

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАЛЕГАНИЯ ПЛАСТОВ ПО ОДНОЙ ПРЯМОЙ КОСОГО СЕЧЕНИЯ И ДВУМ НЕОРИЕНТИРОВАННЫМ КЕРНАМ

Л. А. ПУХЛЯКОВ

(Представлена профессором А. В. Аксариним)

При поисках нефти и газа большое значение имеет определение элементов залегания, располагающихся на больших глубинах пластов. В одних случаях оно позволяет уточнять структуры и тем самым снижать затраты на разведку залежи, а в других без него вообще невозможно получить представления о строении глубинных частей тех или иных площадей. Для данной цели в различных условиях используются различные методики. Рассматриваемая методика применяется в случаях, когда в распоряжении геолога имеется двухзабойная скважина, оба ствола которой подсекли некоторый пласт и по каждому из них отобран неориентированный керн. Возможно применение ее и тогда, когда геолог располагает двумя скважинами, расположенными сравнительно недалеко друг от друга. При аналогичных условиях применяется также и методика нескольких косых сечений [2, 3], которая является более удобной, так как не требует отбора керна, но зато она требует, чтобы косые сечения различных пластов не были параллельны друг другу, что не всегда соблюдается. Таким образом, иногда возникает острая необходимость воспользоваться именно методикой одной прямой косого сечения и двух неориентированных кернов.

Теоретические основы данной методики были изложены в одной из опубликованных работ [1], однако при внедрении ее в производство встретились некоторые трудности, вызванные в основном недостаточно подробным описанием процесса обработки данных, в частности отсутствием описания по вопросу, как находить антиподы точек, по которым строятся окружности, отвечающие элементам залегания по отдельным кернам, а также те части этих окружностей, которые выходят из пределов контура стереографической проекции. В связи с изложенным работу по данной методике рекомендуется выполнять в следующем порядке.

1. Определяется угол наклона плоскости напластования относительно плоскости, перпендикулярной оси керна β (угол $\angle ABC$ на рис. 1-а). Для этого нужно выделить некоторый характерный прослой в керне (при необходимости можно обвести его карандашом). Затем, установив этот керн в углу какого-либо невысокого ящичка, вращать его и измерять при этом образующие с таким расчетом, чтобы в конце концов найти наибольшую из них h_{\max} и наименьшую h_{\min} . После этого определяется диаметр данного керна d , величина которого, как и величины

наибольшей и наименьшей образующих h_{\max} и h_{\min} , подставляется в формулу для определения интересующего нас угла

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{h_{\max} - h_{\min}}{d} \quad (1)$$

2. Вычерчивается горизонтальная проекция разветвленной части двухзабойной скважины, на которой показываются точки встреч обоих стволов с картируемым пластом, и около них подписываются номинальные глубины (глубины при замерах по стволу) l и абсолютные отметки их z (рис. 1-б).

3. От точки с более высокой абсолютной отметкой к точке с более низкой абсолютной отметкой (в данном случае от точки B к точке A) проводится прямая. Угол, образованный ею с направлением «юг-север», даст нам азимут наклона прямой косоугольного сечения. В данном случае (рис. 1-б) он равен $26^{\circ}30'$.

4. Измеряется расстояние между точками встреч пласта отдельными стволами s и разность абсолютных отметок их $z_1 - z_2$, которые подставляются в формулу для определения угла наклона прямой косоугольного сечения

$$\operatorname{tg} \alpha_k = \frac{z_1 - z_2}{s} \quad (2)$$

В данном случае (рис. 1-б) $s = 16,5$ м, $z_1 - z_2 = 21,2$ м, $\operatorname{tg} \alpha_k = 1,28485$, $\alpha_k = 52^{\circ}06'$.

5. Строится контур стереографической проекции верхней полусферы — проводится круг радиусом 5 см, на котором обозначаются север через 0° , восток через 90° , юг через 180° и запад через 270° . В полученной системе отсчитывается азимут прямой косоугольного сечения, который фиксируется радиусом-вектором A_k . Аналогичным образом откладываются азимуты наклона отдельных стволов в точках отбора кернов A_1 и A_2 . В данном случае (рис. 1-б) $A_1 = 47^{\circ}$ и $A_2 = 60^{\circ}$. По другую сторону центра круга в виде пунктирных прямых проводятся продолжения этих радиусов (рис. 2-а).

