

УДК 550.382.3:553.98(477)

В. Друкаренко, м. н. с.  
E-mail: Tory\_D@ukr.net,М. Орлюк, д-р геол. наук, зав. отд. геомагнетизма  
E-mail: orlyuk@igph.kiev.ua,  
Институт геофизики им. С.И.Субботина НАН Украины  
пр. Палладина 32, Киев, 03680, Украина

## О СТРУКТУРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ ПУТЕЙ МИГРАЦИИ И СКОПЛЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ С МАГНИТНОЙ НЕОДНОРОДНОСТЬЮ ЗЕМНОЙ КОРЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОГО АВЛАКОГЕНА

(Рекомендовано членом редакционной коллегии канд-м геол. наук О.И. Меньшовым)

Одним из методов прогнозирования путей миграции и мест накопления углеводородов является совместный анализ магнитной неоднородности и разломно-блоковой тектоники земной коры. Исследования магнитной восприимчивости пород выявили достаточно высокие возможности метода для решения широкого круга задач: интерпретации локальных магнитных аномалий над месторождениями углеводородов, расчленения и изучения литологии осадочных разрезов, выделения и маркирования по площади опорных магнитных горизонтов, оценки степени окислительно-восстановительных процессов. Глубинно-магнитный аспект нефтегазоносности земной коры обусловлен новообразованием или преобразованием железосодержащих минералов в магнитные разности (в основном, магнетит, самородное железо и пирротин) в зонах глубинных разломов под воздействием восстановительных флюидов. В осадочном чехле увеличение или уменьшение величины магнитной восприимчивости пород под воздействием углеводородов зависит от состава соединительного железа, образование которых контролируется геохимическими и термобарическими условиями. Все окислы железа восстанавливаются до магнетита (ферромагнетик), а сульфиды – в пирит (парамагнетик). Выполнены лабораторные исследования влияния углеводородов на магнитную восприимчивость образцов пород из 3 скважин под воздействием температуры и минералогические исследования для идентификации магнитных минералов. Породы представлены аргиллитами, песчаниками, алевролитами, известняком, конкрецией. Наблюдается разный характер поведения магнитной восприимчивости, в большинстве образцов происходит повышение данного параметра насыщенных и ненасыщенных пород. Исследовался минералогический состав известняка (мерзеля) с помощью растрового электронного микроскопа – микроанализатора РЭММА-202М. Обнаружить железосодержащий минерал не удалось, что связано, скорее всего, с низкой разрешающей способностью прибора, поскольку, например, пирротин, может находиться в тонкодисперсном состоянии. Повышение магнитной восприимчивости пород в процессе нагрева может быть объяснено переходами пирротиновой фазы, а также, возможно, присутствием маггемитовой фазы и ее переходом в гематит. Также были проанализированы, полученные авторами, экспериментальные данные о плотности и магнитной восприимчивости пород осадочного чехла и докембрийского фундамента из 8 сверхглубоких скважин исследуемого региона. Кроме осадочных, породы представлены базальтами, конкрециями, гнейсами и гранитогнейсами. Магнитная восприимчивость и плотность образцов пород изменяются в широких пределах. В ряде скважин были обнаружены интервалы с пониженными плотностями и повышенной магнитной восприимчивостью пород, а также области разуплотнения аргиллитов глубже 5000 м. В связи с приуроченностью данных областей к локальным и глубинным разломам, а также узлам их пересечения, эти области можно рассматривать в качестве перспективных на глубинные углеводороды.

**Ключевые слова:** магнитная восприимчивость, Днепровско-Донецкий авлакоген, нефтегазоносность, углеводороды.

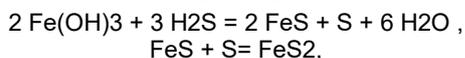
**Введение.** Актуальность вопроса поиска месторождений углеводородов на территории Украины не вызывает сомнений. В последнее время уделяется большое внимание теории абиогенного происхождения углеводородов, которые контролируются глубинными разломами [8, 19, 20, 24, 25 и др.]. Поэтому поиск их "глубинных" корней, а также "мест реализации" в приповерхностных условиях является актуальной задачей. Одним из методов прогнозирования путей миграции и мест накопления углеводородов является совместный анализ магнитной неоднородности и разломно-блоковой тектоники земной коры [1, 2, 21]. Исследования магнитной восприимчивости пород, выполненные в последнее время, выявили достаточно высокие возможности метода для решения широкого круга задач: интерпретации локальных магнитных аномалий над месторождениями углеводородов, расчленения и изучения литологии осадочных разрезов, выделения и маркирования по площади опорных магнитных горизонтов, оценки степени окислительно-восстановительных процессов [6, 11, 13, 14, 16, 31, 33 и др.]. Большое количество работ отечественных и зарубежных авторов посвящено изучению магнитных свойств почв, их вклада в формирование локальных магнитных аномалий, что может быть использовано при ультрадетальных геомагнитных исследованиях на нефтегазовых месторождениях [29, 30, 33-35, 37]. Северо-западная часть Днепровско-Донецкого авлакогена (ДДА) представляет собой хороший объект для таких исследований, поскольку здесь имеется большое количество скважин, которые вскрыли глубокие горизонты не только карбона и девона, но и кристаллического фундамента. Залежи нефти и газа в этом регионе связываются с палеозойскими отложениями осадочного чехла,

а также, предположительно, с докембрийскими образованиями фундамента [3].

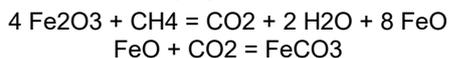
Связь магнитных аномалий с нефтегазоносностью земной коры. Источники локальных аномалий нефтегазоносных регионов Украины трактуются как "места реализации" глубинных разломов (или их разветвлений) режима растяжения земной коры в кристаллическом основании и низах осадочного чехла, т.е. пути прохождения по ним глубинных углеводородов. Источники положительных региональных магнитных аномалий приурочиваются к мантийным глубинным разломам, с которыми в первом приближении связаны разновозрастные рифтогенные и краевые прогибы [13, 21]. При этом обнаружена зависимость фазового состава углеводородов по отношению к региональным источникам. Газовые и газоконденсатные месторождения располагаются над их апикальными частями, нефтегазовые и нефтегазоконденсатные – над зонами сочленения со слабомагнитными блоками коры, а нефтяные – над слабомагнитными участками консолидированной коры. Открытие явления "зараженности" коллекторов нефти и газа дисперсными самородно-металлическими частицами – трассерами суперглубинных флюидов" [8] и результаты экспериментов по преобразованию железосодержащих минералов [16, 17, 28] дают новые возможности установления генетической и структурной связей магнитной неоднородности консолидированной и осадочной частей земной коры с месторождениями углеводородов и путями их миграции. Глубинно-магнитный аспект нефтегазоносности земной коры обусловлен новообразованием или преобразованием железосодержащих минералов в магнитные разности (в основном, магнетит  $Fe_3O_4$ , самородное же-

лезо Fe и пирротин FeS) в ослабленных зонах Земли (зонах глубинных разломов) под воздействием восстановительных флюидов [15, 22, 23]. Непосредственно в осадочном чехле увеличение или уменьшение величины магнитной восприимчивости пород под действием углеводородов зависит от состава соединений железа, образование которых контролируется геохимическими и термобарическими условиями [32]. В присутствии углеводородов образуются магнетит, пирротин, пирит и сидерит, а гематит разрушается. Относительная интенсивность магнитных аномалий над скоплениями углеводородов зависит от того, какое количество магнетита образовалось при разрушении гематита и формировании соединений серы в виде пирротина, поскольку они представляют наиболее магнитные минералы. Магнитная восприимчивость пород, подвергшихся воздействию углеводородов, может увеличиваться или уменьшаться, поскольку все окислы железа восстанавливаются до магнетита (ферромагнетик), а сульфиды преобразуются в пирит (парамагнетик). Поэтому, в локальном аномальном магнитном поле скопления углеводородов могут выделяться как положительными, так и отрицательными аномалиями.

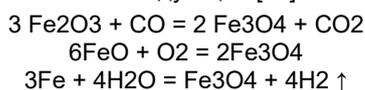
Над месторождениями нефти и газа существуют зоны восстановления и окисления [10]. Зона восстановления характеризуется меньшим количеством магнетита и ферромагнитных минералов. Возможность появления магнетита в породах во время эпигенетической стадии под воздействием гидротермальных растворов (в том числе углеводородных флюидов), которые фильтруются сквозь породу, определяется концентрацией кислорода и серы, поскольку минеральная форма железа в процессах метасоматического преобразования зависит от соотношения химических потенциалов этих элементов. При высокой концентрации серы происходит образование пирита [10, 12]:



что приводит к уменьшению магнитной восприимчивости. При дальнейшем насыщении среды серой пирротин переходит в пирит. Таким образом, под воздействием потоков углеводородов граница между пиритом и пирротинном, а также область местонахождения минералов пирротинового ряда постепенно смещаются к поверхности. Подобное смещение границы между областями с повышенными и пониженными значениями магнитной восприимчивости может быть одной из причин аномальных временных изменений геомагнитного поля. К уменьшению  $\chi$  в зоне восстановления также приводит превращение окиси железа в закись под действием углеводородов [12]:



Подобные изменения химического состава и магнитных характеристик пород поблизости нефтегазовых месторождений, а также то, что сама нефть является диамагнетиком ( $\chi = -10 \cdot 10^{-6}$  ед. СГС), могут обуславливать существование над месторождениями отрицательных аномалий ( $\Delta T$ )а. Зоны окисления характеризуются повышенным содержанием трехвалентного железа. При высокой концентрации кислорода в углеводородных флюидах, фильтрующихся через породу, происходит восстановление окислов железа в магнетит. К характерным реакциям, происходящим в зоне окисления, относятся следующие [12]:



Таким образом, магнитная восприимчивость пород в зонах окисления является большей, чем во вмещающей среде, что может вызывать существование положительных аномалий ( $\Delta T$ )а над месторождениями. В общем случае амплитуда и знак локальных аномалий ( $\Delta T$ )а над месторождениями углеводородов зависят от соотношения мощностей зон восстановления и окисления. Количественные оценки показывают, что при заметном преобладании одной из зон амплитуда локальных аномалий ( $\Delta T$ )а может достигать нескольких десятков нанотесла.

Исследование влияния углеводородов на магнитную восприимчивость горных пород. Свойство углеводородов изменять магнитную восприимчивость пород, было подтверждено лабораторными экспериментами на образцах осадочных и кристаллических пород Предкарпатского прогиба [28]. Магнитная восприимчивость всех типов пород, насыщенных нефтью, существенно увеличивалась (для отдельных образцов в 20 раз) при температурах выше 225°C, а новообразование магнетита было доказано с помощью рентгеноструктурного анализа. Эксперименты проводились одновременно на насыщенных и ненасыщенных образцах. Они нагревались поэтапно для того, чтобы ускорить преобразование минералов под влиянием углеводородов, которые в естественной среде проходят за огромный промежуток времени, который может охватывать сотни тысяч лет. Значимое увеличение величин магнитной восприимчивости осадочных пород экспериментально установлено и для образований осадочного чехла Центральной депрессии ДДА [13,16]. Эти наблюдения и эксперименты свидетельствовали только о восстановлении окислов железа в магнетит. Но в земной коре существуют различные соединения с железом, образование которых контролируется геохимическими и термодинамическими условиями той или иной стадии диагенеза. Поэтому необходимо рассмотреть их преобразования под воздействием углеводородов.

Подобный эксперимент также был проведен авторами на образцах осадочных и кристаллических (гнейсы, гранитогнейсы) пород, отобранных из керна Борковской 15 (4776 м), Строевской 333 (3803 м), Нежинской 338 (5337 м) и Зорьковской 370 (6200 м) сверхглубоких скважин, пробуренных в северо-западной части ДДА [17]. Один из двух подготовленных образцов штуфа закладывался в углеводород (газолин) сроком на один месяц, другой исследовался без влияния флюида. После выдержки образца в газолине перед началом эксперимента его магнитная восприимчивость еще раз измерялась на магнитометре. Экспериментальные исследования заключались в терморазмагничивании или термочистке образцов пород, что представляет собой нагрев и выдержку последних в практически немагнитном пространстве. Были выбраны ступени нагрева 75, 100, 150, 200, 250, 300, 350°C. Образцы выдерживались в скомпенсированном поле от 25 до 15 мин в зависимости от температуры. После каждого нагрева на приборах KLY-1 и МГ-2 измерялась магнитная восприимчивость образцов, которая фиксировала постоянство состава магнитной фракции пород в процессе эксперимента. Анализ результатов показал, что для аргиллитов, алевролитов, мергелей, туфобрекчий, песчаников обнаружено увеличение магнитной восприимчивости, но в ряде случаев не наблюдалось аномального ее возрастания, а у некоторых даже происходило уменьшение. Весьма разнообразный характер поведения магнитной восприимчивости может быть объяснен исходным составом пород, наличием и формами нахождения железа. В случае, если железа в породе нет либо оно полностью находится в составе породообразу-

ющих минералов, изменение магнитной восприимчивости может происходить только за счет его привнесения флюидом или выделения из минералов, что возможно при температурах более 500°C. В случае нахождения железа в виде акцессорных минералов, добавок или растворимом состоянии (Fe, FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Fe(OH)<sub>2</sub>), с изменением окислительно-восстановительной среды будет происходить минеральное преобразование с соответствующим изменением магнитной восприимчивости.

Проведенный эксперимент, к сожалению, не дает ответа какой магнитный минерал образовался под воздействием температуры. Авторами была предпринята попытка с помощью минералогических исследований решить данную проблему.

Для решения поставленной задачи повторно был проведен вышеописанный эксперимент на 20 образцах осадочных пород из Борковской, Зорьковской и Савинковской скважин. Породы относятся к межсолевому комплексу верхнего девона (Борковская скважина), визейскому ярусу нижнего карбона (Зорьковская и Савинковская скважины) и представлены аргиллитами, алевролитами, песчаниками, известняком, конкрецией. Измерения магнитной восприимчивости проводились на магнитометре МФК1-В с чувствительностью  $6 \cdot 10^{-8}$  СИ. В результате исследований были построены графики изменений магнитной восприимчивости насыщенного и сухого образца под воздействием температуры. Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что в большинстве образцов происходит повышение магнитной восприимчивости насыщенных и ненасыщенных пород. Резкими скачками восприимчивости после 3000С характеризуются алевролит, песчаник и аргиллит Зорьковской скважины (Рис. 1). В образцах Савинковской скважины  $\chi$  увеличивается незначительно за исключением алевролита, где восприимчивость обоих образцов плавно возрастает уже при температуре 2000С с  $24 \cdot 10^{-5}$  СИ до  $560 \cdot 10^{-5}$  СИ. Более разнообразный характер поведения магнитной восприимчивости пород Борковской скважины. В песчанике наблюдается синхронное увеличение  $\chi$  обоих образцов до 2000С, а после – синхронное уменьшение данного параметра (Рис. 2). В образце алевролита происходит незначительное повышение восприимчивости насыщенного газолином образца после 3000С, в то время

как  $\chi$  сухого образца незначительно уменьшается при температуре 2500С.

