

7. Временная инструкция по выбору различных типов резервуаров для хранения легкоиспаряющихся нефтепродуктов / В.Ф. Новоселов [и др.]. – Уфа: ОЛТТ УНИ, 1979. – 90 с.
8. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования. – М.: НПКВЦ «Теринвест», 1994. – 87 с.

УДК 622.692.284

## ОБ ОБЛАСТИ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЭЖЕКТОРНЫХ СИСТЕМ УЛАВЛИВАНИЯ ЛЕГКИХ ФРАКЦИЙ

А.А. Коршак, С.Л. Щепин

*ГОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной  
технический университет», Уфа, Россия*

Актуальная задача сокращения потерь бензинов от испарения (и соответственного уменьшения загрязнения окружающей среды) может быть решена разнообразными способами. Традиционно это делается с помощью дисков-отражателей, газовой обвязки и понтонов. Относительно новым средством сокращения потерь являются эжекторные системы улавливания легких фракций (УЛФ), представляющие собой насосно-эжекторную установку – НЭУ (совокупность насоса, жидкостно-газового эжектора, циркуляционной емкости и технологических трубопроводов), подключенную к газовой обвязке резервуаров.

Для обоснованного выбора средств сокращения потерь бензина от испарения нами предложен критерий вида:

$$Ka = \frac{Ka_1^*}{t_c} = \frac{S}{t_c} \cdot \left[ \left( 1 - \frac{\partial_{\text{гв}}}{\sigma_a^*} \right) \cdot F(E) - \frac{k_{\text{гв}}}{\sigma_n^*} \right], \quad (1)$$

где  $F(E)$  – функция, величина которой зависит от нормы дисконта

$$F(E) = \frac{1}{E} \cdot \left[ 1 - \frac{1}{(1+E)^{t_c}} \right]. \quad (2)$$

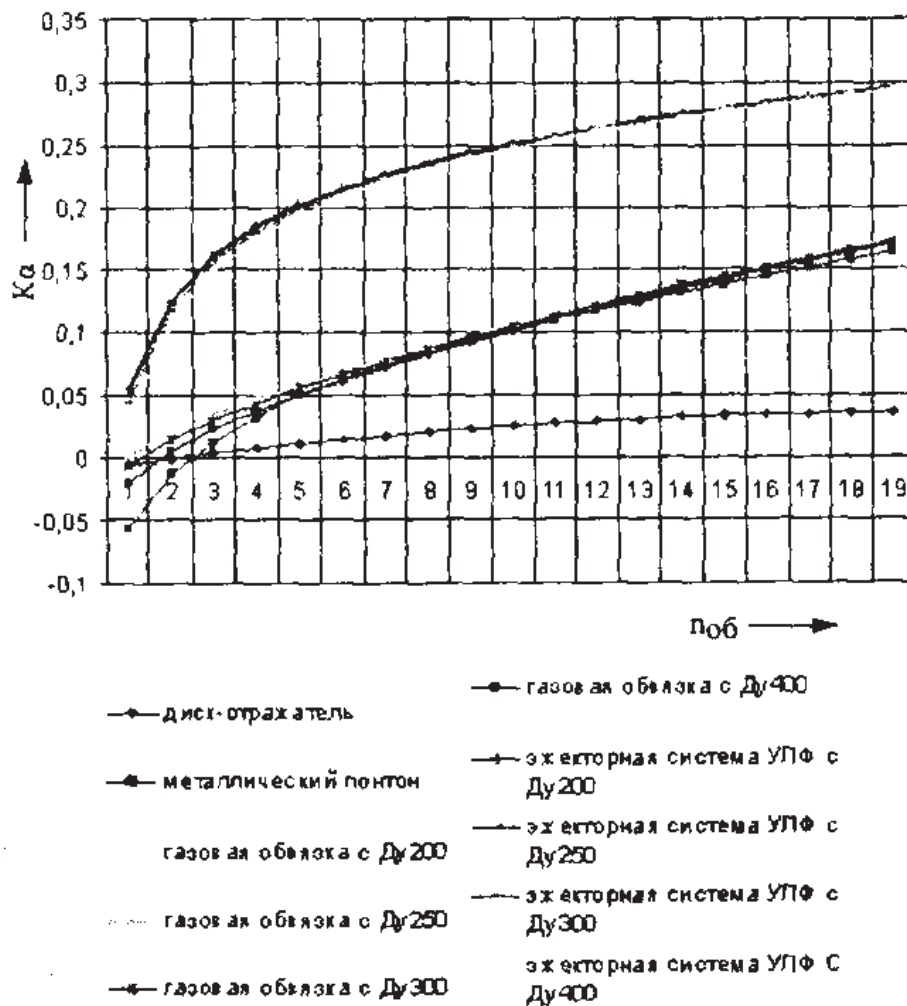
По своему физическому смыслу  $Ka$ -критерий представляет собой отношение чистого дисконтированного дохода к ущербу, который нанесли бы потери от испарения за оставшийся срок эксплуатации резервуаров.

