ВОПРОСЫ ГЕОЛОГИИ КУЗБАССА, 2
ИЗВЕСТИЯ ТОМСКОГО ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА имени С. М. КИРОВА, т. 99, 1959 г.

МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ОПРОБОВАНИЯ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ КУЗБАССА НА ГАЗОНОСНОСТЬ

Н. В. ДОРОШКЕВИЧ

В последнее время, в связи с развитием нового шахтного строительства, а также с переходом действующих шахт на более глубокие горизонты, особо важное значение принимает прогноз газообильности шахтных полей. Для этой цели большое значение имеет изучение газоносности угольных пластов, так как она является одним из важнейших факторов, определяющих газообильность шахт.

В свое время предлагался целый ряд расчетных методов для решения вопроса газообильности шахт. Однако эти расчетные методы не имели достаточного обоснования и получаемые результаты не давали уверенности в полной достоверности прогноза. Поэтому в настоящее время неотложной задачей является разработка наиболее точного метода определения газоносности угольных пластов, а также выработка наиболее рациональной методики расположения скважин, предназначенных для отбора проб на определение газоносности угольных пластов.

Для решения этой задачи в 1952 году Восточным научно-исследовательским институтом был предложен принцип замораживания угольного керна на забое скважины специальной кернозамораживающей трубой с целью более полного сохранения газа в отбираемых пробах.

Однако при первых испытаниях кернозамораживающей трубы были обнаружены серьезные конструктивные недостатки. Одним из главных недостатков оказался принцип произвольного срабатывания трубы. Стало ясно, что в предложенную ВостНИИ конструкцию кернозамораживающей трубы необходимо внести некоторые изменения. Работа по усовершенствованию этой трубы была проделана сотрудниками треста «Кузбассуглегеология». В результате этого в 1954 году был изготовлен новый экземпляр трубы, названный трубой ВК-54 (ВостНИИ — «Кузбассуглегеология», 1954 год), с помощью которой и производился отбор проб для изучения газоносности угольных пластов.

В конце 1956 года в мастерских треста «Кузбассуглегеология» по конструкции сотрудников Восточного научно-исследовательского института был изготовлен керногазонаборник КГН-2-56. Последний работает на предложенном трестом «Казахуглегеология» принципе улавливания газа, выделяющегося из угля во время бурения и подъема инструмента.

Таким образом, в настоящее время мы имеем два типа кернонаборников: кернозамораживающая труба ВК-54 и керногазонаборник КГН-2-56.

1. Кернозамораживающая труба (рис. 1) представляет собой известную колонковую трубу Алексеенко, в которую вмонтирован

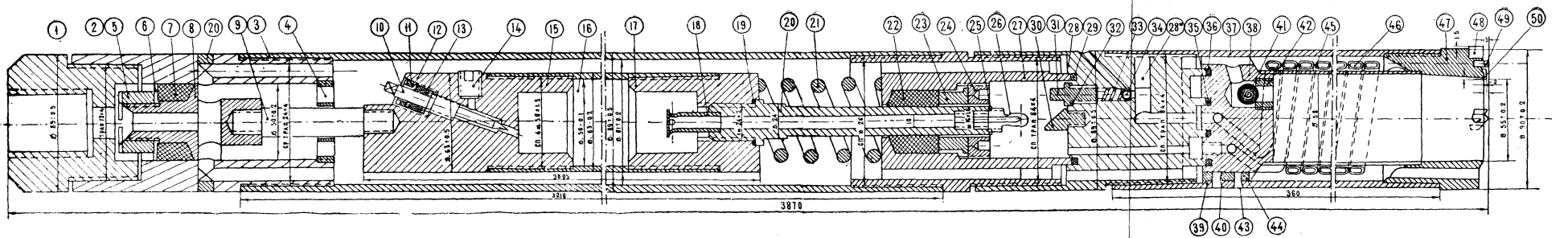

Рис. 1. Кернозамораживающая труба ВК-54:

так называемый «газовый баллон», вмещающий 7—9 литров жидкой углекислоты, перекачиваемой с помощью компрессора из транспортного баллона.

