

ОСОБЕННОСТИ ПРОВОДКИ НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННЫХ СКВАЖИН С УЧЕТОМ РАЗМЕРОВ ОХРАННОЙ ЗОНЫ НА ТЕРРИТОРИИ ВЕРХНЕКАМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ

С. Е. Чернышов

Научные руководители:

доцент Л. Н. Долгих, доцент В. П. Болотов

Пермский государственный технический университет

В статье освещены вопросы, связанные с особенностями технологии бурения наклонно-направленных скважин с условно горизонтальным участком на территории Верхнекамского месторождения калийных солей (ВКМКС).

Проблема бурения нефтяных скважин с горизонтальным участком на территории ВКМКС является актуальной, так как под продуктивными толщами калийных солей находятся нефтяные месторождения с прогнозными извлекаемыми объемами нефти 70 млн тонн. Разработка этих месторождений нефти возможна только скважинами с условно горизонтальным участком, минуя запретные для бурения интервалы.

При искривлении скважины в направлении охранной зоны для попадания в нефтенасыщенные пласты, находящиеся под продуктивными толщами калийных солей, необходимо учитывать требования правил промышленной безопасности.

В соответствии с постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 4 февраля 2002 года, об утверждении правил промышленной безопасности при освоении месторождений нефти на площадях залегания калийных солей [1], необходимо учитывать размеры охранной зоны:

- ширина охранной зоны определяется в соответствии с размерами радиуса предохранительного целика вокруг глубоких скважин (кустов скважин), рассчитанного в установленном порядке, и должна составлять не менее 500 метров до границы горного отвода;

- глубина охранной зоны простирается на 300 метров ниже подошвы подстилающей каменной соли, но не менее 800 метров ниже калийной залежи.

Для исключения возможности пересечения стволом скважины границ охранной зоны необходимо произвести ряд расчетов:

A_i – проложение i -го участка ствола скважины;

L – ширина охранной зоны;

H – глубина охранной зоны;

$L = 500$ м;

$H_1 = H_{кр.} + 800$, м;

$H_2 = H_{под.} + 300$, м,

где: $H_{кр.}$ – глубина залегания кровли подстилающей каменной соли, м;

$H_{под.}$ – глубина залегания подошвы подстилающей каменной соли, м.

Выбирается наибольшее значение глубины охранной зоны из двух рассчитанных: H_1 и H_2 . И далее на выбранной глубине рассчитывается проложение участка ствола скважины по следующим формулам, в зависимости от типа участка: для наклонно-прямолинейного участка

$$A_i = H \cdot \operatorname{tg}\theta_i$$

для участка набора зенитного угла

$$A_i = R_i \cdot (\cos\theta_i - \cos\theta_{i+1}),$$

для участка снижения зенитного угла

$$A_i = R_i \cdot (\cos\gamma_i - \cos\theta_i),$$

где θ_i – зенитный угол i -го участка ствола скважины;

γ_i – угол входа в пласт в конце i -го участка ствола скважины.

для участка набора зенитного угла

$$\theta_i = \theta_{i-1} + \frac{I_i \cdot l_i}{10},$$

$$\gamma_i = \theta_i - \frac{l_i \cdot 180}{\pi \cdot R_i},$$

для участка снижения зенитного угла

$$\theta_i = \theta_{i-1} - \frac{I_i \cdot l_i}{10},$$

$$\gamma_i = \theta_i - \frac{l_i \cdot 180}{\pi \cdot R_i},$$

для наклонно-прямолинейного участка

$$\theta_i = \theta_{i-1}$$

где l_i – длина i -го участка ствола скважины (из исходных данных для расчета проектного профиля ствола скважины);

R_i – радиус кривизны на i -го участка ствола скважины, который определяется по следующей зависимости:

$$R_i = \frac{180 \cdot 10}{\pi \cdot I_i},$$

где I_i – интенсивность набора/снижения кривизны на i -м участке ствола скважины, (из исходных данных для расчета проектного профиля ствола скважины).