Для расчета параметров, входящих в формулы (1), (2), были использованы рекомендации работ [1, 2]. Кроме того, в результате анализа литера-

турных источников и выполненных оценок были приняты следующие допущения:

- 1) капиталовложения в НЭУ (в ценах 1982 г.) составляют 11065 руб.;
- 2) к эжекторной системе УЛФ подключено 8 резервуаров;
- 3) мощность, потребляемая насосом, входящим в НЭУ, в условиях нефтебаз составляет 9,4 кВт, а в условиях магистральных нефтепродуктопроводов (МНПП) – 75 кВт;
- 4) продолжительность работы данного насоса в течение года составляет: на нефтебазах – 5040 ч/год, в условиях МНПП – 6600 ч/год.

Расчеты, выполненные при сделанных допущениях, охватывали резервуары вместимостью от 400 до 10000 м<sup>3</sup>, расположенные в резервуарных парках нефтебаз и МНПП, при различных нормах дисконта и остаточных сроках службы резервуаров. Часть из полученных результатов представлена на рисунках 1, 2.



**Рис. 1. Зависимость величины Ka-критерия от коэффициента оборачиваемости резервуара с бензином типа РВС 1000 и нормы дисконта (E = 0,10; «Нефтебаза»; t<sub>c</sub> = 20 лет)**

