

УДК 628.16
<https://doi.org/10.36906/KSP-2023/69>

Шаньгин Е.С.

ORCID: 0009-0006-6532-100X, д-р техн. наук

Некрасов А.В.

ORCID: 0000-0003-2589-0858, канд. экон. наук

Майгур И.О.

ORCID: 0009-0004-6367-0471

Нуреев А.А.

ORCID: 0009-0006-5660-8041

*Нижевартовский государственный университет
г. Нижневартовск, Россия*

ПОТЕНЦИАЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ДЛЯ ОПРЕСНЕНИЯ ВОДЫ

Аннотация. В данной статье рассматривается инновационный метод опреснения воды с использованием эффекта Юткина, основанного на электрогидравлическом эффекте. Описывается конструкция опреснителя, работающего без электромеханического привода, способного создавать высокие избыточные давления в воде и обеспечивать стабильный процесс опреснения. Преимущества этого метода включают гибкое управление, экологическую чистоту и снижение себестоимости опреснения воды. Результаты экспериментов на лабораторном образце подтверждают эффективность и перспективность данного подхода к опреснению воды.

Ключевые слова: электрогидравлический эффект; опреснение воды; эффект Юткина; эффективность опреснения воды; энергосбережение; инновационные технологии; снижение стоимости.

Shangin E.S.

ORCID: 0009-0006-6532-100X, Doctor of Technical Sciences

Nekrasov A.V.

ORCID: 0000-0003-2589-0858, Candidate of Economic Sciences

Maygur I.O.

ORCID: 0009-0004-6367-0471

Nureyev A.A.

ORCID: 0009-0006-5660-8041

Nizhnevartovsk State University

Nizhnevartovsk, Russia

POTENTIAL OF USING THE ELECTROHYDRAULIC EFFECT FOR WATER DESALINATION

Abstract. This article discusses an innovative method of water desalination using the Yutkin effect, based on the electrohydraulic effect. The design of a desalination plant operating without an electromechanical drive, capable of creating high excess pressures in water and ensuring a stable desalination process, is described. The advantages of this method include flexible control, environmental friendliness and reduced cost of desalination. The results of experiments on a laboratory sample confirm the effectiveness and promise of this approach to water desalination.

Keywords: electrohydraulic effect; water desalination; Yutkin effect; water desalination efficiency; energy saving, innovative technologies; cost reduction.

В мире, где более 70% поверхности покрыто водой, проблема снабжения населения и сельского хозяйства пресной водой остается актуальной и набирающей обороты. Несмотря на богатство водных ресурсов, доступ к качественной пресной воде становится всё более проблематичным, что привлекает внимание к данной проблеме многих ученых и инженеров [1-3]. Эта краткая статья рассмотрит основные аспекты проблемы снабжения пресной водой населения и меры, принимаемые для ее решения, а также возможность использования электрогидравлического эффекта для опреснения воды

Проблема недостатка пресной воды имеет следующие причины:

– *Растущая потребность.* С ростом населения и индустриальной экспансией увеличивается потребность в пресной воде. Это приводит к дефициту водных ресурсов, особенно в регионах с ограниченным доступом к пресной воде;

– *Загрязнение водных источников.* Загрязнение водных источников от промышленных выбросов, сельского хозяйства и бытовых отходов ухудшает качество доступной воды, что создает проблемы для обеспечения безопасной питьевой водой;

– *Неравномерное распределение.* Доступ к пресной воде неравномерно распределен по всему миру. Многие регионы сталкиваются с нехваткой ресурсов, в то время как другие имеют избыток воды;

– *Инфраструктурные проблемы.* Устаревшая и недостаточная инфраструктура водоснабжения и канализации ухудшает доступ к пресной воде, особенно в мегаполисах и развивающихся странах.

– *Экологические вызовы.* Изменение климата и экологические факторы оказывают воздействие на доступность пресной воды и ухудшают проблему снабжения.

