

USING NATURAL MINERAL MATERIALS FOR MECHANICAL WATER TREATMENT FOR DRINKS

S. Oliinyk, V. Prybylsky, I. Samchenko, L. Tarasiuk

National University of Food Technology

Key words:

Water
Mineral
Rock crystal
Morion
Rauchtopaz
Obsidian
Filtration
Efficiency

Article history:

Received 06.03.2018
Received in revised form
03.04.2018
Accepted 17.04.2018

Corresponding author:

S. Oliinyk
E-mail:
lana_ol@ukr.net

ABSTRACT

The relevance of the use of natural mineral materials for the mechanical treatment of water in the production of alcoholic beverages is shown. Obsidian filter materials and a mixture of rock crystal, morion and rauchtopas were studied in a 1:1:1 ratio compared to quartz sand. During the research, organoleptic, physico-chemical, capillary-phoretic and spectrometric methods of analysis, theoretical generalization and comparison, systematic approach were carried out.

A comparative evaluation of the physical and chemical characteristics of the filter materials was carried out. The effectiveness of using obsidian and a mixture of rock crystal, morion and rauchtopas during the conditioning of water for alcoholic beverages was studied.

Physico-chemical characteristics of mixture of rock and obsidian, in particular mechanical strength, are 2—5% higher than the sample of quartz sand. This, in turn, will contribute to a longer period of use and less destruction.

The effect of purification of the initial water by a mixture of rock is by 8—12% higher than in quartz sand, by obsidian is by 10—15% higher, that confirms the effectiveness of the use of obsidian and mixture of rock crystal, morion and rauchtopas in the production of alcoholic beverages.

The prospects of using a mixture of rock crystal, morion and rauchtopas in the production of beverages and expanding the range of the health products market is proved.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-2-29

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИРОДНИХ МІНЕРАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У МЕХАНІЧНОМУ ОЧИЩЕННІ ВОДИ ДЛЯ НАПОЇВ

С.І. Олійник, В.Л. Прибильський, І.О. Самченко, Л.А. Тарасюк

Національний університет харчових технологій

У статті показано актуальність застосування природних мінеральних матеріалів для механічного очищення води під час виробництва алкогольних напоїв. Досліджено фільтрувальні матеріали обсидіан та суміш гірського

кристалю, моріону та раухтопазу у співвідношенні 1:1:1 порівняно з кварцовим піском. Під час досліджень використовували органолептичні, фізико-хімічні, капілярнофоретичні і спектрометричні методи аналізу, теоретичне узагальнення і порівняння, системний підхід.

Проведено порівняльну оцінку фізико-хімічних характеристик фільтрувальних матеріалів. Вивчено ефективність застосування обсидіану та суміші гірського кристалю, моріону та раухтопазу під час кондиціювання води для алкогольних напоїв.

Фізико-хімічні характеристики суміші матеріалів та обсидіану, зокрема механічна міцність, на 2—5% є вищою, ніж зразок кварцового піску. Це, у свою чергу, сприятиме більш тривалому терміну використання та меншому руйнуванню.

Ефект очищення вихідної води сумішшю матеріалів на 8—12%, обсидіаном — на 10—15% вищий, ніж у кварцового піску, що підтверджує дієвість застосування обсидіану та суміші гірського кристалю, моріону й раухтопазу під час виробництва лікєро-горілочної продукції.

Доведено перспективність використання суміші гірського кристалю, моріону та раухтопазу у співвідношенні 1:1:1 у виробництві напоїв і розширення асортименту ринку продуктів оздоровчого напрямку.

Ключові слова: вода, мінерал, гірський кристаль, моріон, раухтопаз, обсидіан, фільтрування, ефективність.

Постановка проблеми. Наукові дослідження спрямовані на інтенсивний розвиток лікєро-горілочної галузі та потребують вирішення завдань, пов'язаних зі зменшенням макро- та мікродомішок у готовій лікєро-горілочній продукції. Від складу цих домішок залежить дегустаційна оцінка, стабільність фізико-хімічних показників і строк зберігання горілок, горілок особливих та лікєро-горілочних напоїв.

Найбільш поширеним і надійним способом водопідготовки є фільтрація — часткове або повне звільнення води від зважених речовин шляхом пропуску її через будь-який пористий матеріал, на поверхні і в порах якого затримуються частки і пластівці суспензії [1].

Відповідно до вимог ТР У 18.5084 «Виробничого технологічного регламенту на виробництво горілок і лікєро-горілочних напоїв» одними з основних стадій підготування води є обов'язкове механічне фільтрування фільтрувальним матеріалом (далі — ФМ) кварцовим піском, гідроантрацитом, гарнетом для видалення сторонніх домішок до та після очищення крізь:

- гранульоване або подрібнене активне вугілля (далі — АВ) як найбільш універсальний сорбційний матеріал для видалення з води розчинених органічних речовин природного і неприродного походження;
- іоніту в натрієвій формі для пом'якшення води.