6. Определяется расстояние от центра проекций, которое должно выражать величину угла наклона прямой косоугольного сечения ρ_k .

$$\rho_k = 5 \operatorname{tg} \frac{\alpha_k}{2} \quad (3)$$

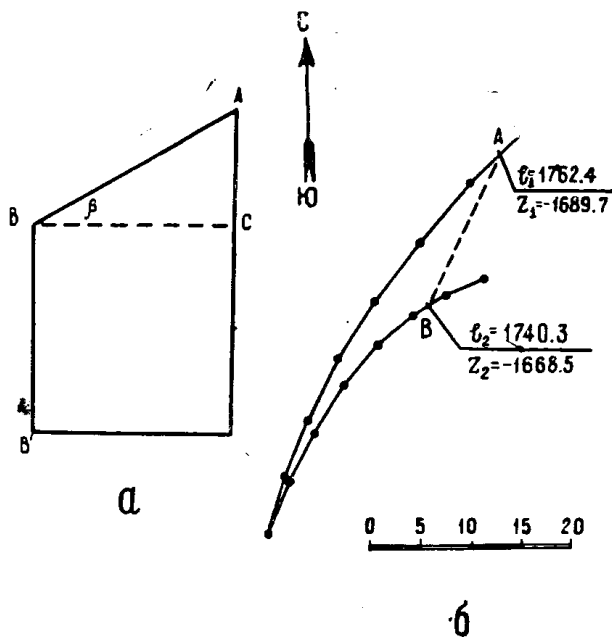


Рис. 1. Определение угла наклона плоскости напластования в керне (а) и направления наклона прямой косоугольного сечения (б)

а также его антипода — λ_k

$$\lambda_k = 5 \operatorname{ctg} \frac{\alpha_k}{2} . \quad (4)$$

Первое из этих расстояний ρ откладывается от центра к периферии по направлению азимута прямой косога сечения (на сплошной линии). Полученная точка обозначается буквой «К». Второе λ_k — в противоположном направлении (от центра к периферии по пунктирной линии). Через полученные точки нужно провести окружность таким образом, чтобы центр ее располагался как раз на середине между ними, точнее часть этой окружности, располагающуюся внутри контура стереографической проекции (дуга НКР на рис. 2-а). Однако в связи с тем, что расстояние между данными точками может оказаться слишком большим, положение центра этой окружности рекомендуется определять относительно точки «К» через среднее арифметическое между полученными величинами

$$r_k = \frac{\rho_k + \lambda_k}{2} . \quad (5)$$

В данном случае ($\alpha_k = 52^{\circ}06'$), $\rho_k = 2,444$ см и $\lambda_k = 10,229$ см, $r_k = 6,336$ см. Эта величина откладывается от точки «К» в направлении центра и далее по пунктирной прямой. Получается вторая точка O_k (рис. 2-а). В процессе фотографирования рис. 2 все линейные ве-

