

Рис. 2. Распределение продольной скорости в пограничном слое на плоской По Блазиусу

Из рисунка 2 видно, что профиль скорости имеет близки стенки небольшую кривизну, но зато дальше от стенки он быстро приближается к асимптоте. При увеличении толщины пограничного слоя, соотношение продольной скорости к начальной скорости равно единице.

Вследствие нарастания толщины пограничного слоя вниз по течению жидкость на своем пути вдоль пластины несколько оттесняется от стенки и приводит к существованию составляющей скорости. При продольном обтекании пластины перепад давления не будет, поэтому пограничное слое не будет отрываться.

В работе рассмотрев классическую задачу Блазиуса, получено точное решение с помощью решения Хоуарта для несжимаемой жидкости и стационарного течения. Доказан, что при присутствии объект как клин в таком течения, всегда возникает тонкий слой на поверхности обтекаемого тела, в котором скорость продольная в определенный момент равна заданной скорости.

Литература

1. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя, перев. с немецкого, Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», Москва, 1969.
2. Газодинамика: Учеб. пособие для вузов. — М.: Издательство АТЦ, 2015 год. — 384 с.
3. Седов Л.И. Механической сплошной среды. СПб.: Лань, 2004. 560с.
4. Курин В.В., Грязнов А.И., Клемина А.В., Мартыанов А.И. Основы механики сплошных сред. — М.: Университетская книга, 2011. — 88 с.
5. Баумана Н.Э. Моделирование обтекания тонкой пластинки с использованием модифицированной схемы метода вихревых элементов // Наука и Образование. —2013. — № ФС77 — 48211.

ОЧИСТКА ПОЛОСТИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ОТ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИМЕНЕНИЕМ ВЕЕРНЫХ СОПЕЛ СВК-ЭН

Е. К. Дугарова

Научный руководитель, доцент Н. В. Чухарева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Одной из важных проблем эксплуатации резервуаров является очистка резервуаров. При хранении и перекачивании состав нефти и нефтепродуктов претерпевает изменения, особенно вблизи днищ резервуаров скапливаются осадки. Осадок по площади распределяется неравномерно, наибольшая его толщина создается в участках, удаленных от приемно-раздаточных патрубков, что не позволяет точно замерять фактическое количество нефти в резервуаре. Со временем осадок уплотняется и в отдельных зонах трудно поддается размыву. Для надежной эксплуатации резервуаров их необходимо периодически очищать от накопившегося осадка [2].

Периодичность очистки резервуаров с нефтепродуктами устанавливается ГОСТ 1510-84, резервуары изпод нефти зачищаются при необходимости: для освобождения от пирофорных отложений, высоковязких осадков, при проведении диагностики резервуара [3]. Основным элементом системы размыва донных отложений в резервуаре является такое устройство, как «Диоген», «Тайфун» а также используются сопла. В данной статье будет рассмотрен третий вариант, а именно веерные сопла СВК-ЭН.

Система размыва донных отложений резервуаров вертикальных стальных с соплами СВК-ЭН предназначена для того, чтобы с целью сохранения проектной полезности резервуаров удалять донные отложения, которые естественно выпадают из нефти и нефтепродуктов. Сопло веерное кольцевое с эксцентричными радиальными направляющими СВК-ЭН снижает интенсивность коррозионного разрушения днища, а также утраты нижнего пояса стальных резервуаров. Сопла СВК-ЭН-100 также рекомендуется устанавливать с целью размыва донных отложений в тех местах, где располагаются выходные патрубки подслонной системы пожаротушения резервуаров (с использованием передвижных насосных агрегатов на производительность 200-250 м³/ч и напором 3-6 кг/см²).

