

УДК 66-948.1

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ И НОРМИРОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОЙ УБЫЛИ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ЭЛАСТИЧНЫХ РЕЗЕРВУАРАХ

Ю.Н. РЫБАКОВ

Разработана эффективная технология проведения экспериментальных исследований по определению потерь нефтепродуктов в эластичных резервуарах. Определены нормы технологических потерь нефтепродуктов от проницаемости, набухания и смачивания оболочки эластичных резервуаров.

Ключевые слова: проницаемость, солнечная радиация, технологические потери, эластичные резервуары, масса нефтепродуктов, нормы.

Технологические потери нефтепродуктов в эластичных резервуарах (ЭР) складываются из потерь, связанных с максимальной проницаемостью (ГОСТ 27896) [1] - массой нефтепродукта, прошедшего через материал ЭР за определенное время, и диффузионной сорбцией, следствием которой является увеличение массы и объема оболочки.

Технологические потери нефтепродуктов, связанные с максимальной проницаемостью, набуханием и смачиванием, зависят от температуры климатического района использования, интенсивности солнечной радиации, подгруппы и марки нефтепродукта и постоянной площади внутренней поверхности ЭР [2].

Распределение средневесенних сумм солнечной радиации на территории РФ представлено на рис. 1.

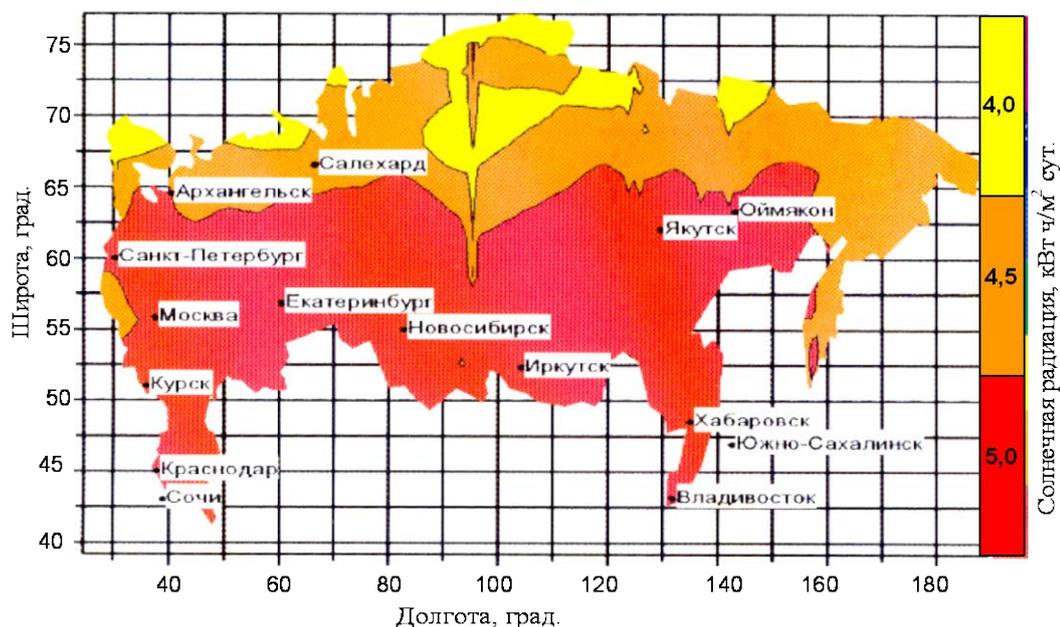


Рис. 1. Средневесенние суммы солнечной радиации

Обобщенные данные замеров температуры прогрева нефтепродуктов на различной глубине при испытаниях ЭР приведены в табл. 1.

Анализ представленных в табл. 1 результатов показал, что характер зависимости температуры по высоте нефтепродукта существенно меняется в течение суток, однако можно утверждать, что на глубине более 50 см температура остается практически неизменной.

