РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТЕРМОГИЛЬЗ И ПРОБОЗАБОРНЫХ УСТРОЙСТВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА УЗЛЕ УЧЕТА НЕФТИ ПК «ПРИГОРОДНОЕ»

Бурдяло А. Л., Громаков Е.И.
Томский политехнический университет
Томский государственный университет
Samuel24rus@gmail.com

Введение

Качество нефти для современных компаний нефтегазовой отрасли является одним из важнейших показателей, определяющим положение компании на рынке. Лучшее качество продукции обеспечивает большую ее конкурентоспособность.

Учет качества нефти – неотъемлемая часть процесса транспортировки нефти и подготовки нефти к передаче покупателю.

Узлы учета нефти предназначены для автоматического оперативного определения характеристик нефти, таких как плотность, влагосодержание, давление и температура. В узлах также осуществляется отбор проб и передача информации на автоматизированное рабочее место оператора.

ПК «Пригородное»

Производственный комплекс «Пригородное» - объект компании Sakhalin Energy Investment Company Ltd., состоит из завода по производству сжиженного природного газа (СПГ) и терминала отгрузки нефти (ТОН). Терминал отгрузки нефти расположен (наряду с отгрузочным трубопроводом и выносным причальным устройством (ВПУ) для отгрузки нефти на танкеры) к востоку от завода по производству СПГ и имеет общие с ним системы управления, находящиеся в Центре управления, и вспомогательные системы, расположенные на территории завода. Нефть поступает на ТОН с Пильтун-Астохского и Лунского месторождений по транссахалинской трубопроводной системе. Здесь она смешивается с конденсатом из установки газо-фракционирования. После смешивания нефть транспортируется в резервуары для хранения – вертикальные цилиндрические стальные резервуары с «плавающей» крышей. Емкость каждого резервуара около 95 тысяч м^3. Из резервуаров для хранения нефть через подводный трубопровод поступает на ВПУ, которое выполняет функцию одноточечного причального устройства и расположено на расстоянии 4.8 км от берега. Глубина воды в месте его установки составляет около 30 м. ВПУ может принимать нефтеналивные танкеры вместимостью от 40 до 150 тысяч м^3 [1]. Учет нефти производится перед попаданием нефти в подводный трубопровод.

Пробозаборник

Отбор проб нефти осуществляется с помощью пробозаборника, установленного в наземной части подводного трубопровода. Внешний вид одного из используемых в трубопроводах ПК «Пригородное» пробозаборников нефти представлен на рисунке 1.

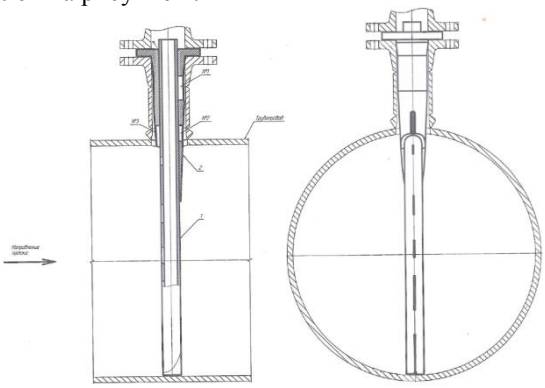

Рис. 1 Используемый пробозаборник

Термогильзы служат для защиты датчиков температуры, устанавливаемых в трубопроводах. Внешний вид одной из используемых в трубопроводах ПК «Пригородное» термогильз представлен на рисунке 2.

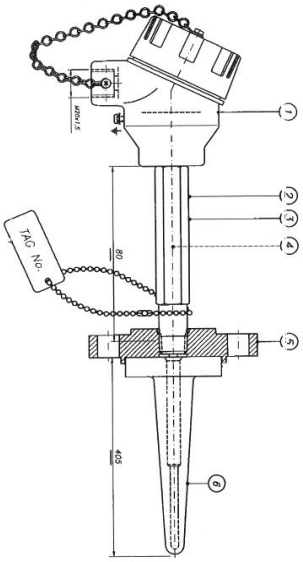

Рис. 2 Используемая термогильза

Программа расчета параметров

Для автоматизированного расчета прочностных параметров пробозаборников и термогильз в соответствии со стандартом ASME PTC 19.3 TW-2010 была создана программа Thermowell Caclulator.

Вышеприведенный стандарт представляет собой рекомендации по осуществлению расчетов прочностных параметров для защитных гильз типовых форм. При определенных допущениях данные рекомендации могут быть использованы для расчета прочностных параметров пробозаборни-

ков нефти. Основной особенностью разработанной программы является возможность ее применения для расчета пробозаборников нефти.

В качестве начальных данных для расчета прочностных параметров пробозаборников и термогильз в разработанной программе выступают параметры процесса (нефть\газ, температура среды, давление, скорость жидкости, плотность, динамическая вязкость) и параметры термогильзы/пробозаборника (геометрические параметры, тип формы в соответствии со стандартом ASME 19.3 TW, параметры материала, из которого изготовлена термогильза/пробозаборник). Типовые формы в соответствии со стандартом ASME 19.3 TW представлены на рисунке 3.