Труба состоит из следующих частей: переходника крепления 1, который соединяется с водяным переходником 2 и, кроме того, соединяет трубу ВК-54 с буровыми штангами. В центре переходника 2 укреплен с помощью манжет 7 и шайбы 6 поршень 8 и шток 9. В поршне 8 есть гнездо с гладкой поверхностью для шарика Д-14 *мм*. У переходника 2 имеется 8 коленчатых каналов, предназначенных для подачи промывной жидкости в скважину после сдвига поршня в нижнее положение. Шток 9 жестко соединен с газовым баллоном. Последний в свою очередь состоит из следующих частей: верхней головки 15, корпуса 16 и нижней головки 17.

Верхняя головка газового баллона 15 имеет штревель 10 с гайкой 11, шайбой 12, сальником 13 и пробку 14, через которую производится наполнение газового баллона жидкой углекислотой. Корпус газового баллона 16 представляет трубу, которая соединена с верхней и нижней головками с помощью газовой резьбы и пайки. В нижней головке 17 имеется патрубок 18 и полый шток 20 с прокладкой 19. На полый шток 20 с прокладкой 25 ввинчивается ниппель 26. В верхнюю часть ниппеля вставлена дроссельная диафрагма 40 с прокладкой 39. Соединение газового баллона с водяным 2 и газовым переходником 27 производится с помощью наружной трубы 3. Для герметизации переходников между собой применяются свинцовые прокладки.

Полый шток 20 с ниппелем 26 и диафрагмой 40 вставляется в газовый переходник 27, который, в свою очередь, соединяется с распределительным переходником 28, образуя при этом распределительную камеру, в нижней части которой находится ударник 30 и пробка 31, а в верхнюю часть выдается головка с ослабленным сечением.

В переходнике 28 есть каналы для входа и выхода углекислоты в змеевик 46. В канале для выхода углекислоты имеется шарик 34 с пружиной 33, называемый обратным клапаном. Канал со стороны распределительной камеры перекрыт пробкой 31 с прокладкой 32. Внутри змеевика 46 находится керноприемник 45, который предохраняет змеевик от деформации во время бурения. Для выхода промывочной жидкости из керноприемника во время бурения в нем есть канал, в котором укреплена гайка 42 и шарик Д-14 *мм*, перекрывающий промывочный канал.

Для того, чтобы змеевик не вращался во время бурения, служит заклепка 43 и шпонка 44.

Снаружи на змеевик 46 одевается кожух 37, который соединяется с распределительным переходником 38 и буровой коронкой 47 с соответственно расположенными резцами 48, 49 и 50.

Процесс замораживания основан на использовании эффекта испарения жидкой углекислоты. В силу этого углекислота, накачиваемая в газовый баллон трубы, должна находиться под определенным давлением.

Первоначально процесс замораживания сводился к следующему: при заполнении керноприемника углем давлением самого угольного керна должен отжиматься тарельчатый диск, со штревелем, который оканчивался скосом. Этим скосом должен был сламываться ниппель, преграждающий выход углекислоты из баллона. При этом жидкая углекислота из «газового баллона» через распределительную головку поступала в змеевик, окружая, таким образом, керноприемник.

Проходя через отверстие дроссельной шайбы, она начинала испаряться, в результате чего создавалась низкая температура и вокруг керна об-

разовывалась корка льда, которая предохраняла уголь от дегазации и повышала его сорбционную способность. Предполагалось, что низкая температура и довольно высокое гидростатическое давление дадут возможность снизить до минимума потери газа при таком отборе проб.

Однако при перебурке углей столбик керна чаще всего дробился, расклинивался и давление на тарельчатый диск оказывалось недостаточным для того, чтобы сломать головку ниппеля, и труба в большинстве случаев не срабатывала.

Отличие нового экземпляра трубы от первой заключается в том, что процесс замораживания управляется за счет создания искусственного давления на газовый баллон. По окончании бурения угольного пласта в штанги опускается стальной шарик Д-14 *мм*, который промывной жидкостью догоняется до поршня. При этом давление резко увеличивается до 40—45 атмосфер, пружина, удерживающая газовый баллон, сжимается, и головка ниппеля сламывается о скос неподвижного ударника. Начинается выход жидкой углекислоты.

