

УДК 665.6

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УЛАВЛИВАНИЯ ПАРОВ  
УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИ ХРАНЕНИИ И ПЕРЕВАЛКЕ НЕФТИ И  
НЕФТЕПРОДУКТОВ**

<sup>1</sup>*Журабек Туронович Бозоров, доцент, PhD. Университет экономики  
и педагогики, Карши, Узбекистан.*

<sup>2</sup>*Сарвар Турсунович Абдиев, старший преподаватель, Университет  
экономики и педагогики, Карши, Узбекистан*

**IMPROVEMENT OF HYDROCARBON VAPOR RECOVERY  
TECHNOLOGY DURING STORAGE AND TRANSSHIPMENT OF OIL  
AND OIL PRODUCTS**

<sup>1</sup>*J.T. Bozorov, Associate Professor, PhD, University of Economics and  
Pedagogy, Karshi, Uzbekistan.*

<sup>2</sup>*S.T. Abdiev, Senior lecturer, University of Economics and Pedagogy, Karshi,  
Uzbekistan*

**АННОТАЦИЯ**

*В работе рассмотрены процессы образования паровоздушной смеси (ПВС) при хранении и перевалке нефти и нефтепродуктов на нефтебазах. Проведён сравнительный анализ технологий улавливания паров углеводородов: конденсационной, адсорбционной, мембранной, абсорбционной и комбинированной. Выполнена оценка их эффективности и энергоёмкости. Обоснована целесообразность применения комбинированной технологии (абсорбция + мембранная сепарация + адсорбция переменного давления) для условий Узбекистана.*

**ABSTRACT**

*This paper examines the formation of vapor-air mixtures (VAMs) during the storage and transshipment of oil and petroleum products at oil depots. A comparative analysis of hydrocarbon vapor recovery technologies is provided: condensation, adsorption, membrane, absorption, and combined technologies. Their efficiency and energy consumption are assessed. The feasibility of using the combined technology (absorption + membrane separation + pressure swing adsorption) for Uzbekistan's conditions is substantiated.*

**Ключевые слова:** паровоздушная смесь, улавливание паров, углеводороды, абсорбция, мембранная сепарация, нефтебаза.

**Keywords:** steam-air mixture, vapor recovery, hydrocarbons, absorption, membrane separation, oil depot.

## 1. Введение

При хранении и перевалке нефти и нефтепродуктов неизбежно происходит испарение лёгких углеводородных фракций. Пары заполняют свободное пространство резервуаров и при «больших» и «малых дыханиях» выбрасываются в атмосферу, образуя паровоздушную смесь (ПВС).

Интенсивность выбросов определяется:

- фракционным составом нефти и нефтепродуктов;
- температурным режимом хранения;
- частотой операций налива и слива;
- конструктивными особенностями резервуаров.

Выбросы ПВС приводят к:

- загрязнению атмосферы;
- повышению пожаро- и взрывоопасности;
- прямым экономическим потерям ценных углеводородов.

Таким образом, задача улавливания паров имеет экологическое, эксплуатационное и экономическое значение.

## 2. Теоретические основы процесса улавливания

Процесс извлечения углеводородов из ПВС основан на законах фазового равновесия и массообмена. Основные расчётные зависимости:

1. Материальный баланс по углеводородам:

$$G_{\text{вх}} \cdot c_{\text{вх}} = G_{\text{вых}} \cdot c_{\text{вых}} + G_{\text{ул}};$$

где:

$G$  — расход газа, м<sup>3</sup>/ч;

$C$  — концентрация углеводородов, г/м<sup>3</sup>;

$G_{\text{ул}}$  — количество улавливаемых углеводородов.

2. Степень извлечения:

$$\eta = C_{\text{вх}} - C_{\text{вых}} / C_{\text{вх}} \cdot 100\%;$$

Глубина очистки зависит от коэффициента масса отдачи, площади контакта фаз и движущей силы процесса.

## 3. Сравнительный анализ технологий

Существующие методы улавливания ПВС подразделяются на:

- конденсационные;
- адсорбционные;
- мембранные;
- абсорбционные;

- комбинированные.