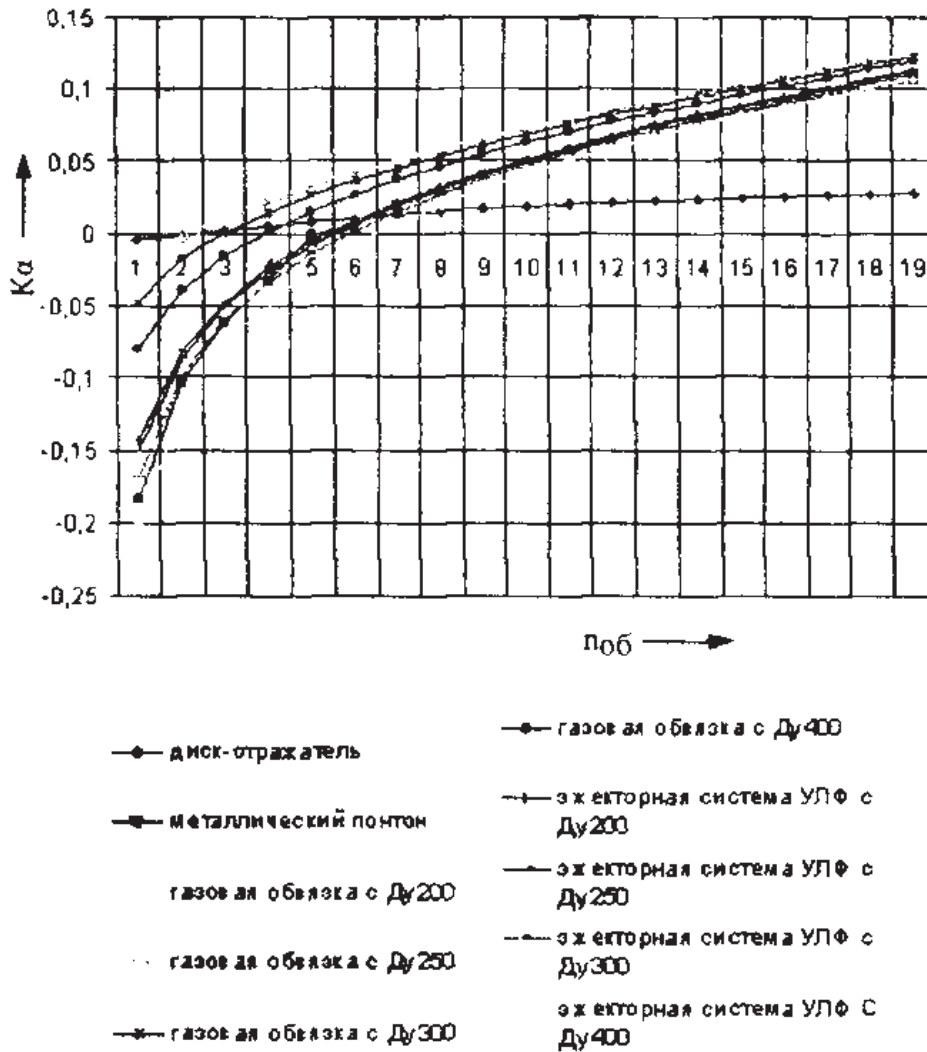


Рис. 2. Зависимость величины  $Ka$ -критерия от коэффициента оборачиваемости резервуара с бензином типа РВС 1000 и нормы дисконта ( $E = 0,15$ ; «Нефтебаза»;  $t_c = 20$  лет)

Из рисунков видно, что при увеличении коэффициента оборачиваемости величина  $Ka$ -критерия, как правило, также увеличивается (за исключением случая, когда  $E = 0,05$ ): для дисков-отражателей – по линейному закону; для остальных средств – по степенной зависимости.

При сроке службы  $t_c = 20$  лет и норме дисконта  $E = 0,15$  в условиях нефтебаз, как правило, использование эжекторных систем УЛФ более предпочтительно, чем других технических средств сокращения потерь. Диски-отражатели способны конкурировать с ними только в условиях нефтебаз на резервуарах РВС 400 при коэффициентах оборачиваемости 8...12 1/год. При более низких  $n_{об}$  применение всех средств сокращения потерь экономически нецелесообразно.

Такой характер изменения области применения дисков-отражателей объясняется следующим. Хотя эффективность дисков-отражателей при низких коэффициентах оборачиваемости очень мала, их стоимость также очень низка. В данной области относительно дорогостоящая эжекторная система УЛФ не может окупить себя сокращением потерь, а диски-отражатели с небольшой стоимостью, даже имея низкую эффективность, все равно дают экономический эффект. Следует, однако, отметить, что величина  $Ka$ -критерия для дисков-отражателей в данной области близка к нулю.

В условиях магистральных нефтепродуктопроводов картина сложнее. На резервуарах типа РВС с номинальной вместимостью до  $1000 \text{ м}^3$  включительно наилучшие технико-экономические показатели имеет газовая обвязка. На резервуарах РВС 2000 и РВС 3000 наиболее предпочтительно применение понтонов. На резервуаре РВС 5000 при коэффициентах оборачиваемости по 24 л/год включительно предпочтительнее использовать понтоны, а при  $n_{об} \geq 26$  л/год – эжекторную систему УЛФ (хотя при больших диаметрах ГО она до  $n_{об} \geq 28$  л/год может проигрывать понтонам). Наконец, на резервуарах номинальным объемом  $10000 \text{ м}^3$  и выше вне конкуренции эжекторная система УЛФ.

