

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Институт природных ресурсов
Кафедра бурения скважин



Геонавигация в бурении

*Курс
лекций*

**Автор: Епихин А.В.
ст. преп. каф. бурения скважин**

Томск-2016 г.



Тема №3

Проектирование профилей наклонно-направленных скважин



Требования к профилю скважин

Проектный профиль скважины должен обеспечивать:

- выполнение скважиной поставленной задачи при требуемом качестве;
- вскрытие пласта (геологического объекта) в заданной точке при допустимых отклонениях от нее;
- максимально высокие дебит скважины и коэффициент извлечения нефти;
- максимально возможное сохранение коллекторских свойств продуктивного горизонта;
- оптимальное соотношение затрат средств и времени на сооружение скважины.



Общий порядок проектирования и ограничения

1. Выбор типа профиля.
2. Определение допустимой интенсивности искривления.
3. Расчет профиля.

Максимально допустимый зенитный угол

в интервале увеличения угла – **40°** ;

в интервале установки погружного насоса – **30°** ;

при входе в продуктивный пласт – **25°** .

Максимально допустимая интенсивность искривления

в интервале искусственного искривления скважины – **$1,5\text{град}/10\text{м}$** ;

в интервале установки погружного насоса – **$3\text{град}/100\text{м}$** .



Классификация профилей направленных скважин

По количеству
интервалов с
неизменной