Для решения этих проблем принимаются разнообразные меры, включая улучшение инфраструктуры водоснабжения, более строгий контроль за загрязнением водных источников, инновационные методы очистки воды и повышение осведомленности об экономии воды. Процесс решения проблемы снабжения пресной водой требует усилий со стороны правительств, местных органов власти и граждан, чтобы обеспечить доступ к чистой воде для всех и сохранить этот важный ресурс для будущих поколений.

Опреснение воды – важная технологическая задача, необходимая для обеспечения доступа к чистой питьевой и промышленной воде. Существует несколько основных способов опреснения воды:

– *Дистилляция.* Этот метод включает в себя нагревание воды до кипения, затем конденсацию пара и сбор чистой воды. Дистилляция удаляет практически все загрязнители и соли, но требует больших энергозатрат;

– *Обратный осмос*. Процесс, при котором вода пропускается через полупроницаемую мембрану, которая удерживает соли и загрязнители. Этот метод эффективен и широко используется в промышленных и домашних системах опреснения;

– *Ионообменная смола*. Используется смола, которая обменивает ионы солей в воде на нейтральные ионы. Этот метод широко применяется для мягкой воды и удаления некоторых специфических загрязнителей;

– *Обработка ультрафиолетовым излучением*. УФ-лучи используются для уничтожения микроорганизмов и вирусов в воде, делая ее безопасной для питья;

– *Добавление химических реагентов*. В воде могут быть добавлены химические реагенты, такие как хлор или озон, для дезинфекции и удаления загрязнителей;

– *Фильтрация*. Применяются фильтры различных типов, такие как песчаные, угольные и мембранные, чтобы улавливать частицы и загрязнители в воде.

Эти методы могут использоваться индивидуально или в комбинации, в зависимости от качества и источника воды, а также требований конкретного процесса опреснения. Выбор наилучшего метода зависит от конкретных задач и условий использования. Так, например, химический способ существенно проигрывает другим способам по всем параметрам. Он имеет высокую стоимость. С его помощью невозможно опреснить большой объем воды, максимум до 5 литров жидкости. Все это в совокупности исключает промышленное применение данного способа. К тому же соли бария могут негативно влиять на здоровье человека при превышении концентрации. Тем не менее, этот способ незаменим в экстренных ситуациях и поэтому активно используется на морских судах, у летчиков и военных, которые всегда имеют в запасе комплект для опреснения воды в случае аварии или чрезвычайной ситуации.

Ниже представлена таблица, где произведено сравнение наиболее используемых в настоящее время способов получения пресной воды по характеристикам себестоимости, энергоэффективности процесса, экологичности и вреда для здоровья человека, употребляющего опресненную воду. К сожалению, в настоящее время опреснение морской воды существенно дороже доставки, что делает невозможным применение данного метода для бедных стран, где наблюдается дефицит пресной воды. Опреснение по разным оценкам обходится в 2–3 дороже, чем простая доставка пресной воды. С другой стороны, сто лет назад это соотношение было гораздо хуже и опреснение стоило в 30 раз дороже доставки воды. Технологии развиваются и вероятно, что в дальнейшем соотношение изменится в пользу опреснения воды на месте. По крайней мере, рынок стремительно расширяется, согласно данным исследований только в ближневосточном регионе на опреснение воды ежедневно тратится порядка 18 миллиардов долларов (<https://clck.ru/38pvSt>). Там же приводятся цифры, что в мире действует «16 тысяч опреснительных станций, расположенных в 177 странах и вырабатывающих до 95 миллионов кубометров пресной воды в сутки», и каждые 10 лет количество опресняемой воды будет расти вслед за повышением потребности в пресной воде примерно на 9,5% (<https://clck.ru/38pvSt>).