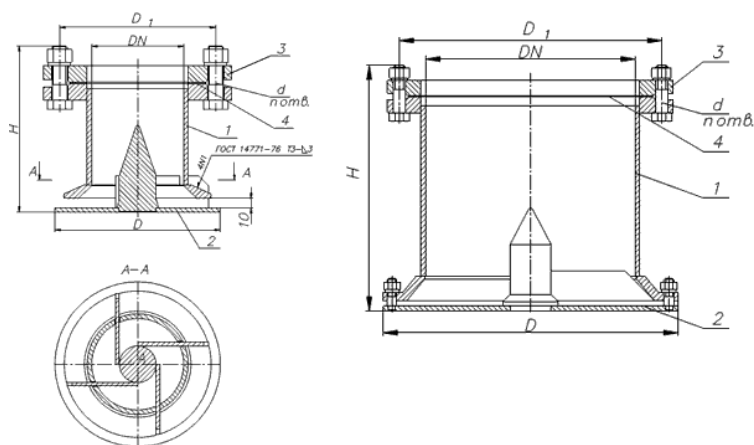


Рис. 1. Общий вид СВК-ЭН: 1 – корпус; 2 – основание; 3 – фланец; 4 – прокладка

Установленные в основании головки кольцевая щель и радиально эксцентрично расположенные направляющие создают веерную центробежную струю, которая, во-первых, локально размывает осадки в радиусе 6-9 м, а во-вторых, приводит всю массу жидкости резервуара во вращательное движение, взмучивая и благодаря этому эффективнее размывая отложения [4]. Давление в размывающей системе на входе в резервуар составляет около 4 кг/см². Сопло СВК-ЭН изготавливают под соответствующие присоединительные патрубки: диаметром патрубка 350, 150 и 100 мм.

Таблица 1

Технические характеристики сопла веерного СВК-ЭН

Наименование параметров		СВК-ЭН-100	СВК-ЭН-150	СВК-ЭН-400
Условный проход сопла DN		100	150	400
Максимальное давление P , МПа		0,6	0,6	0,6
Расход нефти через сопло, м ³ /ч		100-200	100-250	400-600
Максимальная скорость истечения нефти из сопла, м/с		12	12	12
Потери напора, м, не более		до 15	23-48	до 15
Габаритные размеры, мм, не более	Диаметр, D	180	270	500
	Высота, H	182	271	414
Масса, кг, не более		7,6	21,5	75

Сопло может устанавливаться в любую точку дна резервуара в соответствии с проектом на систему размыва парафина и рассчитано на работу от уже действующего насоса для закачки продукта в резервуар.

Турбулентный поток, вызванный веерным соплом, обеспечивает срывание и подъем донного осадка, поддерживает донный осадок во взвешенном состоянии и обеспечивает перемешивание продукта в резервуаре. Техническое обслуживание при эксплуатации заключается в осмотре сопел в следующие сроки [4]:

- а) в весенне-летний период - не менее одного раза в месяц;
- б) при температуре ниже нуля - не менее двух раз в месяц.

При профилактических осмотрах для снятия загрязнений детали промыть бензином, растворителем и продуть сжатым воздухом [5].

В данной работе был произведен расчет системы взвешивания парафинового осадка в резервуаре РВС-20000, в котором хранится нефть $\rho = 845 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, $\nu = 20 \frac{\text{мм}^2}{\text{с}}$. Было принято $c_p = 10^{-3}$, $\eta_p = 0,83$, $n = 50 \frac{1}{\text{сод}}$, $\tau = 2 \text{ года}$, $\rho_0 = 885 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Выбраны сопла с размерами: $r_0 = 0,055 \text{ м}$; $d_n = 0,11 \text{ м}$; $b_0 = 0,02 \text{ м}$. Кроме того,

$$\sigma_{\text{эл}} = 36 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \quad \sigma = 0,009 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \quad \text{Высота уровня нефти в резервуаре принята равной } 2 \text{ м [1].}$$

Для предотвращения накопления донных отложений и увеличения продолжительности эксплуатации резервуара между его заистками рекомендуется оснащение резервуара стационарно установленными системами размыва донных осадков.