Освітлення води також проводять фільтруванням крізь керамічні, рукавні, картриджні фільтри, які встановлюють до пісочних фільтрів. Найбільш розповсюдженим фільтрувальним матеріалом у системах водопідготовки на

лікєро-горілчаних заводах є кварцовий пісок різних фракцій, що варіюються в межах 0,1—6,0 мм. Кварцовий пісок — однорідний, має високу міжзернову пористість, яка сприяє гряземісткості, що є важливим під час очищення води. Часто в складі кварцового піску спостерігається вміст різних домішок у вигляді глинистих карбонатів, оксидів заліза, польового шпату та інших гірських порід. Тому фільтрувальні матеріали, які застосовуються на сьогодні у лікєро-горілчаному виробництві в установках фільтрування води потребують довготривалого підготування, витрат соляної кислоти та питної води, а також можуть призводити до збільшення твердості, вмісту карбонатів, фосфатів і силікатів у воді підготовленій, що негативно впливає на якість готової продукції. Крім цього, інші зернисті матеріали мають більш високу технологічну ефективність [1—5].

Під час вибору фільтрувального завантаження віддають перевагу матеріалам з розвиненою питомою поверхнею зерен і високою міжзерною пористістю для забезпечення збільшення гряземісткості завантаження і, як наслідок, можливості підвищення швидкості фільтрації або збільшення тривалості фільтрувального циклу [6—8].

Проведений аналіз показав, що у кондиціюванні води для виробництва лікєро-горілчаної продукції доцільно використовувати фільтрувальні матеріали з високою механічною міцністю та гряземісткістю, які б давали змогу комплексно вилучати механічні домішки, підвищуючи ефективність фільтрування.

Метою дослідження є удосконалення способу фільтрування води, що сприятиме інтенсифікації технологічного процесу, зменшенню кількості стічних вод і витрат реагентів, підвищенню якості лікєро-горілчаної продукції, є актуальним та має важливе значення для промислового виробництва горілок, горілок особливих і лікєро-горілчаних напоїв.

Матеріали і методи. Як об'єкти досліджень використовували: суміш гірського кришталю, моріону та раухтопазу у співвідношенні 1:1:1 (далі — суміш матеріалів, СМ), обсидіан і кварцовий пісок (контроль).

Гірський криштал — природний мінерал, безбарвний, прозорий різновид кварцу, одна з кристалічних модифікацій кремнезему (SiO_2). За формою кристали призматичні, тригонально-трапецієподібні, з твердістю за Моосом — 7,0.

Раухтопаз — різновид кварцу, забарвлений від ледь помітного димчастого до бурого кольору, зі скляним блиском. Кристали раухтопазу прозорі, які просвічуються, твердість за Моосом становить 7,0.

Моріон — чорний або темно-бурий кварц зі скляним блиском, різновид раухтопазу, з твердістю за Моосом — 7,0.

Обсидіан — природний матеріал вулканічного походження, масивна гірська порода, що характеризується раковистим, ріжучим зламом, іноді смугастим або плямистим забарвленням. Розрізняють обсидіан нормального, сублужного і лужного рядів. Obsидіан утворюється при швидкому застиганні в'язкої кислотої магми на поверхні лави або в субвулканічних умовах. Фізичні властивості залежать від вмісту води і від ступеня розкристалізованості породи. Твердість обсидіану за Моосом становить 5,0—6,0.

Кварцовий пісок — зернистий матеріал мінерального походження, який має колір зерен від жовтого до червоно-бурого та чорного. Структура кристалічна з поверхнею від шорсткої до гладкої. Форма часток є сферичною або кутоподібною. Зерна округлої форми сприяють зменшенню пор і швидкому утворенню фільтрувальної плівки. Чистий кварцовий пісок має молочний колір і мінімум інертних домішок: до 99% складу становить кремнезем. Твердість за Моосом — 7.

У дослідженні застосовувалися експериментальні загальноприйняті методи аналізу: моделювання, математико-статистичні (планування та оброблення результатів експерименту).

Для вирішення поставлених завдань застосовано загальноприйняті та спеціальні методи аналізу: органолептичні, фізико-хімічні, спектрофотометричні, капілярно-електрофоретичні методи контролю якості води питної і підготовленої. Результати досліджень систематизували і на основі сучасного програмного забезпечення обробляли математичними і статистичними методами.

Викладення основних результатів дослідження. Під час механічного фільтрування обов'язково звертають увагу на хімічну стійкість фільтрувального матеріалу, яку було досліджено для зразків обсидіану з розміром зерен 0,5—1,0 мм та суміші мінералів. Хімічну стійкість встановлено після витримки протягом доби досліджуваного матеріалу в кислотному, лужному розчинах і дистильованій воді в статичних умовах (табл. 1).

