

**ОПЕРАТИВНОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ГАЗОВЫХ АНОМАЛИЙ  
В УГЛЕНОСНОЙ ЗОНЕ ШАХТ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ  
ОБЪЕМНЫХ ВЗРЫВОВ МЕТАНА****Н.И. Ковалев, Л.И. Лукина, С.В. Солдатова**

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,  
РФ, г. Севастополь, ул. Университетская, 33,  
E-mail: kowalew49@yandex.ru

Проведены исследования путей миграции газа от природных месторождений к угольным пластам по тектоническим разломам, расположенным в границах горных отводов нескольких угольных шахт с использованием геофизической аппаратуры «Поиск», описано их влияние на газовую опасность шахт и предложены мероприятия по предотвращению мгновенных взрывов метана на шахтах, основными из которых являются опережающее бурение вертикальных дегазирующих скважин до глубин залегания газовых аномалий, а также шпурование не только угольного пласта, но и пород под угольным пластом.

**Ключевые слова:** угольные шахты, газовые взрывы, тектонические разломы, миграция газа, дегазирующие скважины, шпурование угольного пласта и пород.

Поступила в редакцию: 20.04.2023.

**Введение.** В связи с истощением угольных запасов добыча энергетических углей все чаще осуществляется на больших глубинах, из-за чего участились аварии на угольных шахтах, сопровождающиеся гибелью большого числа горняков и разрушением шахтного оборудования (шахты им. Засядько, Зыряновская, Ульяновская, Распадская, Листвяжная, Юбилейная и др.). Несмотря на принятие серьезных мер, направленных на комплексную дегазацию шахт, внедрение совершенных систем автоматического контроля за концентрацией газа в штреках, аварии не прекращаются. Их причинами являются в 10–15% случаев нарушения техники безопасности, но основная причина 85–90% всех аварий – мгновенные объемные взрывы газа. Проанализировав более 45 аварий на угольных шахтах Донбасса, Руднев Е.Н. показал, что в большинстве случаев их причинами является мгновенное поступление под давлением больших объемов метана при непосредственной разработке угольных пластов. При этом происходит самовоспламенение газовой смеси, сопровождаемое объемным взрывом метано-воздушной смеси в штреке [1].

Проблема безопасности на угольных шахтах является актуальной и требует дальнейших детальных геофизических исследований тектоники шахтных полей, а также поиска локальных газовых аномалий с высоким давлением метана в угленосной зоне. Оперативно данная работа может выполняться с применением современных дистанционных геолого-разведочных методов.

Целью работы было обнаружение путей миграции метана по тектоническим разломам к угольным пластам, с образованием локальных газовых аномалий от глубокозалегающих месторождений природного газа, расположенным в границах горного отвода шахт, их влияния на газовую опасность, а также разработка дополнительных мероприятий по предотвращению мгновенных газовых взрывов на шахтах.

Объектами исследования в 2009–2019 гг. являлись угольные шахты Донбасса (шахта им. Засядько) и Кузбасса (шахты Заречная, Октябрьская, Сибирская), а в 2022 г. – шахта Анжерская-Южная.

**Методы исследования.** Для исследования горных отводов шахт использо-

вался метод дистанционной космогеологической разведки и резонанснотестовая полевая аппаратура геофизического комплекса «Поиск» (разработка СевГУ), которая позволяет дистанционно определить глубину залегания локальных газовых аномалий до 5000 м, их мощности и давление газа в каждой аномалии (горизонте) [2]. Результаты исследования подтверждались бурением скважин либо путем сравнительного анализа полученных данных с фактическим состоянием газовой опасности и тектоники горных отводов [3–5]. Геофизическая аппаратура «Поиск» ранее успешно применялась для дистанционного поиска глубокозалегающих месторождений нефти, газа и различных рудных залежей [2, 6, 7], в т.ч. нефтегазовых залежей на шельфах.

**Основное содержание работы.** При исследовании горных отводов на шахтах Донбасса (им. Засядько) и Кузбасса (Октябрьская, Сибирская и Заречная) [8, 10, 11], специалистами Севастопольского госуниверситета было доказано, что поступление больших объемов газа в рабочий штрек может происходить при удалении угольного пласта, расположенного вблизи локальных газовых аномалий с высоким давлением метана. Постоянное поступление метана под высоким давлением к локальным аномалиям происходит по тектоническим разломам, имеющим связь с природными глубокозалегающими месторождениями газа, и пересекающим угленосную зону шахты [8].

При расследовании аварии на шахте им. Засядько (2007 г.) было установлено, что объемный взрыв газовой смеси произошел при извлечении угольного пласта на глубине около 1000 м, расположенного над одним из тектонических разломов, по которому происходила подземная миграция метана под высоким давлением ( $160 \text{ кгс/см}^2$ ) от крупного месторождения природного газа к шахтному полю [8, 9]. Вероятно, при извлечении угольного пласта, находящегося непосредственно над тектоническим разломом, происходит мгновенное разуплотнение прилегающих пород. Это приводит к разрушению залегающих под угольным пластом газонасыщенных по-

