

УДК 622.21

А.А. Подрухин, Е.П. Калиущенко

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА МЕТАНА В ПОЧВЕ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРНЫХ ОТВОДОВ ЗАКРЫТЫХ ШАХТ

Институт физики горных процессов НАН Украины

Приведен способ, позволяющий определить количество метана в почве на территории горных отводов закрытых шахт. В качестве дополнительных путей миграции метана из выработанного пространства к земной поверхности рассматриваются геодинамические зоны.

При закрытии любой угольной шахты происходит остановка вентиляционного и насосного оборудования, что приводит к скоплению в выработанном пространстве свободного газа метана. Выработанное пространство затопливается, метан вытесняется водой и происходит его последующая миграция на земную поверхность различными путями. Выделение газа метана на поверхность представляет опасность, поскольку его невозможно выявить визуально, а только посредством специальных приборов, например, шахтных интерферометров. Известны случаи взрывов метана в подвальных помещениях домов, расположенных на территории горных отводов закрытых шахт. Для предотвращения подобных явлений осуществляется дегазация территории горного отвода закрытой шахты путем бурения сети скважин. Для точной закладки устьев дегазационных скважин необходимо выявить все возможные пути миграции метана из выработанного пространства к земной поверхности. Известен способ определения количества метана в почве [1], согласно которому сначала изучают геологические карты и планы поверхности закрытой шахты, оконтуривают участки проведения полевых измерений (выходы пластов трещиноватых песчаников, а также разрывные геологические нарушения, имеющие выход на земную поверхность или под наносы) и затем на выделенных участках измеряют количество метана, содержащегося в почве, посредством погружения воздухоотборного устройства со шнековой навивкой (рис. 1) в почву и подключения к нему шахтного интерферометра, с помощью которого производится замер содержания метана. После выполнения замера устройство извлекается из почвы и аналогично проводится замер на следующем пикете согласно составленным профилям проведения измерений.