Таблица 1

Суточное колебание температур в резервуаре ЭР-25
при солнечной радиации 5,0 кВтч/м²·сут.

Время суток, ч	Температура, °С							
	окружающего воздуха	нефтепродукта на глубине, см						
		2	5	10	20	30	40	50
9 ⁴⁵ -10 ⁰⁰	29	36	33	32	28	28	28	28
12 ¹⁵ -12 ³⁵	35	59	55	46	40	35	34	28
15 ²⁰ -15 ⁵⁵	38	63	60	54	42	35	33	28
17 ¹⁰ -17 ³⁰	37	60	60	55	45	38	36	29
19 ¹⁰ -19 ³⁰	35	54	54	53	46	39	36	30
21 ⁴⁵ -22 ⁰⁰	34	47	47	47	47	44	39	31
7 ⁴⁵ -8 ⁰⁰	23	28	28	28	28	28	28	28

Принципиальная схема температурных полей в ЭР, установленных в обваловании, представлена на рис. 2.

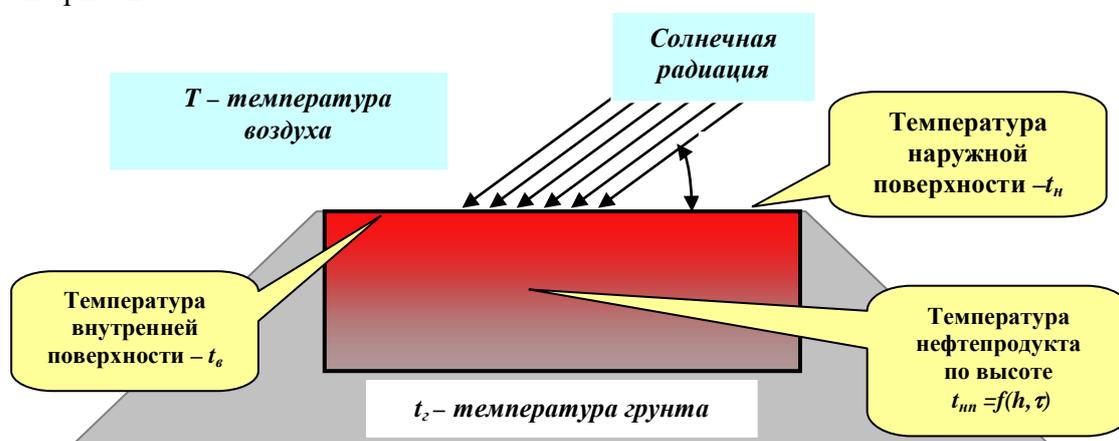


Рис. 2. Принципиальная схема температурных полей в ЭР

Если в качестве основного определяющего параметра взять температуру верхнего слоя нефтепродукта (непосредственно примыкающего к оболочке резервуара – 10 см), которая практически равна температуре внутренней поверхности верхнего полотнища ЭР, то с погрешностью не более 2°С температура по глубине нефтепродукта x (см) может быть аппроксимирована линейной функцией вида

$$t(x) = t_{cm} - \frac{t_{cm} - 30}{50} \cdot x, \quad (1)$$

где t_{cm} – температура стенки, °С.

Нагрев нефтепродукта в ЭР выше температуры окружающего воздуха возможен только за счёт солнечной радиации. В этой связи основной задачей исследований являлось определение температуры нагрева внешней поверхности ЭР, определяющей параметры процесса теплопередачи через полотнища резервуара и толщу нефтепродукта (рис. 3).

По результатам исследований установлено [3], что при интенсивности солнечной радиации 4,0, 4,5 и 5,0 кВтч/м²сут. (рис. 3) среднесуточная температура нефтепродукта в ЭР на глубине 10 см (t_{10} , °С) соответственно равна

$$t_{10} = t_{\text{окр.возд.}} + 10, 13 \text{ и } 15^{\circ}\text{С}. \quad (2)$$

Результаты определения массы нефтепродуктов в зоне максимального нагрева в ЭР представлены в табл. 2.