Резким повышением магнитной восприимчивости после 2000С характеризуется насыщенный газолином образец известняка (глубина 3500 м), у ненасыщенного увеличение происходит не столь интенсивно и начинается после 2500С (Рис. 3). В связи с этим, данный образец был выбран для минералогических исследований с попыткой идентификации новообразованного магнитного минерала. С этой целью были изготовлены 3 прозрачных шлифа из исходного керна, ненасыщенного и насыщенного газолином гретых образцов для сравнения их минералогического состава. Исследования проводились в НИИ "Институт геологии" Киевского национального университета им. Тараса Шевченко с помощью растрового электронного микроскопа – микроанализатора РЭММА-202М, который объединяет в себе функции растрового электронного микроскопа с высокой разрешающей способностью и рентгеновского микроанализа. Прибор используется для исследования микрорельефа поверхности твердого тела во вторичных, отраженных и поглощенных электронах, определения элементного состава в микрообъемах с помощью метода рентгеноспектрального анализа (использовался режим EDS – энергия рентгеновского излучения). В результате было определено, что минералогический состав исходного образца известняка более характерен для мергеля и основными породообразующими минералами его являются кальцит, хлорит, гидростлюды. Среди обломочных пород встречаются кварц, плагиоклаз, калиево-натриевый полевой шпат, апатит, хромшпинелит. В качестве новообразованных минералов можно отметить пирит, ликоксен (рутил), бритоцит, сфалерит (Рис. 4). Образец без газолина характеризуется идентичным минералогическим составом, также здесь обнаружены сфен и гипс (Рис. 5). Такой разнообразный минералогический состав, не характерный для карбонатных пород, может свидетельствовать о близком расположении источника сноса магматических пород щелочного состава. Это подтверждается наличием в Борковской скважине высокомагнитных песчаников (до  $10000 \cdot 10^{-5}$  СИ), а также широко развитой в этом регионе магматической деятельностью [9]. Заметим также, что скважина расположена в центре локальной магнитной аномалии (Рис. 6).



Рис. 1. Изменение магнитной восприимчивости образцов алевролита Зорьковской скважины с газолином и без газолина под действием температуры

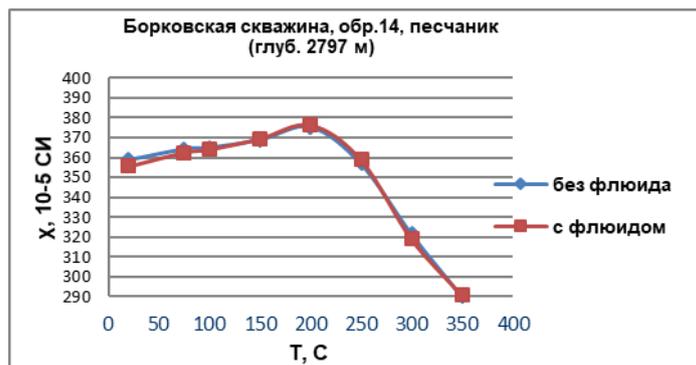


Рис. 2. Изменение магнитной восприимчивости образцов песчаника Борковской скважины с газоліном и без газоліна под действием температуры

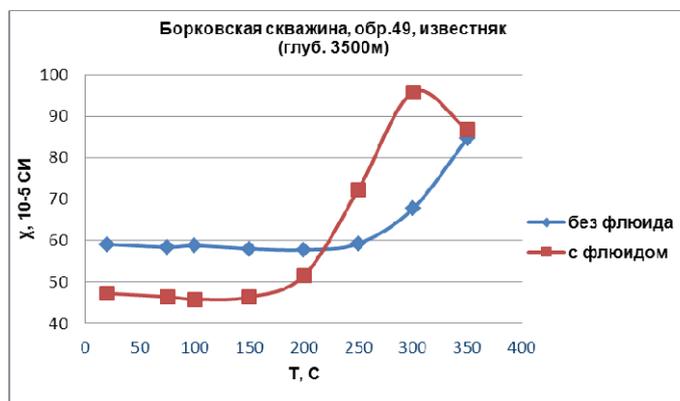


Рис. 3. Изменение магнитной восприимчивости образцов известняка Борковской скважины с газоліном и без газоліна под действием температуры

Обнаружить железосодержащий минерал, который мог бы преобразоваться под действием температуры, не удалось. Это связано, скорее всего, с низкой разрешающей способностью использованного метода, поскольку, например, пирротин может находиться в тонкодисперсном состоянии, и может быть зафиксирован только с помощью более чувствительного электронного сканирующего микроскопа. При исследовании шлифов исходного и нагретого образцов на рудном микроскопе, также не обнаружено каких-либо изменений представленных в породе зерен пирита ( $\text{FeS}$ ) при температурном воздействии. Практически все минералы, упомянутые выше, являются диамагнетиками либо слабыми парамагнетиками (рутил) и не вносят заметный вклад в магнитную восприимчивость пород. Наибольшую роль в магнитной восприимчивости данного образца играют, по-видимому, пирит, хлорит, гидрослюда (биотит), поскольку они являются более сильными парамагнетиками. Можно сделать предположение, что в пределах температур 200-300°C изменения магнитной восприимчивости объясняются переходами пирротиновой фазы. Согласно [35] оказывать влияние также могут зерна, которые при комнатной температуре были в однодоменном состоянии, а при нагреве перешли в суперпарамагнитное состояние. Увеличение магнитной восприимчивости, возможно, может быть связано с присутствием маггемитовой фазы и ее высокотемпературным переходом в гематит [30].

Магнитная неоднородность коры в связи с нефтегазоносностью. В исследуемом регионе пробурены пара-

метрические и поисковые скважины: Строевская 333 (глубина – 3803 м), Борковская 15 (4776 м), Нежинская 338 (5337 м), Зорьковская 370 (6200 м), Борзнянская 303 (4508 м), Гужевская 305 (5501 м), Савинковская 361 (6005 м) и Петровская 1 (5501 м)), позволившие получить важную информацию о составе и структуре осадочного чехла, а также его взаимоотношения со структурами фундамента. В целом разрез коры района исследований представлен аргиллитами, алевролитами, песчаниками, известняками, мергелями, туфопесчаниками, туфоаргиллитами, доломитами, туфобрекчиями, гнейсами, гранитогнейсами и базальтами. Гнейсы и гранитогнейсы представляют докембрийский фундамент. Значения объемной магнитной восприимчивости разных типов пород изменяются в широких пределах: аргиллиты – от  $1,8 \cdot 10^{-5}$  (Гужевская) до  $4980 \cdot 10^{-5}$  СИ (Строевская); алевролиты – от  $5 \cdot 10^{-5}$  (Нежинская) до  $11450 \cdot 10^{-5}$  СИ (Борковская); известняки – от 0 (Нежинская) до  $340 \cdot 10^{-5}$  СИ (Зорьковская); песчаники – от  $1,9 \cdot 10^{-5}$  (Нежинская) до  $11666 \cdot 10^{-5}$  СИ (Борковская); туфобрекчии – от  $13 \cdot 10^{-5}$  до  $84 \cdot 10^{-5}$  СИ (Борковская); мергели – от  $3,6 \cdot 10^{-5}$  до  $364 \cdot 10^{-5}$  СИ (Борковская); туфопесчаники – от  $7,4 \cdot 10^{-5}$  (Борковская) до  $8913 \cdot 10^{-5}$  СИ (Строевская). Базальты Борковской скважины отличаются высокими значениями  $\chi$  – до  $11110 \cdot 10^{-5}$  СИ. Значения  $\chi$  гнейсов Строевской скважины колеблются в пределах  $(1,9 - 95) \cdot 10^{-5}$  СИ, гранитогнейсов –  $(4,2 - 104) \cdot 10^{-5}$  СИ. Исследовалась также плотность пород [17, 18].