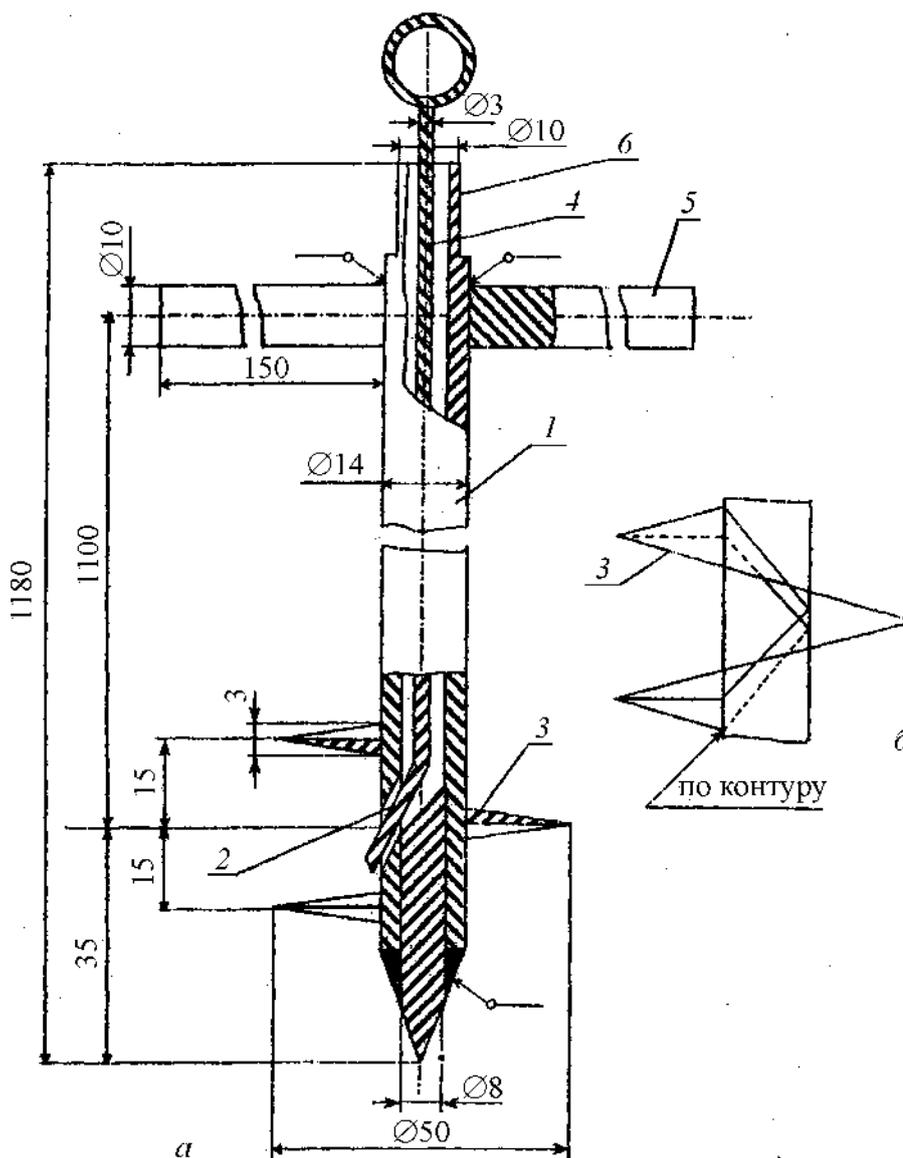


Рис. 1. Воздухоотборное устройство (а) и шнековая навивка (б): 1 – стальная труба; 2 – газосборное отверстие; 3 – отрезок шнековой навивки; 4 – запирающий элемент; 5 – ручки для погружения устройства в грунт; б – газозаборный штуцер

Недостатком данного способа является то, что он не позволяет достоверно оценить интенсивность выделения метана на территории конкретного горного отведения закрытой шахты с течением времени, поскольку замеры содержания метана на каждом пикете выполняются единоразово. Также в процессе измерений не учитывается геодинамическое строение горного массива. В действительности геодинамические зоны являются отображением скрытых осадочным чехлом и покровными отложениями глубинных разломов [2–4]. Амплитуды сдвижения между блоками горного массива, разделенными геодинамической зоной, незначительные (до 1 см), что делает практически невозможным их выявление традиционными инженерно-геологическими способами (бурением скважин). Горные породы, которые нахо-

дятся в пределах геодинамических зон, имеют повышенную трещиноватость, что способствует миграции различных флюидов (в т.ч. и свободного газа метана) в пределах горного массива. На земной поверхности геодинамические зоны проявляются в виде линейно вытянутых отрицательных форм рельефа Земли, называемых линеаменами [2–4]. Это позволяет выявлять геодинамические зоны посредством анализа планов земной поверхности и аэрофотоснимков исследуемой территории. В результате выполненных исследований [5–7] было установлено, что геодинамические зоны являются дополнительными естественными путями миграции метана из выработанного пространства к земной поверхности, поэтому целесообразно в этих местах проследить изменение выделения метана на поверхность с течением времени.

Исходя из сказанного, была поставлена задача совершенствования способа определения количества метана в почве путем введения дополнительных участков измерения, что позволит достоверно оценить количество выделяющегося метана на территории конкретного горного отвода закрытой шахты, а также обеспечить возможность определения изменения количества выделения метана со временем на исследуемой местности.

Для выполнения данной задачи в пробуренных шпурах стационарно устанавливаются газосборные устройства. Это позволяет проводить мониторинг количества выделения метана, в отличие от известного способа, который позволяет получать значение концентрации метана в почве только в данный момент, а для последующих исследований необходимо бурить новые шпуры. Для исследований метан накапливают в газосборных устройствах на протяжении 1 суток. Поскольку известно, что миграция метана из выработанного пространства закрытых шахт на земную поверхность является длительным процессом и в среднем составляет 5 лет [6], то для получения достоверной выборки данных целесообразно задать промежуток между измерениями, равный 1 суткам, и период проведения измерений не менее, чем 1 месяц, поскольку процесс выделения метана напрямую зависит от величины атмосферного давления. Данные, полученные таким способом, позволят рассчитать среднее значение метана, выделяющегося на земную поверхность, посредством известных статистических методов.

