

Прогноз скоплений свободного метана в ловушках структурно-тектонического типа угленосной толщи

Приведена прогнозная оценка перспективности шахтных полей и участков геологической разведки для добычи свободного метана в ловушках структурно-тектонического типа (локальных антиклинальных структурах) угленосной толщи на примере шахты «Бутовская» ГП «Макеевуголь».

Проблема метана угольных месторождений включает в себя три основных аспекта — обеспечение безопасного ведения горных работ при проведении подготовительных и очистных горных выработок в процессе добычи угля, использование метана как ценного энергетического и химического сырья и улучшение экологической обстановки путем снижения объемов вредных выбросов в атмосферу.

Особенность угленосной толщи в отличие от месторождений природного газа состоит в том, что метан находится в ней преимущественно в рассеянном состоянии, слабоподвижен или неподвижен. Низкие значения проницаемости горных пород, составляющие в среднем сотые и тысячные доли миллидарси, препятствуют миграции газа и воды и, как следствие, накоплению газа в значительных объемах в виде залежей, благоприятных для промышленного освоения [1]. Разуплотнение и трещинообразование горных пород вследствие действия тектонических процессов может способствовать перераспределению воды и газа в углепородном массиве и концентрации свободного метана в виде скоплений. Таким образом, процесс трещинообразования следует рассматривать как один из ведущих природных факторов формирования газовых залежей в низкопористой угленосной толще [1].

В угленосных отложениях выделяют стратиграфические, литологические, структурные, структурно-тектонические, тектонические, техногенные, гидродинамические и такие, которые связаны с магматическими процессами, типы ловушек, а также комбинированные, сформированные совместным действием двух или нескольких геологических факторов из перечисленных.

Для угленосных пород, в частности песчаников, зоны позднего катагенеза (коэффициент открытой пористости до 9 %) рассматривается механизм формирования газовых скоплений структурно-тектонического типа согласно концепции, предложенной В. В. Лукиным [1] и развитой в работах [2, 3]. Суть концепции состоит в том, что ловушки метана в низкопористых песчаниках угленосных отложений формируются как резервуар в зоне разуплотнения, возникающей в сводовой части локальной антиклинальной структуры за счет трещинообразования при хрупких деформациях растяжения, превышающих критические на разрыв.

Покрышка залежи — вышелегающие породы с улучшенными пластичными свойствами, поэтому в процессе сминания в складку они остаются ненарушенными, экран — непроницаемые слои того же песчаника вверх по восстанию пласта, деформация растяжения

в которых из-за меньшего изгиба не достигла предельно допустимого предела для нарушения сплошности. К таким структурам можно отнести неполные антиклинали (гемиантиклинали), осложняющие моноклинальное залегание пород, выделяющиеся по отклонению гипсометрии пласта от аппроксимирующей поверхности и классифицирующиеся как структурные носы, выступы, террасы, а также флексуры.

Прогноз ловушек данного типа возможен по методике, разрабо-



К. А. БЕЗРУЧКО,
доктор геол. наук
(ИГТМ НАН Украины)



А. В. ПРИХОДЧЕНКО,
инж.
(ИГТМ НАН Украины)



В. Ю. ШПАК,
(ГП «Макеевуголь»)

танной в ИГТМ НАН Украины [3]. Методика включает построение карты локальных структур первого порядка, определение их основных параметров (амплитуды, длины и ширины), расчет коэффициентов линейного и объемного разуплотнения породного массива в сводовой части. После этого выполняются расчеты фильтрационных и емкостных характеристик (пористости, водо- и газонасыщенности, проницаемости) пород в потенциальной зоне скопления свободного метана в пределах локальной антиклинальной структуры. Потенциальная зона скопления метана выделяется согласно СОУ [4].

По указанной методике выполнена прогнозная оценка наличия скоплений свободного метана на поле шахты «Бутовская» ГП «Макеевуголь» [5]. На основании результатов тектонического анализа по изогипсам угольного пласта n_1 в пределах шахтного поля выделяются две тектонические структуры типа структурного выступа. По отклонению гипсометрии пласта от аппроксимирующей поверхности построена карта локальных структур угольного пласта n_1 (рис. 1), на которой обе локальные антиклинальные струк-

туры (восточная и западная) хорошо прослеживаются. Первая расположена в восточной части шахтного поля (к востоку от Октябрьского надвига № 1) между Октябрьским надвигом № 1 и Пантелеймоновским надвигом, вторая — к западу от Октябрьского надвига № 1 в районе скважин № Щ-1040, № 3998 и № 3908 (см. рис. 1). Их большие оси вытянуты вдоль Октябрьского надвига № 1 и ориентированы по простиранию пород для западной структуры и под углом приблизительно 45° к простиранию пород — для восточной. Короткие оси отмеченных структур соответственно перпендикулярны к Октябрьскому надвигу № 1.