После этого необходимо рассчитать суммарное проложение ствола скважины на данной глубине:

$$A = \Sigma A_i.$$

Устье скважины должно быть расположено на таком расстоянии от охранной зоны, чтобы от дневной поверхности до глубины H выполнялось следующее условие:

$$B - A > 0,$$

где B – расстояние от устья скважины до охранной зоны.

Это условие можно также учесть при выборе и расчете проектного профиля ствола наклонно-направленной скважины, задав наперед определенное значение величины B , в случае необходимости расположения устья скважины на определенном участке.

На рисунке представлена схема расположения ствола наклонно-направленной скважины при искривлении в направлении охранной зоны.

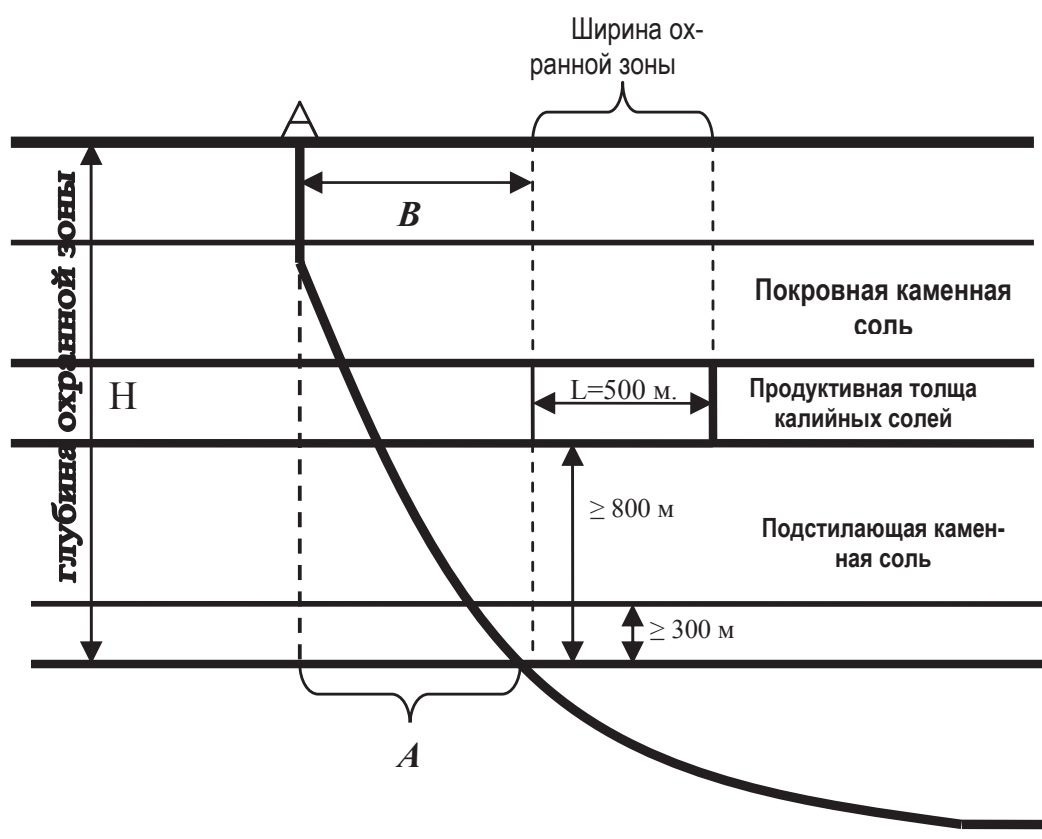


Рис. Схема расположения ствола наклонно-направленной скважины при искривлении в направлении охранной зоны

Для примера был произведен выбор, расчет и построение 9-интервального проектного профиля ствола наклонно-направленной скважины с условно горизонтальным участком для вскрытия нефтенасыщенных пластов, находящихся под продуктивными толщами калийных солей: 1 – вертикальный; 2 – набор зенитного угла; 3 – наклонно-прямолинейный; 4 –

добор зенитного угла; 5 – снижение зенитного угла; 6 – добор зенитного угла; 7 – снижение зенитного угла; 8 – добор зенитного угла; 9 – условно горизонтальный.

