

2.1.3 Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (технические науки)

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ КОМБИНИРУЕМОЙ РАБОТЫ ИНДУКЦИОННЫХ ИСПАРИТЕЛЕЙ В ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ СХЕМЕ ИСПАРЕНИЯ СЖИЖЕННОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО ГАЗА

А.В. РУЛЕВ, д-р техн. наук
nautech@inbox.ru

A.V. RULEV, Dr. Sci. (Tech.)

Ю.Е. НИКОЛАЕВ, д-р техн. наук

Y.E. NIKOLAEV, Dr. Sci. (Tech.)

А.А. СИДОРИН, аспирант

A.A. SIDORIN, Postgraduate Student

С.С. КУЗНЕЦОВ, канд. техн. наук

S.S. KUZNETSOV, Cand. Sci. (Tech.)

Саратовский государственный технический университет, Российская Федерация, Саратов
State Technical University of Saratov, Russian Federation, Saratov

Аннотация: В современной практике газоэнергоснабжения жилых, коммунально-бытовых и промышленных объектов от резервуарных установок сжиженных углеводородных газов при их эксплуатации возникает необходимость в искусственном испарении сжиженных газов с низким содержанием пропана с применением электрических проточных трубных испарителей. С целью энергосбережения при испарении сжиженных газов предлагается использовать комбинированную схему работы индукционных испарителей при регазификации сжиженного углеводородного газа с высоким содержанием бутановых фракций, с использованием теплоты от грунтового массива и плоского взрывозащищенного электрического нагревателя. Предложена схема, в которой частичное испарение жидкой фазы осуществляется за счет тепла грунтового теплообменника, в зимний период дополняемого теплом от плоского взрывозащищенного электрического нагревателя, после чего паровая фаза подается в индукционный испаритель для окончательного испарения и стабилизации подачи газа потребителю. По приведенным аналитическим расчетам, в холодном климате для сжиженных углеводородных газов с содержанием 35% пропана годовая экономия электроэнергии достигает около 49,4% по сравнению с применением электрических испарителей сжиженных газов, работающих без использования на нужды испарения теплоты от грунтового массива и плоского взрывозащищенного электрического нагревателя.

Ключевые слова: регазификация, грунтовой теплообменник, индукционный испаритель, пропан-бутановая смесь, энергетическая эффективность, автоматическое управление

Список источников

1. Катюха П. Б. Мировой рынок энергоресурсов: структура, ценообразование, тенденции = Global energy market: structure, pricing, trends

structure, pricing, trends: монография / П. Б. Катюха. М.: РГУ нефти и газа (НИУ) им. И. М. Губкина, 2020. 384 с.

2.Осипова Н. Н. Тенденция мирового потребления углеводородов / Н. Н. Осипова, Д. С. Яковлев // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2023. № 1(15) С. 211–215.

3.Rockall J. The Role of LPG in Shaping the Energy Transition / J. Rockall // WLPGA. 27 June 2023. <https://www.worldliquidgas.org/news/the-role-of-lpg-in-shaping-the-energy-transitionby-james-rockall-ceo-managing-director-wlpga/> (дата обращения 08.10.2025 г.).

4.Thompson S.M. and et al. Liquefied Petroleum Gas. In Handbook of Fuels / S.M. Thompson, G. Robertson, R. Myers, R. Schütze, 2021. <https://doi.org/10.1002/9783527813490.ch5>.

5.Справочник по автономному и резервному газоснабжению. <https://fas.su/справочник-суг/>(дата обращения 08.10.2025 г.)

6.Справочник промышленного газового оборудования. <https://gazovik-gaz.ru/spravochnik.html> (дата обращения 08.10.2025 г.).

7.Рулев А.В. Разработка испарителя сжиженных углеводородных газов с минимальной материалоемкостью и определение зоны его использования с учетом неопределенности ценовых факторов /А.В. Рулев, А.А. Сидорин // Научный журнал строительства и архитектуры. 2025. № 2 (78). С. 56-67.

8.Курицын Б.Н. Системы снабжения сжиженным газом / Б.Н. Курицын. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1988. 196 с.

9. СП 131.13330.2025 «СНиП 23-01-99 * Строительная климатология».

