

Исследование напряженно- деформируемого состояния буровой КОЛОННЫ

Подготовили:

студенты ФПс140-1

Белозеров А.А.

Кочетков Д.А.

Научный руководитель:

доцент кафедры ТМиС

Петрова Н.Е.

МГТУ Мурманск, 2017



Содержание

1. Введение;
2. Цель, задачи, актуальность;
3. Расчетная часть;
4. Анализ полученных данных;
5. Рекомендации по применению материалов в условиях Арктики;
6. Вывод.

Введение

В настоящее время в связи с высокой выработкой и непрерывной эксплуатацией уже открытых и разработанных месторождений многие компании активно начали поиски альтернативных мест добычи. Зачастую многие месторождения, не введённые в эксплуатацию, находятся в труднодоступных геологически и отдаленных географически районах. Одним из таких богатейших районов является шельфовая зона Арктики.

Цель, задачи, актуальность

Актуальность: в связи с тем, что в перспективная часть добычи будет вестись в условиях Арктики, тема исследования состояния буровой колонны в условиях пониженных температур является актуальной и необходимой.

Учитывая вышесказанное, в работе поставлена следующая цель и задачи.

Цель: исследовать и проанализировать напряженно-деформируемое состояние буровой колонны

Задачи:

1. Провести расчет
2. Выполнить сравнительный анализ
3. Сделать вывод по полученным данным
4. Дать рекомендации по применению материалов при эксплуатации буровой колонны в условиях низких температур

Расчетная часть

Введем следующие исходные данные:

1. $l = 350$ м
2. $\Delta = 17$ м
3. $E = 2 \cdot 10^5$ МПа
4. $D = 127$ мм
5. $d = 108$ мм

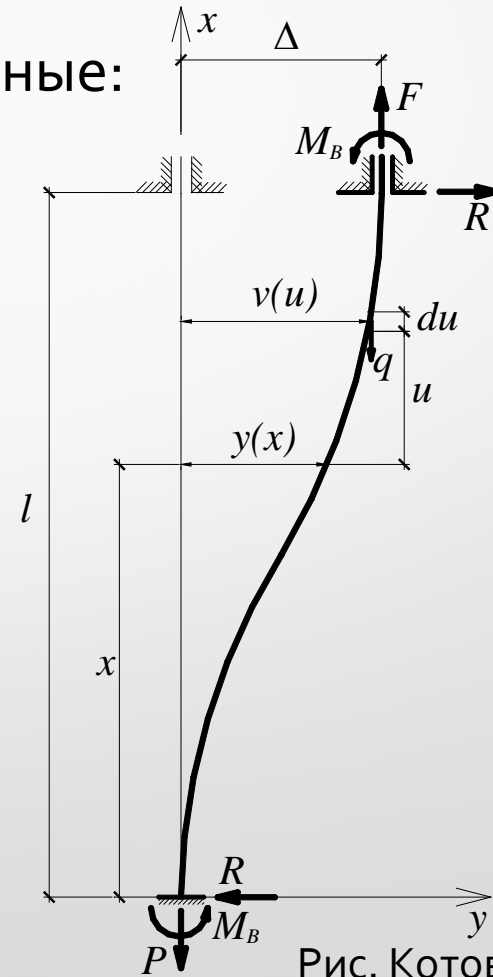


Рис. Котова А.А.

Площадь поперечного сечения:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \left(1 - \left(\frac{d}{D} \right)^2 \right) = \frac{3,14 \cdot 12,7^2}{4} \left(1 - \left(\frac{10,8}{12,7} \right)^2 \right) = 35,0 \text{ (см}^2\text{)}.$$

Погонный собственный вес с учетом взвешивающего действия воды:

$$q = \rho A = (78,5 - 10,0) \cdot 35 \cdot 10^{-4} = 0,240 \text{ (кН/м)}.$$

Относительное отклонение платформы:

$$\delta = \frac{\Delta}{l} = \frac{17}{350} = 0,0486.$$

Момент инерции сечения:

$$J = \frac{\pi D^4}{64} \left(1 - \left(\frac{d}{D} \right)^4 \right) = \frac{3,14 \cdot 12,7^4}{64} \left(1 - \left(\frac{10,8}{12,7} \right)^4 \right) = 609 \text{ (см}^4\text{)}.$$