Расчет проектного профиля ствола скважины производился с использованием действующей методики [2].

Полученные результаты представлены в таблице.

Условные обозначения: H – глубина интервала, м; l – длина интервала, м; A – проложение интервала, м; R – радиус кривизны интервала, м; θ – зенитный угол в конце интервала, °; γ – угол входа в пласт в конце интервала, град.

Исходные данные для расчета: 1) проектная глубина скважины 1895 м; 2) проектное проложение 949 м; 3) глубина залегания кровли подстилающей каменной соли, 325 м; 4) глубина залегания подошвы подстилающей каменной соли, 596 м; 5) глубина спуска технической колонны, 710 м.

Глубина охранной зоны:

$$H_1 = H_{\text{кр.}} + 800 = 325 + 800 = 1125 \text{ м,}$$

$$H_2 = H_{\text{под.}} + 300 = 596 + 300 = 896 \text{ м.}$$

Наибольшее значение глубины охранной зоны H из двух рассчитанных: $H = 1125$ м, и на этой глубине определим проложение участка ствола скважины, с учетом того, что на данной глубине происходит снижение зенитного угла:

$$\theta_i = \theta_{i-1} - \frac{I_i \cdot l_i}{10} = 35,76 - \frac{0,2 \cdot 75,4}{10} = 34,25^\circ;$$

$$\gamma_i = \theta_i - \frac{l_i \cdot 180}{\pi \cdot R_i} = 34,25 - \frac{75,4 \cdot 180}{3,14 \cdot 2864,79} = 32,74^\circ;$$

$$A_i = R_i \cdot (\cos \gamma_i - \cos \theta_i) =$$

$$= 2864,79 (\cos 32,74 - \cos 34,25) = 41,7 \text{ м.}$$

Суммарное проложение ствола скважины на глубине 1125 м:

$$A = \Sigma A_i = 1,4 + 7,67 + 5,75 + 13,81 + 70,95 + 41,7 = 141,3 \text{ м.}$$

**Результаты расчета проектного профиля ствола наклонно-направленной скважины
с условно горизонтальным участком**

№	Наименование участка	Длина по стволу, м			H (участка), м	A, м	θ , °	R, м	ΣH , м
		от	до	интервала					
1	Вертикальный	0	250	250	250	0	-	250	
2	Набор зенитного угла	250	290	40	39,97	1,4	572,96	289,97	
3	Наклонно-прямолинейный	290	400	110	109,73	7,67	-	399,7	
4	Добор зенитного угла	400	460	60	59,72	5,75	1145,9	459,42	
5	Снижение зенитного угла	460	734	274	273,68	13,81	5729,6	733,1	
6	Добор зенитного угла	734	944	210	194,85	70,95	381,97	927,95	
7	Снижение зенитного угла	944	1774	830	812,29	155,83	2864,8	1740,2	
8	Добор зенитного угла	1774	2029	255	141,66	193,76	210,97	1881,9	
9	Горизонтальный	2029	2529	500	13,1	499,83	-	1895	
10	Забой	2529							
	Σ				1895	949			

Необходимо, чтобы от устья скважины до глубины H выполнялось следующее условие:

$$\begin{aligned} B - A &> 0, \\ B &> 141,3 \text{ м.} \end{aligned}$$

Таким образом, для исключения пересечения стволом скважины границ охранной зоны устье проектной наклонно-направленной скважины с условно горизонтальным участком ствола должно быть расположено на расстоянии B , равном 141,3 м и более от границы охранной зоны.

Список литературы

1. Бурение наклонных и горизонтальных скважин: справочник / А. Г. Калинин [и др.]. – М.: Недра, 1997.
2. Постановление Федерального горного и промышленного надзора России от 4 февраля 2002 г. № 8. Зарегистрировано в Минюсте РФ 26 февраля 2002 г. Регистрационный № 3272. «Об утверждении правил промышленной безопасности при освоении месторождений нефти на площадях залегания калийных солей». – М., 2002.

Получено 08.12.06.