

**МЕТОДИКА И НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ  
ТРЕЩИНОВАТОСТИ В КЕРНАХ РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН**

В. В. НИКОЛАЕВ

(Представлено кафедрой геологии и разведки месторождений полезных ископаемых)

Итоги многолетних работ геологов Восточно-Казахстанского геологического управления, проводившихся под руководством Н. А. Грибского, положили начало новой области геологоразведочной службы — кернометрии, являющейся важнейшим резервом повышения качества и экономической эффективности геологических исследований [3].

Внедрение передового опыта алтайских геологов в практику геологоразведочных работ осуществляется крайне медленно. Серийное производство приборов для извлечения ориентированных кернов до сих пор не налажено. Причиной этому являются, по-видимому, значительные затраты времени для получения ориентированных образцов. В этом отношении автоматический ориентатор керна Крелиус [2] выгодно отличается от керноскопа Н. А. Грибского, М. И. Казанцева и А. С. Пенькова. Уместно заметить, что использование ориентированного керна на месторождениях Алтая, как правило, не идет дальше определения элементов залегания пород. Методика кернометрии по существу не разработана.

Важнейшим звеном в документации скважин является изучение трещиноватости пород. Многим геологам, по-видимому, не известны способы определения ориентировки структурных элементов по неориентированному керну [4, 5]. Научные сотрудники ВНИГРИ, например, считают, что неориентированный керн имеет малое практическое значение для изучения ориентировки трещин [6].

Учитывая важность рассматриваемой проблемы, мы изучили опыт исследований, проверили возможность изучения трещиноватости по неориентированному керну и разработали методику исследований для условий Кузбасса.

Принятый способ измерения ориентировки трещин в принципе не отличается от способа И. А. Очеретенко [4]. Для измерений использовалась азимутальная угломерная палетка, представляющая собой квадрат с вырезанным по диаметру керна кругом. Окружность оцифровывалась через  $5^\circ$  по ходу часовой стрелки. Этой палеткой измерялись условные азимуты падения трещин, то есть углы в плоскости, перпендикулярной к оси керна, между направлениями падения слоистости и трещин.

Измерение ориентировки трещин производится следующим образом. Палетка надевается на керн так, чтобы верх его был обращен в сторону азимутальной шкалы. Ноль палетки устанавливается против

образующей керна, соединяющей самые низкие точки выхода слоистости на поверхность керна. Затем самые низкие точки выхода трещин сносятся по образующим на шкалу палетки, где и считывается условный азимут падения их. Углы падения слоистости и трещин измеряются горным компасом при вертикальном положении оси керна.

Качество измерений определяется правильностью укладки керна в ящики. Нетрудно убедиться в том, что условная ориентировка трещин, определенная в случае неправильного ориентирования керна относительно его верха и низа, в ряде случаев будет замерена неверно. Если видимые углы падения всех трещин и азимуты падения продольных трещин при двух положениях керна остаются теми же, то условные азимуты падения поперечных кососекущих трещин отличаются на  $180^\circ$ , а диагональных — на величину от  $0^\circ$  до  $\pm 180^\circ$ . Инструктаж, систематический контроль за правильностью укладки, контрольная укладка керна наряду с изучением признаков нормального и опрокинутого залегания слоев гарантируют надежность измерений ориентировки трещин.

Принятая методика предполагает наличие в кернах четко выраженного наслоения пород с видимыми углами падения более  $5-10^\circ$ , достаточно полный выход керна столбиками с ненарушенной структурой пород, проведение каротажа методами тока, КС, ГК, ГГК, ПС, инклинометрии, кавернометрии и резистивиметрии, определение элементов залегания пород и своевременную документацию керна.

Задачами исследований являются:

- а) изучение трещиноватости в зависимости от литологии, глубины залегания, стратиграфического и структурного положения;
- б) выделение в разрезах скважин и на площади зон повышенной и интенсивной трещиноватости;
- в) сравнительный анализ полученных данных по литологическим типам, стратиграфическим подразделениям и структурам;
- г) выявление закономерностей развития трещиноватости и связи ее с теми или иными структурными элементами.

При структурной документации производятся специальные исследования и измерения, для которых можно рекомендовать следующую последовательность.

1. Рекогносцировочное изучение разреза (литологии, трещиноватости, микроскладок, микроразрывов, поверхностей скольжения и прочих форм микротектоники, предварительное выделение систем трещин, изучение генетических и морфологических особенностей их, выделение и изучение зон повышенной трещиноватости, дробления и брекчий, обращается внимание на изменение углов падения слоистости).

2. Детальное послойное изучение и описание трещиноватости и других элементов микротектоники.

