkov A.V., Klement'ev V.N., Vereshchagin A.V. Production of Marine Fuel Components by Extraction Treatment of Vacuum Gasoils and Gasoils from Secondary Oil Refining Processes (A Review) // *Pet. Chem.* – 2023. – Vol. 63. – № 3. – P. 489-509. <https://doi.org/10.1134/S0965544123040047>
2. Камешков А.В., Гайле А.А., Карнаух В.С., Волков Д.А. Экстракционная очистка легкого газойля каталитического крекинга N,N-диметилформамидом и N-метилпирролидоном // *Нефтепереработка и нефтехимия.* – 2023. – № 4. – С. 24-28.

УДК 621.371: 550.837.6

Янушкевич В.Ф., Раскин В.И.

(Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой)

МЕТОДЫ ПОИСКА УГЛЕВОДОРОДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН

Актуальность приведенных в настоящей работе исследований определяется повышенными требованиями современной электроразведки к точности поиска и определения границ углеводородных залежей (УВЗ) [1 - 3]. Тенденции модификации электромагнитных методов поиска основываются на построении электродинамических моделей скоплений нефти и газа и получения откликов на зондирующее воздействие. Известны результаты моделирования сочетанием трехмерного конечно-элементного метода во временной области и трехмерного конечно-разностного метода в частотной области с использованием поверхностных гальванических источников в режимах радиальной и поперечной поляризации со скважинными приемниками [4]. Электродинамический отклик зондирующих сигналов определяется электрохимическими и электрофизическими процессами с образованием на границе с воздушным пространством промежуточной области, характеризующейся избытком свободных электронов при воздействии высокой температуры и пластовых давлений над залежью углеводородов [5, 6].

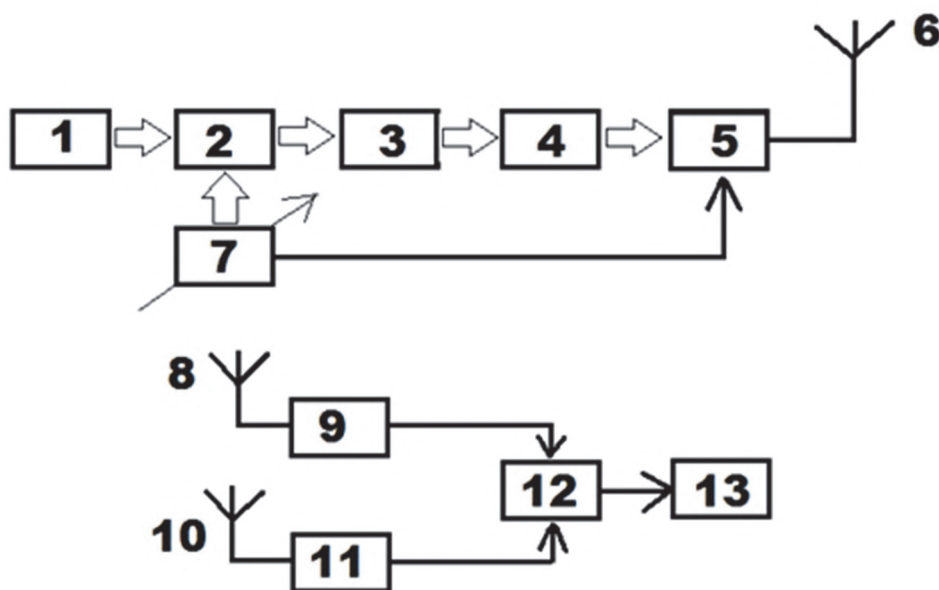
Были проведены экспериментальные исследования поверхностного импеданса среды над УВЗ в режиме амплитудно-частотно-модулированных сигналов (АЧМ) [1] с применением системы для реализации фазовых измерений (рис.1). Использование данного вида взаимодействия сигналов с УВЗ позволит повысить информативность методов поиска и идентификации.