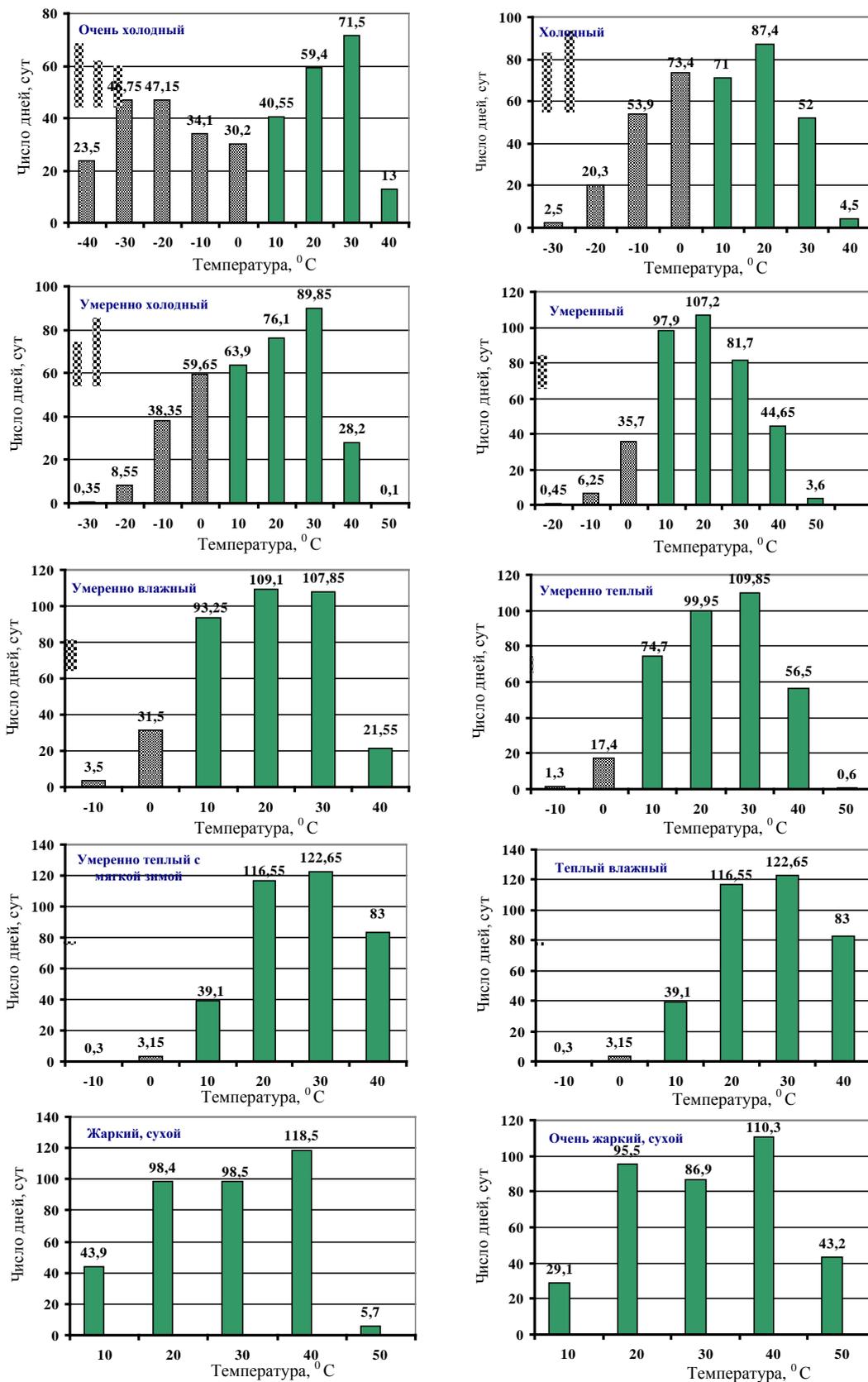


Рис. 3. Характеристика температуры нагрева внешней поверхности ЭР по среднесуточной температуре с учётом среднедневных сумм солнечной радиации