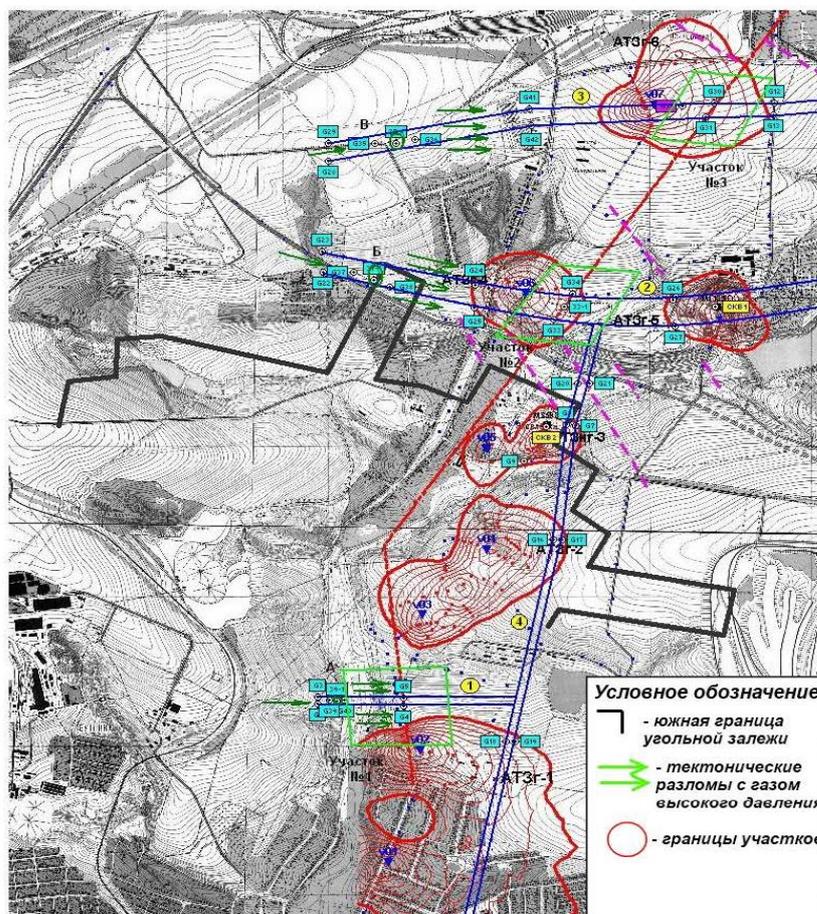
род из-за воздействия на них высокого давления свободного газа ( $>50 \text{ кгс/см}^2$ ). Резкое вскрытие этих пористых пород (песчаников, алевролитов), залегающих над угольными пластами, приводит к мгновенному выбросу в штрек больших объемов метана, превышению его взрывоопасной концентрации в забое. При этом происходит самовоспламенение и объемный взрыв метано-воздушной смеси с формированием разрушительной ударной волны [5–9]. Математическое моделирование, выполненное специалистами СевГУ по заказу Минтопэнерго Украины в 2010 году [6, 7], а также другие работы ведомственных НИИ Донбасса подтвердили факт самовоспламенения газовой смеси при мгновенном поступлении большого объема метана под давлением в газозаполненную среду штрека. В штреках постоянно находятся окисленные углеводороды, способствующие воспламенению газовой смеси. Локальное повышение давления и быстрое увеличение концентрации газа выше взрывоопасной приводит к самовоспламенению и объемному взрыву газовой смеси, обладающему высокой разрушительной силой.

При обследовании шахтного поля угольной шахты им. Засядько было установлено, что его пересекают четыре тектонических глубинных разлома с повышенным давлением в них газа – три «канала» по направлению с запада на восток и один – с севера на юг [8]. Основным источником газа с высоким давлением находился за пределами шахтного поля и газ данного источника с давлением  $350 \text{ кгс/см}^2$  (25 МПа) поступал к шахтному полю по трем тектоническим разломам (1, 2, 8), пересекающим шахтное поле с запада на восток (рис.1).

Газ с высоким давлением по тектоническим разломам поступал под угольные пласты, залегающие на больших глубинах ( $>400 \text{ м}$ ) через субвертикальные зоны сплошной деструкции пород (вертикальные «столбы»), находящиеся за пределами шахтного поля (за  $1 \div 1,5 \text{ км}$  до его границы) и располагающиеся на каждом из трех тектонических разломов. По всем «каналам» шириной 40–60 м,

проходящим через всё шахтное поле, происходила миграция газа с запада на восток, что обеспечивало создание высокого давления газа в локальных газовых аномалиях, расположенных в угленосной зоне вблизи разломов. Каждый «канал» имел по четыре газонасыщенных горизонта, залегающих на глубинах от 410 м до 1690 м, мощностью по 20 –

80 м. Породами в горизонтах являлись трещиноватые среднезернистые песчаники. Все газовые горизонты располагались непосредственно под угольными пластами. Избыточное давление газа в горизонтах (в зависимости от глубин) составляло от 16 кгс/см<sup>2</sup> (верхний горизонт) до 160 кгс/см<sup>2</sup> (нижний горизонт, в котором произошел объемный взрыв метана).