Таблица 3

Сводная таблица полученных результатов расчета

Расчетные величины		Количество сопел в резервуаре				
		1	4	6	7	8
Радиус действия сопла R_c , м		22,8	16,1	13,2	12,65	12,34
Скорость истечения нефти из сопла w_0 , м/с		42,04	29,8	24,6	23,6	23
Поправка δ_τ		0,823	0,82	0,816	0,814	0,815
Число Рейнольдса при истечении нефти из сопла Re_0		71722	505413	41458	39750	38804
Расход нефти, подаваемый к веерным соплам Q_n , м ³ /с		0,29	0,824	1,02	1,14	1,27
Число Рейнольдса для сопла Re_c		42040	29800	24600	23600	23000
Коэффициент расхода сопла μ_c		0,83	0,827	0,824	0,823	0,82
Потери напора при истечении через сопло H_c , м		108,14	54,7	37,4	34,5	32,9
Диаметры трубопроводной обвязки, м	$d_{тр.в.}$	0,418	0,369	0,317	0,317	0,317
	$d_{тр.н.}$		0,706	0,806	0,906	0,906
Скорости нефти в трубопроводной обвязке, м	$V_{тр.в.}$	2,1	1,93	2,16	2,06	2
	$V_{тр.н.}$		2,1	2	1,8	1,97
Числа Рейнольдса,	$Re_{тр.в.}$	43890	35609	41220	32651	31700
	$Re_{тр.н.}$		74130	80600	81540	89241
Коэффициенты гидравлического сопротивления,	$\lambda_{тр.в.}$	0,023	0,0245	0,024	0,025	0,025
	$\lambda_{тр.н.}$		0,0205	0,02	0,02	0,0195
Потери напора, м	$h_{тр.в.}$	0,28	0,203	0,24	0,216	0,2
	$h_{тр.н.}$	6,3	3,3	2,53	1,823	2,13
Коэффициент K_n		-	1,23	1,3	1,314	1,33
Потери на местные сопротивления, м	$h_{м.с.тр.в.}$	-	0,13	0,162	0,173	0,16
	$h_{м.с.тр.н.}$	1,03	0,93	0,84	0,68	0,8
Необходимый напор насоса H_n , м		117,65	61,26	43,2	39,4	38,2
Мощность насоса N_n , кВт		1030,8	536,73	378,5	345,2	334,7
Капиталовложения в систему K , руб		46154,7	45236,3	45677,3	44214,6	49715,7
Затраты на амортизацию и текущий ремонт $\mathcal{E}_1$, руб/год		8073,9	6950,1	6681,8	7161,44	7107
Коэффициент A_1		0,0151	0,9313	0,0324	0,035	0,038
Время полного взвешивания осадка $\tau_{\text{взв}}$, ч		58,4	56,2	54,72	54,27	54,4
Стоимость электроэнергии, затрачиваемой на взвешивание осадка, и плата за установленную мощность $\mathcal{E}_2$, руб/год		37650,6	19593,8	13812,4	12595,8	12213,1
Приведенные годовые затраты Π , руб/год		51263,1	31972,3	25975,5	25063	25286

В результате работы были изучены сопла веерные СВК-ЭН. Рассчитана система взвешивания парафинового осадка в вертикальном стальном резервуаре, а также количество размывающих сопел. Исходя из полученных результатов (см. таблицу 3) было выявлено, что использование сопел дает положительный эффект на резервуар, как с экономической стороны, так и с инженерной.

Литература

1. Тугунов П.И., Новоселов В.Ф., Коршак А.А., Шаммазов А.М.: Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов. Учебное пособие для ВУЗов.- Уфа: ООО «Дизайн-Полиграф Сервис», 2002 г.
2. Розенштейн И.М. Аварии и надежность стальных резервуаров. - М.: Недра, 1995.-253с.
3. РД-23.020.00-КТН-079-09 «Нормы проектирования стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000 куб. м».
4. СО 02-04-АКТНП-007-2006 «Правила технической эксплуатации, диагностирования и ремонта стальных вертикальных резервуаров ОАО "АК «Транснефтепродукт» 29.01.2007».
5. Технологические регламенты (стандарты предприятия) акционерной компании по транспорту нефти «Транснефти»: В 2т. / Под редакцией С.М. Вайнштока.- М.: ГУПИзд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина.