

# ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ ПЕНЫ В СПЕЦИАЛЬНОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ И РЕГЕНЕРАЦИИ ВОДЫ, РАБОТАЮЩЕМ БЕЗ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ

**Попов В.В.**

*Попов Виктор Владимирович - специалист по данным,  
ООО Орех Analytics, г. Чикаго, Соединенные Штаты Америки,  
магистр компьютерных наук,  
Корнелльский университет, г. Нью Йорк, Соединенные Штаты Америки,  
бакалавр мехатроники и робототехники,  
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, г. Москва*

**Аннотация:** в данной статье рассматривается применение интеллектуальных генераторов пены в специальном технологическом оборудовании для очистки и регенерации воды. Такой подход имеет целый ряд преимуществ, в число которых входят высокая энергоэффективность, достигаемая за счет низкого энергопотребления составных компонентов, компактность предлагаемого решения, позволяющая беспрепятственно осуществлять его интеграцию в существующие производственные и технологические процессы, а также возможность использования искусственных нейронных сетей для управления устройством, позволяющая повысить робастность и гибкость всей системы, а также точность отработки поставленной задачи.

**Ключевые слова:** интеллектуальный генератор пены, робототехника, регенерация неорганической жидкости, искусственный интеллект.

## **Введение**

Генераторы пены, используемые для очистки и регенерации воды, играют в структуре этой и подобных линий исключительно важную роль. Одной из задач, решаемых при помощи генераторов пены являются задачи комплексной подготовки поверхности плат тонкоплёночных микросборок для соответствия требованиям всех процессов фотолитографии, включая отмывку и химическую обработку. Также другой задачей является применение генераторов пены для комплексной очистки и регенерации технологической воды, в том числе и де-ионизованной воды. Как показала практика, особенно эффективным является отделение органических загрязнений от технологической воды путём перевода их в пену с последующим механическим удалением. Отсутствие в этих процессах химических реагентов как раз и обеспечивает тот необходимый уровень качества.

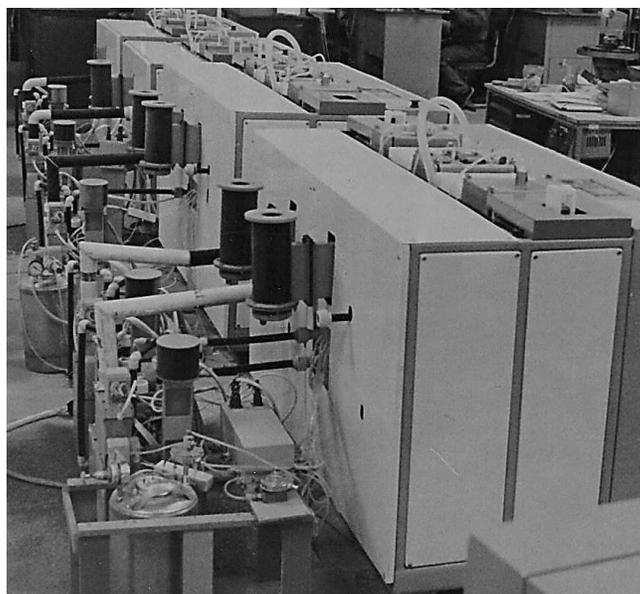


Рис. 1. Автоматическая линия для фотолитографии на платах тонкоплёночных микросборок, состоящая из самостоятельных автоматических модулей в инфраструктуре которых интегрированы генераторы пены

### Структура установки для очистки воды

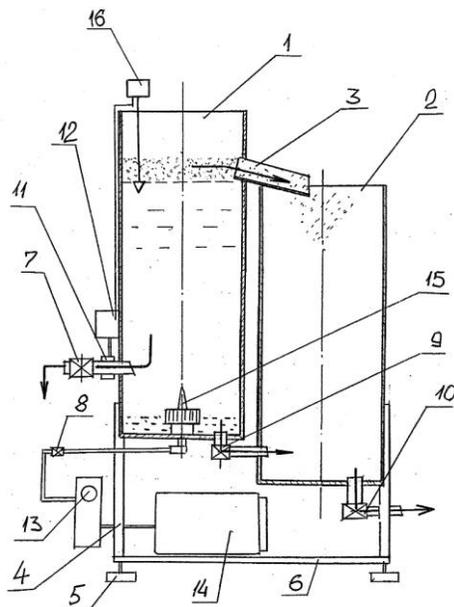


Рис. 2. Общая схема и компоновка установки для очистки воды от загрязнений в основном нефтяного происхождения

Процесс очистки в ней идёт без применения химических реагентов, а только за счёт применения аэродинамического генератора пены, при помощи которого загрязнения превращаются в пену или (в зависимости от вида загрязнения) в микро – пену, после чего удаляются и вода или другая жидкость регенерируются и используются повторно.