**Рис. 1.** Контуры границ газопроницаемых «каналов» 1, 2, 3, 4 на топографической карте участка горного отвода угольной шахты им. Засядько и границы участков аномалий с повышенным давлением газа, расположенных вдоль тектонических разломов  
**Fig. 1.** Contours of the boundaries of gas-permeable "channels" 1, 2, 3, 4 on the topographic map of the mining allotment area of the coal mine Zasyadko and the boundaries of areas of anomalies with increased gas pressure due to tectonic faults

На рис. 2 показано, что распределение газа под угольные пласты в угленосной зоне шахты происходило от нижнего горизонта к верхнему по общему газопроницаемому вертикальному «столбу» с глубины 1690 м до 410 м (рис. 2), представляющему собой субвертикаль-

ную зону сплошной деструкции пород [12, 13]. Угленосные пласты залегают под пористыми песчаниками, а по песчаникам газ поступал под угольные пласты.

Измеренные геофизической аппаратурой комплекса «Поиск» параметры

газовых «каналов», глубины их залегания, наличие миграции природного углеводородного газа с давлением  $\Delta P \geq 160$  кгс/см<sup>2</sup>, значительно превышающим давление газа в угольных пластах, были подтверждены пробуренной скважиной в северном газовом «канале № 3» во всех четырех горизонтах. Поэтому бурение дегазирующих скважин необходимо выполнять непосредственно в вертикальных газопроницаемых «каналах», что позволит резко снизить давление газа под угольными пластами по всей угленосной зоне шахты. Получаемый из такой скважины природный газ с промышленным притоком и высоким давлением выгодно использовать на газогенераторах

для технического обеспечения шахты и для электроснабжения близлежащих населенных пунктов.

Установлено, что основной причиной аварий на шахте им Засыдько (2001 г, 2002 г, 2006 г., 2007 г.) с гибелью большого количества горняков явилось то, что места пробуренных ранее опережающих дегазационных скважин на шахте были выбраны произвольно и не обеспечивали дегазацию газа с высоким давлением, т.к. не попадали в тектонические малоамплитудные разломы. Однако работы по выявлению малоамплитудных газопроницаемых тектонических разломов перед эксплуатацией шахты не проводились.

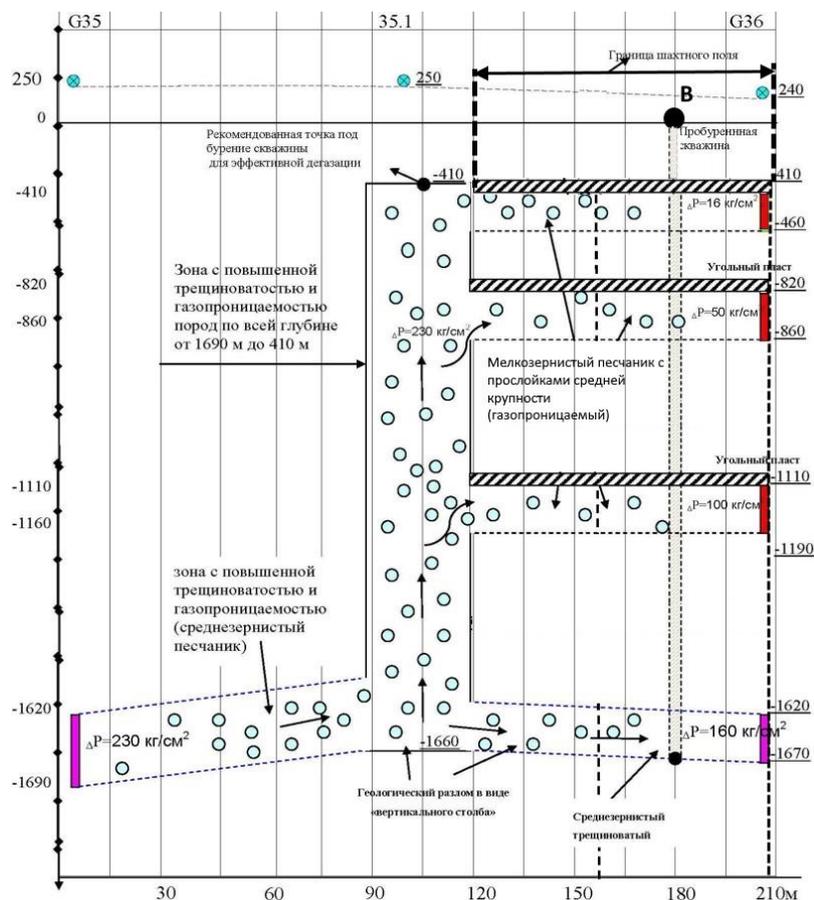


Рис. 2. Глубинный разрез Q35÷Q36 северного газоносного канала, пересекающего угленосную зону шахтного поля угольной шахты им. Засыдько

Fig. 2. Deep section Q35÷Q36 of the northern gas-bearing channel crossing the coal-bearing zone of the mine field of Zasyadko coal mine

На нескольких шахтах Кузбасса при их обследовании с помощью геофизической аппаратуры «Поиск» также установлены тектонические разломы, наличие нескольких «каналов» поступления газа с высоким давлением под угольные пласты от природных глубинных газовых залежей, расположенных за пределами шахтных полей [10, 11]. Было показано, что вблизи шахтных полей с энергетическими углями всегда присутствуют газовые месторождения, залегающие на больших глубинах, которые имеют высокое давление газа. Они соединены тектоническими разломами с угленосными зонами газоносных шахт.

