

[3, 4]. Регулируемая площадь сечения сопла позволяет управлять газодинамическими характеристиками потоков.

Например, в работе [5] представлено исследование эксплуатационных характеристик эжектора с изменяемой площадью сопла на основе анализа экспериментальных данных, и показана возможность увеличения эффективности системы с таким эжектором по сравнению с традиционными.

Эффективные эжекторные системы востребованы и находят все большее применение в

областях добычи, транспортировки, хранения и переработки углеводородного сырья, а также в установках преобразования энергии, получаемой из возобновляемых источников и системах рекуперации энергии [6].

Таким образом разработка методов и подходов контроля геометрических параметров газовых эжекторов, таких как диаметр сопла и его вылет в приемной камере и их оптимизация с целью повышения производительности является актуальной задачей современного машиностроения.

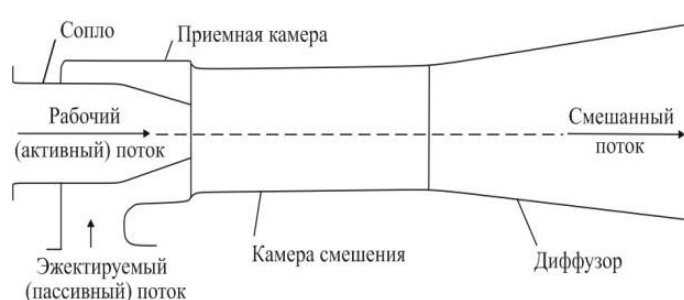


Рис. 1. Схема газового эжектора

Список литературы

1. Singhal G., Dawar A.L., Subbarao P.M.V. Application of profiled ejector in chemical lasers // *Appl. Therm. Eng.* – 2008. – 28. – 1333–1341.
2. Sun D.W., Eames I.W. Recent developments in the design theories and applications of ejectors-A review // *J. Inst. Energy.* – 1995. – 68. – 65–79.
3. Zhang Z., Feng X., Tian D., Yang J., Chang L. Progress in ejector-expansion vapor compression refrigeration and heat pump systems // *Energy Convers. Manag.* – 2020. – 207. – 112529.
4. Yan J., Li R., Wang C. Optimization of Three Key Geometries of a Steam Ejector under Var-
- ied Primary Nozzle Geometries // *Entropy.* – 2022. – 25. – 15.
5. Li C., Yan J., Li Y., Cai W., Lin C., Chen H. Experimental study on a multi-evaporator refrigeration system with variable area ratio ejector // *Appl. Therm. Eng.* – 2016. – 102. – 196–203.
6. Zhang H., Zhao H., Zhang X. et al. Performance Improvement of Two-Phase Steam Ejector based on CFD Techniques, Response Surface Methodology and Genetic Algorithm // *J. Therm. Sci.* – 2024. – <https://doi.org/10.1007/s11630-024-1923-2>.

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОВОГО ЭЖЕКТОРА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Д. А. Савлук, А. А. Савлук

Научный руководитель – к.т.н., доцент ОМШ И. А. Лысак

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

dab47@tpu.ru

Эжекторные устройства на сегодняшний день имеют всё большее применение и активно интегрируются в сложные системы, предназна-

ченные для преобразования энергии в нестационарных условиях, которые применяются в экологически чистой и ресурсосберегающей

энергетике, а также для повышения эффективности добычи углеводородного сырья [1–3]. Однако эжекторы с неизменяемой геометрией (т. е. с фиксированным соотношением площади среза сопла и площади горловины сопла), схема конструкции которых представлена на рисунке 1, могут работать с максимальным коэффициентом полезного действия (КПД) только при одном давлении или температуре [4, 5].

В работе газовых эжекторов существует предельный (критический режим) при котором рост давления высоконапорного газа не приводит к увеличению количества подсосываемого газа. Экспериментальные данные [2, 5] показали, что при постоянных параметрах первичного и вторичного потока газа производительность эжекторов стабильна до достижения критического значения, после которого коэффициент увеличения быстро снижается.

Таким образом конструкцию эжекторов возможно эффективно оптимизировать только для эксплуатации при постоянных условиях. Небольшое отклонение от стационарных условий работы (например, динамические изменения

температуры и/или давления из-за переменных условий окружающей среды и внешних условий) может уменьшать эффективность работы эжекторов с фиксированной конфигурацией сопла и привести к резкому уменьшению производительности всей системы. Разработка аппаратов с кольцевыми регулирующими соплами является решением проблемы снижения эффективности эжектора в нестабильных условиях. Различие между типичным эжектором с изменяемой геометрией и эжектором с фиксированной геометрией заключается в том, что его конструктивные особенности дают возможность изменять площадь сопла и позволяют контролировать массовый расход первичного потока для обеспечения оптимальной производительности в различных условиях [6, 7].

Таким образом, разработка научных подходов к динамической оптимизации эксплуатационных параметров газовых эжекторов, таких как температура и давление имеет важное значение для повышения производительности установок, обеспечивающих рациональное использование углеводородных ресурсов планеты.

