

**ПРИЕМЫ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ ИЗУЧЕНИЯ  
ТРЕЩИНОВАТОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД ПО  
НЕОРИЕНТИРОВАННОМУ КЕРНУ**

В. В. НИКОЛАЕВ

(Представлена проф. А. М. Кузьминым)

Исследование трещиноватости по керну существенно отличается от изучения ее в обнажениях горных пород. Специфика исследований состоит главным образом в том, что измерение ориентировки трещин производится в неориентированных кернах, скважины часто непрямолинейны и пересекают мощные свиты с изменчивым литологическим составом, а тектоническая структура и элементы залегания горных пород различны на разных интервалах скважины. Эти особенности определили некоторое своеобразие приемов обработки замеров ориентировки трещин, которые использовались нами при изучении трещиноватости горных пород по керну в Кузбассе.

Документация керна производилась в соответствии с принятой в Кузбассе формой, геологическое описание каждого слоя дополнялось замерами ориентировки трещин и углов падения слоистости [1], характеристик систем и отдельных трещин с определением их генетического типа, а также нарушенности горных пород.

Опыт показывает, что картина трещиноватости горных пород удовлетворительно вырисовывается при 100—150 замерах ориентировки трещин. Во всех литологических разновидностях песчано-глинистого комплекса пород наблюдались одни и те же системы трещин одинаковой ориентировки. Поэтому диаграммы трещиноватости строились преимущественно для отдельных интервалов скважин, пересекающих серию слоев гомо- и моноклиналиного залегания, в пределах которых тектоническая структура (элементы залегания напластования, трещиноватость и др.) не претерпевает существенных изменений.

Построение диаграмм трещиноватости осуществлялось с помощью полярной и экваториальной сеток стереографической проекции, совмещенных на одном чертеже так, что полюс экваториальной сетки имеет азимут  $90^\circ$ . Азимутальная шкала сетки оцифровывалась по ходу часовой стрелки. Перед работой на полярно-экваториальной сетке жестко закреплялась восковка, на которой фиксировалось условное северное направление. При построении диаграмм трещиноватости имели место следующие случаи.

1. Прямолинейный интервал скважины пересекает серию слоев с одинаковыми элементами залегания.

Ориентировка трещин изображалась на диаграмме точками, положение которых определялось с помощью полярной сетки на основании замеров условной ориентировки трещин.

2. Прямолинейный интервал скважины, перпендикулярный к линии простирания горных пород, пересекает серию слоев, имеющих одинаковое простирание, но разные углы падения.

С помощью полярной сетки на восковку наносились проекция полюса напластования одного из слоев, проекции полюсов слоистости и тех трещин, измеренных в первом слое, ориентировка которых зависит от элементов залегания напластования. Проекция полюса слоистости совмещалась с проекцией полюса напластования одного из слоев, при этом проекции полюсов трещин смещались по соответствующим параллелям экваториальной сетки в ту же сторону и на тот же угол, как и проекция полюса слоистости. Приведенное положение проекций полюсов трещин отмечалось на восковке тушью. Точно так же на диаграмму наносились проекции полюсов трещин, измеренных в других слоях данного интервала скважины.

Проекция полюсов оперяющих трещин в крыльях дизъюнктивов и трещин общего поля напряжений, ориентировка которых однообразна в пределах крупных тектонических блоков, наносились на диаграмму так же, как это изложено для случая 1.

3. Интервал скважины, искривленный в плоскости падения горных пород, пересекает серию слоев с одинаковыми элементами залегания.

Построение диаграммы ориентировки трещин выполнялось так же, как это изложено для случая 2, при этом приведенное положение проекций полюсов оперяющих трещин и трещин общего поля напряжений определялось на диаграмме точно так же, как и приведенное положение проекций полюсов трещин, геометрически жестко связанных с напластованием.

4. Интервал скважины, искривленный в плоскости падения горных пород, пересекает серию слоев, имеющих одинаковое простирание, но разные углы падения.

Приведенное положение проекций полюсов трещин, геометрически жестко связанных с напластованием, определялось путем совмещения проекций полюсов напластования каждого слоя с проекцией полюса напластования одного из слоев, как изложено для случая 2.

Приведенное положение проекций полюсов оперяющих трещин и трещин общего поля напряжений определялось следующим образом. Криволинейный интервал скважины разбивался на прямолинейные отрезки. На диаграмму наносились проекции полюсов напластования и трещин, измеренных на первом отрезке. Проекция полюса напластования смещалась по линии условного направления падения горных пород в направлении, обратном азимуту наклона первого отрезка, на угол, равный его зенитному углу; проекции полюсов трещин при этом смещались по соответствующим параллелям сетки Вульфа в ту же сторону и на тот же угол, как и проекция условного полюса напластования. Аналогично определялось приведенное положение проекций полюсов трещин, измеренных на других прямолинейных отрезках данного интервала скважины.