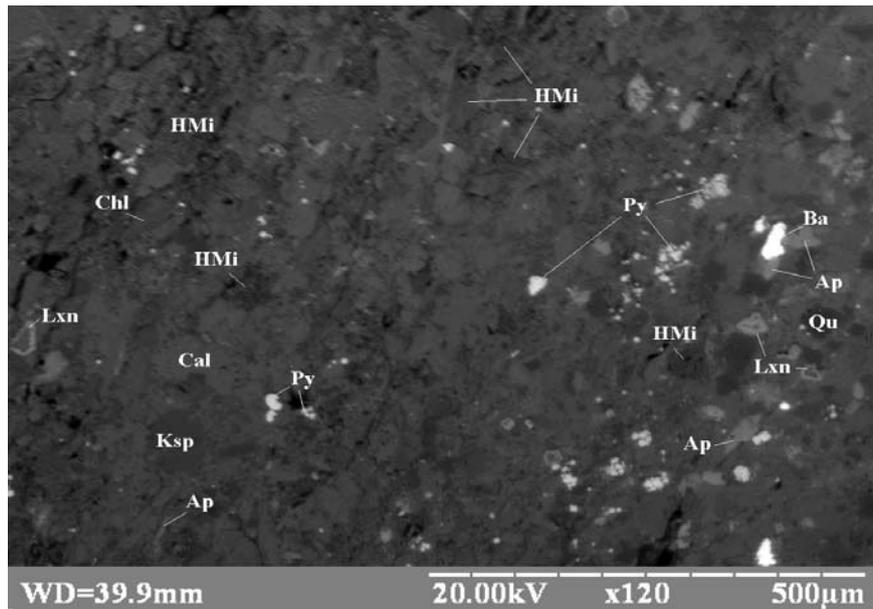


Рис. 4. Изображение исходного образца известняка (мергеля) в режиме обратно рассеянных электронов: Chl – хлорит, Cal – кальцит, HMi – гидрослюда, Qu – кварц, Ksp – калиево-натриевый полевой шпат, Ap – апатит, Py – пирит, Lxn – ликоксен (вторичный рутил), Ba – барит

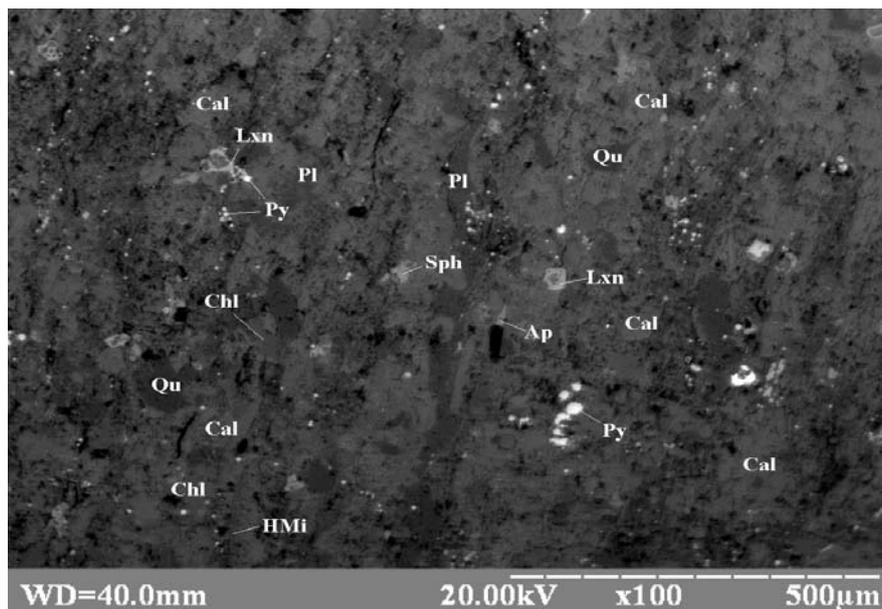
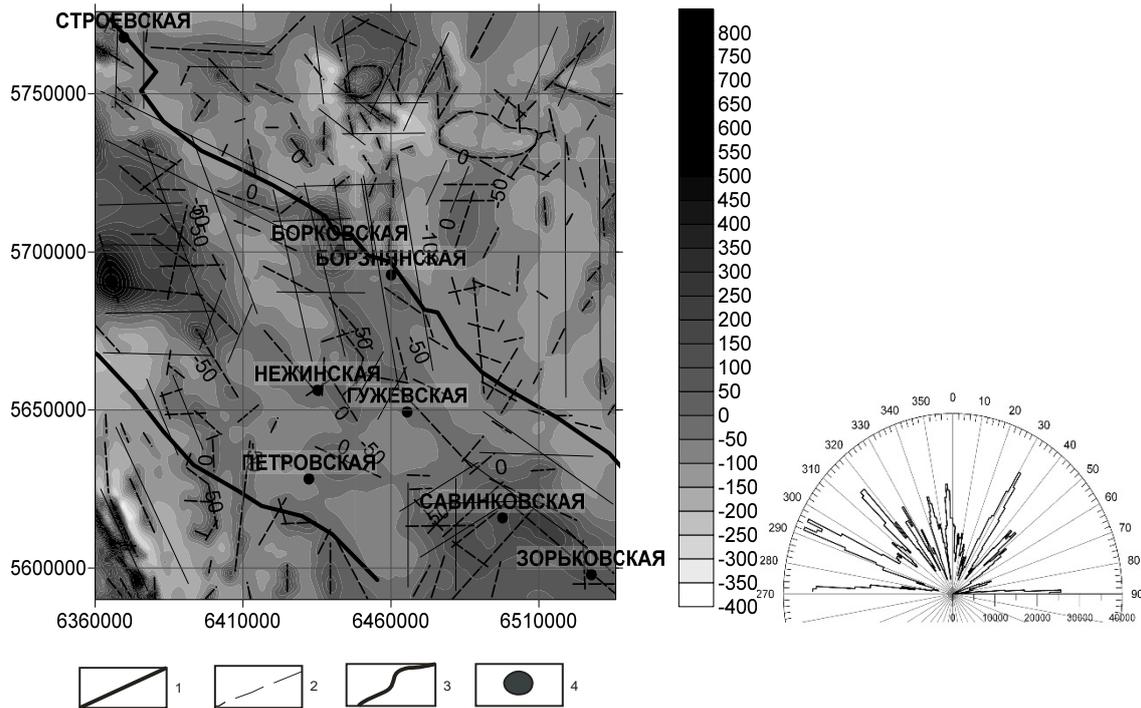


Рис. 5. Изображение нагретого образца известняка (мергеля) (без газаolina) в режиме обратно рассеянных электронов: Chl – хлорит, Cal – кальцит, HMi – гидрослюда, Qu – кварц, Pl – плагиоклаз, Ap – апатит, Py – пирит, Lxn – ликоксен (вторичный рутил), Sph – сфен

Карта локальной компоненты аномального магнитного поля северо-западной части Днепровско-Донецкого авлакогена позволяет проанализировать ее на качественном уровне на предмет связи с намагниченностью осадочного чехла и кристаллического фун-

дамента (Рис. 6). Максимальные его значения (до 800 нТл) характерны для Черниговского магнитного максимума. Исследуемые скважины расположены в областях максимумов, минимумов и градиентных зон локальных магнитных аномалий.



**Рис. 6. Карта локальной компоненты аномального магнитного поля для территории северо-западной части ДДА и гистограмма азимутов простираения магнитолинеаментов:**

1 – 2 региональные и локальные магнитолинеаменты, 3 – граница ДДА, 4 – скважины

Выделение локальных магнитолинеаментов осуществлялось с помощью пакета фильтров программы Oasis Montaj путем трансформации аномального магнитного поля для исследуемой территории [4, 36]. С помощью программы Grapher построена гистограмма распределения локальных магнитолинеаментов, где выделяются следующие направления:  $90(270)\pm 10^\circ$ ,  $295\pm 10^\circ$ ,  $315\pm 10^\circ$ ,  $335\pm 5^\circ$ ,  $345\pm 5^\circ$ ,  $0\pm 10^\circ$ ,  $15\pm 5^\circ$ ,  $30\pm 8^\circ$ ,  $50\pm 10^\circ$ ,  $75\pm 5^\circ$ .