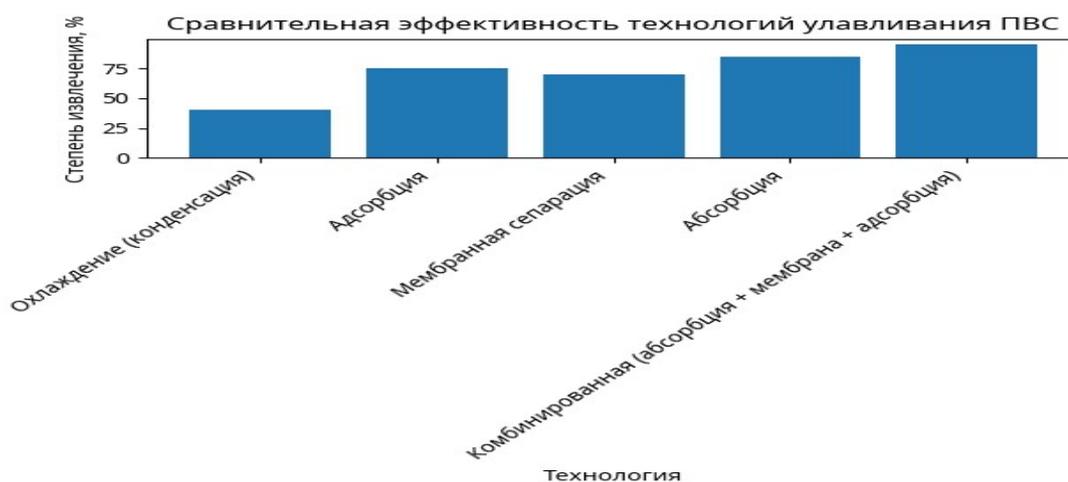
**Таблица.1**

**Сравнительная характеристика технологий улавливания ПВС**

Технология	Степень извлечения, %	Относительная энергоёмкость	Преимущества	Недостатки
Конденсация (-50 °С)	до 40	Высокая	Простота схемы	Высокие энергозатраты
Адсорбция	70–75	Средняя	Компактность	Сложная регенерация
Мембранная сепарация	65–75	Средняя	Непрерывность процесса	Ограниченный ресурс мембран
Абсорбция	80–85	Низкая	Глубокая очистка	Необходимость циркуляции абсорбента
Комбинированная	90–95	Средняя	Максимальная эффективность	Более сложная схема

**4. Результаты сравнительной оценки**

На основе анализа построена диаграмма эффективности различных технологий (рис. 1).



**Рисунок 1 — Эффективность технологий улавливания ПВС**

Анализ показывает, что:

- конденсационный метод характеризуется низкой эффективностью при высокой энергоёмкости;

- адсорбционные и мембранные методы обеспечивают среднюю степень очистки;
- абсорбция позволяет достигать 85 % извлечения;
- максимальная степень очистки (до 95 %) достигается при комбинированной технологии.

### **5. Обоснование выбора комбинированной технологии**

Для условий нефтебаз Узбекистана характерны:

- большие объёмы ПВС (до 2,3 млн м<sup>3</sup>/год);
- переменные режимы работы;
- высокие требования к экологической безопасности.

Комбинированная технология включает:

1. Сжатие ПВС жидкостно-кольцевым компрессором (0,35 МПа);
2. Абсорбцию углеводородов бензином;
3. Мембранную сепарацию остаточных фракций;
4. Адсорбцию переменного давления для окончательной очистки.

Достигаемые показатели:

- содержание углеводородов — не более 10 г/м<sup>3</sup>;
- содержание бензола — не более 5 мг/нм<sup>3</sup>;
- степень извлечения — до 95 %.

Экономический эффект формируется за счёт возврата улавливаемых углеводородов в товарный продукт.

### **6. Заключение**

Проведённый анализ показал, что:

1. Улавливание паров углеводородов является важной экологической и технологической задачей.
2. Наиболее эффективной является комбинированная технология, обеспечивающая степень извлечения до 95 %.
3. Применение данной схемы позволяет:
  - снизить выбросы в атмосферу;
  - повысить промышленную безопасность;
  - сократить потери нефтепродуктов.

Внедрение комбинированных установок улавливания ПВС целесообразно для крупных нефтебаз и перевалочных комплексов.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Sharipov, K., & Bozorov, J. (2021, September). Key factors reducing energy consumption in gas supply. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 839, No. 4, p. 042083). IOP Publishing.

2. В.Н. Щелкачев. Отечественная и мировая нефтедобыча – история, современное состояние и прогнозы. -М.: «Недра», -2002 г, -132 с.

3. А.А. Коршак, Г.Е. Корабейников, Е.М. Муфтахов. Нефтебазы и АЗС: учеб. пособие / – Уфа: Дизайн полиграф сервис, 2006. – 416 с.

4. П.И. Тугунов и др. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов: учеб. пособие для вузов/ – Уфа: ООО «Дизайн-Полиграф Сервис», 2012. – 658 с.