- а) измерение ориентировки всех видимых в керне трещин и угла падения слоистости;
- б) выделение систем трещин и подробное описание их;
- в) визуальная оценка интенсивности трещиноватости;
- г) описание микроструктурных форм (плойчатости, микроскладок, микроразрывов) и измерение их ориентировки;
- д) литолого-фациальное описание слоя с указанием признаков нормального или опрокинутого залегания;
- е) отбор образцов и фотографирование кернов.

Предварительная обработка результатов осуществляется для правильного ориентирования исследований и выяснения в поле спорных вопросов. Она включает построение точечных круговых диаграмм трещиноватости на полярных сетках Вульфа, а в случаях затруднений

при выделении систем трещин — и статистико-графическую обработку их.

Диаграммы трещиноватости строятся для интервалов скважины, выделенных в соответствии со структурным признаком и данными инклинометрии. Например, при пересечении скважиной дизъюнктива диаграммы трещиноватости строятся для пород висячего, лежащего крыльев и зоны тектонического разрыва, при пересечении складки — для крыльев и зоны осевой плоскости.

Отдельные диаграммы строятся для интервалов с разными элементами залегания слоистости. При наличии существенных изменений трещиноватости в породах разного состава или отдельных стратиграфических подразделений выделение интервалов производится с учетом литолого-стратиграфического признака. Более дробное деление производится по данным инклинометрии. В пределах выделенных интервалов ствол скважины должен быть прямолинейным, а элементы залегания пород **одинаковыми**.

Для обработки диаграмм в изолиниях плотности достаточно иметь не менее 15 замеров трещин каждой системы. Если замеров оказывается недостаточно, можно в ряде случаев произвести объединение диаграмм по интервалам, выделенным в соответствии с литолого-стратиграфическим признаком или данными инклинометрии, если при этом не наблюдаются изменения трещиноватости и элементов залегания пород.

Построение объединенной диаграммы трещиноватости, характеризующей некоторую часть разреза с одинаковыми элементами залегания, как и определение действительной ориентировки трещин при известных элементах залегания пород, может быть произведено с помощью экваториальной сетки Вульфа путем приведения полюсов слоистости объединяемых диаграмм (а вместе с этим и полюсов трещин) к некоторой условной или действительной ориентировке слоя (1, 4, 5, 6).

Обработку диаграмм в изолиниях плотности целесообразнее производить с помощью трафарета Брайча, представляющего собой стереографическую проекцию полусферы, разбитой на 200 равноплощадных фигур [1]. Трафарет используется для подсчета количества точек и проведения изолиний плотности.

Наряду с визуальной оценкой интенсивности трещиноватости необходимо строить графики удельной трещиноватости, позволяющие проследить изменение интенсивности трещиноватости в разрезе по скважине.

Используя формулу для определения нормальной мощности пласта по видимой мощности и видимому углу падения слоистости, можно записать выражение для определения густоты трещин некоторой системы в данном слое:

$$n_i = \frac{N_i}{m_g \cdot \cos \alpha},$$

где  $n_i$  — число трещин некоторой системы, приходящееся на 1 дм нормали к ним (густота трещин),  $N_i$  — число замеров трещин этой системы в данном слое,  $m_g$  — видимая мощность слоя в дм (или длина керн при неполном его выходе),  $\alpha$  — средний видимый угол падения трещин данной системы.

Сумма густот трещин всех систем характеризует интенсивность трещиноватости пласта (его удельную трещиноватость) и отражает число трещин, секущих шар диаметром в 1 дм.

Изучение трещиноватости по керну производилось в комплексе с детальными исследованиями тектоники шахтных полей Кемеровского и Ленинского районов Кузбасса. Результаты изучения трещин исполь-

зовались при диагностике тектонических нарушений в разрезах скважин и прогнозировании тектонического строения.

На участке южной прирезки к полю шахты «Пионер» угленосные отложения представлены алыкаевской подсвитой нижнебалахонской свиты, слагающей северо-западное крыло Кемеровской синклинали. Крыло имеет выдержанное юго-восточное падение под углами  $65-85^\circ$ . С северо-запада и юго-востока участок ограничен двумя крупными продольными дизъюнктивами.

Подавляющее большинство трещин располагается нормально к слоистости или совпадает с ней, образуя систему послойных и четыре системы нормальносекущих трещин (рис. 1).

