

2. Блоков И.П. Краткий обзор о порывах нефтепроводов и объемах разливов нефти в России // Доклады Гринпис России [Электронный ресурс]. URL: http://www.greenpeace.org/russia/Global/russia/report/Arctic-oil/Oil_spills.pdf.
3. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Предупреждение и ликвидация аварийный разливов нефти и нефтепродуктов. – М.: Ин-октаво, 2005. – 368 с.
4. Донской С.Е. О проблемах обеспечения экологической безопасности при пользовании недрами на территории Российской Федерации и ее континентальном шельфе // Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mnr.gov.ru>.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРИМЕНЕНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ С ПЛАВАЮЩЕЙ КРЫШЕЙ НА РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКАХ
ЛПДС «СЕВЕРНАЯ» МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДА «ЛЕСНОЕ – ОРЕХОВОЕ»**

И.Е. Чаплин

Научный руководитель доцент Н.В. Чухарева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Транспортировка товарной нефти из районов ее добычи до потребителей по системе магистральных нефтепроводов связана с неизбежной ее потерей как в результате прохождения через резервуарный парк, так и в результате ее хранения в этом парке. Потери товарной нефти на объектах транспорта и хранения сопровождаются уменьшением ее первоначального количества, а также ухудшением ее физико-химических свойств и загрязнением окружающей среды (воздушного бассейна).

К загрязнению воздушного бассейна приводит испарение нефти. Потери от испарений при эксплуатации резервуарных парков обуславливаются свойством нефти улетучиваться с открытой поверхности. Выбросы углеводородов в атмосферу могут быть связаны с так называемыми «малыми» дыханиями резервуаров, которые происходят вследствие циклических колебаний температуры и давления в газовом пространстве резервуаров, вызываемых суточным действием солнечной радиации на стенки и кровлю резервуаров. Однако основная часть выбросов углеводородов в атмосферу из резервуарных парков связана с «большими» дыханиями резервуаров, которые происходят при опорожнении и заполнении резервуаров товарной нефтью.

«Большие» и «малые» дыхания характерны для герметичных резервуаров, рассчитанных на работу под давлением. Так называемый «выдох» начинается тогда, когда давление в газовом пространстве резервуара становится равным давлению, при котором открывается дыхательный клапан.

Линейная производственно-диспетчерская станция «Северная» является головной станцией магистрального нефтепровода «Лесное – Ореховое». В состав линейной производственно-диспетчерской станции входит резервуарный парк, насчитывающий 10 железобетонных резервуаров емкостью по 30 тыс. м³ (ЖБР-30000). Железобетонные резервуары являются, как раз, примером герметичных резервуаров, для которых характерны дыхания.

Согласно [1], головные нефтеперекачивающие станции, чьи товарные резервуарные парки оборудованы железобетонными резервуарами, выбрасывают в атмосферу до 50 тыс. т углеводородов в год, что, помимо значительных потерь ценного энергоносителя, является ещё и серьезным загрязнением окружающей среды, а также пагубным воздействием на здоровье обслуживающего персонала и

жителей близлежащих домов. Поэтому сокращение выбросов углеводородов в атмосферу является одной из важнейших социальных, экологических и экономических задач.

Снизить выбросы углеводородов в атмосферу можно, выполнив одно или несколько из следующих мероприятий:

- уменьшить объем газового пространства резервуаров внедрив понтоны или плавающие крыши;
- хранить нефть в резервуарах под избыточным давлением;
- уменьшить амплитуду колебаний температур поверхности нефти (с помощью водяного орошения резервуаров, отражательно-тепловой изоляции, окраски резервуаров светоотражающей краской);
- улавливать пары нефти, выходящие из резервуаров, которые специально оборудованы газоуравнительными и газосборными системами.

На рисунке 1 приведена сравнительная эффективность мероприятий по снижению выбросов углеводородов в атмосферу.