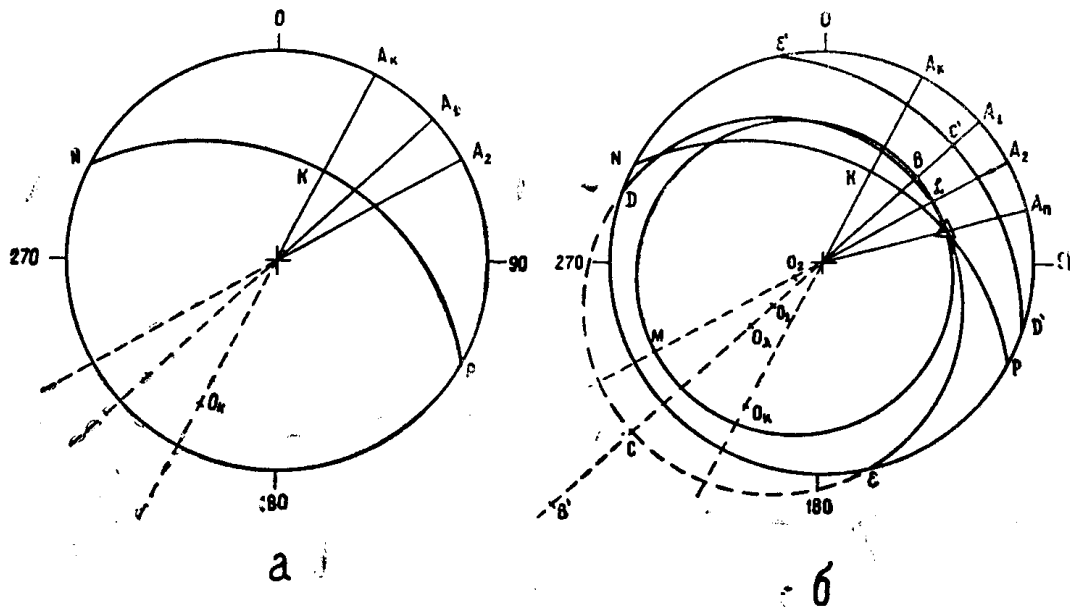


Рис. 2. Определение элементов залегания пласта по прямой косога сечения и двум неориентированным кернам графо-аналитическим методом на стереографической проекции уменьшено вдвое

личины, в том числе величина r , оказались уменьшенными вдвое. Если эта величина окажется слишком большой, то можно воспользоваться сеткой Вульфа. Для этого описанное построение нужно выполнить на кальке и, кроме того, через центр проекции (перекрестие) провести перпендикуляр к рассмотренной прямой. Затем кальку необходимо наложить на сетку Вульфа так, чтобы один из меридианов прошел через точки встреч этого перпендикуляра с контуром стереографической проекции и точку «К». Часть этого меридиана, расположенная внутри контура проекции, обводится тушью. Это и будет дуга НКР.

7. На радиусах-векторах, отвечающих азимутам наклона отдельных стволов, в точках отбора кернов и их пунктирных продолжениях строятся окружности, выражающие взаимоотношение между углами наклона пластов в кернах β_1 и β_2 и зенитными углами скважины в точках отбора их Θ_1 и Θ_2 . Расстояния между крайними точками этих окружностей и центром проекции следует определять по формулам

$$\rho'_1 = 5 \operatorname{tg} \frac{\Theta_1 - \beta_1}{2}, \quad (6-a)$$

$$\rho''_1 = 5 \operatorname{tg} \frac{\Theta_1 + \beta_1}{2}, \quad (6-b)$$

$$\rho'_2 = 5 \operatorname{tg} \frac{\Theta_2 - \beta_2}{2}, \quad (6-в)$$

$$\rho''_2 = 5 \operatorname{tg} \frac{\Theta_2 + \beta_2}{2}. \quad (6-г)$$

Полученные величины откладываются по соответствующим направлениям, а именно ρ'_1 и ρ''_1 по прямой, отвечающей азимуту наклона первого ствола, а ρ'_2 и ρ''_2 по прямой, отвечающей азимуту наклона второго ствола. При этом величины ρ'' , всегда являющиеся положительными, откладываются от центра по пунктирным прямым, а ρ' — при положительных значениях откладываются по пунктирным прямым, а при отрицательных по сплошным. Затем определяются середины между данными точками и в соответствии с этим проводятся окружности через них.

Допустим, что в рассматриваемом нами случае угол наклона в первом керне β_1 оказался равным $80^\circ 30'$, а во втором $\beta_2 = 72^\circ 00'$, а зенитные углы в первой точке $20^\circ 30'$ и во второй $11^\circ 00'$. В таком случае интересующие нас величины должны быть следующими: $\rho'_1 = -2,887$ см, $\rho''_1 = +6,066$ см, $\rho'_2 = -2,945$ см, $\rho''_2 = +4,424$ см и, нанося их на чертеж (рис. 2-б), получаем: на прямой, отвечающей первому стволу, точки B (на сплошной), C — (на пунктирной) и O_1 — центр между ними; а на прямой, отвечающей второму стволу, точки L (на сплошной), M (на пунктирной) и O_2 — центр между ними.

