

УДК 628.16

doi:10.20998/2413-4295.2019.05.18

ПОЛУЧЕНИЕ ОКИСЛИТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

В. Г. МИХАЙЛЕНКО, О. И. ЛУКЬЯНОВА, З. П. ГИЛЬ

Институт проблем машиностроения им. А. Н. Подгорного НАН Украины, Харьков, УКРАИНА
e-mail:port342017@gmail.com

АННОТАЦИЯ Негативные последствия использования химических технологий для очистки природных и сточных вод послужили толчком для развития более чистых технологий. Все чаще используются чистые окислители (озон, пероксид водорода) в сочетании с физическими методами. Наиболее широко применяется обработка воды ультрафиолетовым излучением. Есть много публикаций об образовании окислителей при обработке загрязненной воды ультразвуком и гидродинамической кавитацией. В данной статье исследовалось образование окислителей при воздействии физических полей (магнитное поле постоянных магнитов, электромагнитное поле ультрафиолетового излучения, акустическое поле ультразвуковых излучателей) на дистиллированную воду. Эксперименты проводились на стенде, где возможно осуществлять раздельное и совместное влияние различных комбинаций физического воздействия. Проведенные эксперименты показали, что в дистиллированной воде под действием различных электромагнитных полей и постоянного магнитного поля наблюдается генерация окислителей. Но их концентрация мала (0,03-0,07 мг/л в пересчете на перекись водорода) и для интенсификации воздействия физических полей необходимо вносить дополнительные реагенты (перекись, озон и др.). Определено, что действие магнитного поля наблюдается при индукциях магнитного поля: 80, 100, 240 и 540 мТл, и скорости потока воды через зазор магнитного аппарата 1,1 м/с, 3,3 м/с и 4,4 м/с. Максимальная концентрация окислителей наблюдалась: при гидродинамическом режиме (все реакторы отключены, работает только насос), при включенном эжекторе и индукции 540 мТл; при совмещенном УЗ+2УФ режиме при такой же индукции, но без эжектора. Количественно содержание окислителей в совмещенном режиме на 11,5 % выше, чем в гидродинамическом режиме, а энергозатраты при этом выше на 28 %. Выраженный синергетический эффект при совместном действии магнитного поля, ультразвука и ультрафиолетового излучения не получен. Устойчивый результат увеличения генерации окислителей в дистиллированной воде получен при воздействии магнитного поля в сочетании с эжектором.

Ключевые слова: окислители; воздействия физических полей; магнитное поле; ультрафиолетовое излучение; ультразвук; эжектор.

OBTAINING OF OXIDIZERS USING PHYSICAL FIELDS

V. MYKHAYLENKO, O. LUKIANOVA, Z. GIL

A. Podgorny institute of mechanical engineering problems NAS of Ukraine, Kharkov, UKRAINE

ABSTRACT The negative consequences of the use of chemical technologies for the treatment of natural and waste waters have been the impetus for the development of cleaner technologies. Pure oxidizers (ozone, hydrogen peroxide) are used more often in combination with physical methods. Treatment of water by ultraviolet radiation is most widely used. There are many publications on the formation of oxidizing agents in the treatment of contaminated water by ultrasound and hydrodynamic cavitation. In this article, the formation of oxidizers under the influence of physical fields (magnetic field of permanent magnets, electromagnetic field of ultraviolet radiation, and acoustic field of ultrasonic emitters) on distilled water was investigated. The experiments were carried out on the stand, where it is possible to carry out the separate and joint effects of various combinations of physical effects. The conducted experiments have shown that in distilled water, under the action of various electromagnetic fields and a constant magnetic field, oxidizers are generated. But their concentration is low (0,03-0,07 mg/l in terms of hydrogen peroxide) and to intensify the effects of physical fields, it is necessary to add additional reagents (peroxide, ozone, etc.). It was determined that the effect of the magnetic field is observed with magnetic induction of 80, 100, 240 and 540 mT, and the flow rate of water through the magnetic apparatus gap is 1,1 m/s, 3,3 m/s and 4,4 m/s. The maximum concentration of oxidizing agents was observed: in the hydrodynamic mode (all reactors are turned off, only the pump is working) with the ejector turned on and the induction is 540 mT; with combined ultrasonic + 2UF mode with the same induction, but without an ejector. Quantitatively, the content of oxidizers in the combined mode is 11,5% higher than in the hydrodynamic mode, while energy consumption is higher by 28%. The pronounced synergistic effect due to the combined action of a magnetic field, ultrasound and ultraviolet radiation was not achieved. The stable result of an increase in the generation of oxidizing agents in distilled water was obtained by exposing of magnetic field in combination with an ejector.