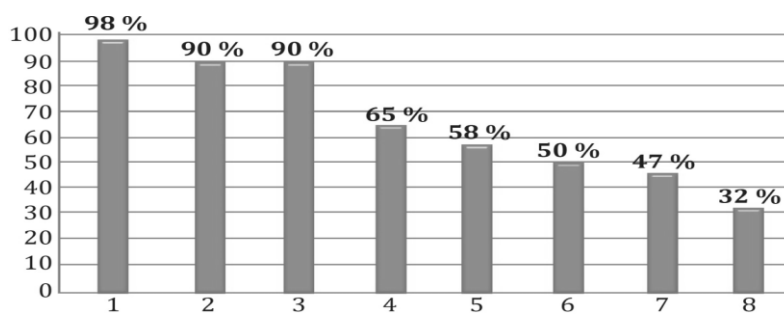


Рисунок 1 – Сравнительная эффективность мероприятий:

- 1 – установка плавающей крыши; 2 – установка понтона; 3 – установка газоуравнительной системы; 4 – окраска светоотражающей краской поверхности резервуара; 5 – монтаж отражательно-тепловой изоляции; 6 – водяное орошение; 7 – окраска внутренней поверхности резервуара; 8 – установка дисков-отражателей

Из вышерассмотренных мероприятий, как показывает практика, наиболее эффективным мероприятием является уменьшение объема газового пространства резервуаров путем установки экранов. По типу конструкции резервуары с экранированием жидкого зеркала нефти можно подразделить на резервуары со стационарной крышей и установленными внутри экранами – понтонами (РВСП) и резервуары с плавающими крышами (РВСПК).

Ниже приведен сравнительный расчет годовых выбросов углеводородов в атмосферу из ЖБР-30000 и РВСПК-30000.

Годовые выбросы углеводородов в атмосферу (G) определяются по формуле [2]:

$$G = \frac{P_{38} \times m \times (K_t^{max} \times K_v + K_t^{min}) \times K_p^{cp} \times K_{об} \times B \times 0,294}{10^7 \times \rho_{ж}},$$

где m – молекулярная масса паров нефти;

P_{38} – давление насыщенных паров бензинов и нефти при температуре 38 °С;

m – молекулярная масса паров нефти;

K_p^{cp} – опытный коэффициент, который характеризует эксплуатационные особенности резервуаров;

K_t^{max} , K_t^{max} – опытные коэффициенты, принимаемые в зависимости от температуры нефти;

K_b – опытный коэффициент, принимаемый в зависимости от давления;

$K_{об}$ – опытный коэффициент, принимаемый в зависимости от годового оборота резервуаров;

B – количество нефти, закачиваемое в резервуары в течение года, т/год;

$\rho_{ж}$ – плотность нефти, т/м³.

При эксплуатации ЖБР-30000 годовые выбросы составят:

$$G = \frac{382,6 \times 78,3 \times (0,52 \times 1 + 0,4) \times 0,5 \times 1,75 \times 9600000 \times 0,294}{10^7 \times 0,87} = 7823,52 \text{ т/год.}$$

Пересчет на 1 тонну хранимой товарной нефти показал, что при эксплуатации ЖБР-30000 выброс углеводородов в атмосферу составит:

$$M = \frac{G}{B} = \frac{7823,52}{9600000} = 0,00082 \text{ т,}$$

где B – количество нефти, закачиваемое в резервуары в течение года, т/год;

G – годовой выброс углеводородов в атмосферу, т/год.

При эксплуатации РВСПК-30000 годовые выбросы составят:

$$G = \frac{382,6 \times 78,3 \times (0,52 \times 1 + 0,4) \times 0,072 \times 1,9 \times 9600000 \times 0,294}{10^7 \times 0,87} = 1223,15 \text{ т/год.}$$

Пересчет на 1 тонну хранимой товарной нефти показал, что выброс углеводородов в атмосферу при эксплуатации РВСПК-30000 составит:

$$M = \frac{1223,15}{9600000} = 0,00013 \text{ т.}$$

Таким образом, замена ЖБР-30000 на РВСПК-30000 в резервуарном парке линейной производственно-диспетчерской станции «Северная» позволит снизить выброс углеводородов в атмосферу на 6600,37 т/год или на 84,4 %.

Стоит также отметить экономический аспект применения РВСПК-30000, в результате чего сократятся потери товарной нефти на сумму 81844,6 тыс. руб. (при расчете принимается цена одной тонны товарной нефти на ЛПДС «Северная», которая составляет 12400 руб.).

Литература

1. Аренбристер В.В. Техничко-экономический анализ потерь нефти и нефтепродуктов. – М.: Химия, 1975. – 160 с.
2. Бронштейн И.С., Абузова Ф.Ф. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении. – М.: Недра, 1981. – 248 с.