

**ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОЛИВА  
В ТЕПЛИЧНЫХ КОМПЛЕКСАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИ АКТИВИРОВАННОЙ ВОДЫ  
STUDY OF AUTOMATED IRRIGATION SYSTEM IN GREENHOUSE  
COMPLEXES USING ELECTROCHEMICALLY ACTIVATED WATER**

**Грибанов А.А., к.т.н., доцент**

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

г. Воронеж, Россия

vgltaapp@mail.ru

**Gribanov A.A., PhD (Engineering), Associate professor**

FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies  
named after G.F. Morozov"

Voronezh, Russian Federation

**Аннотация:** Электрохимическая активация воды представляет собой инновационный подход к обработке воды с целью улучшения её качества через изменение её химических и физических свойств. Анализируя возможное использование ЭАВ в сельском хозяйстве, промышленности и медицине, данная статья оценивает её потенциал для повышения плодородия почв и улучшения роста растений в условиях тепличного комплекса. Несмотря на предполагаемые преимущества, такие как борьба с патогенами и увеличение урожайности, необходимы дальнейшие исследования для оценки эффективности метода и экономической целесообразности его широкомасштабного применения.

**Abstract:** Electrochemical activation of water represents an innovative approach to water treatment aimed at enhancing its quality by altering its chemical and physical properties. Examining the potential use of ECAW in agriculture, industry, and medicine, this article assesses its potential for improving soil fertility and plant growth within greenhouse complexes. Despite the anticipated advantages, such as combating pathogens and increasing crop yields, further research is needed

to evaluate the efficacy of the method and the economic feasibility of its widespread application.

**Ключевые слова:** электрохимическая активация воды, управление водными ресурсами, установки для ЭАВ, борьба с патогенами, урожайность, устойчивое земледелие, тепличные комплексы, автоматизированная система полива, повышение плодородия почвы, сельское хозяйство.

**Keywords:** electrochemical water activation, water resource management, ECAW units, pathogen control, crop yield, sustainable farming, greenhouse complexes, automated irrigation system, soil fertility improvement, agriculture.

Электрохимическая активация воды (ЭАВ) – это процесс обработки воды, который включает в себя применение электрического тока для изменения её химических и физических свойств. Предполагается, что этот процесс может улучшить качество воды и сделать её более полезной для различных целей, включая сельское хозяйство, промышленность и даже медицину. Однако эффективность и полезность ЭАВ подвержена дискуссиям в научном сообществе. Рассмотрим основные аспекты этого вопроса:

Улучшение качества воды. Сторонники ЭАВ утверждают, что процесс может уменьшить концентрацию вредных примесей, таких как бактерии, вирусы и тяжелые металлы, что делает воду более безопасной для потребления. Однако эти утверждения требуют дополнительных исследований и подтверждения, так как многие факторы, такие как начальное качество воды и условия обработки, могут существенно влиять на результат.

Активация воды для сельского хозяйства. Некоторые исследования показывают, что ЭАВ может увеличить плодородие почвы и улучшить рост растений за счёт стимуляции их физиологических процессов. Однако эффективность этого метода может варьировать в зависимости от типа почвы, климатических условий и других факторов, а также требует дальнейших исследований.

Промышленное применение. В промышленности ЭАВ может использоваться для обработки воды для технических целей, таких как очистка и растворение минеральных отложений. Однако эффективность этого метода может быть ограничена и может потребовать дополнительных химических процессов для достижения оптимальных результатов.

Некоторые исследования предлагают, что ЭАВ может иметь потенциал для применения в медицине, например, для очистки воды для медицинских

процедур или для лечения кожных заболеваний. Однако для подтверждения этих утверждений требуются дополнительные клинические исследования и тестирование.

В целом, хотя ЭАВ имеет потенциал как метод обработки воды, его полезность и эффективность могут варьироваться в зависимости от конкретного применения и условий эксплуатации. Дальнейшие исследования и эксперименты необходимы для более точного определения его преимуществ и ограничений.

Для тепличных комплексов электрохимически активированная вода может быть интересной альтернативой для полива и обработки почвы. Одним из потенциальных преимуществ использования ЭАВ в тепличном хозяйстве является возможность улучшения качества воды, что может привести к улучшению роста растений и повышению урожайности. Кроме того, электрохимическая обработка воды может помочь в борьбе с патогенами и болезнями растений, что особенно важно в условиях органического или интегрированного земледелия.

Однако, прежде чем внедрять ЭАВ в тепличные комплексы, необходимо учитывать несколько факторов. Во-первых, необходимо провести исследования, чтобы оценить конкретные эффекты обработки воды на конкретные культуры и условия выращивания. Во-вторых, стоимость и сложность оборудования для электрохимической активации воды могут оказаться непропорционально высокими для многих тепличных хозяйств, особенно для малых и средних предприятий. Наконец, необходимо учитывать потенциальные негативные эффекты, такие как образование химических соединений, которые могут быть вредными для растений или окружающей среды.

Тем не менее, с учетом проведения дополнительных исследований и тестирования, использование электрохимически активированной воды в тепличных комплексах может стать перспективным направлением развития, способствуя улучшению урожайности и устойчивости культур к болезням и патогенам.

Обзор перспективных установок для производства электрохимически активированной воды приведен в табл.1.