Таблица 2

Масса нефтепродуктов в зоне максимального нагрева в ЭР

Тип резервуара	Объем, м ³			Масса нефтепродукта М ₁₀ , кг			
	V	V ^I	V ₁₀	Регуляр-92 ρ ₄ ²⁰ =750кг/м ³	Нормаль-80 ρ ₄ ²⁰ =730кг/м ³	ТС-1 ρ ₄ ²⁰ =780кг/м ³	ДЗ ρ ₄ ²⁰ =840кг/м ³
ЭР-4	6,60	5,44	1,16	870	847	905	974
ЭР-6	9,42	7,83	1,59	1193	1161	1240	1336
ЭР-10	19,12	16,64	2,48	1860	1810	1934	2083
ЭР-25	35,75	31,58	4,17	3128	3044	3253	3503
ЭР-50	73,23	65,65	7,58	5685	5533	5912	6367
ЭР-150	144,07	130,19	13,88	10410	10132	10826	11659
ЭР-250	255,68	233,82	21,86	16395	15958	17051	18362

Технология проведения экспериментальных исследований по определению потерь нефтепродуктов представлена на рис. 4.

Расчётные нормы технологических потерь нефтепродуктов от проницаемости, набухания и смачивания оболочки ЭР представлены в табл. 3, 4 соответственно [4; 5].

Таким образом, установлено, что технологические потери нефтепродуктов при хранении в ЭР складываются из потерь за счет проницаемости, набухания и смачивания оболочки. При этом потери от проницаемости в десятки раз превышают величину потерь от других причин.

Таблица 3

Нормы естественной убыли нефтепродуктов в месяц в ЭР за счёт проницаемости

Тип резервуара	Нефтепродукт	Норма убыли, кг				
		Климатический район по ГОСТ 16350, период действия				
		П ₁ , П ₂ , П ₂ май-сентябрь	П ₃ , П ₄ , П ₅ апрель-октябрь	П ₆ , П ₇ февраль-ноябрь	П ₉ , П ₁₀ февраль-декабрь	П ₁₁ , П ₁₂ январь-декабрь
ЭР-4	Нормаль-80	27	33	35	39	45
	Регуляр-92	45	54	59	63	78
	ТС-1	18	21	22	24	28
	ДЗ	6	9	9	10	11
ЭР-6	Нормаль-80	36	45	47	53	61
	Регуляр-92	60	75	80	85	106
	ТС-1	24	27	30	33	38
	ДЗ	9	12	12	13	14
ЭР-10	Нормаль-80	57	69	74	82	96
	Регуляр-92	96	117	124	134	166
	ТС-1	36	45	47	52	60
	ДЗ	15	18	18	20	23
ЭР-25	Нормаль-80	96	117	123	136	159
	Регуляр-92	159	195	207	222	276
	ТС-1	60	75	78	86	99
	ДЗ	24	30	30	33	38
ЭР-50	Нормаль-80	174	210	221	245	286
	Регуляр-92	288	354	375	402	499
	ТС-1	111	135	141	156	179
	ДЗ	45	54	55	61	69
ЭР-150	Нормаль-80	315	381	403	448	522
	Регуляр-92	531	645	701	753	942
	ТС-1	204	243	257	284	326
	ДЗ	81	93	99	109	124
ЭР-250	Нормаль-80	492	597	632	701	819
	Регуляр-92	822	1008	1070	1148	1425
	ТС-1	321	384	404	447	513
	ДЗ	126	147	156	171	195

Таблица 4

Нормы естественной убыли нефтепродуктов при хранении в ЭР за счет набухания и смачивания оболочки

