

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Институт недропользования  
Кафедра нефтегазового дела

## **ОТЧЕТ**

**по дисциплине:** «Наклонно-направленное, горизонтальное бурение и зарезка боковых стволов»

### **Практическая работа № 1**

«Расчет устойчивости утяжеленных бурильных труб по методике А. Лубинского»

Выполнил студент группы      НДб-19-2      \_\_\_\_\_ Кошкарбаев Н.А.

Проверил                              Доцент к.т.н.      \_\_\_\_\_ Буглов Н.А.

Иркутск 2023 г.

**Цель работы:** изучение продольной устойчивости расположенных над долотом УБТ в конкретных горно-геологических условиях и необходимость установки на них центрирующих элементов для стабилизации направления ствола скважины.

**Ход работы:**

- 1) При выполнении задания студенты используют материалы своей производственной практики;
- 2) Изучение методики расчета бурильной колонны на устойчивость, предложенной А. Лубинским;
- 3) Проведение математических расчетов;
- 4) Ответы преподавателя на вопросы студентов в процессе выполнения практической работы;
- 4) Предоставление оформленной работы преподавателю и её защита.

**Исходные данные:**

В качестве исходных данных используем данные, полученные при прохождении производственной практики.

Исходные данные представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Конструкция скважины

Колонны	Диаметр, мм	Диаметр долота, мм	Протяженность, м	Глубина спуска, м
Направление	299	323,9	150	150
Кондуктор	219	244,5	710,4	700
Эксп. колонна	194	215,9	2075,5	1850
Хвостовик	101	142,9	1925,5-2636,	2130

Таблица 2 – Применяемые УБТ

Интервал бурения	Диаметр УБТ внутренний $D_{вн}$ , мм	Диаметр УБТ наружный $D_{убт}$ , мм	Масса одного погонного метра УБТ $q$ , кг/м	Осевая нагрузка на долото, т
Кондуктор	71	178	156	6
Эксп. колонна	71	178	156	16,8
Хвостовик	56,9	120	63,5	3,5

Таблица 3 – Плотность бурового раствора в интервалах бурения

Интервал	Кондуктор	Эксплуатационная колонна	Хвостовик
Плотность, $кг/м^3$	1160	1100	1050

## Выполнение работы

Критическая нагрузка на УБТ первого, второго и третьего порядка рассчитывается по формулам:

$$Q_{кр}^I = 1,94 \cdot \sqrt[3]{EI \cdot P^2}$$

$$Q_{кр}^{II} = 3,75 \cdot \sqrt[3]{EI \cdot P^2}$$

$$Q_{кр}^{III} = 4,22 \cdot \sqrt[3]{EI \cdot P^2}$$

где  $E$  – модуль юнга равный  $2,1 \cdot 10^6$  кг/см<sup>2</sup>;

$P$  – вес единицы длины УБТ в буровом растворе, кг/см;

$I$  – момент инерции, находится по формуле, см<sup>4</sup>;

Определим вес единицы длины УБТ в буровом растворе по формуле:

$$P = q \cdot \left( 1 - \frac{\gamma_{раст}}{\gamma_{ст}} \right);$$

где  $q$  – вес одного погонного метра УБТ, кг/м;

$\gamma_{раст}$  – плотность бурового раствора, кг/м<sup>3</sup>;

$\gamma_{ст}$  – плотность используемой стали, кг/м<sup>3</sup>.

Определим осевой момент инерции, для утяжелённой бурильной трубы по формуле:

$$I = 0,05 \cdot (D_n^4 - D_{вн}^4)$$

где  $D_n$  – наружный диаметр УБТ, см;

$D_{вн}$  – внутренний диаметр УБТ, см.