Изгибная жесткость колонны:

$$EJ = 2,0 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \cdot 609 \cdot 10^{-8} = 1218 \cdot 10^3 \text{ (Нм}^2\text{)} = 1218 \text{ (кНм}^2\text{)}.$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{P + 0,5ql}{EJ}} = \sqrt{\frac{0 + 0,5 \cdot 0,240 \cdot 350}{1218}} = \sqrt{\frac{42,0}{1218}} = 0,1857 \text{ (м}^{-1}\text{)};$$

$$v = 0,1857 \cdot 350 = 65,0; \quad e^v = e^{65,0} = 1,695 \cdot 10^{28}.$$

Вычисления показывают, что при практически реальных параметрах бурильной колонны выполняется следующее условие: $e^v \rightarrow \infty$

На этом основании полученные выше решения принимают следующий вид:

$$r = \frac{v\delta}{v-2}; \quad \varphi = r \left[1 - e^{-v\xi} - e^{-v(1-\xi)} \right]; \quad \eta = \frac{v\xi - 1 + e^{-v\xi} - e^{-v(1-\xi)}}{v-2}; \quad m_3 = \frac{\delta}{v-2}.$$

Продолжим вычисления для рассматриваемого примера:

$$r = \frac{v\delta}{v-2} = \frac{65,0 \cdot 0,0486}{65,0-2} = 0,0501; \quad R = r(P + 0,5ql) = 0,0501 \cdot 42,0 = 2,10 \text{ (кН)}. \quad m_3 = \frac{\delta}{v-2} = \frac{0,0486}{65,0-2} = 0,000771;$$

$$M_3 = m_3(P + 0,5ql)l = 0,000771 \cdot 42,0 \cdot 350 = 11,33 \text{ (кНм)}.$$

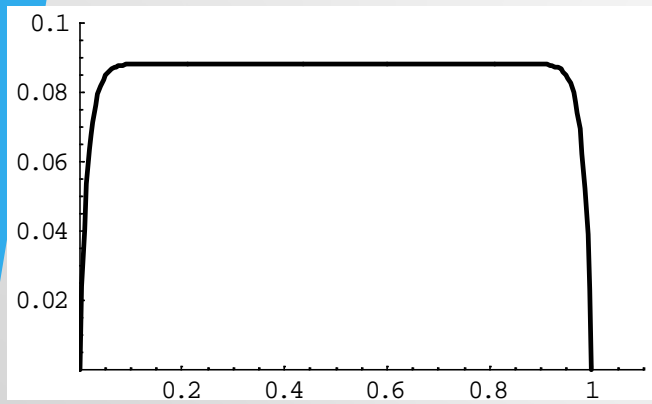
Прочность бурильной колонны оценивается по величине действующих в ней напряжений, обусловленных помимо прочего и смещением буровой платформы. Для рассматриваемого примера такое напряжение, вызванное изгибающим моментом от смещения, имеет величину:

$$\sigma_{\Delta} = \frac{M_{\Delta}}{W} = \frac{M_{\Delta} D}{2J} = \frac{11,33 \cdot 10^3 \cdot 127 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 609 \cdot 10^{-8}} = 1,18 \cdot 10^8 \text{ (Па)} = 118 \text{ (МПа)}.$$

Эта величина достаточно велика по сравнению с расчетным сопротивлением конструкционной стали, например, С235, которое составляет 225 МПа. Следовательно, при расчете бурильной колонны напряжения, обусловленные смещением буровой платформы, обязательно нужно принимать во внимание. Именно для этой цели здесь и предложен достаточно простой способ определения этих напряжений.

Анализ

Аналитическое решение



$$\varphi''[x] - Ax\varphi[x] - B\varphi[x] + Z + \varphi'[x] == 0$$

Уравнение Сарояна А.Е.