интенсивностью

— двухинтервальные

— трехинтервальные

— четырехинтервальные

— пятиинтервальные

— прочие

По виду профиля

— S-образные

— J-образные

— тангенциальный

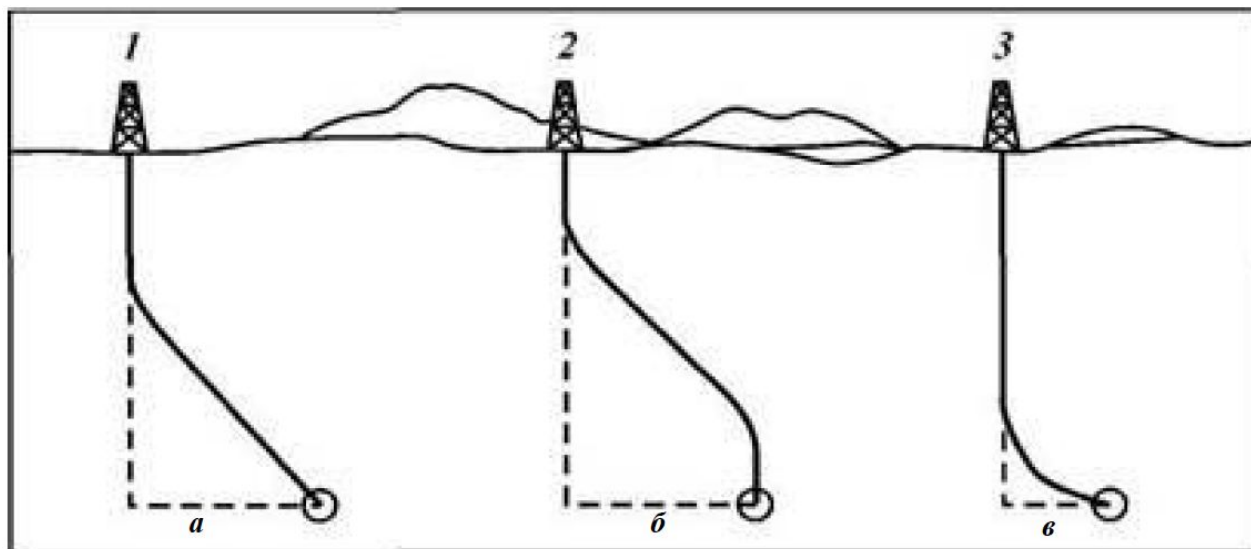
По величине радиуса
искривления

— с большим радиусом

— со средним радиусом

— с малым радиусом

— со сверхмалым
радиусом





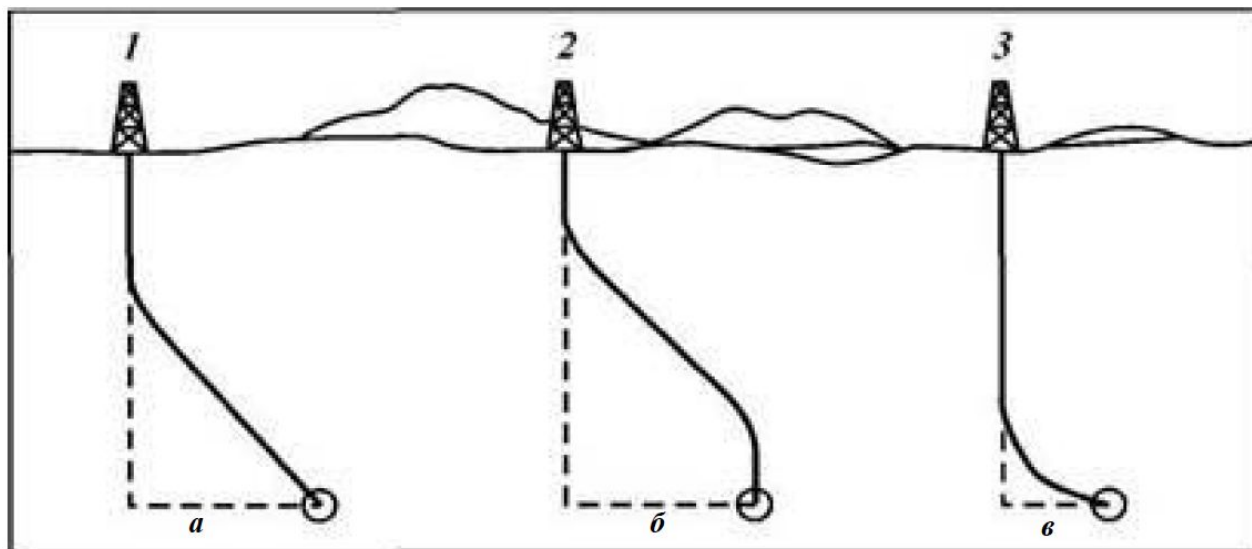
Классификация профилей направленных скважин

По виду профиля

S-образные

J-образные

тангенциальный



Достоинства:

- участок начального искривления не ниже 500-800 м, позволяющий упростить управление отклонителем и производить проходку участка с высокой точностью без применения дорогостоящих систем контроля;
- возможность бурить наклонно-направленные скважины в местах, где невозможно использовать компоновку низа бурильной колонны с опорно-центрирующими устройствами.

Недостатки:

- протяженный интервал бурения с отклонителем;
- повышенный износ боковой поверхности долота за счет фрезерования на интервале уменьшения зенитного угла;
- увеличение нагрузок на буровое оборудование при спускоподъемных операциях;
- высокая вероятность желобообразования и, как следствие, возникновения посадок и затяжек;
- повышенный износ бурильных труб; невозможность осуществления проводки скважин с большим отходом.



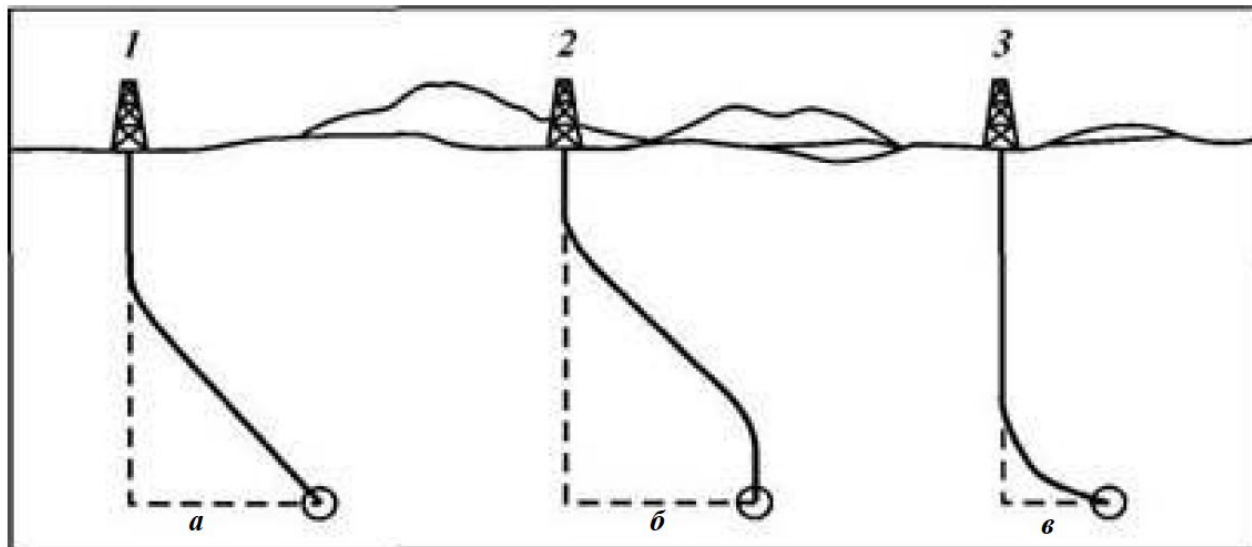
Классификация профилей направленных скважин