С помощью устройства 12 и измерителя разности фаз 13 определяются фазовые сдвиги

$$\Delta\varphi_1 = \varphi_{z11}^1 - \varphi_{z11}^2 \quad (1)$$

$$\Delta\varphi_2 = \varphi_{z12}^1 - \varphi_{z12}^2, \quad (2)$$

где $\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2$ – разности фаз поверхностного импеданса соответственно для 1 и 2 каналов, $\varphi_{z11}^1, \varphi_{z11}^2$ – фазы поверхностного импеданса для составляющих АЧМ-сигнала по осям x и y для правой круговой поляризации, $\varphi_{z12}^1, \varphi_{z12}^2$ – фазы поверхностного импеданса для составляющих АЧМ-сигнала по осям x и y для левой круговой поляризации.



1 – генератор; 2 – ЧМ-модулятор; 3 – буферный каскад; 4 – АМ-модулятор;
5 – выходные каскады передатчика; 6, 8, 10 – антенны; 7 – генератор модулирующей частоты; 9, 11 – радиоприёмные устройства; 12 – устройство сравнения; 13 – измеритель разности фаз

Рисунок 1 – Радиотехническая система для реализации фазовых измерений в режиме амплитудно-частотно-модулированных сигналов

Предлагаемый способ был опробован на Южно-Тишковском месторождении УВЗ Гомельской области. Точки измерения выбирались следующим образом: обе точки измерения фазы находятся вне УВЗ, одна точка измерения фазы находится над УВЗ, вторая точка измерения фазы – вне УВЗ, обе точки измерения фазы находятся над УВЗ. Когда только одна точка измерения фазы (рис. 2) находится на границе залежи (пикет 550 для Южно-Тишковского месторождения УВЗ), происходит

уменьшение фазовой составляющей \dot{Z}_{11} от величины 2,0 рад (частота $f = 100$ МГц) до величины 0 рад (частота $f = 1000$ МГц) и с увеличением до 0,4 рад (частота $f = 1500$ МГц). По аномальным значениям фазовой составляющей \dot{Z}_{11} определяли границу УВЗ. В случае расположения обеих точек измерения фазы вне УВЗ наблюдаются отличия фазы в 2 каналах измерения с максимумом 0,4 рад (частота $f = 100$ МГц). В случае расположения обеих точек измерения фазы над УВЗ наблюдаются отличия фазы в 2 каналах измерения с максимумами 0,6 рад (частота $f = 100$ МГц) и 0,5 рад (частота $f = 300$ МГц).

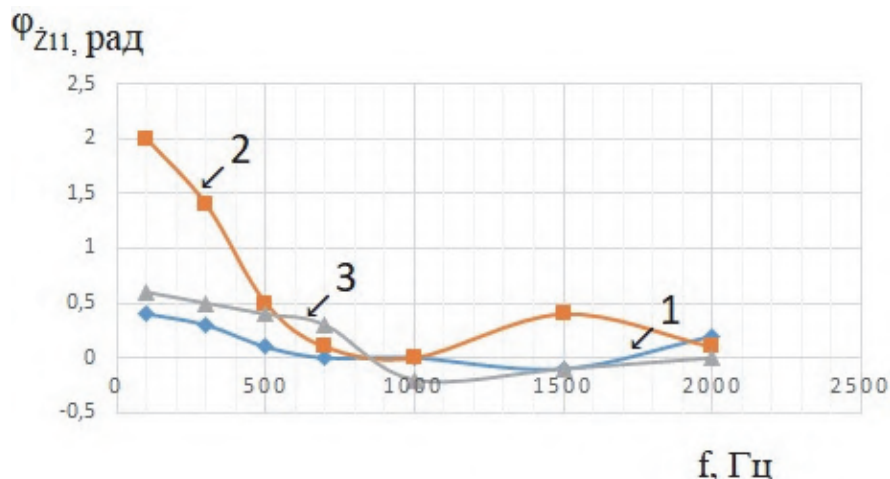


Рисунок 2 – Экспериментальные зависимости фазовой составляющей \dot{Z}_{11} для Южно-Тишковского месторождения
 1 – обе точки вне УВЗ, 2 – одна точка над УВЗ, вторая точка вне УВЗ, 3 – обе точки над УВЗ