Keywords: oxidizers; influence of physical fields; magnetic field; ultraviolet radiation; ultrasonic; ejector.

Введение

В настоящее время отрицательные последствия химических технологий водоподготовки сказываются в глобальных масштабах. В связи с

этим современные технологии очистки природных и сточных вод чаще используют экологически чистые окислители: озон, пероксид водорода, кислород. Для ускорения процесса окисления органических соединений в водной среде

используют комбинированные методы её обработки озоном или пероксидом водорода с катализаторами, ультрафиолетовым излучением (УФ), фотокатализаторами, ультразвуком (УЗ), электрическим разрядом и другими физическими воздействиями [1].

Из физических методов в комбинации с окислителями и без них наиболее широкое применение нашёл УФ [2, 3].

Часть присутствующего в воде кислорода под действием УФ-излучения трансформируется в озон, а молекулы воды образуют радикалы, являющиеся сильными окислителями в т. ч. перекись водорода. Возможно также протекание фотостимулированных реакций разложения органических соединений [4].

Среди указанных методов ультразвук используется редко, несмотря на уникальные возможности последнего в жидкой среде, приближающие его к методам «химии высоких энергий».

При воздействии мощного ультразвука на жидкость возникают специфические физические, химические и биологические эффекты, такие как кавитация, капиллярный эффект, диспергирование, эмульгирование, дегазация, обеззараживание, локальный нагрев и многие другие [5, 6].

Наиболее важным результатом кавитации является инициализация свободно-радикальных реакций, в первую очередь, благодаря образованию гидроксильного радикала – самого сильного окислителя из всех известных [7].

Химические процессы, протекающие под воздействием акустической кавитации, достаточно хорошо изучены [8], однако существуют не так много примеров применения гидродинамической кавитации для окисления примесей в воде [9].

Авторами работ [10, 11] показано, что нет необходимости в больших затратах энергии, применяя высоконапорную струйную кавитацию, ультразвук или роторную кавитацию, поскольку и при более низких давлениях (<10 атм), характерных для низконапорной гидродинамической кавитации (НГДК), возможно эффективное окисление примесей в воде.

Таким образом, проблема обработки воды физическими полями с целью получения окислителей достаточно хорошо проработана.

Постановка задачи

В большинстве случаев вышеописанные методы использовались в сочетании с готовыми окислителями, а исследования проводились на загрязнённых водах. Важно определить вклад самих физических методов в образование окислителей, исключить влияние загрязнений и добиться синергетического эффекта для уменьшения энергоёмкости процесса.

Цель работы

Определение возможности образования окислителей при воздействии различных физических полей (магнитное поле постоянных магнитов, электромагнитное поле ультрафиолетового излучения, акустическое поле ультразвуковых излучателей) на дистиллированную воду.

Изложение основного материала

Для проведения исследований разработан и изготовлен стенд для комплексного и раздельного физического воздействия на воду (рис.1). Стенд включает в себя насос (гидродинамический режим-ГД), магнитный активатор (МА), эжектор, работающий в режиме всаса воздуха (в данном эксперименте система генерации кислорода отключена), реакторы ультрафиолетового (УФ-режим) и ультразвукового воздействия (УЗ-режим).

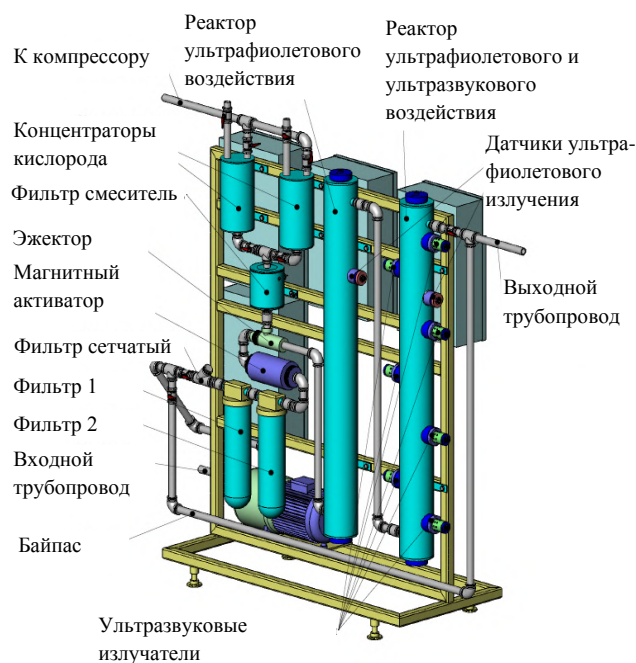


Рис.1 — Стенд для комплексного физического воздействия на воду

Технические характеристики стенда приведены в табл. 1.

Эксперимент заключался в следующем:

Исходная дистиллированная вода (не дегазированная с удельной проводимостью 0,5 мСм/м) насосом через фильтры подавалась поочередно в реакторы физических воздействий. Расход воды измерялся ротаметром LZS-25 и менялся от 100 до 800 дм³/час (с шагом 100 дм³/час). Индукция измерялась тесламетром

ЭМ4305(диапазон измерения от 0 до 600 мТл с шагом 20 мТл). Реакторы включались по отдельности и при их различной комбинации. Кроме того дополнительно наблюдалось влияние эжектора на процессы электромагнитной обработки воды. Пробы отбирались через выходной трубопровод на 11 мин после начала эксперимента, и измерялось количество окислителей.

Эксперимент проводился три раза; результатом считалось среднее арифметическое полученных числовых значений.

Концентрация окислителей определялась известным йодометрическим методом. Чтобы повысить чувствительность анализа он был модифицирован в фотометрический вариант.

В 25 мл обработанной пробы прибавлялись реактивы: 5 мл 10 % KI, 10 мл 2 Н раствора H₂SO₄ и 0,2 мл 0,5 % раствора крахмала. Параллельно для холостой пробы использовалась исходная дистиллированная вода.

Таблица 1 – Технические характеристики стенда

Основные параметры	Значения
Диапазон регулирования индукции поля магнитного активатора, Тл	0-0,6
Удельная бактерицидная энергия ультрафиолетового излучателя, мДж/см ²	20,0
Приведенная мощность ультразвукового излучателя, Вт/см ²	2,0
Количество ультрафиолетовых излучателей, шт.	2
Количество ультразвуковых излучателей, шт.	7
Потребляемая мощность от сети 220 В 50 Гц, Вт (без насоса)	800,0
Габаритные размеры, мм	500x1400 x1200
Масса, кг	100

Пробы выдерживались в течение 30 мин и определялась оптическая плотность на колориметре КФК-2 с использованием зеленого светофильтра ($\lambda=540$ нм), длина кюветы 100 мм. Затем по калибровочному графику определялась концентрация окислителей в мг/л. Калибровочная кривая строилась по модельным растворам перекиси водорода H₂O₂ с заданной концентрацией: 0,1; 0,08; 0,06; 0,04; 0,02 мг/л. Концентрация исходного раствора перекиси 0,005Н для модельных растворов определялась по титрованному раствору KMnO₄ с концентрацией 0,01 Н.

Результаты экспериментальных исследований

Результаты экспериментальных исследований выборочно приведены в виде графиков (рис. 2-5).

В нижеприведенных графиках показаны только те результаты, в которых наблюдалось существенное

изменение концентрации окислителей. Вследствие того, что химический метод определения концентрации окислителей имеет очень малую разрешающую способность, одни кривые на графиках могут затенять другие.

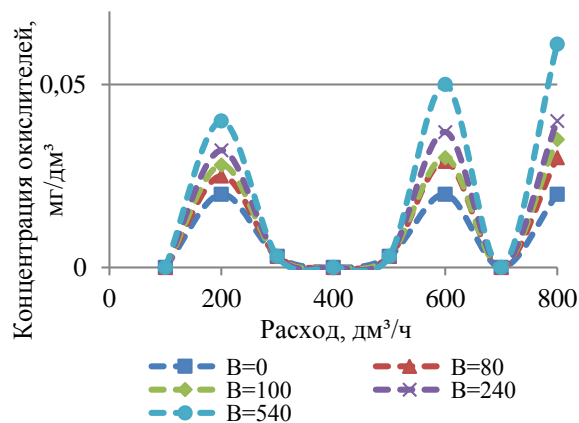


Рис. 2 — Зависимость концентрации окислителей от расхода воды при разных индукциях магнитного поля в ГД режиме