Таблиця 1. Хімічна стійкість обсидіану і СМ ($n = 3; P \geq 0,95$)

Збільшення значення показника, одиниця виміру	Вимоги, не більше	Назва та концентрація розчину					
		соляна кислота, 5%		гідроксид натрію, 10%		дистильована вода	
		обсидіан	СМ	обсидіан	СМ	обсидіан	СМ
Перманганатна окиснюваність, мг O_2 /дм ³	4,0	1,8	1,8	0,7	0,7	0,1	0,2
Масова концентрація кальцію, мг/дм ³	1,0	2,0	2,0	1,2	1,2	0,3	0,3
Масова концентрація алюмінію, мг/дм ³	0,1	0,04	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01
Масова концентрація заліза	0,2	0,12	0,12	0,05	0,05	0,02	0,02
Масова концентрація силікатів, мг/дм ³	5,0	2,0	2,0	1,2	1,2	0,3	0,3
Масова концентрація фосфатів, мг/дм ³	0,1	0,12	0,12	0,05	0,05	0,02	0,02
Сухий залишок, мг/дм ³	20,0	4,0	4,5	2,5	3,0	1,0	1,5

Встановлено, що досліджувана СМ та обсидіан є хімічно стійкими до розчинів кислот і лугів, що сприяє більшому терміну їх експлуатації, зменшенню витрат на стадіях підготування та промивання (рис. 1, 2).

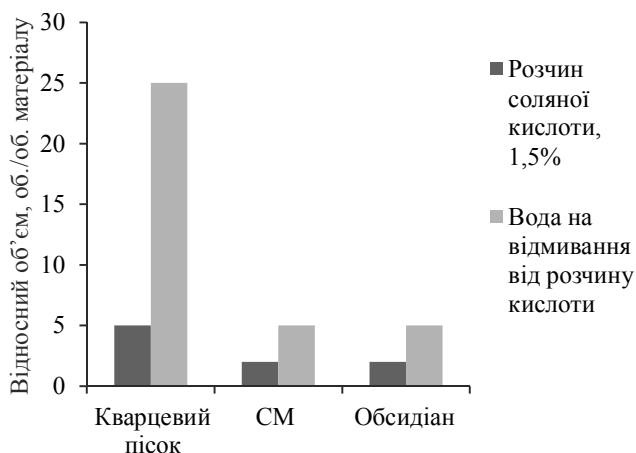


Рис. 1. Оптимальні технологічні параметри підготовки ФМ

Встановлено, що під час підготовки до роботи порівняно з контрольним зразком зменшуються витрати розчину соляної кислоти у 1,2—2 рази та кількість води на відмивання до 5 разів.

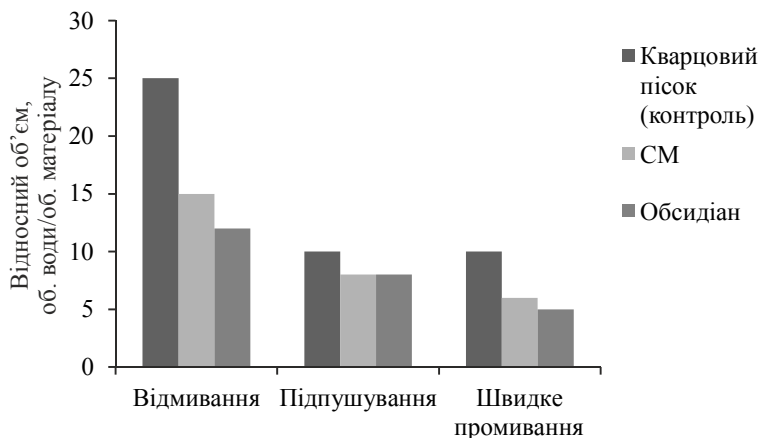


Рис. 2. Оптимальні технологічні параметри підготовки ФМ

Встановлено, що порівняно з контрольним зразком кварцового піску досліджувані матеріали потребують меншу кількість води на стадії: відмивання — у 2,5—3 рази, під час регенерації на стадіях підпушування та швидкого промивання — у 1,2—1,5 раза.

Міжзернова пористість шару фільтрувального матеріалу залежить від крупності й однорідності фракцій матеріалу, а також форми його зерен. Важливим параметром, що характеризує фільтрувальний матеріал, є коефіцієнт форми. Особливість досліджуваних обсидіану та суміші мінералів є те, що форма їх зерен наближається до кулястої форми і коефіцієнт є дещо більшим 1. Це впливає на тривалість фільтрувального циклу, який закінчується, коли спостерігається проскок (винесення) затриманих забруднень

внаслідок їх надмірної кількості і виносу з периферійних шарів фільтруючого матеріалу.