По виду профиля

S-образные

J-образные

тангенциальный



Достоинства:

- минимизированы длина участка начального искривления и зенитный угол в интервале работ внутрискважинного оборудования;
- уменьшен суммарный угол охвата и вызванные им нагрузки на буровое оборудование, контактные усилия и силы трения при подъеме буровых труб;
- возможно строительство скважин с большими отходами от вертикали;
- расширена возможность регулирования отклонения кустовых скважин от вертикали;
- эффективно используется вес буровой колонны при создании проектной нагрузки на долото.

Недостатки:

- сложность в сооружении тангенциального участка малоинтенсивного увеличения зенитного угла;
- отсутствие
- надежных компоновок низа буровой колонны для стабилизации направления протяженных интервалов.

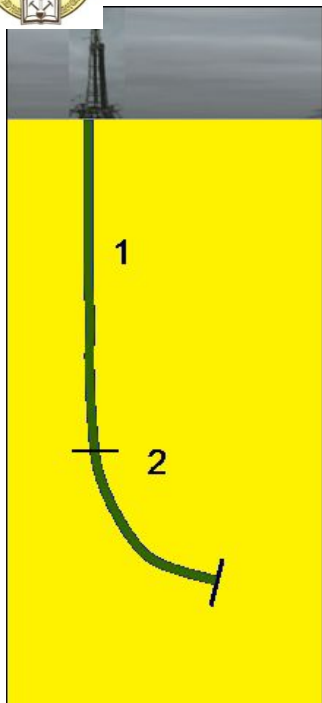


Достоинства и недостатки разных профилей

Двухинтервальный профиль

Преимущества: высокая скорость строительства; увеличение зоны дренирования.

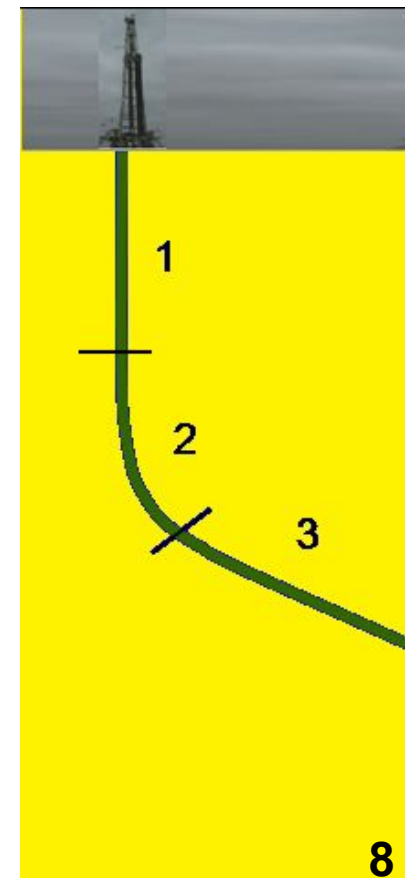
Недостатки: постоянное применение специальных компоновок (отклонителей) на втором интервале.



Трехинтервальный профиль с третьим прямолинейным участком

Преимущества: минимальное время бурения с отклонителем; сравнительно большая величина отхода.

Недостатки: возможность осложнений при бурении третьего интервала, особенно в абразивных породах средней твердости и твердых.