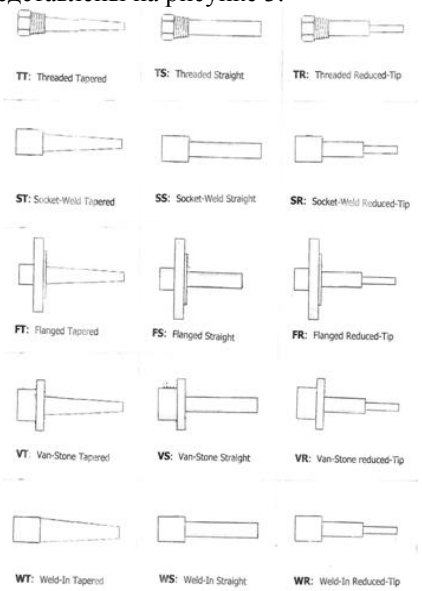

Рис. 3 Типовые формы термогильз

Окно расчета параметров объекта в режиме продольного резонанса, а также критерий оценки прочностных характеристик при динамической нагрузке на объект изображены на рисунке 4. Окно ввода начальных данных, расчета частотных показателей и критерия оценки прочностных характеристик по частотным показателям разработанной программы приведены на рисунке 5.

In-line Resonance				
Step 1	VIR, м/с	-1,6E+08	for 22≤Re≤1300	
		139,6815	for 1300≤Re≤5*10^5	
		143,1117	for 5*10^5≤Re≤5*10^7	
Step 2		VIR, м/с	139,6815	
		F'n	1000	
		GSP	37,52465	
		Pd, Па	7797,54	
		Sd, Па	2,93E+08	
Step 3			#ДЕЛ/0!	for A/b<33
	Kt	2,2	2,2	for A/b≥33
Step 4	Sa max, Па 6,44E+08			
Step 5	Eref, Па	2,02E+11	202 ГПа for group A	
			195 ГПа for group B	
		FT	9,39E-01	
Step 6		Sf, Па	2,07E+07	
		FT*FE*Sf	1,94E+07	

Criteria		
Sa max< FT*FE*Sf		
Sa max		FT*FE*Sf
2992430		1,94E+07

Рис. 4 Окна разработанной програмы (Продольный резонанс)

На основании начальных данных разработанная программа производит расчеты прочностных параметров в соответствии со стандартом ASME PTC 19.3 TW-2010: собственную частоту колебаний, частоту вынужденных колебаний, параметры при статической и динамической нагрузке, при продольном резонансе. Результирующие показатели, необходимые для определения допустимости использования термогильзы/пробозаборника при расчетных условиях, выводятся в специальных окнах “Criteria”.

Initial Data				
L, м	0,1031		E, Па	1,9E+11
A, м	0,038		ρm, кг/м^3	7861
B=A, м	0,038		ρ, кг/м^3	7,993
d, м	0,006604		ρs, кг/м^3	7,993
t, м	0,005		V, м/с	89,92
b, м	0		ν, м^2/с	2,14E-06
			P, Па	1,62E+06
			S, Па	1,37E+08
Calculations and Correction Factors				
Step 1		Da, м	0,038	
Step 2		I, м^4	1,023E-07	
		m, кг/м	8,6460114	
		fa, Гц	2492,7032	
Step 3		Hf	1	
Step 4		Haf	0,9994916	
Step 5		Has	0,9999842	
Step 6		fn, Гц	2491,3965	
Mounting Compliance Factor				
		Hc	0,7751697	
		fcn, Гц	1931,2552	

Vortex Shedding Frequency		
	Ns	0,2564
	CD	1,4
	Cd	0,1
	Cl	1
	fs, Гц	606,7234

Criteria		
	fs<0.4fcn	
fs		0.4fcn
606,7234		772,5021

Рис.5 Окна разработанной программы (Начальные данные)

В верхней части данных окон указывается критерий допустимости в символьном виде, ниже указываются численные значения рассчитываемых величин. Сравнение результатов осуществляется пользователем. Программа учитывает не только влияние статической и динамической нагрузки, но и возможность работы в режиме продольного резонанса, при резком возрастании нагрузки на устройство.

Пользователь осуществляет ввод начальных данных в специальные формы, программа автоматически производит расчет необходимых параметров. По полученным расчетным параметрам пользователь программы, используя предложенные критерии оценки, проводит оценку пригодности того или иного устройства для применения в заданных условиях.

Результаты использования программы

Созданная программа была использована для расчета прочностных параметров пробозаборников и термогильз, установленных в трубопроводах нефти ПК «Пригородное». Результаты расчета показали, что часть используемых термогильз подлежат замене, а несколько вариантов исполнений пробозаборников непригодны для использования в расчетных условиях.

Литература

1. Производственный комплекс «Пригородное» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.sakhalinenergy.ru, свободный.