Систематически работы по изучению газоносности пластов углей начали проводиться с 1954 года, когда пробы углей отбирались из скважин геологоразведочных партий. В 1955 году был выполнен специальный объем колонкового бурения на поле шахты «Красногорская» Прокопьевского геолого-экономического района с целью отбора проб для изучения газоносности. Перебурка пластов проводилась непосредственно мастером-инструктором, имеющим право ответственности на производство работ с аппаратурой, работающей под давлением. По каждому угольному пласту параллельно с отбором замороженных угольных кернов отбираются незамороженные пробы двойными колонковыми трубами.

После проходки нужного интервала угольный керн (замороженный или незамороженный) помещается в специальный сосуд, герметичность которого обязательно проверяется. Хорошо герметизированный сосуд отправляется в химлабораторию, где определяется количество газа и его химический состав.

Всего за период 1954—1956 гг. отобрана и анализирована 361 проба углей, из них 159 проб замороженных и 202 незамороженных.

Следует отметить, что в 1954 году при отборе проб кернозамораживающей трубой первого образца не было поднято ни одной замороженной пробы. И только при отборе новой трубой были получены положительные результаты. Постепенно, с накоплением значительного опыта по работе с кернозамораживающей трубой, получение замороженных и незамороженных проб (при соблюдении всех правил перебурки пластов и нормальном состоянии скважин) производилось по мере надобности (рис. 2 б). В конце 1955 года и начале 1956 года стал вопрос об увеличении глубины отбора проб. За этот период глубина отбора увеличилась с 300 до 500 *м* (рис. 2 а).

Имеющиеся результаты химических анализов по замороженным и незамороженным пробам углей (рис. 3) дают возможность констатировать, что замороженные пробы углей сохраняют газа больше, чем незамороженные на 20—70%. Такая разница в содержании метана может быть объяснена целым рядом причин, из которых основными являются физическое состояние керна (степень раздробленности) и время подъема его на поверхность. Наличие этих и других причин не позволили в настоящее время найти «переходный коэффициент» от содержания газа в незамороженных кернах к содержанию в замороженных. Насколько отличается содержание газа в замороженных кернах от истинного, в настоящее время еще не установлено, и работы в этом направлении являются крайне необходимыми.

2. Керногазонаборник КГН-2-56 (рис. 4) работает, как уже отмечалось выше, по принципу сохранения газа, выделяющегося из угля в процессе бурения и подъема его по скважине, путем улавливания его