На диаграммах трещиноватости проекции полюсов трещин различных генетических групп, а также оперяющих трещин в висячих и лежачих крыльях разных дизъюнктивов обозначались разными условными знаками.

Системы трещин выявлялись путем статистико-графической обработки точечных диаграмм трещиноватости. Для определения характера распределения полюсов трещин нами использовался трафарет, представляющий собой стереографическую проекцию полусферы, разделенной на 400 равноплощадных, почти равновеликих фигур (рис. 1).

Принцип расчета трафарета состоит в следующем.

Если  $s$  — площадь подсчетной фигуры на сфере, тогда сторона равного ей квадрата будет равна  $a$ . В четверти окружности большого круга сферы укладывается  $n$  целых отрезков, равных  $a$ , тогда площадь первой зоны, стереографической проекцией которой является периферическое кольцо трафарета, будет равна  $2ns$ , а ее высота ( $h$ ) —  $\frac{ns}{\pi R}$  (где  $R$  — радиус сферы). Радиус окружности верхнего основания первой зоны равен  $\sqrt{R^2 - h^2}$ . В четверти этой окружности укладывается  $n_1$  целых

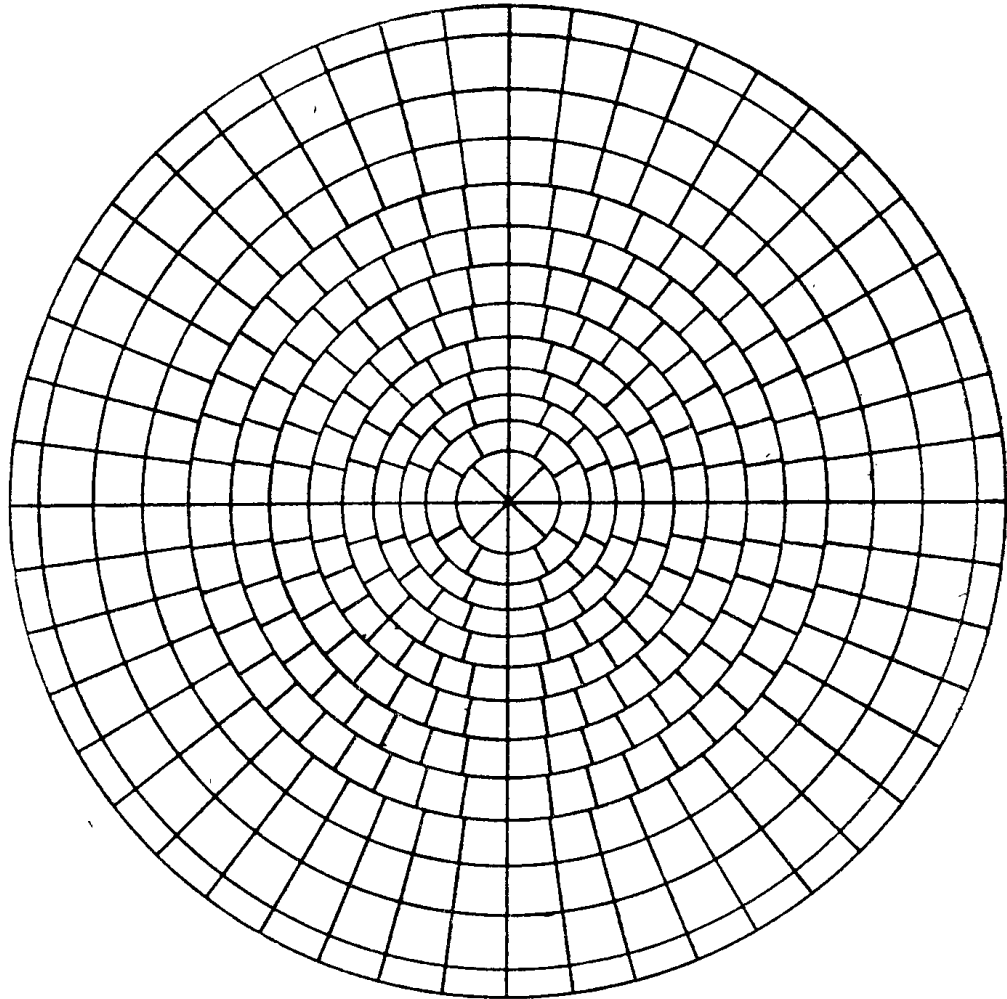


Рис. 1. Трафарет для статистико-графической обработки диаграмм трещиноватости горных пород, построенных с помощью сетки Вульфа.

отрезков, равных  $a$ , тогда площадь второй зоны будет равна  $4n_1s$ , а ее высота —  $\frac{2n_1s}{\pi R}$ . Точно так же определяется количество подсчетных площадок и высота для каждой последующей зоны.

Построение трафарета для сетки Вульфа диаметром 20 см может быть выполнено по расчетным данным, приведенным в таблице, оно аналогично построению полярной сетки стереографической проекции [2].

Для выявления максимумов систем трещин диаграмма накладывалась на трафарет, в каждой ячейке трафарета подсчитывалось количество точек. Точки в противоположных ячейках периферического кольца трафарета суммировались, а цифра проставлялась у концов диаметра, проходящего через середины данных подсчетных площадок. Изолинии плотности точек проводились обычным способом. В тех случаях, когда имело место наложение полей распределения полюсов трещин разных

Номер зоны	Высота зоны, см	Число фигур в зоне
1	0,600	48,2
2	1,200	48
3	1,200	48
4	1,200	48
5	1,100	44
6	1,000	40
7	0,900	36
8	0,800	32
9	0,600	24
10	0,500	20
11	0,400	16
12	0,300	12
13	0,200	8

генетических групп, в каждой ячейке трафарета подсчитывалось отдельно количество точек, относящихся к системам различных генетических групп, и изолинии плотности точек проводились индивидуально для каждой системы определенной генетической группы.

При этом способе графико-статистической обработки диаграмм ориентировки трещин изолинии плотности проекций полюсов трещин приобретают реальный смысл, отражая фактический характер распределения полюсов трещин, и материалы предварительной обработки диаграмм трещиноватости могут служить исходными данными для определения параметров распределений точными методами математической статистики [2].

Способ обработки диаграмм трещиноватости на сетке Шмидта, способы А. В. Пронина и В. В. Сухоручкина

на [2, 3] не имеют строгого математического обоснования. Многократный подсчет одних и тех же точек на диаграмме противоречит правилу сложения вероятностей и усложняет процесс обработки диаграмм. Способ, при котором подсчет точек производится в десятиградусных ячейках полярной сетки равнопромежуточной (4) или стереографической проекции, не обеспечивает правильного отображения характера распределения полюсов трещин в силу неравенства подсчетных площадок на сфере. Неравенство подсчетных площадок имеет место и при обработке диаграмм трещиноватости по способу В. В. Сухоручкина.

Учитывая недостатки отмеченных способов для обработки диаграмм трещиноватости, построенных с помощью сеток Шмидта, Каврайского и Сухоручкина, можно рекомендовать использование подобных же трафаретов, выполненных в соответствующей (равноплощадной, равнопромежуточной, ортогональной) проекции по расчетным параметрам, приведенным в таблице.

Статистической обработкой диаграмм трещиноватости и геологической интерпретацией их заканчивался предварительный анализ полевых наблюдений. По мере поступления сведений об элементах залегания горных пород на интервалах изучения трещиноватости производилось пространственное ориентирование максимумов систем трещин.

Если бы эта задача решалась посредством моделирования, то полусферу с изображением полюса напластования и максимумов систем трещин (в условной системе координат) следовало бы, сохраняя неподвижной систему координат, повернуть сперва вокруг одного из горизонтальных диаметров в направлении, обратном азимуту наклона оси скважины, на угол, равный ее зенитному углу, а затем повернуть полу-

сферу вокруг оси скважины так, чтобы полюсу напластования соответствовал истинный азимут и угол падения; если известно лишь простирание горных пород, то полусферу следовало бы повернуть вокруг оси скважины так, чтобы линии простирания напластования соответствовал истинный азимут простирания. Эти операции по ориентированию максимумов систем трещин воспроизводились нами графически с помощью полярно-экваториальной сетки стереографической проекции [2, 5].

Для определения действительной ориентировки систем оперяющих трещин и трещин общего поля напряжений (4 случай построения диаграмм) достаточно переоцифровать диаграмму так, чтобы проекции условного полюса напластования соответствовал истинный азимут падения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. И. А. Очеретенко. Способ замера азимута и угла падения трещины по керну с помощью палетки. «Разведка и охрана недр», № 9, 1958.
  2. А. Б. Вистелиус. Структурные диаграммы. Изд. АН СССР, 1958.
  3. А. Е. Михайлов. Полевые методы изучения трещин в горных породах. Госгеолтехиздат, 1956.
  4. Руководство по геологической документации подземных выработок на шахтах Кузбасса. Изд. ВНИМИ, Л., 1959.
  5. Е. И. Паталаха. Способ определения ориентировки плоскостных структурных элементов по керну искривленной скважины. Изд. АН Каз. ССР, сер. геол., вып. 2 (47), 1962.
-