Цифрами на рисунке обозначены: 1) танк (колонна) для очищаемого раствора; 2) танк (колонна) для сбора пены; 3) лоток для перетока пены из ёмкости 1 в ёмкость 2; 4) несущая конструкция системы для очистки без применения химических реагентов, а только при применении аэродинамического генератора пены; 5) опорные и регулировочные винты системы; 6) элементы каркаса системы, в том числе и несущие; 7) регулировочный вентиль для выпуска очищенной воды, после того, как пена по лотку 3 по уровню стекает в сборник пены 2; 8) регулировочный вентиль, для регулировки объёмов подачи сжатого воздуха на аэродинамический генератор пены; 9) вентиль для периодического выпуска частиц нефтепродуктов, опавших на дно ёмкости 1 в процессе формирования пены из более лёгких фракций; 10) вентиль для периодического выпуска пены из ёмкости 2 в утилизационный автомобиль – цистерну или любой другой эквивалентный объект; 11) электромагнитный и резонансный сенсор, предназначенный для онлайн контроля концентрации загрязнений в регенерированной воде или любом другом растворе; 12) сенсор для определения остаточной концентрации углеводов в регенерированной жидкости; 13) система контроля и управления компрессором, включая контроль давления в потоке сжатого воздуха, подаваемого на аэродинамический генератор пены; 14) компрессор; 15) аэродинамический генератор пены, имеющий несколько вариантов регулировки выходных параметров: размеры капсул пены, диаметр пузырьков воздуха в капсулах; 16) датчик уровня жидкости в танке или колонне номер 1.

### Принципиальная схема автономной комплексной системы для регенерации воды

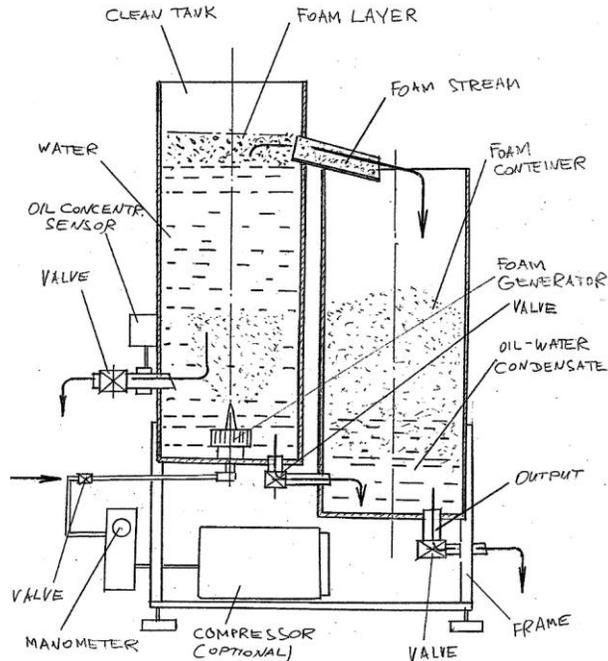


Рис. 3. Принципиальная рабочая схема всех взаимосвязей элементов и компонентов автономной комплексной системы для регенерации воды или других неорганических растворов, загрязнённых отходами нефтепродуктов, без применения каких либо химических реагентов, только с применением техники и технологии аэродинамической генерации пены