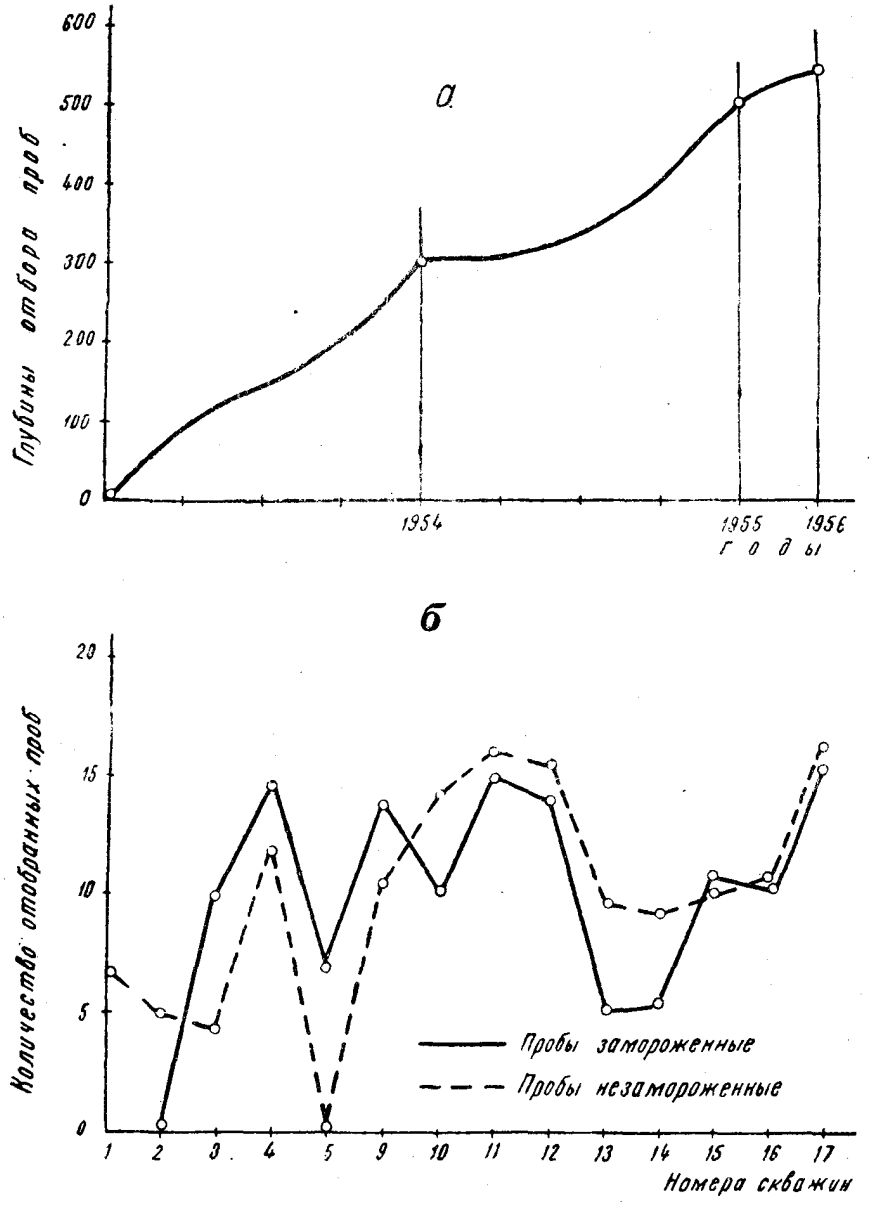

Рис. 2.

в корпусе керногазонаборника и герметизации керна на поверхности непосредственно в керноприемнике. В процессе выбуривания керна газ, выделяющийся из массива угля, удаляется из скважины с промывочной жидкостью. Газ, выделяющийся из керна, поступает через центральное отверстие затвора 12 и два расходящихся вверх канала переходника 10 в полость корпуса 7. Вода, вытесняемая газом из полости корпуса, проходит через вертикальные каналы, в переходнике 10 и над затвором 12 в кольцевой канал между керноприемником 13 и цилиндром 14.

При подъеме снаряда также нужно следить, чтобы скважина была все время заполнена водой выше глубины нахождения керногазонаборника.

При подъеме керногазонаборника газ, выделяющийся из керна в результате уменьшения гидростатического давления, продолжает поступать в полость корпуса 7.

Последние 20—40 *м* подъема следует проводить со скоростью, не

превышающей 1 *м/сек*, иначе скорость нарастания объема газа в корпусе за счет снижения гидростатического давления не будет успевать компенсироваться вытеснением раствора из корпуса, и избыток давления может вытолкнуть керн в скважину.