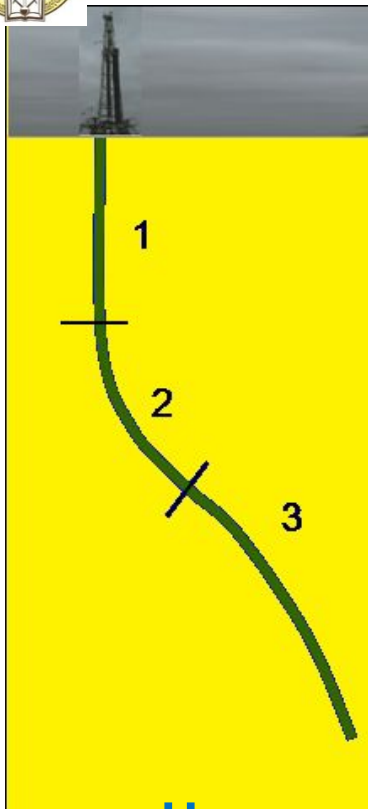


Достоинства и недостатки разных профилей

Трехинтервальный профиль с третьим криволинейным участком

Преимущества: упрощается проходка третьего интервала.

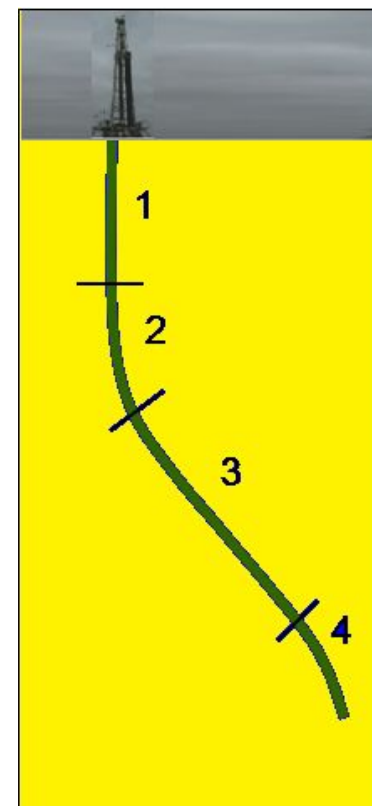
Недостатки: уменьшается отход при прочих равных условиях; высокие нагрузки на инструмент.



Четырехинтервальный профиль с четвертым интервалом уменьшения зенитного угла

Преимущества: сравнительно большая величина отхода; уменьшение вероятности осложнений в процессе бурения.

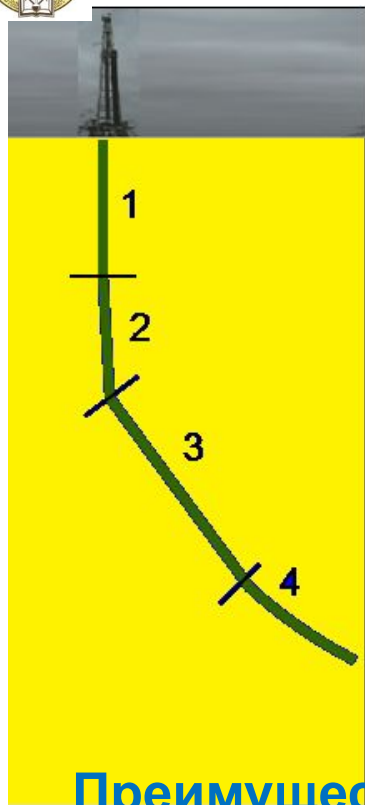
Недостатки: возрастание сил сопротивления перемещению колонны туб.





Достоинства и недостатки разных профилей

Четырехинтервальный профиль с четвертым интервалом увеличения зенитного угла



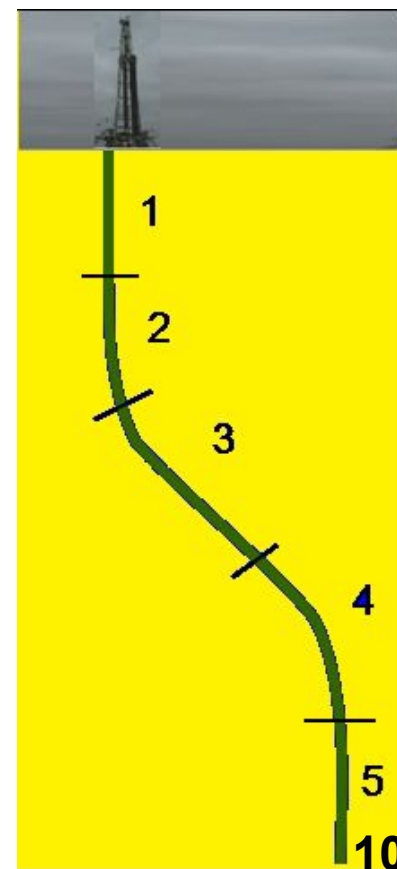
Преимущества: увеличения поверхности фильтрации и зоны дренирования; увеличения дебита скважины; увеличения коэффициента нефтеотдачи пласта.

