

Таблица 1

Параметры и расчетные формулы алгоритма выбора оптимальных параметров промысловых нефтепроводов, подверженных влиянию нестационарных процессов

Символ	Расшифровка	Единица измерения	Символ	Расшифровка	Единица измерения
p	Рабочее давление	МПа	α	Коэффициент линейного температурного расширения	(°C) ⁻¹
Q	Производительность	м ³ /с	r	Радиус упругого изгиба	м
ρ	Плотность нефти	кг/м ³	μ	Коэффициент Пуассона	-
σ_T	Предел текучести стали	МПа	C	Припуск на общую коррозию	мм
R	Расчетное сопротивление	МПа	D	Наружный диаметр нефтепровода в соответствии с сортаментом по [1]	мм
l	Длина нефтепровода	м	δ	Толщина стенки трубы нефтепровода по [1]	мм
E	Модуль упругости стали	МПа	d	Внутренний диаметр нефтепровода	мм
Δt	Температурный перепад	°C	ϑ	Скорость потока среды нефтепровода	м/с
c	Скорость распространения ударной волны	м/с	Δp	Перепад давления при гидравлическом ударе нефтепровода	МПа
Y_{fp}	Коэффициент надежности по внутреннему давлению	-	P	Давление при гидравлическом ударе нефтепровода	МПа
$\sigma_i^{кц}, \sigma_i^{np}, \sigma_i^{эkv}$	Кольцевые, продольные и эквивалентные напряжения	МПа	Fr	Критерий Фруда	-
Re	Число Рейнольдса	-	λ	Коэффициент гидравлического сопротивления	-
ν	Кинематическая вязкость нефти	м ² /с	$p_{тр}$	Потери давление на трение	МПа
Расчетные формулы					
$\delta = \frac{Y_{fp} \cdot p \cdot D_i}{2 \cdot R} + C$	$\vartheta = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2}$	$\Delta p = \rho \cdot c \cdot \vartheta$	$Fr = \frac{\vartheta^2}{D \cdot g} > 2,25$	$Re = \frac{\vartheta \cdot d}{\nu}$	$\sigma_i^{кц} = \frac{Y_{fp} \cdot P \cdot D}{2 \cdot \delta}$
$\sigma_i^{np} = \mu \cdot \sigma_i^{кц} - E \cdot \alpha \cdot \Delta t \pm \frac{E \cdot D}{2 \cdot r}$	$\sigma_i^{эkv} = \sqrt{(\sigma_i^{кц})^2 - \sigma_i^{кц} \cdot \sigma_i^{np} + (\sigma_i^{np})^2}$	$\lambda = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}}$	$p_{тр} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{\vartheta^2}{2 \cdot g} \cdot \rho \cdot g$		

При реализации предложенного алгоритма будет определен вариант промыслового нефтепровода с оптимальными параметрами – диаметром и толщиной стенки. В случае выполнения всех требований алгоритма несколькими вариантами наиболее оптимальный выбирается по результатам технико-экономического обоснования, которое включает расчет капитальных и эксплуатационных затрат. Совокупность технических и экономических параметров позволит определить лучший вариант как с точки зрения надежности нефтепровода, так и со стороны эффективного использования материальных ресурсов.

В таблице 2 приведены результаты работы алгоритма для случайно подобранных исходных данных.

Таблица 2

Результаты работы алгоритма для случайно подобранных исходных данных

Исходные данные		Диаметр нефтепровода (мм)	Толщина стенки трубы (мм)
$p = 3$ МПа	$Q = 43200 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}$	402	7
		426	7
Сталь: 10Г2СБ	Категория: нормальная	478	9
$\nu = 0,00006$ м ² /с	$l = 500$ м	480	9

В результате проведенной работы можно сделать следующие выводы:

- разработан алгоритм выбора оптимальных параметров промысловых нефтепроводов, подверженных влиянию нестационарных процессов, с учетом минимизации воздействия внутренней коррозии и соблюдения проектных режимов перекачки;
- проверена работа алгоритма на случайно подобранных характеристиках промысловой системы, полученные оптимальные параметры промыслового нефтепровода представлены в таблице 2.

Дальнейшая работа будет направлена на внедрение в представленный алгоритм параметров экономической оценки, на основе которых будет сформировано окончательное решение по выбору оптимальных параметров промысловых нефтепроводов.

Литература

- ГОСТ 31443-2012 Трубы стальные для промысловых трубопроводов. Технические условия [Электронный ресурс] / URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200103221>
- ГОСТ Р 55990 – 2014 Месторождения нефтяные и газонефтяные. ПРОМЫСЛОВЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ. Нормы проектирования [Электронный ресурс] / URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200110076>