<https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/432245/>

10. Физико-химические свойства индивидуальных углеводородов: (Рекомендуемые значения) / Под ред. проф. В. М. Татевского. Москва: Гостоптехиздат, 1960. 412 с.

DEVELOPMENT OF PRINCIPLES OF COMBINED OPERATION OF INDUCTION EVAPORATORS IN AN ENERGY-SAVING SCHEME FOR EVAPORATION OF LIQUEFIED HYDROCARBON GAS

Abstract. *In the modern practice of supplying residential, municipal, and industrial facilities with gas from liquefied petroleum gas storage tanks, the need arises for artificial evaporation of liquefied gases with a low propane content using electric flow-through tube evaporators. To achieve energy conservation during evaporation of liquefied gases, a combined operation scheme of induction evaporators is proposed for the regasification of liquefied petroleum gas with a high butane fraction content, using heat from the ground mass and a flat explosion-proof electric heater. The proposed scheme involves partial evaporation of the liquid phase due to the heat of a ground heat exchanger, supplemented in winter by heat from a flat explosion-proof electric heater. The vapor phase is then fed to the induction evaporator for final evaporation and stabilization of the gas supply to the consumer. According to the analytical calculations provided, in cold climates, annual energy savings for liquefied petroleum gas containing 35% propane reach approximately 49.4% compared to the use of electric liquefied gas evaporators operating without the use of ground heat or a flat, explosion-proof electric heater.*

Keywords: *: regasification, ground heat exchanger, induction evaporator, propane-butane mixture, energy efficiency, automatic control.*

References

1. Katyukha P. B. Mirovoi rynek ehnergoresursov: struktura, tsenoobrazovanie, tendentsii = Global energy market: structure, pricing, trends Global energy market: structure, pricing, trends : monografiya / P. B. Katyukha. – М.: РГУ нефти и газа (НИУ) им. И. М. Губкина, 2020. 384 с (in Russ.)

2. Osipova N. N. Tendentsiya mirovogo potrebleniya uglevodorodov / N. N. Osipova, D. S. Yakovlev // Resursoehnergoehffektivnye tekhnologii v stroitel'nom komplekse regiona. 2023. № 1(15). S. 211–215. (in Russ.)

3. Rockall J. The Role of LPG in Shaping the Energy Transition / J. Rockall // WLPGA : 27 June 2023. <https://www.worldliquidgas.org/news/the-role-of-lpg-in-shaping-the-energy-transitionby-james-rockall-ceo-managing-director-wlpga/> (

4. Thompson S.M. and et al. Liquefied Petroleum Gas. In Handbook of Fuels / S.M. Thompson, G. Robertson, R. Myers, R. Schütze, 2021. <https://doi.org/10.1002/9783527813490.ch5>.

5. Spravochnik po avtonomnomu i rezervnomu gazosnabzheniyu [https://fas.su/spravochnik-sug/\(data obrashcheniya 08.10.2025 g.\)](https://fas.su/spravochnik-sug/(data obrashcheniya 08.10.2025 g.)) (in Russ.)

6. Spravochnik promyshlennogo gazovogo oborudovaniya <https://gazovik-gaz.ru/spravochnik.html> (data obrashcheniya 08.10.2025 g.). (in Russ.)

7. Rulev A.V. Razrabotka isparitelya szhizhennykh uglevodorodnykh gazov s minimal'noi materialoemkost'yu i opredelenie zony ego ispol'zovaniya s uchetom

neopredelennosti tsenovykh faktorov /A.V. Rulev, A.A. Sidorin. Nauchnyi zhurnal stroitel'stva i arkhitektury. 2025. № 2 (78). S. 56-67. (in Russ.)

8. Kuritsyn B.N. Sistemy snabzheniya szhizhennym gazom / B.N. Kuritsyn. – Saratov: Izd-vo Sarat. un-ta, 1988. – 196 s. (in Russ.)

9. SP 131.13330.2025 «СНИП 23-01-99 * Stroitel'naya klimatologiya».

<https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/432245/> (in Russ.)

10. Fiziko-khimicheskie svoystva individual'nykh uglevodorodov: (Rekomenduemye znacheniya) / Pod red. prof. V. M. Tatevskogo. – Moskva: Gostoptekhizdat, 1960. – 412 s. (in Russ.).

© Рулев А.В., Николаев Ю.И., Сидорин А.А., Кузнецов С.С., 2025