Тип резервуара	Норма убыли, кг			
	Нормаль-80	Регуляр-92	ТС-1	ДЗ
ЭР-4	2	4	1	1
ЭР-6	2	5	1	1
ЭР-10	4	8	1	1
ЭР-25	8	18	2	1
ЭР-50	12	27	2	1
ЭР-150	20	44	4	2
ЭР-250	31	68	6	3



Конструкционный материал ЭР Измерение толщины образца и диффузионная ячейка



Термостатирование и определение проницаемости ЭР

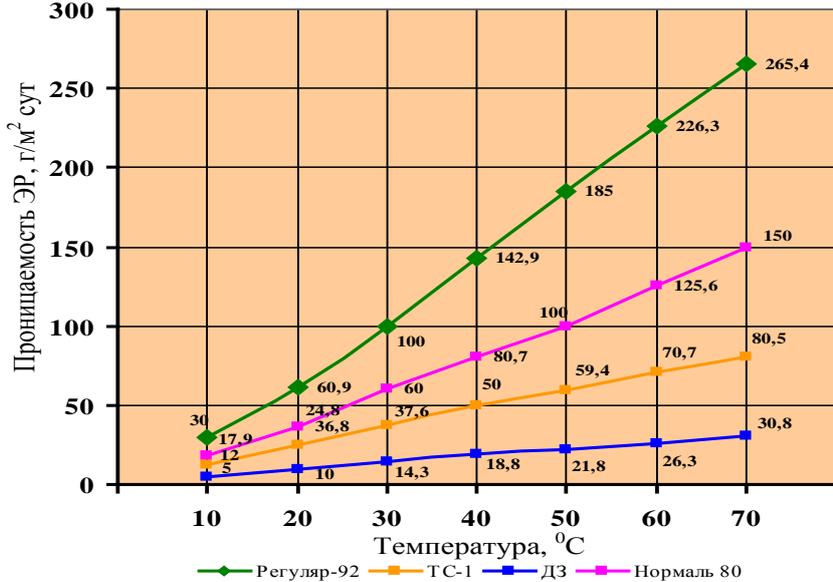


Рис. 4. Технология проведения и результаты экспериментальных исследований по определению потерь нефтепродуктов за счёт проницаемости конструкционных материалов эластичных резервуаров

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 27896-88. Резины, полимерные эластичные материалы, прорезиненные ткани и ткани с полимерным эластичным покрытием. Методы определения топливонепроницаемости. - М.: Изд-во стандартов, 1988.
2. Исследования по разработке временных норм естественной убыли нефтепродуктов при их хранении и транспортировке: отчет о НИР. - М.: ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России», 2009.
3. Внедрение новых конструкционных материалов и покрытий для оборудования и технических средств нефтепродуктообеспечения: отчет о НИР. - М.: ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России», 2009.
4. Передвижные эластичные резервуары. Оценка потерь нефтепродуктов при проведении испытаний: ВМИ 23-ПЭР.275-2009. - М.: ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России», 2009.
5. Акт государственных испытаний. Передвижные эластичные резервуары из синтетических материалов вместимостью 4, 10, 25, 50, 150, 250 м³: утв. решением № 357, 2009.

EVALUATION AND RATIONING OF NATURAL LOSS OF OIL PRODUCTS IN FLEXIBLE TANKS

Ribakov Y.N.

An effective technique for experimental studies to determine the losses of petroleum products in flexible tanks is suggested. Standards of technological losses of petroleum products on the permeability, swelling and wetting flexible tanks are defined.

Key words: permeability, solar radiation, technological losses, flexible tanks, rationing.

Сведения об авторе

Рыбаков Юрий Николаевич, 1961 г.р., окончил МИНХ и ГП им. И.М. Губкина (1983), кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заслуженный изобретатель РФ, начальник 23 отдела «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России», автор более 200 научных работ, область научных интересов – нефтепродуктообеспечение, полимерные материалы.