Наиболее эффективными мерами по предотвращению мгновенного поступления газа под высоким давлением могут быть своевременное выявление газа в тектонических разломах шахтных полей и его дегазация через пробуренные скважины. Для этого шахтное поле необходимо обследовать на наличие глубинных тектонических разломов и локальных газовых аномалий с повышенным давлением в них метана. Перед разработкой угольных пластов на глубинах >300÷400 м целесообразно вскрыть локальные газовые аномалии скважиной или пробурить в тектонических разломах дегазирующие скважины для уменьшения давления газа в них, что приведет к снижению газовой опасности на данных шахтах. По результатам этих исследований были даны рекомендации выбора мест для бурения дегазирующих скважин в газоносных «коллекторах», а также по дегазации шпурованием пластов пород, залегающих в подошвах угольных пластов на данных шахтах.

Проблема газовой безопасности на метаноопасных шахтах касается и угольной шахты «Анжерская-Южная», которая по газоносности относится к самой высокой категорийности шахт в Кузбасском бассейне (Анжерский район).

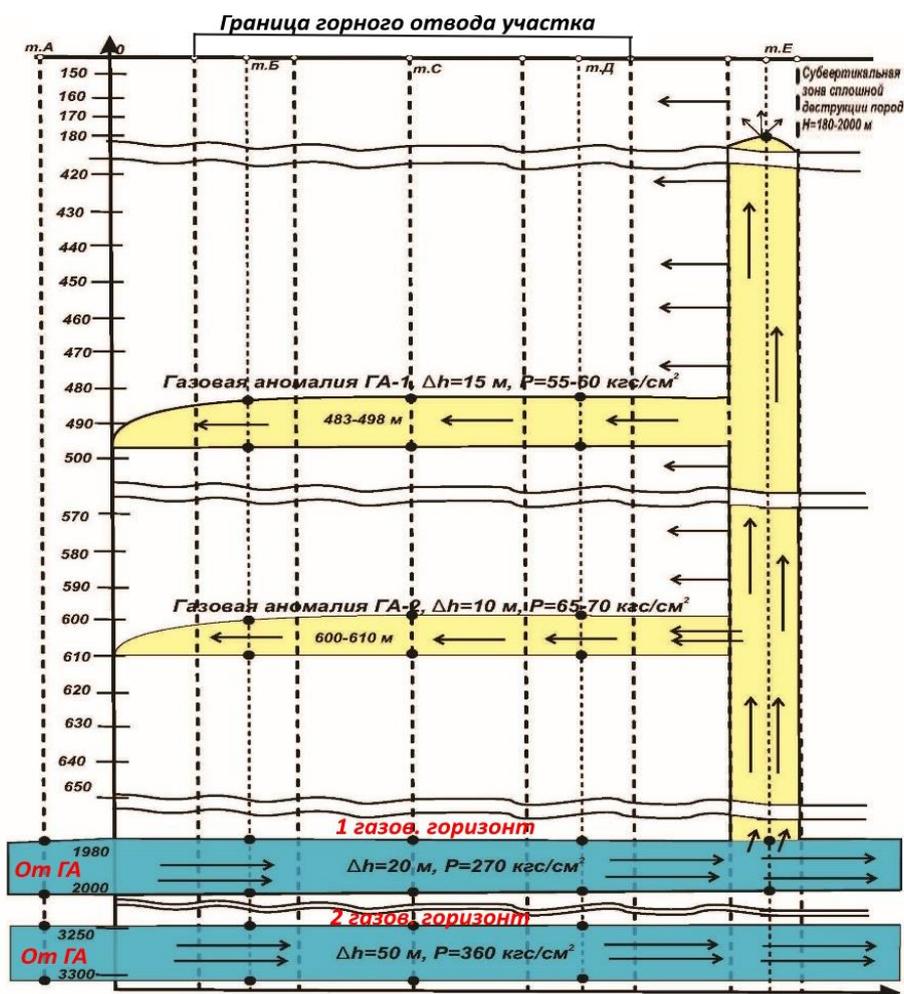
Аналогичная картина в 2022 г. выявлена на южном участке шахты «Анжерская-Южная» [14]. Геокосмическими методами поиска на обследуемом участ-

ке выявлены две локальные газовые аномалии (ГА-1 и ГА-2) с высоким давлением метана в них (рис. 3). Природный газ от глубокозалегающей «залежи» (ГА) поступает по глубинному тектоническому разлому, пересекающему площадь участка, к вертикальному газопроницаемому участку пород (субвертикальной зоне сплошной деструкции пород). Этот участок представляет собой пористые структуры пород, по которому газ поднимается вверх и подается по двум «каналам» под угольные пласты угольной зоны на глубинах от 480 до 600 м.

Это создает опасность при разработке угольных пластов на глубинах от 180 до 610 м. При разработке угольных пластов требуется создание дополнительных организационно-технических мероприятий, направленных на исключение мгновенных поступлений газа в рабочий штрек в момент удаления угольного пласта, происходящего в результате разуплотнения пород в подошве данного пласта.