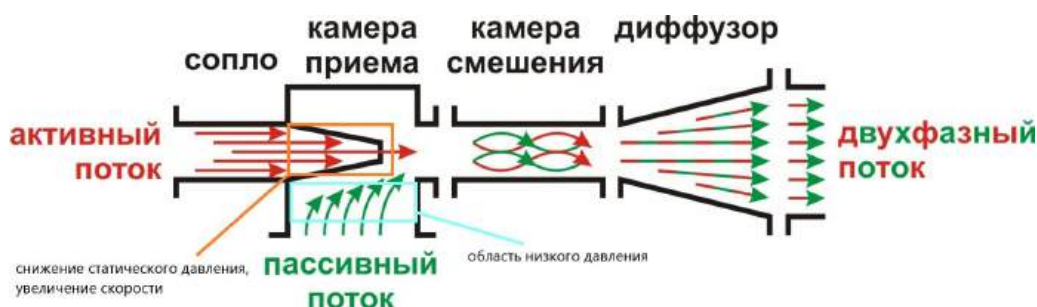


Рис. 1. Схема конструкции эжектора

Список литературы

1. Tashtoush B., Nayfeh Y. Energy and economic analysis of a variable-geometry ejector in solar cooling systems for residential buildings // *J. Energy Storage*. – 2019. – 27. – 101061.
2. Tashtoush B.M., Al-Nimr M.A., Khasawneh M.A. A comprehensive review of ejector design, performance, and applications // *Appl. Energy*. – 2019. – 240. – 138–172.
3. Yang D., Wen X., Zhong J., Feng T., Deng T., Li X. Compressed Air Energy Storage System with Burner and Ejector // *Energies*. – 2023. – 16. – 537.
4. Singhal G., Dawar A.L., Subbarao P.M.V. Application of profiled ejector in chemical lasers // *Appl. Therm. Eng.* – 2008. – 28. – 1333–1341.
5. Sun D.W., Eames I.W. Recent developments in the design theories and applications of ejectors-A review // *J. Inst. Energy*. – 1995. – 68. – 65–79.

6. Zhang Z., Feng X., Tian D., Yang J., Chang L. *Progress in ejector-expansion vapor compression refrigeration and heat pump systems // Energy Convers. Manag.* – 2020. – 207. – 112529.
7. Yan J., Li R., Wang C. *Optimization of Three Key Geometries of a Steam Ejector under Varied Primary Nozzle Geometries // Entropy.* – 2022. – 25. – 15.

ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ НИТРАТА ТОРИЯ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ СВЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ ДВУХ СОПРЯЖЕННЫХ РЕАКЦИЙ, КАТАЛИЗИРУЕМЫХ БАКТЕРИАЛЬНЫМИ ФЕРМЕНТАМИ

А. А. Семенова¹, В. В. Медведев¹, О. В. Колесник²
Научный руководитель – к.б.н., доцент ОЯТЦ А. С. Сачкова

¹ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
Россия, 634050, г. Томск, проспект Ленина, 30
a.smnv296@gmail.com

²ФИЦ КНЦ Институт биофизики СО РАН
г. Красноярск

Введение: загрязнение вод радионуклидами способствует развитию методов быстрого мониторинга окружающей среды [1]. Биологические методы контроля позволяют быстро оценить наличие некоторых загрязнений, например, Th-232, не обнаруживаемого химическими методами [2]. Биolumинесцентный анализ стал одним из перспективных экспрессных методов оценки водной среды и изучения механизмов воздействия токсичных соединений на биологические объекты [3].

В работе использовали биolumинесцентную систему двух сопряженных реакций, катализируемых ферментами NAD(P)H:FMN-оксидоредуктазой и люциферазой (далее – биферментная система). Данная система является моделью живой клетки по изменению её параметров можно косвенно судить о состоянии организма.

Цель: исследование влияния нитрата тория на интенсивность биolumинесценции биферментной системы и генерацию активных форм кислорода (АФК).

Материалы и методы: для регистрации кинетики хемилюминесцентного и биolumинесцентного сигналов использовался планшетный биolumинометр Luminoskan Ascent. Используемые реактивы: комплекс реактивов аналитической биolumинесценции (КРАБ); C₁₄H₂₈O; торий азотнокислый; дистиллированная вода; NADH; FMN.

Результаты и обсуждения: проводили измерения интенсивности биolumинесценции и содержания АФК при концентрациях нитрата тория в диапазоне концентраций от 10⁻¹¹ М до 10⁻⁵ М. Интенсивность свечения системы в растворах Th(NO₃)₄ концентрации 10⁻¹¹–10⁻⁷ М не

оказывают значительного влияния. В то время как концентрации 10⁻⁶–5•10⁻⁵ М активируют биolumинесценцию примерно на 20–40 %. При 150 минутах активация идет на спад, что может быть связано собою временем протекания реакции. Активация в целом может быть результатом и радиационного воздействия Th(NO₃)₄ на субстраты и, в первую очередь, на фермент, вызывая усиление свечения.

Было исследовано относительное содержание АФК в растворах нитрата тория. При всех концентрациях раствора Th(NO₃)₄ наблюдается падение содержания АФК при первых 20 минутах. Далее уровень АФК приближается к контролю. В растворах нитрата тория концентрации 10⁻⁶–5•10⁻⁵ М наблюдается увеличение содержания АФК начиная от 50 минут от 20 % до 40 %. В качестве примера (рисунок 1) представлена зависимость количества АФК и интенсивности биolumинесценции в растворах Th(NO₃)₄ (C = 10⁻⁶ М).

Биolumинесценция и АФК имеют обратную зависимость. При 20 минутах свечение системы увеличивается примерно на 20 %, снижение кривой АФК имеет схожую тенденцию. Коэффициент корреляции между интенсивностью биolumинесценции и образованием АФК в растворах нитрата тория с концентрацией 10⁻⁶ М составил (r) = –0,82.

Выводы: определено влияние Th(NO₃)₄ на интенсивность биolumинесценции и генерацию АФК в биферментной системе. Показана обратная зависимость между биolumинесцентным откликом и снижением образования АФК в водных растворах с добавлением нитрата тория.