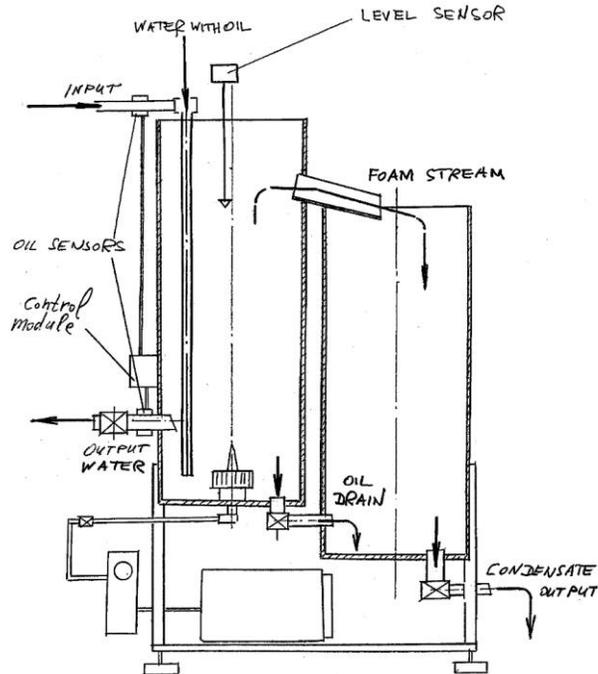


Рис. 4. Принципиальная схема применения аэродинамического генератора пены в технологии онлайн очистки воды от нефти или топливных органических загрязнений

Как видно из рисунка оборудование полностью автоматизированное и представляет собой сквозной модуль в котором извлечение нефтепродуктов и другой органики из воды производится путём превращения их в пену с последующим отделением этой пены от потока воды. Предложенная схема отличается низким энергопотреблением, так как всё, что необходимо для работы системы - это затраты энергии на компрессор.

Кроме энергетического преимущества, эта схема исключительно проста и компактна, что позволяет её встраивание в любой технологический процесс без необходимости что либо изменять.

#### **Заключение**

Таким образом можно сделать обоснованный вывод о том, что локальная техническая система - аэродинамический генератор пены - с учётом всех его отличительных признаков и необычных технических эффектов может быть использован в многих производственных и технологических процессах, как эффективное дополнение к применяемому технологическому оборудованию и оснастке, причём параллельно с комплексной оптимизацией системы в комплексы с цифровым программным управлением и автоматическим контролем с применением элементов искусственного интеллекта и искусственных нейронных сетей.

#### **Список литературы**

1. *Soylu Mustafa*. “Water-soluble regenerated fiber production from calluna vulgaris plant species” U.S. Patent 20190024307, issued January 24, 2019.
2. *Monzyk Bruce F. et al.* “Water purification” U.S. Patent 20170210639, issued July 27, 2017.
3. *Popov V.* “Transformation of Aerodynamic Capture Principle to Dynamic Activation of Fuel Mixture principle, Program and Associated Method of Preliminary Tests“, "Intellectual Archive" journal, Vol. 8. № 3, 2019. doi: 10.32370/IAJ.2157.
4. *Lai Tsai-Ta Christopher et al.* “Media, systems, and methods for wastewater regeneration” U.S. Patent 20170291829, issued October 12, 2017.
5. *Singh Surinder Prabhjot et al.* “Method and system for treatment of a gas stream that contains carbon dioxide” U.S. Patent 20180001259, issued January 4, 2018.
6. *Qin Henry Z. et al.* “Water treatment and steam generation system for enhanced oil recovery and a method using same” U.S. Patent 20180023804, issued January 25, 2018.
7. Попов В. “Edge AI: контроль производственных установок”, журнал “Открытые системы. СУБД”,. 2019. № 4. С. 24–25. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.osp.ru/os/2019/04/13055229/](http://www.osp.ru/os/2019/04/13055229/). ISSN 1028-7493.
8. *LU James Cheng-Shyong.* “Process and equipment for high-speed recycling and treatment of organic wastes and generation of organic fertilizer thereby” U.S. Patent 20180370867, issued December 27, 2018
9. *O’Rear; Dennis John et al.* “Compositions and methods for removing heavy metals from fluids” U.S. Patent 20170158976, issued June 8, 2017.
10. *Cioanta Iulian et al.* “Systems and methods for separating heavy water from normal water using acoustic pressure shock waves” U.S. Patent 20170066663, issued March 9, 2017.
11. *Needham Riley B. et al.* “Surfactant removal from produced waters” U.S. Patent 20160368786, issued December 22, 2016.
12. *Popov V.* “Application of vortical foam generators in automatic photolithography lines with control systems including elements of artificial intelligence and artificial neural networks“, Vestnik Nauki I Obrazovaniya №21 (75). 2019. doi: 10.24411/2312-8089-2019-12101.
13. *De Souza Guillaume.* “Water pretreatment unit using a fluorinated liquid” U.S. Patent 20160318771, issued November 3, 2016.
14. *Kaplan Allen et al.* “New and improved system for processing various chemicals and materials” U.S. Patent 20160045841, issued February 18, 2016.