Для обнаружения в южной части горного отвода (участок  $S=7,1 \text{ км}^2$ ) шахты «Анжерская-Южная» локальных газовых аномалий (с высоким давлением газа) с применением дистанционного геокосмического метода их поиска и последующей разработкой предложений дополнительных организационно-технических мероприятий по предотвращению мгновенного поступления больших объемов метана из данных аномалий в забой при разработке угольного пласта, в течение трех месяцев проведена следующая работа:

– выполнены геолого-поисковые исследования южного участка угольной шахты «Анжерская-Южная» с применением дистанционных геокосмических методов поиска углеводородных залежей. Обнаружены в угленосной зоне две локальные газовые аномалии ГА-1 и ГА-2 с высоким давлением метана в них, сформированные в тектоническом разломе в двух горизонтах и вблизи его границ;



**Рис. 3.** Схема вертикального разреза южного участка шахтного поля шахты «Анжерская-Южная» с точками измерения линии тектонического разлома и схемой газодинамической миграции газа в угленосную зону  
**Fig. 3.** Scheme of a vertical section of the southern section of the mine field of the mine “Anzherskaya-Yuzhnaya” with measurement points of the tectonic fault line and a scheme of gas-dynamic migration of gas into the coal-bearing zone

– определены параметры залегания локальных газовых аномалий ГА-1 и ГА-2, сформированных в выявленном малоамплитудном тектоническом разломе, который пересекает шахтное поле участка: глубины залегания газовых коллекторов в ГА-1 и ГА-2 составили 483–496 м и 800–810 м, давление газа в коллекторах ГА-1 и ГА-2  $55\div 60$  кгс/см<sup>2</sup> и  $65\div 70$  кгс/см<sup>2</sup> соответственно;

– определены границы тектонического разлома на участке с миграцией в нём газовых потоков на глубинах >1000 м

(газ с повышенным давлением), оценены глубина залегания газовых потоков в разломе и направление давления газа в них;

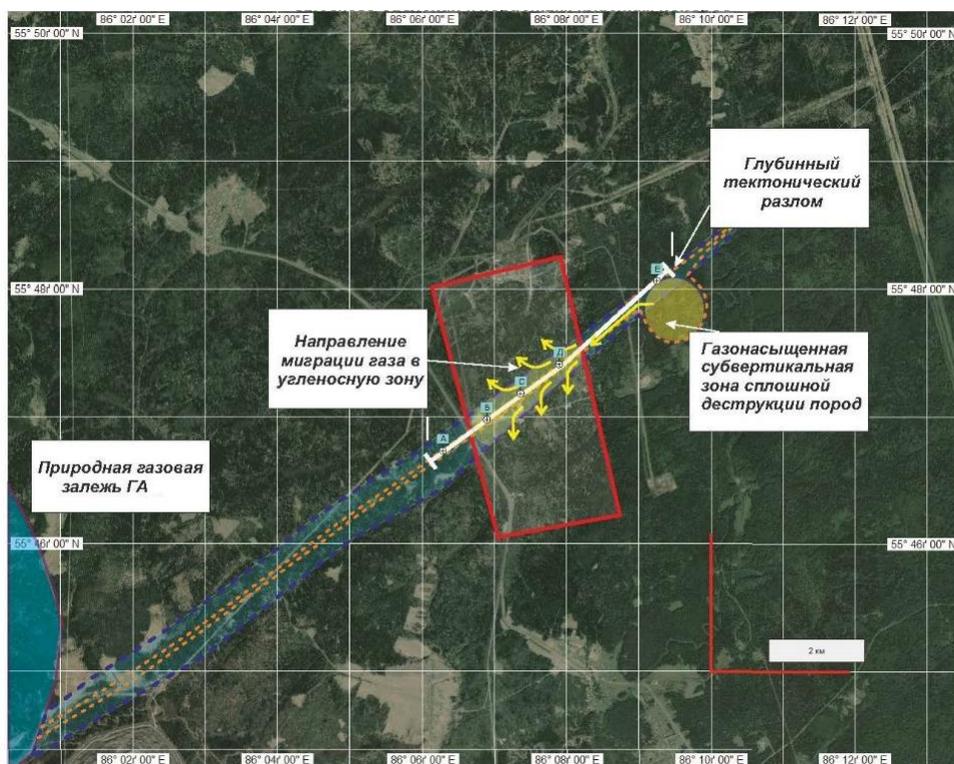
– определена и околонтурена субвертикальная зона сплошной деструкции пород, по которой газ с повышенным давлением поступает от глубокозалегающего природного источника метана с высоким давлением газа (ГА) к газопроницаемым породам (песчаники, пористые аргиллиты), залегающим в угленосной зоне (до 1000 м) и под угольными пластами исследуемого участка;

– определены на горизонтальной площади шахтного поля границы локальных метановых аномалий, оценены мощности наиболее крупных (по толщине) газовых коллекторов в отдельных (трех–четырех) точках, выбранных на линии геологического разлома, проходящего через площади выявленных локальных аномалий ГА-1 и ГА-2;

– представлена газодинамическая модель на вертикальном глубинном разрезе шахтного участка со структурной схемой поступления метана от источни-

ка высокого давления к выявленным локальным газовым аномалиям, а затем к газонасыщенным породам, залегающим в угленосной зоне и непосредственно под угольными пластами;

– показаны на космических фотоснимках схемы миграции газа в угленосную зону шахты от природного источника (ГА), а также выделены границы зоны повышенной газовой опасности (рис. 4). На рис. 5 эти зоны представлены в увеличенном масштабе.