В пределах юго-восточной части ДДА обнаружены углеводороды глубинного происхождения с промышленной нефтегазоносностью архей-протерозойского фундамента ее северного борта [2, 27]. В этом отношении исследования магнитной восприимчивости и плотности разрезов скважин северо-западной части ДДА, часть из которых (Строевская, Борковская и Борзнянская) приурочены к северному краевому глубинному разлому, могут свидетельствовать о наличии условий для поступления и накопления глубинных углеводородов. Это может подтверждаться расположением упомянутых скважин в непосредственной близости к локальным и региональным магнитолинеаентам. Следует заметить также, что эти скважины расположены поблизости и в центре локальных магнитных аномалий (Рис. 6). В частности для Строевской скважины наблюдается некоторое увеличение плотности пород с глубиной от  $\sigma = 2,25 \text{ г/см}^3$  до  $\sigma = 2,8 \text{ г/см}^3$ , при менее значимом уменьшении их магнитной восприимчивости. Но в интервале 1700-2000 м плотность аргиллитов и известняков несколько уменьшается с глубиной, а их магнитная восприимчивость увеличивается. Такая зависимость при постоянном составе пород, возможно, объясняется геохимическими причинами, скорее всего, наличием флюида. Частичным подтверждением этого могут служить приливы нефти на расположенных поблизости Гриборуднянском и Ловинском участках [5]. Зорьковская скважина открыла залежь углеводородов в горизонте В-22 и Червонозаводско-Рудовскую зону нефтегазоаккумуляции, здесь можно отметить некоторое уменьшение плотности и увеличение магнитной восприимчивости визейских аргиллитов,

песчаников и известняков глубже 5500 м. Заметим, что скважина расположена на пересечении локальных разломов кристаллического фундамента, которые могут служить подводными каналами для поступления углеводородов. Для Борзнянской параметрической скважины до глубины 3400 м наблюдается увеличение плотности песчаников и аргиллитов с глубиной, а также менее видимое уменьшение магнитной восприимчивости. Обращают на себя внимание повышенные значения магнитной восприимчивости пород низов (3400-3650 м) верхнего надсолевого отдела девона. Также с глубины 4100 м и до конца разреза наблюдается разуплотнение песчаников и туфопесчаников на фоне повышенной магнитной восприимчивости. В районе расположения скважины в междусолевых терригенных отложениях девона на Кинашевской и Ядутовской площадях были обнаружены приливы нефти [5]. Плотность песчаников озерскохованской свиты верхнего девона Гужевской скважины с глубиной незначительно уменьшается на фоне увеличения их магнитной восприимчивости. Интервалы с разуплотненными породами, которые сопровождаются повышенными значениями магнитной восприимчивости, выделяются на разных глубинах и в других скважинах. В соответствии с работами [15, 26], такие участки могут быть потенциально нефтегазоносными. С другой стороны, повышенные значения плотности и магнитной восприимчивости образцов Борковской скважины, а также некоторых пород из других скважин, можно объяснить их насыщенностью железистыми минералами, в частности, магнетитом [7]. Если учесть наличие в кристаллическом фундаменте региона достаточно плотных и магнитных образований, то выглядит естественным формирование в результате их разрушения аналогичных осадочных пород. Также обогащение магнитными и плотными минералами может быть связано с магматической и вулканической деятельностью, широко развитой в этом регионе [9]. Выделяются области разуплотнения аргиллитов глубже 5000 м, вплоть до кристаллического фундамента, на фоне слегка повышенной магнитной восприимчивости. Это создает предпосылки для образования на этих

глибинах, а також, вероятно, в кристаллическом фундаменте, условий для скопления глубинных углеводородов.

Выводы. Теоретически и экспериментально обосновано, что в пределах нефтегазоносных областей и провинций нефтегазовые месторождения и перспективные структуры контролируются расположением региональных и локальных источников магнитного поля ( $\Delta T$ ), а также разломно-блоковой тектоникой консолидированной коры и глубинными разломами. Для осадочных пород северо-западной части Днепровско-Донецкого авлакогена экспериментально показана трансформация магнитных минералов при температурном воздействии на насыщенные углеводородным флюидом породы. В Строевской, Зорьковской, Борзнянской, Савинковской, Гужевской скважинах обнаружены интервалы пород с пониженными плотностями и повышенной магнитной восприимчивостью. В Зорьковской, Петровской, Савинковской, Нежинской скважинах наблюдается снижение плотности аргиллитов на фоне повышенных значений магнитной восприимчивости глубже 5000 м вплоть до кристаллического фундамента. В совокупности с приуроченностью выделенных областей к глубинным и локальным разломам, а также узлам их пересечения они могут рассматриваться в качестве перспективных на глубинные углеводороды, как в пределах осадочного чехла, так и кристаллического фундамента.

Благодарность. Авторы выражают благодарность профессору кафедры минералогии, геохимии и петрографии НИИ "Институт геологии" Киевского национального университета им. Тараса Шевченко д-ру геол. н. А.В. Митрохину за активную помощь в проведении минералогических исследований, д-ру геол. н. С.Е. Шнюкову за проявленное содействие, а также рецензентам за полезные советы и ценные замечания.

#### Список использованных источников

- Багдасарова М.В. Современная геодинамика и новые критерии поисков нефтегазовых месторождений / М.В. Багдасарова // Недропользование XXI век. – 2013. – №4. – С. 56-61.
- Гейко Т.С. Тектоно-геодинамические критерии нефтегазоносности кристаллического фундамента северного борта Днепровско-Донецкого авлакогена / Т.С. Гейко, А.Е. Лукин, В.В. Омельченко, О.Г. Цеха // Современные методы сейсморазведки при поисках месторождений нефти и газа в условиях сложнопостроенных структур (Сейсмо – 2013): материалы 4-й Международной научно-практической конференции. – АР Крым, 2013.
- Доленко Г.Н. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Эндеогенные процессы и нефтегазоносность // Г.Н. Доленко, З.М. Ляшкевич, М.А. Алехина и др. АН УССР. Институт геологии и геохимии горючих ископаемых. – К.: Наукова думка, 1991. – С. 67-82.
- Друкаренко В.В. Аналіз фізичних параметрів порід осадочного чехла та магнітолінементів північно-західної частини Дніпровсько-Донецького авлакогена стосовно прогнозування глибинних вуглеводнів / В.В. Друкаренко, Т.В. Розыган // Сучасні проблеми геологічних наук: матеріали VI Всеукраїнської молодіжної наукової конференції – школи. – Київ, 2016. – С. 108-111.
- Іванишин В.А. Структурно-стратиграфічні і літолого-геохімічні критерії нафтогазоносності глибозанурених відкладів Дніпровсько-Донецької западини: дис. ... д-ра геол. наук: 04.00.17 / В.А. Іванишин. – К., 2005. – 464 с.
- Крива І.Г. Літомагнітні комплекси нафтогазоносних відкладів палеозою північно-західної частини Дніпровсько-Донецької западини: дис. ... канд. геол. наук: 04.00.17 / І.Г. Крива. – Л., 2011. – 144 с.
- Курников Ю.А. Магнітно-мінералогічна характеристика, класифікація і використання природних магнітних псков / Ю.А. Курников, М.І. Орлюк // Геофізический журнал. – 2011. – Т. 33, № 1. – С. 39-53.
- Лукин А.Е. Самородно-металлические микро – и нановключения в формированиях нефтегазоносных бассейнов – трассеры суперглубинных флюидов / А.Е. Лукин // Геофізический журнал. – 2009. – Т. 31, №2. – С. 61-92.
- Ляшкевич З.М. Вулканизм Днепровско-Донецкой впадины / З.М. Ляшкевич, Т.В. Завьялова. – Киев, 1977.
- Магніто- і сейсморозвідка. Справочник геофізика / под ред. В.Е. Никитського і Ю.С.Глебовського. – М.: Недра, 1990. – 470 с.
- Максимчук В.Ю. Перспективи застосування магнітометрії при пошуках родовищ нафти і газу / В.Ю. Максимчук, Р.С. Кудеравець // Збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції:

Нафтогазова геофізика – стан та перспективи. – Івано-Франківськ, 2009. – С. 178-181.

12. Максимчук Ю.В. Прогнозування нафтогазоносності осадових басейнів України на основі дослідження особливостей аномального магнітного поля: звіт про науково-дослідну роботу / Ю.В. Максимчук, М.І. Орлюк, Ю.М. Городиський та ін. – НАН України, Українська нафтогазова академія, 2002.

13. Орлюк М.І. Магнітна модель земної кори південного заходу Східно-Європейської платформи: авт. дис. ... д. геол. наук: 04.00.22 / М. І. Орлюк; [НАН України, Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна]. – К., 1999. – 32 с.