Таблица

Сравнительный анализ методов опреснения

Параметры	Химический способ	Электродиализ	Обратный осмос	Доставка воды
Себестоимость	Очень дорогой способ	0,5–1\$ на кубометр очищенной воды	1–1,5\$ на кубометр очищенной воды	На данный момент в 2–3 раза ниже опреснения
Энергоэффективность	Затрат энергии нет	Высокие затраты энергии	Достаточно энергоэффективен	Требуется топливо на доставку
Вред для здоровья	Высокий при частом употреблении	Недостаточное качество очистки	Требуется дополнительная обработка воды	Нет
Экологичность	Не экологично	Не экологично	Высокая	Высокая

Метод опреснения воды с использованием эффекта Юткина является модификацией метода обратного осмоса и основан на превращении электроэнергии в механическую энергию через электрогидравлический эффект. При этом высоковольтный разряд в жидкости вызывает кипение части жидкости и создает газожидкостную смесь, что в свою очередь создает избыточное гидравлическое давление. Подробно суть эффекта описана Юткиным Л.А. [6; 7]. Соответственно, данный эффект можно использовать для создания давления, чтобы пропустить воду через мембрану в схеме обратного осмоса для опреснения воды, что дает существенные преимущества по сравнению с традиционной схемой. Схема устройства, которое использует эффект Юткина для опреснения продукции скважины без необходимости механических насосов, представлена на рисунке 1. Ранее, данная схема была нами рассмотрена в монографии «Инновационное развитие науки: фундаментальные и прикладные проблемы» [4, с. 114-129]. В настоящий момент идет апробация данной установки в Узбекистане, которая позволит более детально и на практике проверить и оценить достоинства и недостатки предлагаемого метода в сравнении с аналогами.

Одним из ключевых преимуществ этого устройства является его полная повторяемость и простота в реализации. На рисунке 2 показана схема, которая позволяет накопить в конденсаторной батарее достаточное количество энергии, чтобы осуществить эффект Юткина и обеспечить работу устройства опреснения воды.

В процессе возникновения электрогидравлического эффекта происходит мгновенное выделение энергии, которая ранее накоплена в конденсаторной батарее. Эта энергия высвобождается путем импульсного разряда в жидкости, находящейся в камере 3. В момент расширения газовой полости часть жидкости выталкивается через перфорации в камере 2 и через плёнку 3 (как показано на рис. 1). После этого происходит обратное движение жидкости, полость закрывается, и давление газа внутри полости снижается. Это создает разрежение в камере, которое затем заполняется жидкостью из внешней среды через впускной клапан (не показан на рисунке). В результате этого процесса происходит перемещение жидкости из

разрядной камеры 6 (как показано на рис. 1) через поры плёнки 3, что в свою очередь позволяет отделить соль от воды.

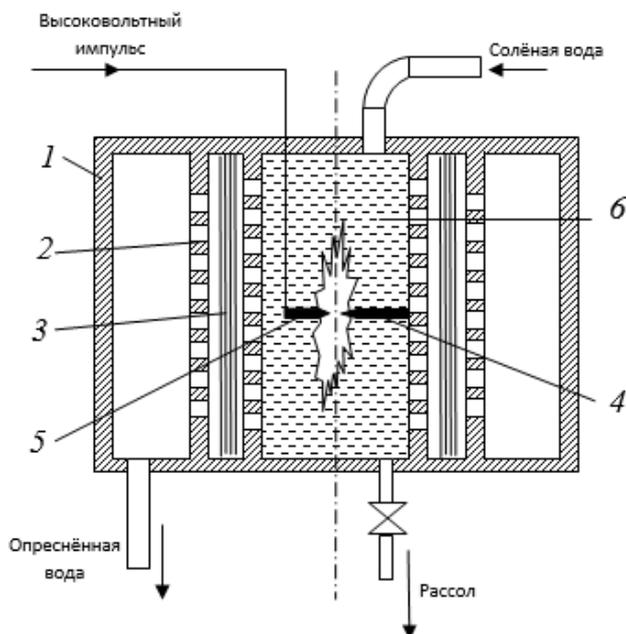


Рис. 1. Общая принципиальная схема устройства для опреснения воды. 1-корпус; 2-перфорированная камера; 3- плёнка для фильтрации; 4- электрод нулевой; 5 - высоковольтный электрод; 6 - разрядная камера