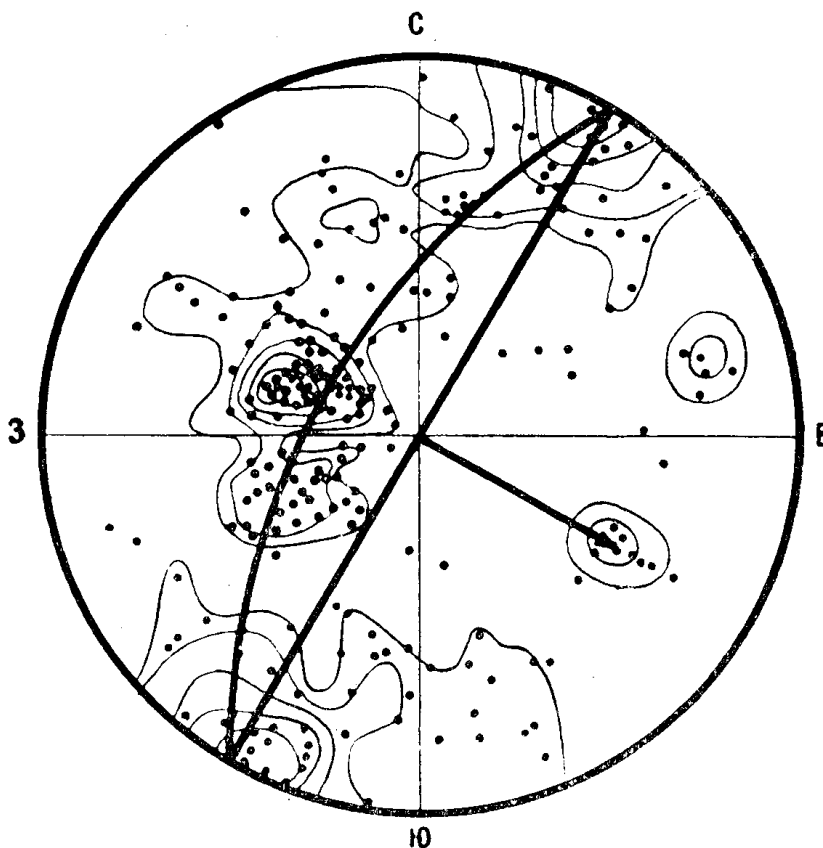


Рис. 1. Диаграмма трещиноватости горных пород южной прирезки к полю шахты «Пионер». Скважина № 2832. Изолинии плотности: 1—2—3—4—5%. 200 замеров ориентировки трещин.

Поперечные и продольные трещины обычно открыты и выполнены частично или полностью кальцитом, пиритом и песчано-глинистым материалом. Ширина трещин равна  $0,1-5$  см и заметно увеличивается в северо-восточном направлении. Стенки трещин часто несут следы чрезвычайных перемещений.

Диагональные трещины, наблюдавшиеся лишь в юго-западной части участка, закрытые, с тонкой штриховкой, с кальцитом или пиритом на стенках.

Особенно многочисленны послойные трещины с зеркалами скольжения и штриховкой, направленной обычно по восстановлению пород. Иногда эти трещины открыты и выполнены полностью кальцитом.

Наибольшая трещиноватость отмечается на верхних горизонтах до глубины примерно  $20$  м от поверхности коренных пород. Здесь те же системы трещин, но трещины широкие, открытые с гидроокислами железа и псевдоморфозами лимонита по пириту.

Ниже, примерно до глубины 200 м, трещиноватость менее интенсивная. Густота трещин каждой системы составляет в среднем I трещ./дм. Частичное выполнение трещин при высокой удельной трещиноватости обеспечивает свободную циркуляцию подземных вод.

На более глубоких горизонтах трещиноватость приобретает закрытый и скрытый характер. Интенсивность трещиноватости резко снижается. Стенки трещин покрыты пиритом.

Однородный характер трещиноватости и слабое развитие кососекущих трещин свидетельствуют о незначительной степени тектонической нарушенности горных пород. Условия отработки угольных пластов будут благоприятными.

Изучение трещиноватости на участке Никитинском Северном производилось в отложениях ускатской подсвиты ильинской свиты. На фоне простых структур Ленинского района участок выглядит аномалией по сложности тектонического строения и нарушенности горных пород. Многочисленные различно ориентированные брахискладки и дизъюнктивы образуют мозаично-блоковую, в целом синклинальную, структуру, заключенную между двумя региональными продольными дизъюнктивами (Урским и Кильчигизским).