Таблица 1 – Установки для производства электрохимически активированной воды

Установка	Характеристики	Достоинства	Недостатки
Электролизёр с протонообменной мембраной (PEM)	Высокая плотность тока, высокая эффективность, быстрый отклик	Дороговизна, низкая толерантность к примесям	Пропускание протонов через мембрану, разделяющую водород и кислород
Твердооксидный электролизёр (SOEC)	Высокая температура работы, возможность использования различных видов топлива	Низкая плотность тока, высокая стоимость	Окисление ионизированного кислорода на аноде, восстановление водорода на катоде
Щелочной электролизёр (AEL)	Низкая стоимость, высокая толерантность к примесям	Низкая плотность тока, низкая эффективность	Электролиз водного раствора щелочи
Анионообменная мембранная (AEM) электролизёр	Высокая толерантность к примесям, низкая стоимость	Низкая плотность тока, низкая эффективность	Пропускание гидроксид-ионов через мембрану, разделяющую водород и кислород
Гидротермальный электролизёр (HTE)	Низкая температура работы, использование возобновляемых источников энергии	Низкая плотность тока, низкая эффективность	Электролиз воды с использованием возобновляемых источников энергии

Исследование автоматизированной системы полива в тепличных комплексах с использованием электрохимически активированной воды нами проведены в трудах [1, 2, 3].

Первая статья посвящена исследованию и разработке установки для электрохимической активации воды. Авторы описывают основные технические характеристики установки и результаты экспериментов, подтверждающие ее эффективность. Они также обсуждают потенциальные применения данной технологии, включая ее использование в сельском хозяйстве, в том числе в тепличных комплексах.

Вторая статья, написанная Грибановым, А. А., Стариковым, А. В., Мещеряковой, А. А., рассматривает использование цифрового двойника установки для электрохимической активации воды в образовательном процессе. Авторы описывают методику применения данной технологии в учебных целях и ее практическую значимость. Они подчеркивают важность внедрения современных технологий в образовательный процесс для

подготовки специалистов в области автоматизации технологических процессов и производств.

Третья статья, авторами которой являются Стариков А.В., Грибанов А.А., Старикова А.А., посвящена автоматизации системы управления комбинированным поливом в тепличных комплексах с использованием электрохимически активированной воды. Авторы описывают принципы работы системы, ее технические характеристики и результаты экспериментов. Они подчеркивают значимость автоматизации процессов в сельском хозяйстве для повышения его эффективности и конкурентоспособности.

Все труды представляют собой важный вклад в развитие технологий электрохимической активации воды и ее применения в сельском хозяйстве. Они подтверждают перспективность данной технологии для оптимизации процессов полива и повышения урожайности культур, что является актуальной задачей в современном мире с учетом изменяющихся климатических условий и увеличения потребности в продуктах сельского хозяйства.

### Список литературы

1. Griбанov, A. A. Research and Development of a Unit for the Electrochemical Activation Water / A. A. Griбанov, A. A. Meshcheryakova, A. V. Starikov // International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM) : Proceedings, Sochi, 15–19 мая 2023 года. – Sochi: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2023. – P. 606-610. – DOI 10.1109/ICIEAM57311.2023.10139038.
2. Грибанов, А. А. Использование в образовательном процессе цифрового двойника установки для электрохимической активации воды / А. А. Грибанов, А. В. Стариков, А. А. Мещерякова // Автоматизация. Современные технологии. 2023. – Т. 77, № 6. – С. 247-251. – DOI 10.36652/0869-4931-2023-77-6-247-251.
3. Starikov, A. V. Automation of Combined Irrigation System Control in Greenhouses with Electrochemically Activated Water / A. V. Starikov, A. A. Griбанov, A. A. Starikova // International Ural Conference on Electrical Power Engineering : Proceedings - 2022 International Ural Conference on

Electrical Power Engineering, UralCon 2022, Magnitogorsk, 23–25 сентября 2022 года. – Magnitogorsk: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2022. – P. 284-289. – DOI 10.1109/UralCon54942.2022.9906670.

### References

1. Griбанov, A. A. Research and Development of a Unit for the Electrochemical Activation Water / A. A. Griбанov, A. A. Meshcheryakova, A. V. Starikov // International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM) : Proceedings, Sochi, 15–19 мая 2023 года. – Sochi: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2023. – P. 606-610. – DOI 10.1109/ICIEAM57311.2023.10139038.
2. Griбанov, A. A. Use in the educational process of the digital twin of the installation for electrochemical water activation / A. A. Griбанov, A. V. Starikov, A. A. Meshcheryakova // Automation. Modern Technologies. 2023. - Т. 77, № 6. - С. 247-251. - DOI 10.36652/0869-4931-2023-77-6-247-251.
3. Starikov, A. V. Automation of Combined Irrigation System Control in Greenhouses with Electrochemically Activated Water / A. V. Starikov, A. A. Griбанov, A. A. Starikova // International Ural Conference on Electrical Power Engineering : Proceedings - 2022 International Ural Conference on Electrical Power Engineering, UralCon 2022, Magnitogorsk, 23–25 сентября 2022 года. – Magnitogorsk: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2022. – P. 284-289. – DOI 10.1109/UralCon54942.2022.9906670.