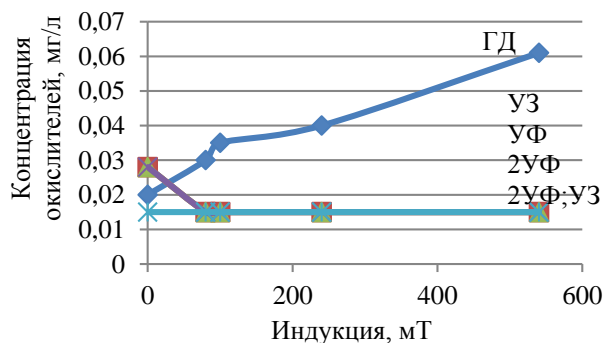


Рис. 3 — Зависимость концентрации окислителей от индукции магнитного поля при разных режимах и расходе воды 800 дм³/час с эжектором

В ходе экспериментов было выявлено, что действие магнитного поля на генерацию окислителей в дистиллированной воде наблюдается при определенных расходах (200, 600, 800 дм³/час). Это соответствует скорости потока воды через зазор магнитного аппарата – 1,1 м/с, 3,3 м/с и 4,4 м/с соответственно. Эффект наблюдался при индукциях магнитного поля –80, 100, 240 и 540 мТл. Включение эжектора увеличивает генерацию окислителей в ГД-режиме. С увеличением индукции магнитного поля увеличивается количество окислителей. В случае УЗ-режима генерация окислителей не наблюдалась, как при включении магнитного поля и эжектора, а также без них. Отсутствует и выраженное влияние магнитного поля на генерацию окислителей под действием УФ. Только увеличение мощности

излучения (включение 2-х реакторов УФ-излучения) позволило повысить концентрацию окислителей.

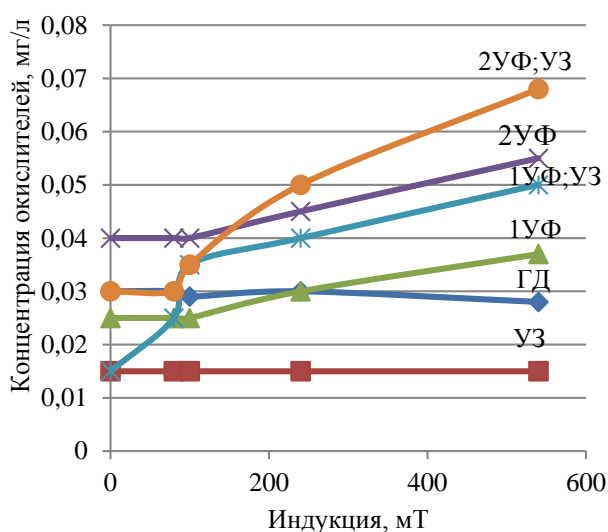


Рис. 4 — Зависимость концентрации окислителей от индукции магнитного поля при разных режимах и расходе воды 800 дм³/час без эжектора

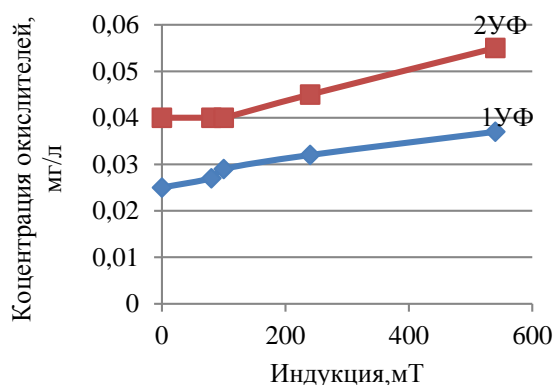


Рис. 5 — Зависимость концентрации окислителей от индукции магнитного поля при различной интенсивности УФ излучения без эжектора (расход 800 дм³/час)

Сочетание УФ и УЗ повышает концентрацию окислителей, в функции индукции магнитного поля только при отключенном эжекторе. Минимальная концентрация окислителей генерируется: в гидродинамическом режиме (все реакторы отключены, работает только насос) без воздействия магнитного поля и без эжектора; в режимах с эжектором при наличии магнитного поля и (или) ультрафиолетового облучения, и (или) ультразвукового воздействия.