Трещиноватость пород весьма интенсивная. Ориентировка и число систем трещин меняется в зависимости от структурных условий. Трещины повсеместно имеют закрытый характер, отражая условия интенсивного всестороннего сжатия пород при деформации. Здесь одинаково

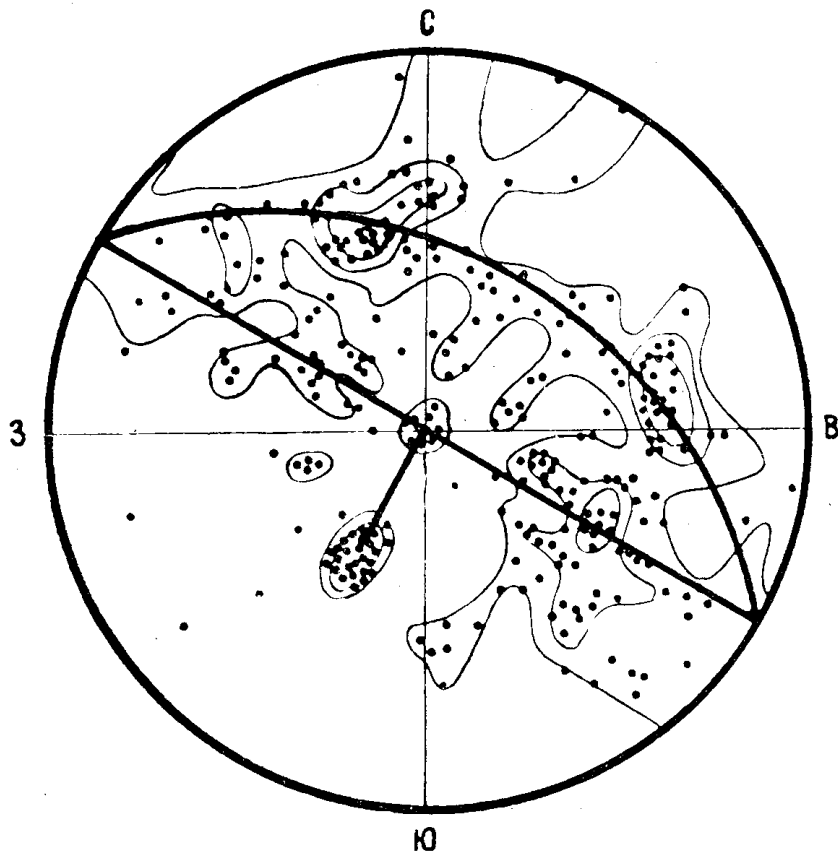


Рис. 2. Диаграмма трещиноватости горных пород участка Никитинского Северного. Скважина № 7148. Изолинии плотности: 0,3—0,6—1,3%. 300 замеров ориентировки трещин.

широким распространением пользуются послойные, нормально- и кососекущие трещины (рис. 2). В участках развития поперечных складок преобладают поперечные кососекущие трещины.

Значительная нарушенность пород отмечается на верхних горизонтах до глубины примерно 16 м от поверхности коренных пород, у контактов слоев, особенно в кровле и почве угольных пластов, и в зонах многочисленных тектонических нарушений. Замечено, что эти горизонты, как правило, характеризуются пониженной плотностью и большими коллекторскими свойствами по сравнению с нормально трещиноватыми породами. Это позволяет предполагать возможность выделения зон повышенной трещиноватости и разрывов методами каротажа.

На основе изучения трещиноватости можно сделать заключение о том, что условия отработки угольных пластов во многих случаях будут очень трудными, особенно в участках сопряжения пликтивных структур и пересечения их тектоническими разрывами. Запасы углей здесь можно с уверенностью отнести к забалансовым.

Проведенные исследования убеждают в возможности изучения трещиноватости по керну в условиях Кузбасса. Контрольные наблюдения в горных выработках свидетельствуют о надежности предлагаемой методики. Как показывает опыт, эти исследования могут быть совмещены с геологической документацией керна.

Результаты работ одобрены трестом «Кузбассуглегеология», методика исследований рекомендована к внедрению в производство.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. Б. Вистелиус. Структурные диаграммы. Изд. АН СССР, М.—Л., 1958.
2. Э. Э. Гитцингат, В. Б. Шитхин. Новый прибор для ориентированного подъема керна из скважин малого диаметра. Разведка и охрана недр, № 11, 1962.
3. Н. А. Грибский. Кернометрия — новая область геологоразведочной службы. Сб. рац. предл., № 3, ОНТИ МГиОН СССР. Госгеолтехиздат, 1959.
4. И. А. Очеретенко. Способ замера азимута и угла падения трещин по керну с помощью палетки. Разведка и охрана недр, № 9, 1958.
5. Е. И. Паталаха. Способ определения ориентировки плоскостных структурных элементов по керну искривленной скважины. Изв. АН КазССР, сер. геол., вып. 2 (47), Алма-Ата, 1962.
6. Трещиноватые породы и их коллекторские свойства. Труды ВНИГРИ, вып. 121. Госгеолтехиздат, Л., 1958.