14. Орлюк М.І. Генетичні та структурно-генетичні зв'язки аномального магнітного поля Землі з її нафтогазоносністю / М.І. Орлюк // Геодинаміка, тектоніка і флюїдодинаміка нефтегазоносних регіонів України: тези доповідей VII міжнародної конференції України "Крим-2007". – Симферополь, 2007. – С. 105-107.

15. Орлюк М.І. Нафтогазоносність земної кори України у зв'язку з її намагніченістю / М.І. Орлюк // Нафтова і газова промисловість. – 1994. – № 3. – С. 16-19.

16. Орлюк М.І. Магнітна характеристика порід осадочного чехла Центральної депресії Дніпровсько-Донецького авлакогена / М.І. Орлюк, С.М. Кравченко, В.А. Єнтін // Нафта і газ України: збірник наукових праць VI міжнародної науково – практичної конференції. – Івано-Франківськ, 2000. – Т.1. – С. 303.

17. Орлюк М.І. Магнітна восприимчивість порід северо-западної частини Днепровско-Донецької впадини / М.І. Орлюк, В.В. Друкаренко // Геофізический журнал – 2010. – Т. 32, №1. – С. 78-91.

18. Орлюк М.І. Фізическі параметри порід осадочного чехла северо-западної частини Днепровско-Донецької впадини / М.І. Орлюк, В.В. Друкаренко // Геофізический журнал – 2013. – Т. 35, №2. – С.127-136.

19. Орлюк М.І. Некоторые аспекты взаимосвязи нефтегазоносности с намагніченістю земної кори України / М.І.Орлюк, І.К. Пашкевич // Геофізический журнал – 1996. – Т. 18, №1. – С.46-52.

20. Орлюк М.І. Магнітна характеристика і разломна тектоника земної кори Шебелинської групи газових месторождений как составная часть комплексных поисковых критериев углеводородов / М.І. Орлюк, І.К. Пашкевич // Геофізический журнал – 2011. – Т. 33, №6. – С.136-151.

21. Пашкевич І.К. Магнітна неоднорідність, разломна тектоника консолидированной земної кори і нефтегазоносність Днепровско-Донецького авлакогена / І.К. Пашкевич, М.І. Орлюк, Т.В. Лебедь // Геофізический журнал – 2014. – Т. 36, №1. – С.64-80.

22. Пашкевич І.К. Региональные магнітні аномалії: рішення фундаментальних і прикладних задач / І.К. Пашкевич, М.І. Орлюк, С.В. Елисеєва // Геофізический журнал. – 1996. – Т. 18, №6. – С. 3-17.

23. Петромагнітна модель літосфери. – К: Наукова думка, 1994. – 175 с.

24. Порфирьев В.Б. Природа нефти, газа и ископаемых угля / В.Б. Порфирьев: избранные труды в 2 т. – К.: Наукова Думка, 1987. – 216 с.

25. Расковалов Д.Ю. О закономерностях и причинах отражения месторождений углеводородов в региональном магнитном поле Западной Сибири / Д.Ю. Расковалов. // Вестник Томского Государственного университета. – 2009. – №3. – С. 212-216.

26. Слепак З.М. Гравитационное моделирование гетерогенных структур при поисках нефти и газа: автореф. д. ... геол.-мин. наук / З.М. Слепак. – К., 1985. – 35 с.

27. Чебаненко І.І. Нефтегазоперспективные объекты Украины. Нефтегазоносность фундамента осадочных бассейнов / І.І. Чебаненко, В.А. Краюшкин, В.П. Ключко и др. – К: Наукова думка, 2002. – 293 с.

28. Bucha V. Geomagnetism of the external flysch special czechoslovakian Carpathians and the possible causes of anomalous Geophysical Manifestations / V.Bucha // Studia Geophysica Et geodaetica. – 1980. – V. 24. – P.227-251.

29. Costanzo-Álvarez V. Rock magnetic characterization of early and late diagenesis in a stratigraphic well from the Llanos foreland basin (Eastern Colombia) / V. Costanzo-Álvarez, M. Aldana, G. Bayona, D. López-Rodríguez, J. Blanco // Geological Society Special Publication. – 2012. – № 371(1). – P. 199-216.

30. Jordanova D. Thermomagnetic behavior of magnetic susceptibility-heating rate and sample size effects / D. Jordanova, N. Jordanova // Front. Earth Sci. – 2016. – 3, DOI: 10.3389/feart.2015.00090.

31. LeSchak L. A. High-resolution ground-magnetic (HRGM) and radiometric surveys for hydrocarbon exploration: Six case histories in Western Canada, in Surface exploration case histories. Applications of geochemistry, magnetic, and remote sensing / L.A. LeSchak, D.R. Van Alstine // AAPG Studies in Geology, № 48 and SEG Geophys. Ref. Series. – 2002. – №11. – P. 67-156.

32. Machel H.G. Burial-diagenetic sabkha-like gypsum and anhydrite modules / H.G. Machel, E.A. Burton // J. Sedim.Petrol. – 1991. – № 61. – P. 349-405.

33. Menshov O. Magnetic mapping and soil magnetometry of hydrocarbon prospective areas in western Ukraine / O. Menshov, R. Kuderavets, S. Vyzhva et al. // Studia Geophysica et Geodaetica. – 2015. – № 59 (4). – P. 614-627.

34. Menshov O. Magnetic studies at Starunia paleontological and hydrocarbon bearing site (Carpathians, Ukraine) / O. Menshov, R. Kuderavets, S. Vyzhva et al. // Studia Geophysica et Geodaetica. – 2016. – №60 (4). – P. 731-746.

35. Rijal M. Magnetic signature of hydrocarbon-contaminated soils and sediments at the former oil field Hanigsen, Germany / M. Rijal, K. Porsch, E. Appel, A. Kappler // Studia Geophysica et Geodaetica. – 2012. – № 56. – P. 889-908.

36. Salem A. Interpretation of magnetic data using tilt-angle derivatives / A. Salem, S. Williams, J. D. Fairhead et al. // *Geophysics*. – 2008. – № 73. – L1- L10.

37. Shao G. Surface Loess Susceptibility Anomalies Directly Indicating Oil and Gas Reservoirs / G. Shao, G. Shao, Z. Liang et al. // *Applied Geophysics*. – 2005. – №1-2 (4). – P. 197-203.

#### References

1. Bagdasarova, M.V. (2013). Sovremennaya geodinamika i novye kriterii poiskov neftegazovykh mestorozhdeniy. *Nedropol'zovanie XXI vek*, 2, 56-61. [In Russian].

2. Geyko, T.S., Luki, A.E., Omel'chenko, V.V., Tseha, O.G. (2013). Tektono-geodinamicheskiye kriterii neftegazonosnosti kristallicheskogo fundamenta severnogo borta Dneprovsko-Donetskogo avlakogena. *Sovremennyye metody seysmorazvedki pri poiskakh mestorozhdeniy nefti i gaza v usloviyakh slozhnopostroyennykh struktur (Seysmo-2013)*. Materialy 4 Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii. Krym. [In Russian].

3. Dolenko, G.N., Lyashkevich, Z.M., Alekhina, M.A. et al. (1991). *Geologiya i neftegazonosnost' Dneprovsko-Donetskoy vpadiny*. Endogennyye processy i neftegazonosnost'. Institut geokhimii i goryuchikh iskopaemykh. AN USSR. K.: Naukova dumka, 67 – 82. [In Russian].

4. Drukarenko, V.V., Rozyhan, T.V. (2016). Analiz fizychnykh parametrov porid osadovogo chokhla ta magnitolineamentiv pivnichno-zakhidnoyi chastyny Dniprovs'ko-Donet'skogo avlakogena stosovno prognozuvannya glybnykh vuglevodniv. *Suchasniy problemy geologichnykh nauk. Materialy VI Vseukrajins'koi molodizhnoi naukovoï konferencii-shkoly*. 14-16 kvitnya 2016, Kyiv, 108-111. [In Ukrainian].