Наивысшая отметка +75,0 м (максимальное отклонение от аппроксимирующей поверхности) для восточной структуры находится между скважинами № Щ-1009 и № 3939. Купол западной структуры характеризуется седлообразной формой и имеет две вершины на отметках +114,0 м возле скважины № 3998 и +120,6 м — возле скважины № Щ-1040 (см. рис. 1).

Размеры в своде восточной локальной антикли-

нальной складки в пределах изолинии +70 м составляют 486×250 м, западной локальной антиклинальной складки в пределах изолинии +100 м — 1250×330 м. Поскольку восточная часть (по восстанию пород) западной антиклинальной складки нарушена надвигом, ее размеры в плане определены ориентировочно.

По значениям амплитуды и ширины выделенных антиклинальных складок рассчитаны основные параметры для каждой структуры — коэффициент искривления (изгиба) складки, коэффициенты линейной деформации по ее длине и ширине, коэффициент объемной деформации и критическая мощность песчаника. Критической считается мощность нижних слоев песчаника, которых не коснулись процессы трещинообразования и в пределах которой трещины не возникают вследствие меньшего изгиба и недостаточного растяжения для нарушения

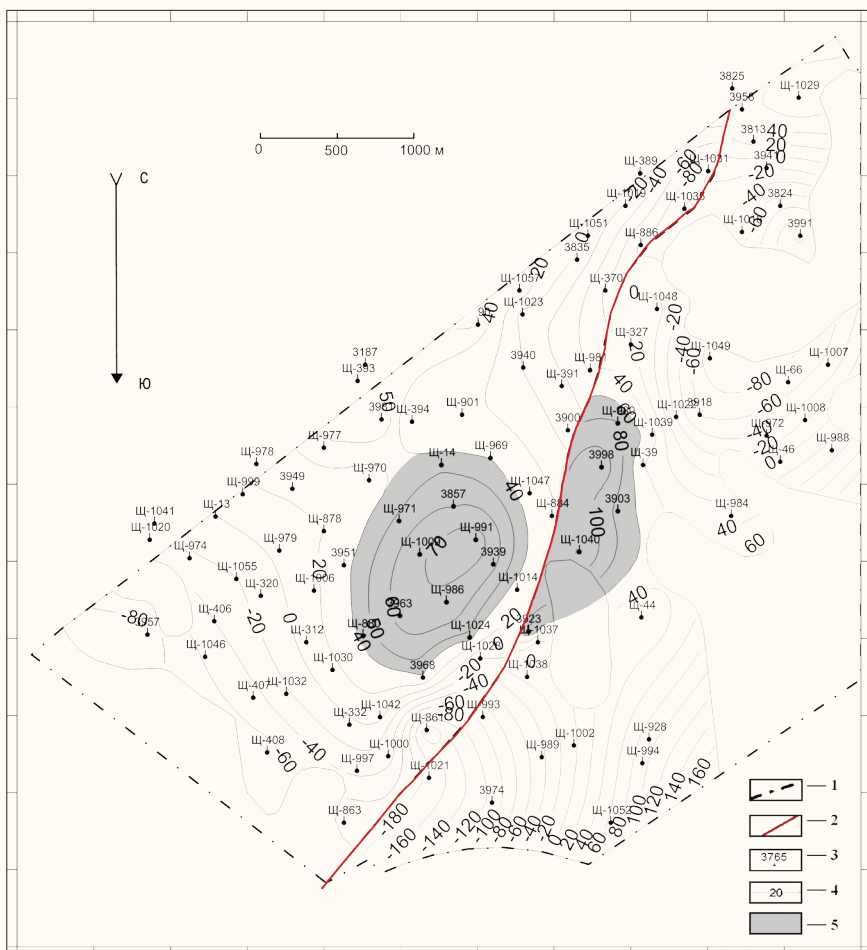


Рис. 1. Карта локальных структур первого порядка угольного пласта n_1 поля шахты «Бутовская»: 1 — границы участка; 2 — разрывные нарушения; 3 — разведочные скважины; 4 — изолинии локальных структур пласта n_1 ; 5 — перспективная зона.

сплошности горных пород. Расчет критической мощности выполнялся в соответствии с методикой, изложенной в СОУ [4].

Критическая мощность слоев, ненарушенных трещинами для восточной структуры, согласно выполненным расчетами составляет 13 — 15,1 м на контуре структуры (изолинии +40 ... +50 м) и 6,3 м — в сводовой части. Площади, в пределах которых общая мощность каждого из песчаников превышает расчетную критическую, являются зонами развития слоев песчаников с улучшенными емкостными и фильтрационными свойствами за счет трещиноватости.