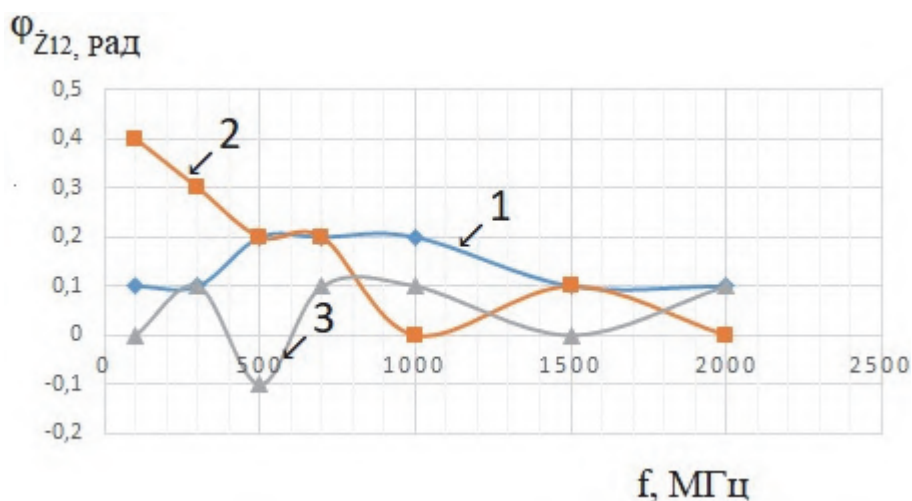


Рисунок 3 – Экспериментальные зависимости фазовой составляющей \dot{Z}_{12} для Южно-Тишковского месторождения:
 1 – обе точки вне УВЗ, 2 – одна точка над УВЗ, вторая точка вне УВЗ, 3 – обе точки над УВЗ

При размещении только одной точки измерения фазы (рис. 3) на границе залежи (пикет 550 для Южно-Тишковского месторождения УВЗ), происходит уменьшение фазовой составляющей \dot{Z}_{12} от величины 0,4 рад (частота $f = 100$ МГц) до величины 0 рад (частота $f = 1000$ МГц) с увеличением фазы до величины 0,1 рад (частота $f = 1500$ МГц). По аномальным значениям фазовой составляющей \dot{Z}_{12} определяли границу УВЗ.

В случае расположения обеих точек измерения фазы вне УВЗ наблюдаются отличия фазы в 2 каналах измерения с максимумами 0,2 рад (частоты $f = 500, 700, 1000$ МГц). В случае расположения обеих точек измерения фазы над УВЗ наблюдаются отличия фазы в 2 каналах измерения с наличием как отрицательных, так и положительных разностей фаз.

Способ может быть реализован на несущих частотах АЧМ-сигнала 0,1...2 ГГц при использовании частоты модуляции $F = 10...100$ МГц с коэффициентами амплитудной модуляции в диапазоне 0,1...1,0 при индексах частотной модуляции в интервале 20...95.

ЛИТЕРАТУРА

1. Янушкевич, В.Ф. Электромагнитные методы поиска и идентификации углеводородных залежей / В.Ф.Янушкевич // – Новополюцк, ПГУ, 2017. – 232с.
2. Петров, К.Н. Метод монотонных функций и его применение к прогнозу залежей углеводородов / К.Н. Петров // Информационные процессы. – 2023. – Т. 23. – № 1. – С. 126-137.
3. Ellis, M. Importance of anisotropic rock physics modelling in integrated seismic and CSEM interpretation / M. Ellis [et al.] // First Break. – 2011. – Vol. 29. – P. 87 – 95.
4. Colombo, D. Quantifying surface-to-reservoir electromagnetics for water flood monitoring in a Saudi Arabian carbonate reservoir / D. Colombo, G.W. McNeice // Geophysics. – 2013. – Vol.78. – P.E281-E297.
5. Yanushkevich, V. F. Effect of a powerful low-frequency signal on an anisotropic medium over hydrocarbon / V. F. Yanushkevich, D. A. Dauhiala, A. L. Adamovich [et al]. – Text: electronic // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1889. – P. 1 – 7.
6. Гололобов, Д.В. Влияние параметров амплитудно-модулированного воздействия на фазовые составляющие поверхностного импеданса анизотропной среды плазмopodobного типа / О.В. Орлова, В.Ф. Янушкевич // Вестник ПГУ. Серия С. Фундаментальные науки. Физика. - Новополюцк, 2010. – №9. – С.98 – 101.