5. Ivanyshyn, V.A. (2005). Strukturno-stratygrafichni i litologo-geohimichni kryteriï neftegazonosnosti glybokozanurenykh vidkladiv Dniprovs'ko-Donets'koi zapadyny. *Dys. ... d. geol. n.: 00.04.17*. 464 p. [In Ukrainian].

6. Kryva, I.G. (2011). Litomagnitni kompleksy naftogazonosnykh vidkladiv paleozoyu pivnichno-zakhidnoyi chastyny Dniprovs'ko-Donet'skoi zapadyny. *Dys. ... kand. geol. n.: 00.04.17*. 144 p. [In Ukrainian].

7. Kurnikov, U.A., Orlyuk, M.I. (2011). Magnitno-mineralogicheskaya kharakteristika, klassifikatsiya i ispol'zovaniye prirodnykh magnitnykh peskov. *Geofizicheskij zhurnal*, 1, 33, 39–53. [In Russian].

8. Lukin, A.E. (2009). Samorodno-metallicheskiye mikro- i nanovklucheniya v formatsiyakh neftegazonosnykh bassejnov – trassery superglubinykh fluidov. *Geofizicheskij zhurnal*, 2, 31, 61–92. [In Russian].

9. Lyashkevich, Z.M., Zavjalova, T.V. (1977). *Vulkanizm Dneprovsko-Donetskoy vpadiny*. Kiev. [In Russian].

10. *Magnitorazvedka. Spravochnik geofizika* (1990). Pod red. Nikitskogo V.E. i Glebovskogo U.S. M: Nedra, 470 p. [In Russian].

11. Maksymchuk, V.U., Kuderavets, R. S. (2009). Perspektivy zastosuvann'a magnetometrii pry poshukakh rodovysykh nafty i gasu. *Naftogazova geofizyka – stan ta perspektivy*. Mizhnarodna naukovo-praktichna konferenciya. Zbirnyk tez dopovidey. Ivano-Frankiv's'k, 178-181. [In Ukrainian].

12. Maksymchuk, V.U., Orlyuk, M.I., Gorodys'kiy, U.M., Kuznetsova, V.G., Kuderavets, V. S., Klimkoviya, V.A. (2002). Prognozuvann'a naftogazonosnosti osadovykh bassejniv Ukrainy na osnovi doslidzhennya osoblyvostey anomal'nogo magnitnogo polya. *Zvit pro naukovo-doslidnu robotu*. Natsional'na akademiya nauk Ukrainy, Naftogazova akademiya, 166 p. [In Ukrainian].

13. Orlyuk, M.I. (1999). Magnitna model' zemnoi' kory pivdenного zahodu Shidno –Evropejs'koi platformy. *Avt. dys. ... d. geol. n. 32 p.* [In Ukrainian].

14. Orlyuk, M.I. (2007). Genetychni ta strukturno-genetychni vyzaky anomal'nogo magnitnogo polya Zemli y yiyi naftogazonosnistu. *Geodinamika, tektonika i fluidodinamika neftegazonosnykh regionov Ukrainy*. Tezisy dokladov VII Mezhdunarodnoy nauchnoy konferencii Ukrainy "Krym – 2007". Simferopol, 105-107. [In Ukrainian].

15. Orlyuk, M.I. (1994). Naftogazonosnist' zemnoyi kory Ukrainy u vyzvazku z yiyi namagnichenistu. *Naftova i gazova promyslovis't'*, 3, 16-19. [In Ukrainian].

16. Orlyuk, M.I., Kravchenko, S.N., Yentyn, V.A. (2000). Magnitna kharakterystyka porid osadochного chokhla Tsentral'noyi depresiyi Dniprovs'ko-Donet'skogo avlakogena. *Nafta i gaz Ukrainy: VI Mizhnarodna naukovo-praktichna konferenciya*. Zbirnyk naukovykh prats'. Ivano-Frankiv's'k, 1, 303. [In Ukrainian].

17. Orlyuk, M.I., Drukarenko, V.V. (2010). Magnitnaya vospriimchivost' porod severo-zapadnoy chasty Dneprovsko-Donetskoy vpadiny. *Geofizicheskij zhurnal*, 1, 32, 78–91. [In Russian].

18. Orlyuk, M.I., Drukarenko, V.V. (2013). Fizicheskiye parametry porod osadochного chekhla severo-zapadnoy chasty Dneprovsko-Donetskoy vpadiny. *Geofizicheskij zhurnal*, 2, 35, 127–136. [In Russian].

19. Orlyuk, M.I., Pashkevich, I.K. (1996). Nekotorye aspekty vzaimosvyazi neftegazonosnosti s namagnichenostyu zemnoy kory Ukrainy. *Geofizicheskij zhurnal*, 1, 18, 46–52. [In Russian].

20. Orlyuk, M.I., Pashkevich, I.K. (2011). Magnitnaya kharakteristika i razlornnaya tektonika zemnoy kory Shebelinskoy gruppy gazovykh mestorozhdeniy kak sostavnaya chast' kompleksnykh poiskovykh kriteriev uglevodorodov. *Geofizicheskij zhurnal*, 6, 33, 136–151. [In Russian].

21. Pashkevich, I.K., Orlyuk, M.I., Lebed', T.V. (2014). Magnitnaya neodnorodnost', razlornnaya tektonika konsolidirovannoy zemnoy kory i neftegazonosnost' Dneprovsko-Donetskogo avlakogena. *Geofizicheskij zhurnal*, 1, 36, 64–80. [In Russian].

22. Pashkevich, I.K., Orlyuk, M.I., Yeliseeva, S.V. (1996). Regional'nye magnitnye anomalii: resheniye fundamental'nykh i prikladnykh zadach. *Geofizicheskij zhurnal*, 6, 18, 3–17. [In Russian].

23. *Petromagnitnaya model' litosfery* (1994). K: Naukova dumka, 175 p. [In Russian].

24. Porfiriyev, V.B. (1987). *Priroda nefti, gaza i iskopayemykh ugley*. Izbrannyye trudy v 2 t. K.: Naukova dumka, 216 p. [In Russian].

25. Raskovalov, D.Yu. (2009). O zakonmernostyakh i prichinakh otrazheniya mestorozhdeniy uglevodorodov v regional'nom magnitnom pole Zapadnoy Sibiri. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*, 3, 212-216. [In Russian].

26. Slepak, Z.M. (1985). Gravitatsionnoye modelirovaniye geterogennykh struktur pri poiskakh nefti i gaza. *Avt. dys. ... d. geol.-min. n.*, 35 p. [In Russian].

27. Chebanenko, I.I., Krayushkin, V.A., Klochko, V.P., Gozhyk, P.F. et al. (2002). Neftegazoperspektivnye objekty Ukrainy. *Neftegazonosnost' fundamenta osadochnykh bassejnov*. K: Naukova dumka, 293 p. [In Russian].

28. Bucha, V. (1980). Geomagnetism of the external flysch special czechoslovakian Carpathians and the possible causes of anomalous Geophysical Manifestations. *Studia Geophysica Et geodaetica*, 24, 227-251.

29. Costanzo-Álvarez, V., Aldana, M., Bayona, G., López-Rodríguez, D., Blanco, J.M. (2012). Rock magnetic characterization of early and late diagenesis in a stratigraphic well from the Llanos foreland basin (Eastern Colombia). *Geological Society Special Publication*, 371, 1, 199-216.

30. Jordanova, N., Jordanova, D., Petrov, P. (2016). Soil magnetic properties in Bulgaria at a national scale – Challenges and benefits. *Glob. Planet. Change* 137, 107-122.

31. LeSchak, L. A., Van Alstine, D. R. (2002). High-resolution ground-magnetic (HRGM) and radiometric surveys for hydrocarbon exploration: Six case histories in Western Canada, in Surface exploration case histories Applications of geochemistry, magnetic, and remote sensing. *AAPG Studies in Geology*, № 48 and SEG Geophys. Ref. Series, 11, 67-156.

32. Machel, H.G., Burton, E.A. (1991). Burial-diagenetic sabkha-like gypsum and anhydrite modules. *J. Sedim. Petrol.*, 61, 349-405.