Недостатки: сложность реализации.

Пятиинтервальный профиль

Преимущества: при эксплуатации скважины возможна установка насосного оборудования в зоне продуктивного горизонта.

Недостатки: существенное увеличение нагрузки на крюке за счет сил трения.





Определение допустимой интенсивности искривления

минимальный радиус кривизны ствола R_{min} определяется по следующим формулам:

- из условия проходимости оборудования и инструмента по скважине:

$$R_{min} = \frac{L^2}{8(D-d-K)},$$

где L -длина спускаемого инструмента; d -его диаметр; D -диаметр скважины или внутренний диаметр обсадной колонны; K -необходимый зазор, $K=1,5-3$ мм.

- из условия предотвращения желобообразования:

$$R_{min} = \frac{Pl}{F_{доп}},$$

где P -натяжение колонны при подъеме инструмента; l -расстояние между замками; $F_{доп}$ -допустимая сила прижатия замка к стенке скважины.

- из условия предотвращения поломок колонн труб:

$$R_{min} = \frac{Ed}{2[\sigma_{изг}]},$$

где E -модуль упругости; $[\sigma]$ -допустимое напряжение изгиба.



Порядок расчета профиля

- По ранее пробуренным скважинам определяются **закономерности искривления** и влияние на него различных факторов.
- По схеме кустования или структурной карте и геологическим разрезам определяются проектный азимут скважины, **глубина скважины по вертикали** и **проектный отход** (смещение).
- Определяется конечная **глубина верхнего вертикального участка**.
- **Выбирается КНБК**, обеспечивающая необходимую интенсивность искусственного искривления.
- Производится **расчет профиля**, т.е. определяются зенитные углы в начале и в конце каждого интервала и величины проекций каждого интервала на горизонтальную и вертикальную плоскости, а также длина каждого интервала по оси скважины.



- Глубина скважины по вертикали;
- Отход скважины;
- Зенитный угол в конце интервала набора.



Вопросы для самопроверки

1. Как влияет искривленность ствола скважины на величину осевой нагрузки, передаваемой на забой?
2. Как влияет искривленность ствола скважины на величину частоты вращения, передаваемой на забой?
3. Как влияет искривленность ствола скважины на величину крутящего момента, передаваемого на забой?
4. Как влияет искривленность ствола скважины на величину нагрузки на крюке при подъеме инструмента из скважины?
5. Как влияет искривленность ствола скважины на величину мощности, отбираемой от приводов буровой установки?
6. Что учитывает слагаемое $(1 - \rho_{\text{бр}}/\rho_{\text{ст}})$ в расчетах нагрузок?
7. Из-за чего возникают желобные выработки в скважине?
8. С какой целью определяют вписываемость КНБК в профиль скважины?
9. Как зависит минимальный радиус кривизны скважины от длины выбранного забойного двигателя?
10. Как зависит минимальный радиус кривизны скважины от диаметра выбранного забойного двигателя?
11. Как зависит минимальный радиус кривизны скважины от соотношения диаметра выбранного забойного двигателя и диаметра долота?
12. Как зависит минимальный радиус кривизны скважины от диаметра обсадной колонны спускаемой на данном интервале?



Вопросы для самопроверки

13. Как зависит сопротивление перемещению колонны труб в скважине от площади соприкосновения бурильной колонны со стволом скважины?
14. Классификация профилей скважины по количеству интервалов?
15. Классификация профилей скважины по виду профиля?
16. Классификация профилей скважины по величине радиуса искривления?
17. Достоинства и недостатки двухинтервального профиля скважины?
18. Достоинства и недостатки трехинтервального профиля скважины с третьим прямолинейным участком ствола?
19. Достоинства и недостатки трехинтервального профиля скважины с третьим участком падения угла?
20. Достоинства и недостатки четырехинтервального профиля скважины с четвертым участком падения угла?
21. Достоинства и недостатки четырехинтервального профиля скважины с четвертым участком увеличения угла?
22. Достоинства и недостатки пятиинтервального профиля скважины с четвертым участком падения угла?
23. В чем суть проектирования профиля скважины по номограммам?

Спасибо за внимание!!!