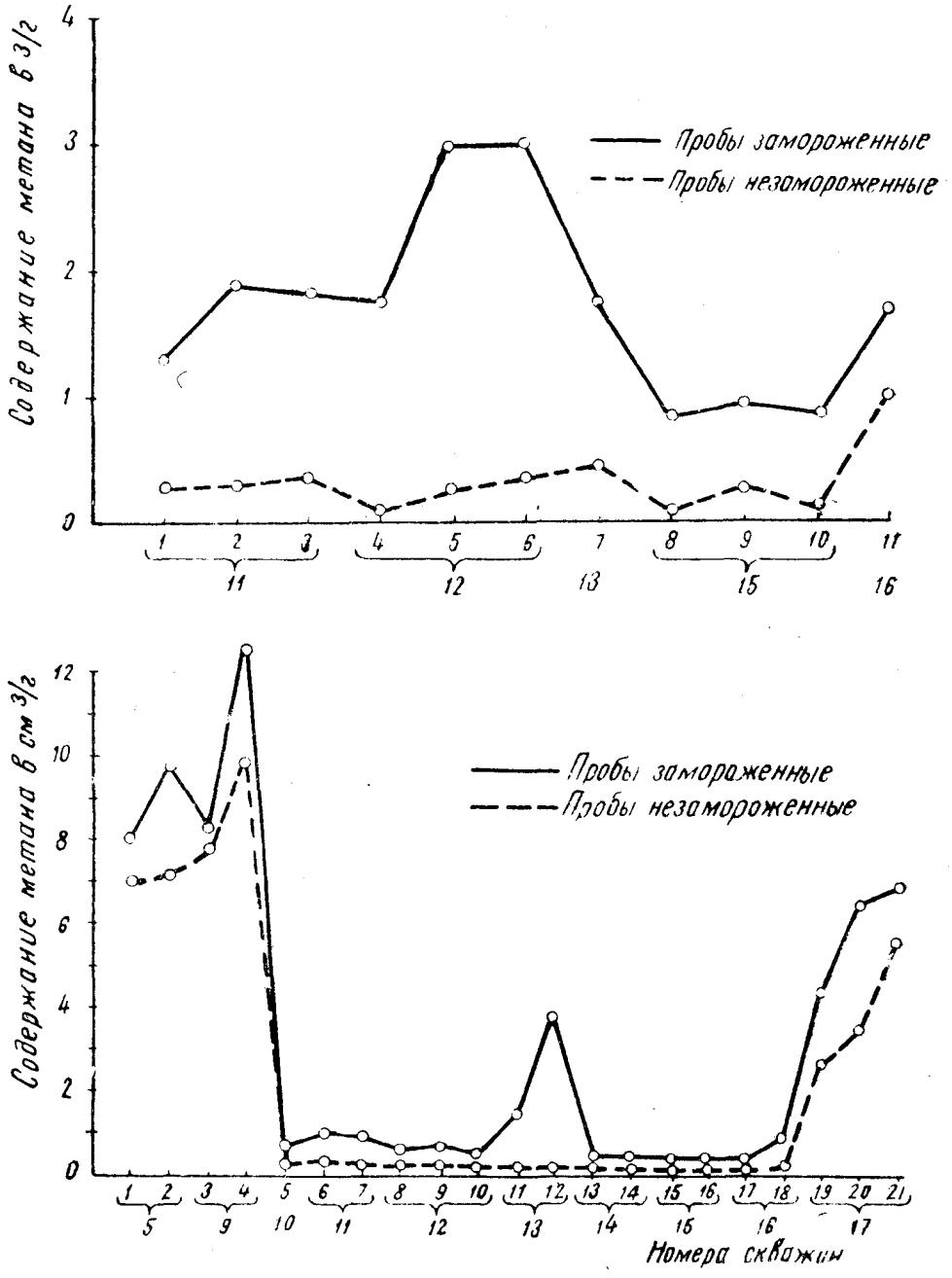

Рис. 3.

Из колокола керногазонаборника метан переводится через резиновый шланг в газомерник для определения объема. Во избежание потерь газа в скважину непрерывно поступает вода. В контрольные пипетки набирается газ для определения состава.

После удаления газа из корпуса керногазонаборник извлекается из скважины, цилиндр 14 с коронкой 15 отделяется, керноприемник 13 вывертывается из переходника 10 и закрывается с двух сторон специальными нарезными заглушками. Затем керноприемник с пробой направляется в лабораторию для обработки.

В 1955 году на основании имеющегося большого фактического материала сотрудниками треста «Кузбассуглегеология» и Восточного науч-

но-исследовательского института была составлена «Временная инструкция по определению газоносности угольных пластов при геологоразведочных работах в Кузбассе». В 1956 году составлена инструкция по определению газоносности угольных пластов при разведке шахтных полей.

В инструкции приводятся рекомендации по методике опробования угольных пластов на газоносность при разведках различных месторождений Кузбасса, дается подробное руководство по технике опробования при помощи кернозамораживающей трубы ВК-54, керногазонаборника КГН-2-56 и мерах безопасности при работе с этой аппаратурой, а также инструкции по лабораторной обработке проб на газоносность и определению газоносности пластов. Инструкция может быть распространена и на другие угольные бассейны, сходные с Кузбассом по геологическим условиям и качеству угля.