Предложенный способ [8] реализуется следующим образом. Сначала на геологических картах и планах поверхности Земли выделяют все известные пути миграции метана, включая геодинамические зоны. Потом составляют профили проведения исследований, отмечают места бурения шпуров в почве для проведения полевых измерений на территории горного отвода закрытой шахты. Шпуры бурят посредством бурового инструмента (шнека) и устанавливают в них любые известные газосборные устройства.

Газосборное устройство [9] (рис. 2) состоит из двух соединенных между собой автономных частей: газосборника 1 и капсулы 2 (рис. 3), в которой выполнено два узла герметизации: верхний и нижний. Верхний узел герме-

тизации состоит из прижимной гайки-крышки 3, выполненной со штуцером, уплотнителя 4, пружины 5, сетки 6 с отверстиями не более 0,2 мм. Нижний узел герметизации содержит сетку 7, аналогичную сетке 6 с такими же отверстиями, упорное кольцо 8, уплотнитель 9, заглушку 10. На штуцер гайки-крышки 3 наложена резиновая вакуумная трубка 11, пережатая зажимом 12. В полости капсулы 2 между верхним и нижним узлами герметизации расположен слой адсорбента 13, например, силикагель с размером фракций 0,5–0,25 мм для поглощения влаги. Конструкция верхнего и нижнего узлов герметизации обеспечивает надежность сохранения собранного газа во время транспортировки, предупреждает высыпание адсорбента и его вынос из капсулы на протяжении дегазации.

Перед выполнением полевых работ в лабораторных условиях полость капсулы 2 заполняют силикагелем. Снизу и сверху капсулу затягивают узлами герметизации – нижним и верхним, а вакуумную трубку 11 пережимают зажимом 12. Газосборники и капсулы транспортируют на объект отдельно. На исследуемом участке в точке измерения от капсулы 2 откручивают заглушку 10, и капсулу соединяют с газосборником 1. Собранный прибор (рис. 2) устанавливают на дно предварительно пробуренного шпура не позже одной минуты после изъятия бурового инструмента. Устройство засыпают землей, оставляя на поверхности только вакуумную трубку 11 с зажимом 12. Начало сбора газа фиксируют с момента ослабления зажима 12.

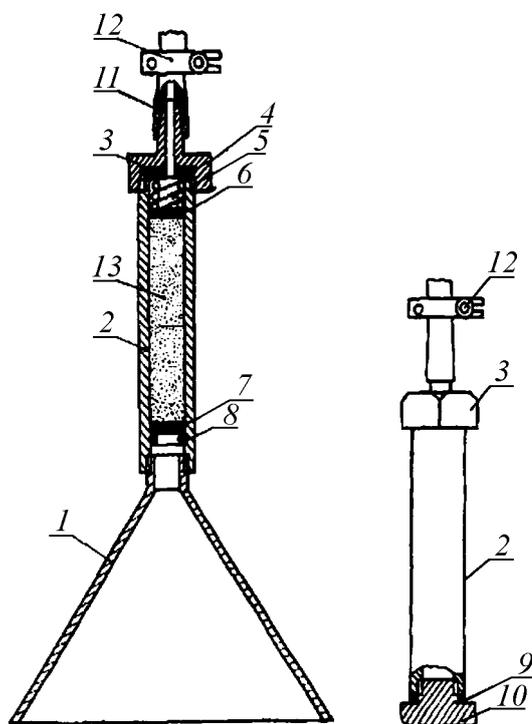


Рис. 2. Устройство для сбора свободного газа

Рис. 3. Капсула для накопления газа

Во время отбора свободный газ (в т.ч. метан), содержащийся в почве, через газосборник 1 попадает в капсулу 2, заполненную силикагелем 13. Длительность отбора газа составляет 1 сутки. Количество устанавливаемых устройств и схема их расположения зависит от размеров исследуемой территории.