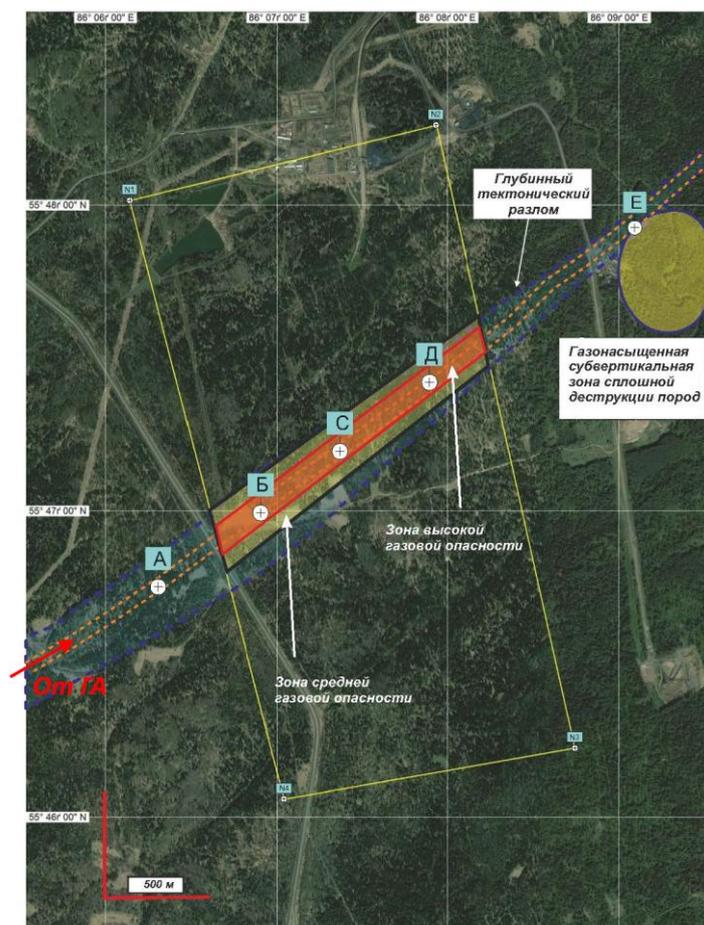
**Рис. 4.** Космический фотоснимок – Схема миграции газа от природного источника газа высокого давления к пористым пластам пород угленосной зоны

**Fig. 4.** Space photograph – Scheme of gas migration from a natural high-pressure gas source to porous rock formations in a coal-bearing zone

Буквами А, Б, С, Д, Е обозначены рекомендуемые точки под бурение дегазационных скважин. Приоритетной является точка Е, расположенная над газонасыщенной субвертикальной зоной сплошной деструкции пород.

Исходя из полученных результатов исследований, их анализа и обобщений, были разработаны дополнительные

предложения по обеспечению газовой безопасности при вскрытии угольных пластов на участке, находящемся вблизи локальных газовых аномалий с повышенным давлением газа, даны рекомендации выбора мест для бурения дегазационных скважин в газонасыщенных «коллекторах», а также по дегазации шпурованием пластов пород, залегающих в подошве разработанного угольного пласта.



**Рис. 5.** Космический фотоснимок – Границы зон повышенной газовой опасности, выделенные на горизонтальной поверхности грунта обследованного участка угленосной зоны шахты «Анжерская-Южная»

**Fig. 5.** Space photograph – The boundaries of the zones of increased gas hazard, highlighted on the horizontal surface of the soil of the surveyed area of the coal-bearing zone of the “Anzherskaya-Yuzhnaya” mine

**Выводы.** На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. С целью исключения мгновенных объемных взрывов на угольных шахтах необходимо первоначальное установление конкретных границ локальных зон повышенной газовой опасности с учетом ширины и интервала глубины их залегания, а также нахождения разрабатываемого угольного пласта в угленосной зоне.

2. Главным направлением борьбы с газовой взрывоопасностью на угольных шахтах является снижение высокого

давления газа в границах выявленных локальных газовых аномалий. Для этих целей дополнительно к существующим нормативным требованиям целесообразно производить опережающее бурение вертикальных дегазирующих скважин до глубин залегания локальных газовых аномалий, а также шпуровать газопроницаемые породы под угольными пластами.

3. Наиболее эффективным способом отбора газа из угленосной зоны и снижения газовой опасности шахты является бурение дегазационных скважин в субвертикальных зонах сплошной деструкции пород.

4. При отсутствии возможности выполнить организационно-технические мероприятия по бурению дегазирующих скважин (технические, экономические и др. причины) целесообразно запретить разработку угольных пластов в границах установленных зон повышенной газовой опасности, во избежание разрушительных аварий.

5. Анализ причин объемных взрывов метана на угольных шахтах и полученные практические данные показали высокую эффективность аппаратуры «Поиск» для оперативного дистанционного поиска локальных газовых аномалий в угленосных зонах шахт и выбора точек под бурение опережающих скважин

6. Сопутствующий газ с высоким давлением, поступающий из дегазирующих скважин, может более эффективно использоваться в газовых генераторах для тепло- и электрообеспечения шахт и ближайших населенных пунктов.

7. Требуется законодательная база РФ, обеспечивающая заинтересованность в использовании сопутствующих газов на угольных шахтах, а также для продажи электроэнергии и газа в ближайшие населенные пункты, что повлияет на себестоимость добываемого угля и приведет к уменьшению выбросов метана в окружающую среду.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руднев Е.Н. К вопросу борьбы с метаном на угольных шахтах Украины // Уголь Украины. 2009. № 1. С. 40–46.