В геологическом разрезе в пределах восточной структуры (скважина № 3857) над угольным пластом n_1 расположены три песчаника. Мощности двух из них, $n_1Sn_1^1$ и $n_1Sn_2^3$ (верхняя часть), в пределах всей структуры превышают расчетную критическую мощность, т. е. имеют эффективную мощность, которая для этих песчаников в средней части структуры составляет соответственно 25,5 — 27,2 и 11,9 — 13,6 м.

В геологическом разрезе в пределах западной структуры (скважина № 3998) над угольным пластом n_1 расположены те же песчаники. Общая мощность каждого из них превышает расчетную критическую. Их эффективная мощность в среднем (в пределах изолинии +80 м) составляет: песчаник $n_1Sn_1^1$ — 29,3 м, песчаник $n_1Sn_2^3$ (нижняя часть) — 5,7 м, песчаник $n_1Sn_2^3$ (верхняя часть) — 27,2 м.

Таким образом, в выделенных локальных антиклинальных структурах на глубинах до 1000 — 1100 м над угольным пластом n_1 возможно наличие трещинно-поровых коллекторов, из которых наиболее перспективны для восточной структуры песчаники $n_1Sn_1^1$ и $n_1Sn_2^3$ (верхняя часть), для западной — песчаники $n_1Sn_1^1$ и $n_1Sn_2^3$ (нижняя и верхняя части). В пределах локальных антиклинальных структур они перспективны для добычи свободного метана.

Подтверждением наличия газовых скоплений служит газопроявление, которое наблюдалось во время проходки восточного вспомогательного уклона 23 декабря 2008 г. по песчанику $n_1Sn_1^1$. Эта выработка находится в пределах восточной локальной структуры, ближе к ее своду, возле скважины № Щ-991. Дебит свободного метана составлял более 7,5 м³/мин. Метан выделялся в течение длительного времени и за два месяца общий дебит превысил 650 тыс. м³.

Для рассмотренных условий рекомендуется использовать поверхностные скважины в целях предварительной дегазации угленородного массива с сопутствующей утилизацией метана. В последующем такие скважины целесообразны также для текущей дегазации во время подработки горными выработками при разработке угольного пласта n_1 , когда они окажутся в зоне влияния горных работ. Подработка мас-

сива должна повлечь за собой поступление дополнительных объемов свободного метана как за счет его перераспределения в песчаниках, так и высвобождения связанного метана непосредственно из угольного пласта. Таким образом, сопутствующая добыча свободного метана возможна во время проведения предварительной и текущей дегазации.

Прогнозная оценка восточной локальной структуры на наличие скоплений свободного метана подтверждена результатами проходки 4-й западной разгрузочной лавы, которая осуществлялась в 2012 г. Согласно проекту, подготовленному МакНИИ, проведена предварительная дегазация путем бурения опережающих скважин из горных выработок в районе этой лавы. Своевременная подготовка и бурение серии газодренажных скважин обеспечили допустимые концентрации газовой смеси при ведении очистных работ в лаве на площади выделенной локальной антиклинальной структуры. После выхода 4-й западной разгрузочной лавы за пределы структуры газовыделения прекратились.

Выводы. В выделенных локальных антиклинальных структурах подтверждено наличие трещинно-поровых коллекторов, перспективных для добычи свободного метана. Механизм, подобный рассмотренному, возможен в синклиналих структурах низкопористых угленосных отложений, а предложенная методика может служить также для оценки перспективности локальных синклиналих складок на наличие скопления свободного метана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лукинов В. В. Горно-геологические условия образования скоплений свободного метана на угольных месторождениях / В. В. Лукинов // Науковий вісник НГУ.— № 4.— 2007.— С. 55–59.
2. Безручко К. А. Умови формування і збереження скупчень метану в низькопористих вугленосних відкладах / К. А. Безручко // Наук. пр. УкрНДМІ НАН України: зб. наук. пр. / УкрНДМІ.— Донецьк, 2011.— Вип. 9, Т. 2.— С. 18–28.
3. Лукинов В. В. Оцінка перспективності локальних антиклинальних структур на наявність скупчень вугільного метану / В. В. Лукинов, К. А. Безручко // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. пр. / ІГТМ НАН України.— Дніпропетровськ, 2012.— Вип. 102.— С. 26–34.
4. Скупчення вільного метану у непорушеному вуглепородному масиві. Методика прогнозування зон та визначення їх параметрів: СОУ 10.1.05411357.004:2005.— Офіц. вид.— К., 2005.— 12 с.— (Нормативний документ Мінвуглепрому України).
5. Лукинов В. В. Прогноз перспективності ділянок для пошуку скупчень вільного метану (на прикладі шахти «Бутовська») / В. В. Лукинов, К. А. Безручко, О. В. Приходченко, В. Ю. Шпак // Науковий вісник НГУ.— 2012.— № 2.— С. 27–35.