Максимальную концентрацию окислителей наблюдали в гидродинамическом режиме при

включенном эжекторе и индукции 540 мТл, и при совмещенном УЗ+2УФ режиме при такой же индукции, но без эжектора. Количественно содержание окислителей в совмещенном режиме на 11,5 % выше, чем в гидродинамическом режиме, а энергозатраты при этом выше на 28 %.

Выводы

Таким образом, проведенные эксперименты показали, что в дистиллированной воде под действием различных электромагнитных полей и постоянного магнитного поля наблюдается генерация окислителей. Но их концентрация мала (0,03-0,07 мг/л в пересчете на перекись водорода) и для интенсификации воздействия физических полей необходимо вносить дополнительные реагенты (перекись, озон и др.). Возможно, часть образующихся окислителей разлагалась не найдя объекта для взаимодействия, что уменьшило их количество при определении. Выраженный синергетический эффект при совместном действии магнитного поля, ультразвука и ультрафиолетового излучения на генерацию окислителей не получен.

Устойчивый результат увеличения генерации окислителей в дистиллированной воде получен при воздействии магнитного поля в сочетании с эжектором.

Список литературы

1. Вакуленко, В. Ф. Применение комбинированных окислительных процессов для очистки природных и сточных вод (Обзор) / В. Ф. Вакуленко // *Экотехнологии и ресурсосбережение*. – 2006. – № 6. – С. 47-58.
2. Braun, F. V. How to evaluate photochemical methods for water treatment / F. Braun, E. Oliveros // *Water Sci. and Technol.* – 1997. – Vol. 35, № 4. – P. 17-23. – doi:10.2166/wst.1997.0076.
3. Коверга, А. В. Пилотные испытания ультрафиолетового обеззараживания на московских станциях водоподготовки / А. В. Коверга, С. В. Костюченко, И. Ю. Арутюнова // *Водоснабжение и санитарная техника*. – 2008. – № 4. – С. 15-20.
4. Гончарук, В. В. Фотокаталитическое деструктивное окисление органических соединений в водных средах / В. В. Гончарук // *Химия в интересах устойчивого развития*. – 1997. – № 5. – С. 345-355.
5. Агранат, Б. А. Основы физики и техники ультразвука: Учеб. пособие для вузов / Б. А. Агранат, М. Н. Дубровин, Н. Н. Хавский [и др.]. – М.: Высш. шк., 1987. – 352 с.
6. Келлер, О. К. Ультразвуковая очистка / О. К. Келлер, Г. С. Кратыш, Г. Д. Лубяницкий – Л., Машиностроение, 1977. – 184 с.
7. Warden, P. Reduction Potentials of One-Electron Couples Involving Free Radicals an Aqueous Solutions / P. Warden // *J. Phys. Chem. Ref. Data*. – 1989. – V. 18, № 4. – P. 1637-1756. – doi:10.1063/1.555843.