Основные направления исследований на газоносность, выполняемые трестом, состоят в следующем:

1. Методика опробования угольных пластов на газоносность при детальной разведке в Кузбассе.

2. Техника перебурки угольных пластов кернозамораживающей трубой ВК-54 и керногазонаборником КГН-2-56 для получения проб на газоносность.

3. Лабораторная обработка угольных кернов по определению содержания газа.

Методика опробования угольных пластов на газоносность является общей схемой для получения сведений по истинной газоносности каждого пласта, обеспечивающей лишь стадии проектного задания. Количество точек опробования на газоносность по разведочному участку принято минимальное в связи с тем, что рекомендуемая техника опробования складывается из проведения довольно трудоемких процессов. Увеличение количества проб против рекомендуемого значительно удлинит сроки разведки и удорожит стоимость геологоразведочных работ.

Предложенная методика опробования предусматривает получение необходимых сведений о газоносности угольных пластов по всему стратиграфическому разрезу, с изменением глубины залегания каждого пласта, а также в зависимости от структуры месторождения.

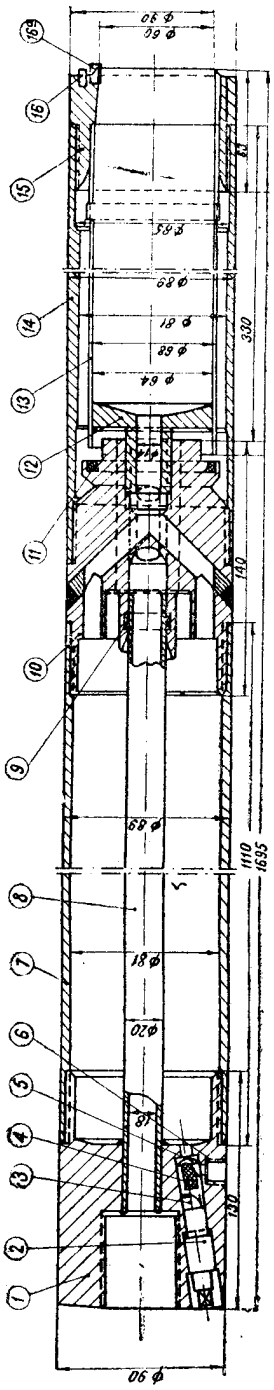

Рис. 4. Керногазонаборник КГН-2—56.

Определение газоносности угольных пластов рекомендуется проводить при детальной разведке, вследствие того, что различные тектонические условия меняют расположение скважин при опробовании. При простом строении участка в центральной его части проходится одна линия скважин, перебуривающая весь стратиграфический разрез участка. Газоносность пластов по этой линии принимается за среднюю, так как она характеризует наиболее типичную для данного участка газоносность угля по каждому пласту.

Расположение скважин по линии, предусматривающее не менее двукратного подсечения каждого рабочего пласта в данном разрезе, обеспечивает задачу опробования для выяснения изменения газоносности углей с глубиной залегания пластов (рис. 5).

В случае большого количества пластов многократное подсечение и опробование всех пластов считается необязательным. Часть пластов, аналогичных по качеству угля и одинаковых по составу пород кровли и почвы, может характеризоваться одной пробой, если на соответствующей глубине другой пласт, сходный по качеству, имеет такую же газоносность.

Для контроля достоверности, кроме центральной линии, по границам участка проходят одиночные скважины на наиболее газоносные пласты (рис. 5).