2. Ковалев Н.И., Гох В.А., Солдатова С.В., Лямцева С.В. Использование дистанционного геологического комплекса "Поиск" для обнаружения и оконтуривания углеводородных месторождений // Геоинформатика. 2009. № 3. С. 83–87.

3. Пухлий В.А., Пухлий Ж.А., Ковалев Н.И. Резонансы в физике. Т. II. Теория и приложение в технике. Монография. Черкасский ЦНТЭИ. Севастополь. 2012. 479 с.

4. Пухлий В.А., Ковалев Н.И., Солдатова С.В. Применение дистанционного геофизического комплекса «Поиск»: Ре-

шение инженерных и геолого-поисковых задач. Монография. Pelmarim academic publishing. Дюссельдорф. 2016 г. 170 с.

5. Ковалев Н.И., Пухлий В.А., Солдатова С.В. О механизме образования объемных взрывов и детонации углеводородных газов в угольных шахтах // Сборник статей международной научно-практической конференции 31 января 2014 г. Уфа. С. 153–162.

6. Пухлий В.А., Ковалев Н.И., Софийский И.Ю. Математическое моделирование процессов воспламенения и самовоспламенения углеводородов в химической кинетике. В сб.: Научные труды СНУЯЭиП. Вып. 4 (40). 2011. С. 153–162.

7. Пухлий В.А., Ковалев Н.И. Механизмы и пути процессов горения углеводородов в химической кинетике. – В сб.: Научные труды СНУЯЭиП. Вып. 1 (41). 2012. С. 144–153.

8. Ковалев Н.И., Гох В.А., Котелянец И.И., Пухлий В.А. Выбор точек под бурение газоносных скважин с помощью дистанционной аппаратуры комплекса "Поиск" на шахтном поле угольной шахты Засядько: Отчет по НИР. СНУЯЭиП. Севастополь. ГГН /Донецк. 2009. 48 с.

9. Ковалев Н.И., Лукина Л.И., Солдатова С.В., Фролова Л.А. Исследование нового источника угрозы объемных взрывов метана на угольных шахтах // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2018. Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции. под ред. Л.И. Лукиной, Н.А. Бежина, Н.В. Ляминой. 2018. С. 561–566.

10. Ковалев Н.И., Солдатова С.В., Лукина Л.И., Фролова Л.А. Дистанционное определение газовых аномалий в шахтных полях ОАО «СУЭК-Кузбасс» (Новокузнецк). Отчет по НИР. Севастополь. СНУЯЭиП. 2010. 42 с.

11. Ковалев Н.И., Солдатова С.В., Лукина Л.И., Фролова Л.А. Определение газовых аномалий в шахтных полях угольных шахт «Заречная», «Октябрьская», «Сибирская» с применением дистанционных методов и средств геологоразведки (космогеологоразведки и аппаратуры ЯМР): Отчет по НИР. Севастополь. СНУЯЭиП. 2011. 72 с.

12. Мегеря В.М. Поиск и разведка залежей углеводородов, контролируемых геосолитонной дегазацией Земли. Москва. Локус Стэнди. 2009. 256 с.

13. Бембель Р.М., Мегеря В.М. Перспективы развития геофизических исследований при разведке сложностроенных месторождений полезных ископаемых. Томский государственный университет. ЗАО «Геотех Холдинг». Москва. Томск. 2011. С. 16–20.

14. Ковалев Н.И., Солдатова С.В., Лукина Л.И. и Фролова Л.А. Определение газовых аномалий с высоким давлением метана, залегающих на территории шахтного поля ш. «Анжерская-Южная», с применением дистанционных геологических методов поиска залежей природного газа: Отчет по НИР. ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет». Севастополь. 2022. 82 с.

### OPERATIONAL DETECTION OF LOCAL GAS ANOMALIES IN THE COAL ZONE OF MINES AFFECTING OCCURRENCE OF VOLUME METHANE EXPLOSIONS

N.I. Kovalev, L.I. Lukina, S.V. Soldatova

Federal State Educational Institution of Higher Education «Sevastopol State University»,  
RF, Sevastopol, Universitetskaya St., 33

The study of gas migration routes from natural deposits to coal seams along tectonic faults located within the boundaries of mining allotments of several coal mines was carried out using the “Poisk” geophysical equipment, their effect on the gas hazard of mines is described and measures are proposed to prevent instantaneous methane explosions in mines, the main of which are advanced drilling of vertical degassing wells to the depths of gas anomalies, as well as drilling not only the coal seam, but also the rocks under the coal seam.