8. **Василяк, Л. М.** Применение ультразвука в системах для обеззараживания воды / **Л. М. Василяк** // *Электронная обработка материалов*. – 2010. – № 5. – С. 106-111.
9. **Асеев, Д. Г.** Влияние гидродинамической кавитации на скорость образования ОН-радикалов в присутствии пероксида водорода / **Д. Г. Асеев, А. А. Батоева** // *Журнал физической химии*. – 2014. – Т. 88, № 1. – С. 33–36. – doi:10.7868/S0044453713120030.
10. **Sivakumar, M.** Wastewater treatment: a novel energy efficient hydrodynamic cavitation technique / **M. Sivakumar, A. Pandit** // *Ultrason. Sonochem.* – 2002. – № 9. – P. 123-131. – doi:10.1016/S1350-4177(01)00122-5.
11. **Gogate, P. R.** Cavitation reactors: efficiency analysis using a model reaction / **P. R. Gogate, I. Z. Shirgaonkar, M. Sivakumar, [et al.]** // *AIChE J.* – 2001. – Vol. 47, № 11. – P. 2526-2538. – doi:10.1002/aic.690471115.
- Vodosnabzheniye i santekhnika [Water supply and sanitary equipment]**, 2008, **4**, 15-20.
4. **Goncharuk, V. V.** Fotokataliticheskoye destruktivnoye okisleniye organicheskikh soyedineniy v vodnykh sredakh [Photocatalytic destructive oxidation of organic compounds in aqueous environments]. *Khimiya ustoychivogo razvitiya [Chemistry for Sustainable Development]*, 1997, **5**, 345-355.
5. **Agranat, B. A., Dubrovin, M. N., Khavskiy N. N. [et al.]** Osnovy fiziki i tekhniki ultrazvuka: Ucheb. posobiye dlya vuzov [Fundamentals of physics and technology of ultrasound: Proc. manual for universities]. M., Vyssh. shk., 1987, 352.
6. **Keller, O. K., Kratysh, G. S., Lubyanskiy, G. D.** Ultrazvukovaya ochildka [Ultrasonic cleaning]. L., Mashinostroyeniye, 1977, 184.
7. **Wardan, P.** Reduction Potentials of One-Electron Couples Involving Free Radicals an Aqueous Solutions. *J. Phys. Chem. Ref. Data*, 1989, **18**, 4, 1637-1756, doi:10.1063/1.555843.
8. **Vasilyak, L. M.** Primeneniye ultrazvuka v sistemakh dlya obezzarazhivaniya vody [The use of ultrasound in systems for water disinfection]. *Elektronnaya obrabotka materialov*, 2010, **5**, 106-111.
9. **Aseyev, D. G., Batoyeva A. A.** Vliyaniye gidrodinamicheskoy kavitatsii na skorost' obrazovaniya OH radikalov v prisutstvii peroksida vodoroda. *Zhurnal fizicheskoy khimii [Journal of Physical Chemistry]*, 2014, **88**, 1, 33–36, doi:10.7868/S0044453713120030.
10. **Sivakumar, M. Pandit, A.** Water treatment: a novel energy efficient hydrodynamic cavitation technique. *Ultrason. Sonochem.*, 2002, **9**, 123-131, doi:10.1016/S1350-4177(01)00122-5.
11. **Gogate, P. R., Shirgaonkar, I. Z., Sivakumar, M. [et al.]** Cavitation reactors: efficiency analysis using a model reaction. *AIChE J.*, 2001, **47**, 2526-2538, doi:10.1002/aic.690471115.

References (transliterated)

1. **Vakulenko, V. F.** Primeneniye kombinirovannykh oksiditelnykh protsessov dlya ochildki prirodnykh i stochnykh vod (Obzor) [The use of combined oxidative processes for the purification of natural and waste waters]. *Ekotekhnologii i resursoberezheniye [Ecotechnologies and resource saving]*, 2006, **6**, 47-58.
2. **Braun, F. V. Oliveros, E.** How to evaluate photochemical methods for water treatment. *Water Sci. and Technol.*, 1997, **35**, 4, 17-23, doi:10.2166/wst.1997.0076.
3. **Koverga, A. V., Kostyuchenko, S. V., Arutyunova, I. Yu.** Eksperimentalnyye ispytaniya ultrafioletovoy dezinfektsii na moskovskikh stantsiyakh ochildki vody.
4. **Vakulenko, V. F.** Primeneniye kombinirovannykh oksiditelnykh protsessov dlya ochildki prirodnykh i stochnykh vod (Obzor) [The use of combined oxidative processes for the purification of natural and waste waters]. *Ekotekhnologii i resursoberezheniye [Ecotechnologies and resource saving]*, 2006, **6**, 47-58.
5. **Braun, F. V. Oliveros, E.** How to evaluate photochemical methods for water treatment. *Water Sci. and Technol.*, 1997, **35**, 4, 17-23, doi:10.2166/wst.1997.0076.
6. **Koverga, A. V., Kostyuchenko, S. V., Arutyunova, I. Yu.** Eksperimentalnyye ispytaniya ultrafioletovoy dezinfektsii na moskovskikh stantsiyakh ochildki vody.

Сведения об авторах (About authors)

Михайленко Владимир Григорьевич – кандидат технических наук, доцент, Институт проблем машиностроения им. А. Н. Подгорного НАН Украины, г. Харьков, Украина; e-mail: port342017@gmail.com.