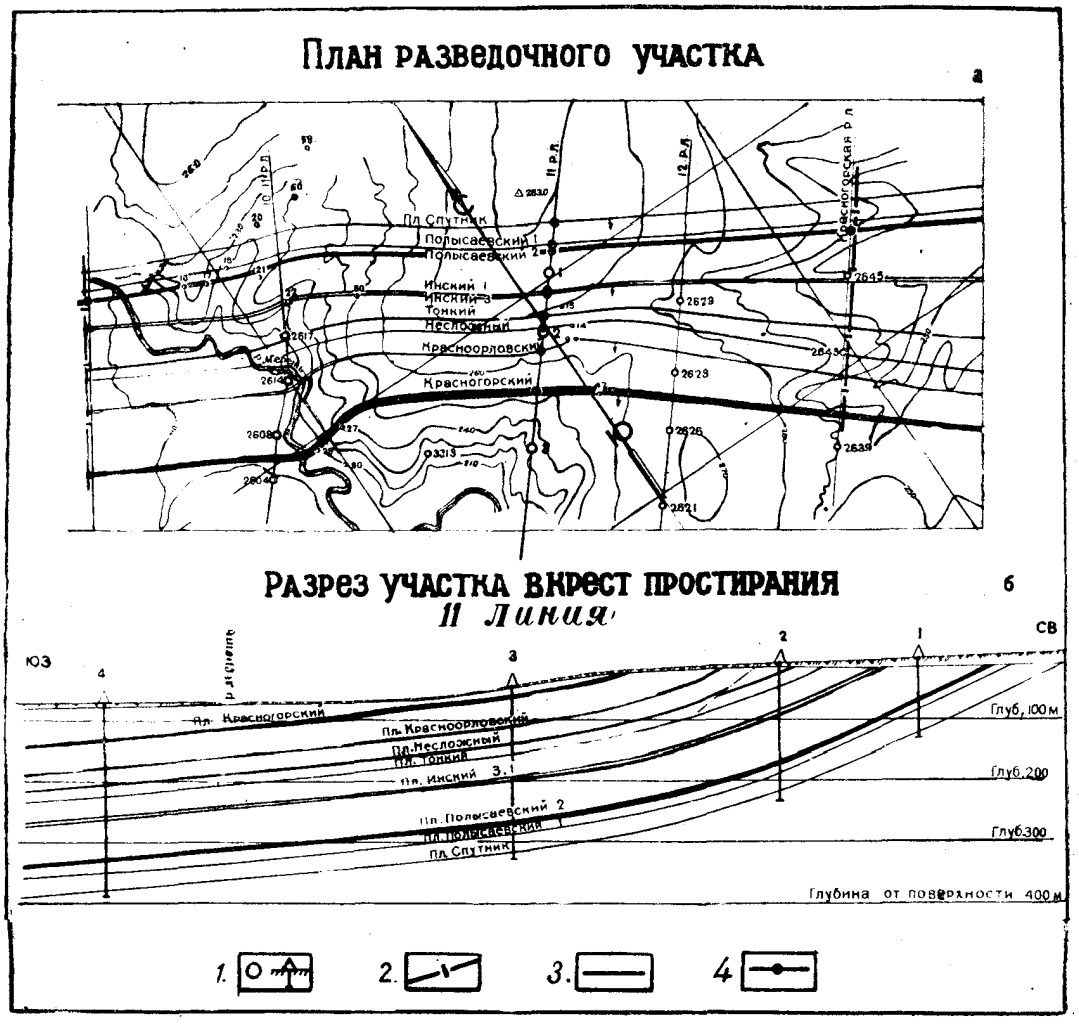

Рис. 5. Расположение скважин для взятия проб на газоносность. 1—разведочные скважины для опробования на газоносность; 2—граница участка по простиранию; 3—основная линия опробования на газоносность; 4—пласты, по которым на разведочной линии отбираются пробы на газоносность.

На участках со сложной тектоникой предусматривается бурение еще ряда скважин. При антиклинальной структуре дополнительные скважины располагаются по оси антиклинали с таким расчетом, чтобы пласты подсекались на тех же глубинах, что и на центральной линии.

Применяющейся методикой предусматривается выяснение зависимости газоносности угольных пластов от различных частных условий геологического строения только после выяснения общей закономерности по газоносности углей.

Как частные задачи рассматривается опробование нерабочих угольных пропластов, опробование пластов угля в зонах разрывов, выяснение газоносности в висячем и лежачем боку нарушения, а также газоносности пород кровли, почвы и тектонических зон. Все эти частные вопросы выясняются на более поздней стадии исследования — вскрышной разведки.

Количество извлекаемых кернов определяется мощностью и структурой перебуриваемых угольных пластов. В промежутках между пробами, отбираемыми кернонаборниками, отбираются также пробы обычными колонковыми трубами с последующей герметизацией в специальные стаканы. Такое опробование предполагает определение эффективности методов отбора проб углей на изучение их газоносности.