## Расчётная часть

### 1. Расчет критического усилия при бурении под кондуктор:

Определим вес единицы длины УБТ в буровом растворе:

$$P = q \cdot \left( 1 - \frac{\gamma_{раст}}{\gamma_{ст}} \right) = 156 \cdot \left( 1 - \frac{1160}{7748,5} \right) = 155,8 \frac{кг}{м} \approx 1,56 \frac{кг}{см}$$

Определим осевой момент инерции для утяжелённой бурильной трубы:

$$I = 0,05 \cdot (D_n^4 - D_{вн}^4) = 0,05 \cdot (17,8^4 - 7,1^4) = 4892 \text{ см}^4$$

Определим критическое усилие:

$$Q_{кр}^I = 1,94 \cdot \sqrt[3]{2,1 \cdot 10^6 \cdot 4892 \cdot 1,56^2} = 5673 \text{ кг}$$

$$Q_{кр}^{II} = 3,75 \cdot \sqrt[3]{2,1 \cdot 10^6 \cdot 4892 \cdot 1,56^2} = 10965 \text{ кг}$$

При бурении интервала под кондуктор УБТ будет подвергаться изгибу 1-го порядка, так как значение осевой нагрузки на долото (6 т) превышает значения критического усилия (5,7 т).

## 2. Расчет критического усилия при бурении под эксплуатационную колонну:

Определим вес единицы длины УБТ в буровом растворе:

$$P = q \cdot \left( 1 - \frac{\gamma_{расм}}{\gamma_{см}} \right) = 156 \cdot \left( 1 - \frac{1100}{7748,5} \right) = 133,8 \frac{кг}{м} \approx 1,34 \frac{кг}{см}$$

Определим осевой момент инерции для утяжелённой бурильной трубы:

$$I = 0,05 \cdot (D_{УБТ}^4 - D_{вн}^4) = 0,05 \cdot (17,8^4 - 7,1^4) = 4892 \text{ см}^4$$

Определим критическое усилие:

$$Q_{кр}^I = 1,94 \cdot \sqrt[3]{2,1 \cdot 10^6 \cdot 4892 \cdot 1,34^2} = 5125 \text{ кг}$$

$$Q_{кр}^{II} = 3,75 \cdot \sqrt[3]{2,1 \cdot 10^6 \cdot 4892 \cdot 1,34^2} = 9908 \text{ кг}$$

$$Q_{кр}^{III} = 4,22 \cdot \sqrt[3]{2,1 \cdot 10^6 \cdot 4892 \cdot 1,34^2} = 11150 \text{ кг}$$

При бурении интервала под эксплуатационную колонну УБТ будет подвергаться изгибу третьего порядка, так как значение осевой нагрузки на долото превышает значения критического усилия.

Найдём длину одной безразмерной величины по формуле:

$$m = \sqrt[3]{\frac{EI}{P}} = \sqrt[3]{\frac{2,1 \cdot 10^6 \cdot 4892}{1,34}} = 1972 \text{ см} = 19,7 \text{ м}$$

Найдём расстояние от долота до точки касания УБТ со стенкой скважины по формуле:

$$b_2 = 1,8 \cdot m = 1,8 \cdot 19,7 = 35,5 \text{ м}$$

Для того, чтобы предупредить возможность изгиба УБТ, необходимо на расстоянии 35,5 м от долота установить центратор

## 3. Расчет критического усилия при бурении под хвостовик:

Определим вес единицы длины УБТ в буровом растворе:

$$P = q \cdot \left( 1 - \frac{\gamma_{расм}}{\gamma_{см}} \right) = 63,5 \cdot \left( 1 - \frac{1050}{7748,5} \right) = 54,8 \frac{кг}{м} \approx 0,55 \frac{кг}{см}$$

Определим осевой момент инерции для утяжелённой бурильной трубы:

$$I = 0,05 \cdot (D_{УБТ}^4 - D_{вн}^4) = 0,05 \cdot (12^4 - 5,6^4) = 988 \text{ см}^4$$

Определим критическое усилие:

$$Q_{кр}^I = 1,94 \cdot \sqrt[3]{2,1 \cdot 10^6 \cdot 988 \cdot 0,55^2} = 1660 \text{ кг}$$

$$Q_{кр}^{II} = 3,75 \cdot \sqrt[3]{2,1 \cdot 10^6 \cdot 988 \cdot 0,55^2} = 3210 \text{ кг}$$

$$Q_{кр}^{III} = 4,22 \cdot \sqrt[3]{2,1 \cdot 10^6 \cdot 988 \cdot 0,55^2} = 3613 \text{ кг}$$

При бурении интервала под хвостовик УБТ будет подвергаться изгибу 2-го порядка, так как значение осевой нагрузки на долото (3,5 т) превышает значения критического усилия (3,2 т).