Дискретное решение

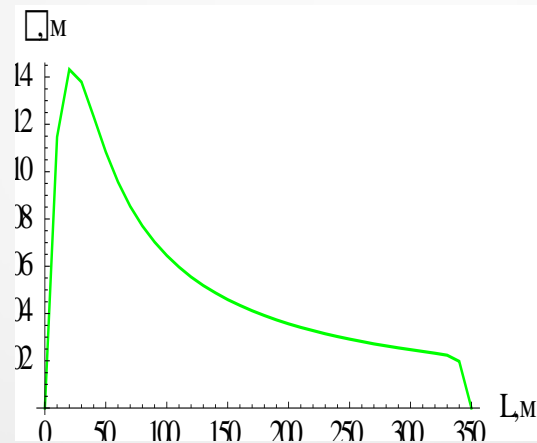
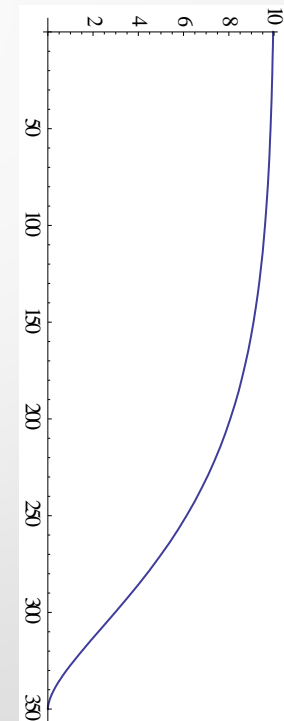


График прогиба



А.А. Котов, Б.А. Коротаев «Расчет бурильной колонны для бурения с акватории»

Рекомендации

Проведенные расчёты и анализ полученных данных показывают, что при нормальных температурах все условия прочности выполняются, и буровая колонна может эксплуатироваться.

Однако, так как в условиях Арктики и районов крайнего Севера большую часть времени преобладают низкие и экстремально низкие температуры, необходимо принять во внимание ряд поправок.

Рекомендации

- Во-первых, необходимо учитывать, что при отрицательных температурах большинство материалов становится более прочными и износостойкими, однако такие температуры также приводят к снижению пластичности материалов. Поэтому важно учитывать возможность преждевременного хрупкого разрушения материала в результате уменьшения этого параметра.
- Во-вторых, при низких температурах в материале, особенно под нагрузкой, могут происходить внутренние структурные превращения, в результате чего возрастает опасность внезапного разрушения деталей. В следствии этого имеет смысл на заводе-изготовителе подвергать воздействию низких температур все детали и узлы машин, предназначенные для работы в условиях низких температур. После такой обработки в материалах деталей закончатся все процессы структурообразования и можно будет забраковать детали, в которых возникнут при этом дополнительные напряжения.

Рекомендации

- Также необходимо учитывать, что у металлов и сплавов в условиях низких температур растет работа разрушения при динамических нагрузках и сопротивление разрушению материалов при циклических нагрузках, а также серьезно снижается ударная прочность.
- Основную опасность при низкотемпературном деформировании представляет хрупкое разрушение без предварительной пластической деформации.

Рекомендации

- Учитывая всё вышесказанное, можно рекомендовать применять при работе в условиях крайне низких температур легированные, а также специальные [хладостойкие марки сталей](#) с высокой степенью очистки от примесей, способных влиять на сопротивление хрупкому разрушению.
- Необходимо внимательно следить за износом узлов и деталей конструкций и вовремя производить необходимую замену, не дожидаясь полного разрушения металла.

Марка стали	Толщина, мм	Предел текучести, $\sigma_{0.2}$, МПа, не менее	Работа удара при испытании ударным изгибом KV ⁻⁶⁰ , Дж, не менее
FW	10-70	235	40
F32W		315	50
F36W		355	50
F40W		390	50
F460W		460	80
F500W		500	80
F620W		620	80
F690W		690	80
F500W ^{ARC40}	10-50	500	80
F620W ^{ARC40}		620	80
F690W ^{ARC40}		690	80

Вывод

- Изучение поведения материалов и особенностей их разрушения при низких температурах имеет значение для успешного освоения Крайнего Севера и некоторых других районов страны, где техника работает значительное время года при низких (до 215 К) температурах. Машины и механизмы, не приспособленные для работы в таких условиях, быстро выходят из строя. Конструирование и производство такого рода техники должно определяться обоснованными рекомендациями по выбору материалов и экспериментально проверенных методов оценки склонности металлов к хрупкому разрушению. Уменьшить аварийность и повысить долговечность машин и механизмов можно только при условии учета особенностей поведения материалов при низких температурах, правильного подбора материалов для конструкций, несущих значительные силовые нагрузки, проведения испытаний деталей наиболее ответственных узлов и целых механизмов в условиях низких температур, вакуума, тепловых ударов и т. д.