Различные значения газоносности проб углей, отобранных при перебурке одного и того же пласта, объясняются различной степенью потерь газа в процессе бурения, а также различием петрографического состава и тектоникой. Поэтому рекомендуется за газоносность пласта принимать максимальное значение газосодержания керна только в тех случаях, если она не превышает среднединамического значения газоносности более чем на 30%.

Среднединамическое значение газоносности определяется по формуле:

$$\frac{m_1 d_1 \Gamma_1 + m_2 d_2 \Gamma_2 + \ldots m_n d_n \Gamma_n}{m_1 d_1 + m_2 d_2 + \ldots + m_n d_n},$$

где $m_1 m_2 \ldots m_n$ — мощность пробуренного интервала, с которого получена проба;

$d_1 d_2 \ldots d_n$ — удельный вес соответствующей пробы;

$\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3$ — газоносность соответствующей пробы в $см^3/г$.

Определение газоносности угольных пластов в период геологоразведочных работ по пробам, отобранным из скважин кернонаборниками, рассматривается в настоящее время ВостНИИ как основа для прогноза газообильности шахт.

Техника перебурки угольных пластов кернозамораживающей трубой и керногазонаборником, перечень их основных технических узлов, принцип действия и работа с этой аппаратурой при бурении, а также технические средства и материалы, необходимые для получения проб угля на газоносность, здесь за краткостью не излагаются. Остановимся лишь в нескольких словах на подготовке скважины к бурению, перебурке и извлечению керна из скважины.

До встречи пласта, намеченного для отбора проб на газоносность, мастер-инструктор обеспечивает буровую бригаду необходимым оборудованием, нужными материалами и инструментами.

При встрече пласта угля забой скважины должен быть очищен. Затем производится спуск кернозамораживающей трубы или керногазонаборника на буровых штангах. Места задержки снаряда в скважине проходятся без рывков, с промывкой и вращением. Перебурка пласта ведется, как и при обычном бурении, но более укороченными рейсами: 0,35—0,50 *м* (по величине керноприемника). В процессе бурения нужно избегать подрывки снаряда, так как это может привести к измельчению керна и значительной потере газа до замораживания (при работе с ВК-54).

Полученный угольный керн помещают в специальный сосуд, который проверяется на герметичность и отправляется в химическую лабораторию.

Обработка угольных кернов, отобранных из геологоразведочных скважин, является вторым этапом работ по определению газоносности угольных пластов.

Задачей обработки является определение количества и качества газа, содержащегося в обрабатываемой пробе. Сущность лабораторной обработки состоит в следующем. Вначале выпускают газ, выделившийся из керна, а затем производят дегазацию угольного керна при 100°С и вакууме. Далее угольный керн дробят в шаровой мельнице и отбирают остаточный газ из раздробленного угольного керна. Наконец производят расчет содержания газа в угольной пачке.

Изучение газоносности угольных пластов в настоящее время является неотъемлемой частью детальной разведки каждого участка. Между тем состояние этого вопроса далеко не исчерпывает решения поставленной задачи. Внедряемые в настоящее время методика и техника получения проб на газоносность имеют еще целый ряд существенных недостатков. Поэтому нет уверенности, насколько получаемые данные отражают истинную газоносность. Для решения поставленых задач в первую очередь необходимо:

1. Разработать метод определения величины дегазации при встрече пласта и в процессе его бурения.

2. Разработать режим промывки, а также подобрать промывные растворы, применение которых приведет к минимальным выносам газа.

3. Существующие методы определения содержания метана в угле по лабораторным пробам чрезвычайно громоздки, дорогостоящи и требуют коренного изменения.

4. В связи с большим количеством метана, выдаваемого из шахт, целесообразно поставить вопрос об использовании его для нужд народного хозяйства и бытовых целей. В этом отношении пора поднять вопрос о разведке насыщающих угли горючих газов и возможных эксплуатационных запасов.

5. Разведка газоносности пластов с целью получения промышленного газа является новым направлением в геолого-разведочных работах. Поэтому следует заняться более углубленным исследованием этого вопроса.

Трест «Кузбассуглегеология»