**Keywords:** coal mines, gas explosions, tectonic faults, gas migration, degassing wells, drilling of a coal seam.

### REFERENCES

1. Rudnev E.N. K voprosu bor'by s metanom na ugol'nyh shahtah Ukrainy (On the issue of combating methane in the coal mines of Ukraine). *Ugol' Ukrainy*, 2009, No. 1, pp. 40–46.
2. Kovalev N.I., Goh V.A., Soldatova S.V., and Lyamceva I.V. Ispol'zovanie distancionnogo geologograficheskogo kompleksa "Poisk" dlja obnaruzheniya i okonturivaniya uglevodorodnyh mestorozhdenij (Usage of remote geoholographic complex "Poisk" for detection and delineation of hydrocarbon deposits). *Geoinformatika*, 2009, No. 3, pp. 83–87.
3. Puhlij V.A., Puhlij Zh.A., and Kovalev N.I. Rezonansy v fizike, t. II. Teorija i prilozhenie v tehnike. Monografija (Resonances in physics, Vol. 2. Theory and application in technology). Cherkasskij CNTJeI, Sevastopol', 2012, 479 p.
4. Puhlij V.A., Kovalev N.I., and Soldatova S.V. Primenenie distancionnogo geofizicheskogo kompleksa "Poisk": Reshenie inzhenernyh i geologo-poiskovyh zadach (Application of remote geophysical complex "Poisk": Solution of engineering and geological prospecting problems). Pelmarim academic publishing, Dusseldorf, 2016, 170 p.
5. Kovalev N.I., Puhlij V.A., and Soldatova S.V. O mehanizme obrazovaniya ob'emnyh vzryvov i detonacii uglevodorodnyh gazov v ugol'nyh shahtah (About the mechanism of formation of volumetric explosions and detonation of hydrocarbon gases in coal mines). Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya (International Scientific and Practical Conference), Ufa, 31 January 2014, Book of abstracts, pp.153–162.
6. Puhlij V.A., Kovalev N.I., and Sofijskij I.Ju. Matematicheskoe modelirovanie processov vosplamneniya i samovosplamneniya uglevodorodov v himicheskoj kinetike (Mathematical modeling of the processes of ignition and self-ignition of hydrocarbons in chemical kinetics). Nauchnye trudy SNUJaJeIP, No. 4(40), 2011, pp. 153–162.

7. Puhlij V.A. and Kovalev N.I. *Mehanizmy i puti processov gorenija uglevodorodov v himicheskoj kinetike* (Mechanisms and pathways of hydrocarbon combustion processes in chemical kinetics). *Nauchnye trudy SNUJaJeiP*, No. 1(41), 2012, pp. 144–153.

8. Kovalev N.I., Goh V.A., Koteljanec I.I., and Puhlij V.A. *Vybor toчек pod burenie gazonosnyh skvazhin s pomoshh'ju distancionnoj apparatury kompleksa "Poisk" na shahtnom pole ugol'noj shahty Zasjad'ko* (Selection of points for drilling gas-bearing wells using remote equipment of the Poisk complex in the mine field of the Zasyadko coal mine). *Otchet po NIR SNUJaJeiP, Sevastopol', GGN Doneck*, 2009, 48 p.

9. Kovalev N.I., Lukina L.I., Soldatova S.V., and Frolova L.A. *Issledovanie novogo istochnika ugrozy objomnyh vzryvov metana na ugol'nyh shahtah* (Study of a new source of the threat of volumetric methane explosions in coal mines). *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya "Ekologicheskaya, promyshlennaja i energeticheskaya bezopasnost' – 2018"* (International Scientific and Practical Conference "Environmental, industrial and energy security – 2018"). Sevastopol, 24–27 September 2018, *Book of Abstracts*, pp. 561–566.

10. Kovalev N.I., Soldatova S.V., Lukina L.I., and Frolova L.A. *Distancionnoe opredelenie gazovyh anomalij v shahtnyh poljah OAO "SUJeK-Kuzbass"* (Novokuzneck): *Otchet po NIR* (Remote detection of gas anomalies in the mine fields of OAO SUEK-Kuzbass (Novokuznetsk): Research report). SNUJaJeiP, Sevastopol', 2010, 42 p.

11. Kovalev N.I., Soldatova S.V., Lukina L.I., and Frolova L.A. *Opredelenie gazovyh anomalij v shahtnyh poljah ugol'nyh shaht "Zarechnaja", "Oktjabr'skaja", "Sibirskaja" s primeneniem distancionnyh metodov i sredstv geologorazvedki (kosmogeologorazvdky i apparatury JaMR)*: *Otchet po NIR* (Determination of gas anomalies in the mine fields of the Zarechnaya, Oktyabrskaya, Sibirskaya coal mines using remote methods and geological exploration tools (cosmogeological exploration and NMR equipment): Report on research, SNUJaJeiP, Sevastopol, 2011, 72 p.

12. Megerja V.M. *Poisk i razvedka zalezhej uglevodorodov, kontroliruemym geosolitonnoj degazaciej Zemli* (Search and exploration of hydrocarbon deposits, controlled by geosoliton degassing of the Earth). Moscow, Lokus Standi, 2009, 256 p.

13. Bembel' R.M. and Megerja V.M. *Perspektivy razvitiya geofizicheskikh issledovanij pri razvedke slozhnopostroennyh mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh* (Prospects for the development of geophysical research in the exploration of complex mineral deposits). Tomskij gosudarstvennyj universitet, ZAO "Geotek Holding", Moscow, Tomsk, 2011, pp. 16–20.

14. Kovalev N.I., Soldatova S.V., Lukina L.I., and Frolova L.A. *Opredelenie gazovyh anomalij s vysokim davleniem metana, zalezajushhih na territorii shahtnogo polya sh. "Anzherskaja-Juzhnaja", s primeneniem distancionnyh geologicheskikh metodov poiska zalezhej prirodnoгo gaza*: *Otchet po NIR* (Determination of gas anomalies with high methane pressure occurring on the territory of the mine field sh. "Anzherskaya-Yuzhnaya", using remote geological methods to search for natural gas deposits: Report on research). FGAOU VO "Sevastopol'skij gosudarstvennyj universitet", Sevastopol, 2022, 82 p.