33. Menshov, O., Kuderavets, R., Vyzhva, S., Chobotok, I., Pastushenko, T. (2015). Magnetic mapping and soil magnetometry of hydrocarbon prospective areas in western Ukraine. *Studia Geophysica et Geodaetica*, 59, 4, 614-627.

34. Menshov, O., Kuderavets, R., Vyzhva, S., Maksymchuk, V., Chobotok, I., Pastushenko, T. (2016). Magnetic studies at Starunia paleontological and hydrocarbon bearing site (Carpathians, Ukraine). *Studia Geophysica et Geodaetica*, 60, 4, 731-746.

35. Rijal, M., Porsch, K., Appel, E., Kappler, A. (2012). Magnetic signature of hydrocarbon-contaminated soils and sediments at the former oil field Hanigsen, Germany. *Studia Geophysica et Geodaetica*, 56, 889-908.

36. Salem A., Williams S., Fairhead J.D., Smith R. and Ravat D.J. (2008). Interpretation of magnetic data using tilt-angle derivatives. *Geophysics*, 73, L1- L10.

37. Shao, G., Shao, G., Liang, Z., Wang, Z., Liu, G., Wang, W. (2005). Surface Loess Susceptibility Anomalies Directly Indicating Oil and Gas Reservoirs. *Applied Geophysics*, 1-2, 4, 197-203.

Надійшла до редколегії 16.02.17

V. Drukarenko, Junior Research Scientist  
E-mail: Tory\_D@ukr.net,

M. Orlyuk, Dr. Sci. (Geol), Chief of the Department of Geomagnetism  
E-mail: orlyuk@igph.kiev.ua  
Institute of Geophysics by S.I.Subbotin name NAS Ukraine  
32 Palladin Ave., Kiev, 03680, Ukraine

## STRUCTURAL GENETIC RELATION OF MIGRATION PATHS AND HYDROCARBONS ACCUMULATION WITH EARTH CRUST MAGNETIC HETEROGENEITY OF NORTH-WESTERN PART OF THE DNIEPER-DONETS AULAKOGEN

*Joint analysis of the magnetic heterogeneity and fault-block tectonics of the earth's crust is one of the methods for predicting migration routes and places for the accumulation of hydrocarbons. Investigations of the magnetic susceptibility of rocks revealed sufficiently high capabilities of the method for solving a wide range of problems: interpreting local magnetic anomalies over hydrocarbon deposits, dismembering and studying lithology of sedimentary sections, isolating and marking the area of reference magnetic horizons, and estimating the degree of oxidation-reduction processes. The deep-magnetic aspect of the oil and gas potential of the earth's crust is caused by the formation or transformation of iron-containing minerals into magnetic varieties (mainly magnetite, native iron and pyrrhotite) in the zones of deep faults with the influence of reducing fluids. The enhancement or decrement of the magnetic susceptibility of rocks with the influence of hydrocarbons in sedimentary cover depends on the composition of iron compounds. Their formation is controlled by geochemical and thermobaric conditions. All iron oxides are reduced to magnetite (ferromagnetic mineral), and sulfides are reduced to pyrite (paramagnetic). The laboratory studies of the hydrocarbons influence on magnetic susceptibility of rock samples with the temperature from 3 bore-holes and mineralogical studies to identify magnetic minerals were performed. The rocks are presented by argillites, sandstones, aleurolites, limestone and concretion. Magnetic susceptibility changes were detected,*

*χ of the most saturated and unsaturated rocks increased. The mineralogical composition of limestone (marl) was studied using a scanning electron microscope, the REMMA-202M. It was not possible to detect the iron-containing mineral, probably, due to the low resolution of the device, since, for example, pyrrhotite may be in a finely dispersed state. Magnetic susceptibility enhancement of the rocks can be explained either by the transitions of the pyrrhotite phase during heating process or, supposedly, by the presence of the maghemite phase and its transition to hematite. The experimental data of the density and magnetic susceptibility of the rocks obtained by the authors from 8 super deep bore-holes were analyzed. Samples present sedimentary cover and the Precambrian basement of the investigated region. Beside sedimentary rocks, there are also basalts, concretions, gneisses and granite gneisses. Magnetic susceptibility and density of the rocks vary widely. Rocks interval of reduced densities and increased magnetic susceptibility were found in a number of bore-holes as well as areas of argillites decompression deeper than 5000 m. Due to affiliation of these areas to local and deep faults and nodes of their intersection they can be considered as perspective for deep hydrocarbons.*

*Keywords: magnetic susceptibility, Dnieper-Donets aulacogen, oil and gas content, hydrocarbons.*

В. Друкаренко, м.н.с.  
E-mail: Tory\_D@ukr.net,

М. Орлюк, д-р геол. наук, зав.від. геомагнетизму  
E-mail: orlyuk@igph.kiev.ua  
Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України  
пр. Палладіна 32, Київ, 03680, Україна

### ПРО СТРУКТУРНО-ГЕНЕТИЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК ШЛЯХІВ МІГРАЦІЇ ТА НАКОПИЧЕННЯ ВУГЛЕВОДНІВ З МАГНІТНОЮ НЕОДНОРІДНІСТЮ ЗЕМНОЇ КОРИ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОГО АВЛАКОГЕНУ

Одним із методів прогнозування шляхів міграції та місць накопичення вуглеводнів є спільний аналіз магнітної неоднорідності і розломно-блокової тектоніки земної кори. Дослідження магнітної сприйнятливості порід виявили досить високі можливості методу для вирішення широкого кола задач: інтерпретації локальних магнітних аномалій над родовищами вуглеводнів, розчленування і вивчення літології осадових розривів, виділення і маркування по площі опорних магнітних горизонтів, оцінки ступеня окисно-відновних процесів. Глибинно-магнітний аспект нафтогазоносності земної кори обумовлений новоутворенням або перетворенням залізовмісних мінералів у магнітні різновиди (в основному, магнетит, самородне залізо і піротин) в зонах глибинних розломів під впливом відновлювальних флюїдів. В осадовому чохла збільшення або зменшення величини магнітної сприйнятливості порід під впливом вуглеводнів залежить від складу сполук заліза, утворення яких контролюється геохімічними та термобаричними умовами. Всі оксиди заліза відновлюються до магнетиту (феромагнетик), а сульфіди – до піриту (парамагнетик). Виконано лабораторні дослідження стосовно впливу вуглеводнів на магнітну сприйнятливість зразків порід з 3-х свердловин під дією температури і мінералогічні дослідження для ідентифікації магнітних мінералів. Породи представлені аргілітами, пісковиками, алевролітами, вапняком, конкрецією. Спостерігається різний характер поведінки магнітної сприйнятливості, в більшості зразків відбувається підвищення даного параметра насичених і ненасичених порід. Досліджувався мінералогічний склад вапняка (мергеля) за допомогою растрового електронного мікроскопа – мікроаналізатора РЕММА-202м. Виявити залізовмісний мінерал не вдалося, що пов'язано, скоріше за все, з низькою роздільною здатністю приладу, оскільки, наприклад, піротин, може перебувати в тонкодисперсному стані. Підвищення магнітної сприйнятливості порід в процесі нагріву може бути пояснено переходами піротинової фази, а також, можливо, присутністю магемітової фази та її переходом у гематит. Також було проаналізовано отримані авторами експериментальні дані про густину та магнітну сприйнятливість порід осадового чохла та докембрійського фундаменту з 8 надглибоких свердловин досліджуваного регіону. Крім осадових, породи представлені базальтами, конкреціями, гнейсами і гранітогнейсами. Магнітна сприйнятливість і густина зразків порід змінюються в широких межах. У ряді свердловин були виявлені інтервали зі зниженою густиною і підвищеною магнітною сприйнятливістю порід, а також області розущільнення аргілітів глибше 5000м. У зв'язку з приналежністю даних областей до локальних і глибинних розломів, а також вузлів їх перетину, ці області можна розглядати в якості перспективних на глибинні вуглеводні.

Ключові слова: магнітна сприйнятливість, Дніпровсько-Донецький авлакоген, нафтогазоносність, вуглеводні.