При проведении окружности часть ее может оказаться за пределами контура стереографической проекции (первоначального круга). Это будет значить, что верхний конец перпендикуляра к плоскости напластования оказался на нижней полусфере. Эта часть окружности проводится пунктиром (рис. 2-б), и одновременно строится та окружность, которая будет прочерчена нижним концом перпендикуляра к плоскости напластования, точнее та часть этой окружности, которая окажется на верхней полусфере. Для этого прежде всего определяются расстояния от центра проекции до антиподов крайних точек той окружности, которая вышла из пределов контура стереографической проекции, в данном случае точек B и C . Расчет ведется по формулам

$$\lambda'_1 = 5 \operatorname{Ctg} \frac{(\Theta_1 - \beta_1)}{2}, \quad (7-a)$$

$$\lambda''_1 = 5 \operatorname{Ctg} \frac{(\Theta_1 + \beta_1)}{2}. \quad (7-б)$$

В данном случае (при $\Theta_1 = 20^\circ 30'$ и $\beta_1 = 80^\circ 30'$) эти величины оказываются такими $\lambda'_1 = -8,660$ см и $\lambda''_1 = 4,1217$ см. Откладываются эти расстояния таким образом, чтобы антиподы противостояли исходным точкам — располагались по другую сторону центра проекции. В данном случае точка B располагается в верхней части чертежа, а точка C —

в нижней, антиподы же их наоборот: точка B' в нижней части, а точка C' — в верхней (рис. 2-б). После этого определяется середина между антиподами — точка O^{λ} на рис. 2-б, которая и будет центром интересующей нас окружности. Установив в эту точку одну ножку циркуля, второй проводим нужную часть окружности, в данном случае (рис. 2-б) дугу $D'C'E'$.

Если радиус получающейся окружности окажется слишком большим, то для построения ее можно воспользоваться сеткой Вульфа. При этом кроме антипода точки, которая расположена на прямой, отвечающей направлению наклона ствола скважины, нужно иметь антиподы точек встреч данной окружности с контуром стереографической проекции. Они располагаются как раз друг против друга относительно центра проекции. В данном случае одной из них (точке D) отвечает точка D' , а второй (точке E) — точка E' . Затем на эти три точки накладывается какой-либо меридиан или параллель сетки Вульфа (точнее подводится под них), а затем обводится. В данном случае (рис. 2-б) необходимости в обращении к сетке Вульфа не было.

Полученные окружности, точнее части их, расположенные в пределах контура стереографической проекции, должны пересечься с дугой, построенной, исходя из данных, по прямой косоугольного сечения (на рис. 2-б дуга NKP), и образовать при этом два треугольника, один из которых должен быть во много раз меньше второго. В идеальном случае меньший треугольник должен обратиться в точку. Центр тяжести этого треугольника будет отражать элементы залегания пласта. А именно проведенный через него радиус-вектор (на рис. 2 он обозначен символом A_n) даст на лимбе азимут падения пласта (в данном случае он равен 75°), а расстояние его от центра ρ_Δ , равное в данном случае 3,0 см, будучи подставленным в формулу

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha_n}{2} = \frac{\rho_\Delta}{5} \quad (8)$$

даст угол падения пласта α_n . Если размеры треугольников окажутся одинаковыми или почти одинаковыми, то это будет значить, что элементы залегания пластов в точках отбора кернов различны и что задача не будет иметь решения. В данном случае она имеет решение, а именно $\rho_\Delta = 3,0$ см, $\alpha_n = 62^\circ$ и $A_n = 75^\circ$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. А. Пухляков. Определение элементов залегания пласта по данным двухствольной скважины. Известия Томского политехнического института, т. 167, 1967.
2. Л. А. Пухляков. Двухзабойные скважины как средство определения элементов залегания пластов. Сб. «Результаты и перспективы геометризации месторождений минерального сырья. Материалы к семинару, проводимому 29—31 января 1969 года». Москва, 1969.
3. Л. А. Пухляков, И. З. Карамеев, Б. А. Никулин. Использование аварийного ствола скважины для определения элементов залегания пластов в поднадвиговой зоне Асташевской площади. Известия Томского политехнического института, т. 216, 1971.

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
4	13 снизу	тяжелых изотопов	тяжелые изотопы
7	5 снизу	коллективов	коллекторов
8	13 сверху в графе «Отклонение»	+0,000	$\pm 0,000$
8	20 снизу в гр. «Разность данных»	-0,5 ⁸ 5 3 -0,	+0,42 -0,35
8	10 снизу	значен	значения
42	3 сверху	ρ	ρ_k
44	3 сверху	O_λ	O_λ
44	13 сверху	D'	D'
44	12 снизу	ρ	ρ_Δ
81	5 снизу	ароматических	ароматических углеводородов
84	11 сверху	елективность	селективность
90	9 сверху	При риссмотрении	При рассмотрении