Vladimir Mihaylenko – Ph.D., Docent, A. Podgorny institute of mechanical engineering problems NAS of Ukraine, Kharkov, Ukraine; e-mail: port342017@gmail.com.

Лукьянова Ольга Ивановна – ведущий инженер, Институт проблем машиностроения им. А. Н. Подгорного НАН Украины, г. Харьков, Украина; e-mail: port342017@gmail.com.

Olga Lukianova – lead engineer, A. Podgorny institute of mechanical engineering problems NAS of Ukraine, Kharkov, Ukraine; e-mail: port342017@gmail.com.

Гиль Зинаида Петровна – ведущий инженер, Институт проблем машиностроения им. А. Н. Подгорного НАН Украины, г. Харьков, Украина; e-mail: port342017@gmail.com.

Zina Gil – lead engineer, A. Podgorny institute of mechanical engineering problems NAS of Ukraine, Kharkov, Ukraine; e-mail: port342017@gmail.com.

Пожалуйста, ссылаетесь на эту статью следующим образом:

Михайленко, В. Г. Получение окислителей с использованием физических полей / **В. Г. Михайленко, О. И. Лукьянова, З. П. Гиль** // *Вестник НТУ «ХПИ». Серия: Новые решения в современных технологиях*. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2019. – № 5 (1330). – С. 139-144. – doi:10.20998/2413-4295.2019.05.18.

Please cite this article as:

Mykhaylenko, V., Lukianova, O., Gil, Z. Obtaining of oxidizers using physical fields. *Bulletin of NTU «KhPI». Series: New Solutions in modern technologies*. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2019, **5** (1330), 139-144, doi:10.20998/2413-4295.2019.05.18.

Будь ласка, посилайтесь на цю статтю наступним чином:

Михайленко, В. Г. Отримання окислювачів з використанням фізичних полів / **В. Г. Михайленко, О. І. Лук'янова, З. П. Гіль** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2019. – № 5 (1330). – С. 139-144. – doi:10.20998/2413-4295.2019.05.18.

АНотація Негативні наслідки використання хімічних технологій для очищення природних і стічних вод послужили поштовхом для розвитку більш чистих технологій. Все частіше використовуються чисті окислювачі (озон, пероксид водню) в поєднанні з фізичними методами. Найбільш широко застосовується обробка води ультрафіолетовим випромінюванням. Існує багато публікацій про отримання окислювачів при обробці забрудненої води ультразвуком і гідродинамічною кавітацією. У даній статті досліджувалось отримання окислювачів при впливі фізичних полів (магнітне поле постійних магнітів, електромагнітне поле ультрафіолетового випромінювання, акустичне поле ультразвукових випромінювачів) на дистильовану воду. Експерименти проводилися на стенді, де можливо здійснювати роздільну і спільну дію різних комбінацій фізичного впливу. Проведені експерименти показали, що в дистильованій воді під дією різних електромагнітних полів і постійного магнітного поля спостерігається генерація окислювачів. Але їх концентрація мала (0,03-0,07 мг/л у перерахунку на пероксид водню) і для інтенсифікації впливу фізичних полів необхідно вносити додаткові реагенти (перекис, озон та ін.). Визначено, що дія магнітного поля спостерігається при індукціях магнітного поля 80, 100, 240 і 540 мТл, і швидкості потоку води через зазор магнітного апарату 1,1 м/с, 3,3 м/с і 4,4 м/с. Максимальна концентрація окислювачів спостерігалася: при гідродинамічному режимі (всі реактори відключені, працює тільки насос) при включеному ежекторі і індукції 540 мТл; при суміщеному УЗ + 2УФ режимі при такій же індукції, але без ежектору. Кількісно вміст окислювачів в суміщеному режимі на 11,5 % вище, ніж в гідродинамічному режимі, але при цьому енерговитрати вище на 28 %. Виражений синергетичний ефект при спільній дії магнітного поля, ультразвуку та ультрафіолетового випромінювання не отриманий. Стійкий результат збільшення генерації окислювачів в дистильованій воді отриманий при впливі магнітного поля в поєднанні з ежектором.

Ключові слова: окислювачі, вплив фізичних полів; магнітне поле; ультрафіолетове випромінювання; ультразвук; ежектор

Поступила (received) 18.02.2019