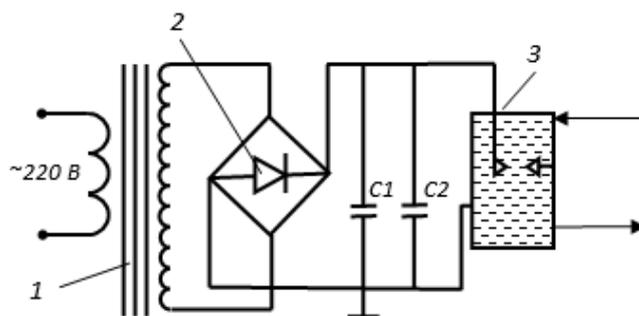


Рис. 2. Электрическая схема возбуждения электрогидравлического эффекта с конденсаторной батареей [4, с. 126]. 1 – повышающий трансформатор; 2 – диодный выпрямитель; 3 – разрядная камера

Параметры, связанные с конкретным устройством, реализующим эффект электрогидравлики, сильно зависят от условий, в которых оно функционирует в реальной среде. Среди этих условий можно выделить такие факторы, как состав используемой жидкости, давление воды, проводимость среды, температура и многие другие. Важными параметрами, характеризующими электрический разряд в данном контексте, являются мощность разряда, напряжение и длительность импульса. Для упрощения конструкции была предложена схема генерации высоковольтного разряда в жидкости, основанная на индукционном накоплении энергии (как показано на рис. 3).

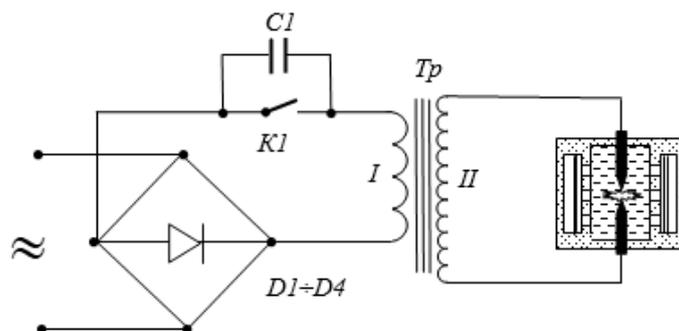


Рис. 3. Электрическая схема возбуждения электрогидравлического эффекта с индукционным накоплением энергии [4, с. 127]

Данная схема обладает большей скоростью реакции, поскольку не требует накопления энергии в конденсаторной батарее. Это позволяет работать с более высокой частотой разряда и увеличивает производительность.

Преимущества описанного метода опреснения воды включают:

1. Энергоэффективность данной схемы, благодаря повышению КПД.
2. Снижение металлоемкости и затрат на обслуживание.

В целом, проблема опреснения воды является сложной и многогранной, но развитие новых технологий и подходов, таких как эффект Юткина, может сыграть важную роль в решении этой проблемы и обеспечении доступа к чистой питьевой воде. Применение электрогидравлического эффекта обладает большим потенциалом. В частности, как уже говорилось выше, в настоящий момент идет апробация предлагаемого метода в Узбекистане и первые результаты обнадеживают.

Литература

1. Евсюкова К.А., Иноземцев И.В. Современные проблемы опреснения морской воды // Современные проблемы гуманитарных и общественных наук. 2014. № 2. С. 52-55.
2. Ляшевский В.И., Джапарова А.М. К проблеме опреснения морской воды в Крыму // Таврический вестник аграрной науки. 2015. № 1. С. 63-68.
3. Мосин О.В., Игнатов И.А. Современные технологии опреснения морской воды // Энергосбережение и водоподготовка. 2012. № 4. С. 13-19.
4. Шаньгин Е.С., Некрасов А.В., Чубарова О.И., Кочина Т.Б. Применение электрогидравлического эффекта в технологической схеме опреснения воды // Инновационное развитие науки: фундаментальные и прикладные проблемы. Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2023. С. 114-129. EDN OAOOQC
5. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. М.: Книга по Требованию, 2013. 253 с.
6. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект. М.; Л.: Машгиз, 1955, 52 с.