Уменьшение нормы дисконта до  $0,05 \dots 0,1$  (при  $t_c = 20$  лет) и остаточного срока службы резервуаров до 5 или 10 лет (при  $E = 0,15$ ) в условиях нефтебаз ведет к расширению области применения эжекторных систем УЛФ. В условиях резервуарных парков МНПП картина сложнее. Для резервуаров РВС 5000, например, уменьшение нормы дисконта до  $0,05$  или  $0,1$  (при  $t_c = 20$  лет) приводит к некоторому сокращению области применения эжекторной системы УЛФ, а уменьшение остаточного срока службы до 5 или 10 лет (при  $E = 0,15$ ) – к некоторому расширению.

При небольшой вместимости резервуаров и/или очень низких коэффициентах оборачиваемости применение большинства средств сокращения потерь бензина от испарения экономически нецелесообразно ( $Ka < 0$ ).

Указанные закономерности обусловлены сложным влиянием на величину  $Ka$ -критерия сразу нескольких определяющих факторов:  $S$ ,  $K_{гв}$ ,  $\mathcal{E}_{гв}$ ,  $t_c$  и  $E$ .

Сделанные выводы в отношении эффективности применения эжекторной системы УЛФ справедливы в случае, если к ней подключено 5 резервуаров с бензином. Если их будет меньше, то расширится область применения понтонов или газовой обвязки. При количестве подключенных резервуаров большем, чем 5 штук, эжекторная система УЛФ может стать вне конкуренции.

Приведенные выводы об области применения различных средств, сокращающих потери бензина из резервуаров, необходимо рассматривать как оценочные, так как, во-первых, они были получены при ряде упро-

щающих допущений, а во-вторых, в настоящее время цены на материалы и оборудование являются договорными. Поэтому по каждому конкретному объекту расчет величин  $Ka$ -критерия должен быть уточнен.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов / П.И.Тугунов [и др.]. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2002. – 658 с.
2. Коршак, А.А. Об эффективности применения газовых обвязок / А.А. Коршак, С.Л. Щепин // Трубопроводный транспорт-2005: тез. докл. междунар. учеб.-науч.-практ. конф. – Уфа, 2005. – С. 178 – 179.

**УДК 551.326.7/8.002.5:621.396.96**

### **ОПЫТ МНОГОЛЕТНЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДПОВЕРХНОСТНОГО РАДИОЛОКАЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ (GPR) ДЛЯ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГРУНТОВ ПРИ УТЕЧКАХ ИЗ ТРУБОПРОВОДОВ**

**А.А. Долгий, В.В. Маркуль**

*ООО «LatRosTrans», Даугавпилс, Латвия*

*Представлены многолетние (1999...2006 гг.) практические результаты применения технологии подповерхностного радиолокационного зондирования (GPR) для оценки электрофизических параметров загрязненных грунтов. Загрязнения вызваны утечкой нефтепродукта из трубопроводов или резервуарных парков. GPR-технология состоит из процедуры радиолокационного профилирования (РП) и снятия годографов по методике общей глубинной точки (ОГТ).*

*Данные GPR позволили получить значения толщины слоев грунта и их относительных диэлектрических проницаемостей. Эти значения связывались со степенью загрязнения грунтов, которая заверялась измерениями толщины плавающего слоя нефтепродукта в наблюдаемых скважинах и его концентрацией в пробах грунта, взятых из этих же скважин. Такие процедуры повторялись на протяжении 8 лет с целью определить устойчивую временную корреляцию данных GPR и данных заверяющего метода. Данные GPR позволили также производить мониторинг изменений степени загрязнения нефтепродуктами и обнаружить место утечки нефтепро-*