По истечении срока накопления газа шахтный интерферометр (ШИ-11) подсоединяют к резиновой вакуумной трубке 11, раскрывают зажим 12 и измеряют количество метана. Измерения проводят ежедневно в течение периода не менее, чем 1 месяц. После проведения измерений полученные данные обрабатывают статистическими методами и согласно полученным результатам оценивают количество выделения метана и степень опасности территории по выделению метана на конкретном горном отводе закрытой шахты.

На основании выполненных исследований можно прийти к выводу, что в предложенном способе учитывается изменение протекания процесса миграции метана на земную поверхность с течением времени. Это позволит проводить мониторинг для получения достоверной оценки количества выделения метана на земную поверхность в пределах каждого конкретного горного отвода закрытой шахты.

1. *Защита* зданий от проникновения метана [Текст] / МакНИИ. – Макеевка: Донбасс, 2001. – 61 с.
2. *Воевода Б.И.* Геодинамика и ее экологические проявления [Текст] / Б.И. Воевода, Е.Г. Соболев, А.Н. Русанов, О.В. Савченко // Наукові праці ДонДТУ: Серія гірничо-геологічна. – Вип. 23. – Донецьк, 2001. – С. 3–10.
3. *Воевода Б.И.* Геодинамика и ее роль в устойчивом развитии регионов [Текст] / Б.И. Воевода, Е.Г. Соболев, О.В. Савченко // Наукові праці ДонДТУ: Серія гірничо-геологічна. Вип. 45. – Донецьк, 2002. – С. 88–93.
4. *Панов Б.С.* Новое в геолого-геофизических исследованиях [Текст] / Е.П. Тахтамиров // Известия высших учебных заведений, геология и разведка. – 1993. – №3. – С. 54–67.
5. *Подрухин А.А.* Исследование миграции метана на дневную поверхность в пределах горного отвода ликвидированной шахты «Кочегарка» [Текст] / А.А. Подрухин // Физико-технические проблемы горного производства: сб. науч. тр. / НАН Украины, Институт физики горных процессов. – Вып. 9. – 2006. – С. 186–192.
6. *Гринев В.Г.* Исследование процесса миграции метана из выработанного пространства закрытых шахт [Текст] / В.Г. Гринев, А.И. Сергиенко, А.А. Подрухин // Физико-технические проблемы горного производства: сб. науч. тр./ НАН Украины, Институт физики горных процессов. – Вып. 12. – 2009. – С. 74–79.
7. *Сергиенко А.И.* Графоаналитический способ определения границ распространения геодинамических зон на земной поверхности в пределах горных отводов закрытых шахт [Текст] / А.И. Сергиенко, А.А. Подрухин // Физико-технические проблемы горного производства: сб. науч. тр. / НАН Украины, Институт физики горных процессов. – Вып. 13. – 2010. – С. 128–135.

8. Патент України № 52738, МПК (2009) G01V 9/00 E21F 7/00 опубл. 10.09.2010, Бюл. №17.
9. Патент України № 82277, МПК (2006) G01V 9/00 E21B 47/00, опубл. 25.12.2007.

О.О. Подрухін, Е.П. Каліущенко

**СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ МЕТАНУ В ҐРУНТІ НА ТЕРИТОРІЇ
ГІРНИЧИХ ВІДВЕДЕНЬ ЗАКРИТИХ ШАХТ**

Наведено спосіб, який дозволяє визначити кількість метану в ґрунті на території гірничих відведень закритих шахт. Як додаткові шляхи міграції метану з виробленого простору до земної поверхні розглядаються геодинамічні зони.

A. Podrukhin, E. Kaliuschenko

**METHOD OF DETERMINATION OF METHANE AMOUNTS IN SOIL
ON TERRITORY OF MINING LEASES OF THE CLOSED MINES**

A method allowing to determine the amount of methane in soil on territory of the mining leases of the closed mines is resulted. As additional ways of migration of methane from the produced space to the earthly surface geodynamical zones are examined.