Міжзернова пористість матеріалу впливає також на ефективність процесу фільтрування, яка залежить від властивостей фільтрувального завантаження, концентрації забруднень у вихідній воді та режиму фільтрування.

Міжзернова пористість фільтрувальних матеріалів — відношення сумарного об'єму міжзернових пор до загального об'єму фільтруючого матеріалу, знаходиться в межах від 0,38 до 0,75. Встановлено міжзернову пористість досліджуваних матеріалів порівняно з контрольним зразком кварцового піску (рис. 3).

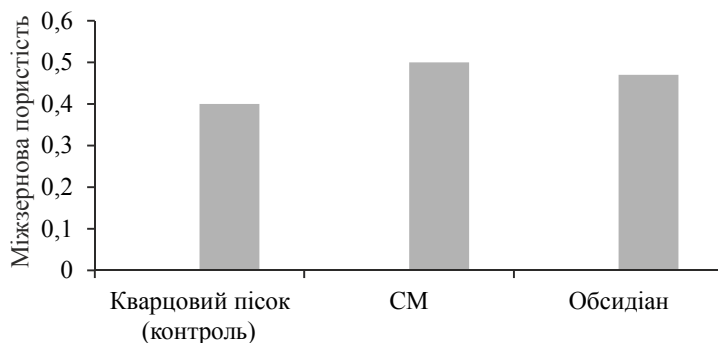


Рис. 3. Міжзернова пористість фільтрувальних матеріалів

Більша міжзернова пористість суміші гірського кристалю, моріону та раухтопазу у співвідношенні 1:1:1 у 1,25 раза та обсидіану в 1,2 раза позитивно впливає на тривалість фільтрувального циклу та дає змогу збільшити його на 150—200 об./об. ФМ (рис. 4).

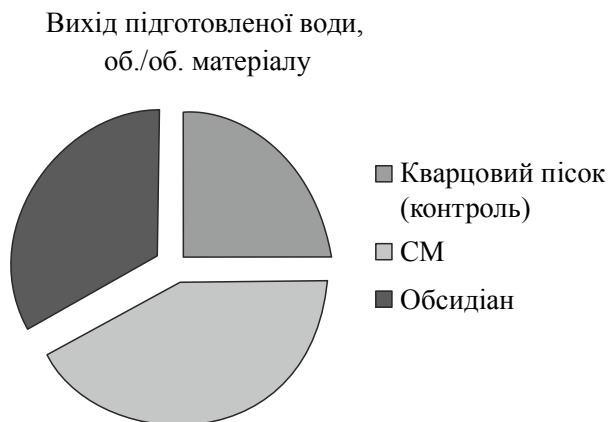


Рис. 4. Вихід підготовленої води від фільтрувального матеріалу

У табл. 2 та рис. 5 наведено органолептичні та фізико-хімічні показники води до і після фільтрування досліджуваними ФМ.

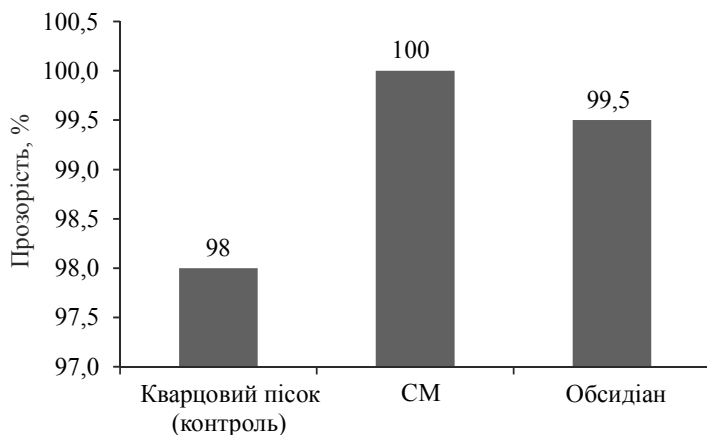


Рис. 5. Залежність прозорості води від ФМ

Таблиця 2. Органолептичні та фізико-хімічні показники води до і після фільтрування досліджуваними ФМ ($n = 3; P \geq 0,95$)

Назва показника, одиниця виміру	Вимоги СОУ 15.9-37-237:2005 []	Вода вихідна пом'якшена	Значення показника під час фільтрування води через		
			кварцовий пісок (контроль)	СМ	Обсидіан
Смак, бали	0	1	1	0	0
Запах, бали	0	0	0	0	0
Забарвленість, градус	не більше 2	5	2	0	0
Окиснюваність перманганатна, мг $O_2/дм^3$	не більше 2,0	2,5	2,2	2,0	2,0
Масова концентрація, мг/дм ³ :					
кальцію	не більше 1,0	0,7	1,0	0,7	0,7
магнію	не більше 1,0	0,5	0,7	0,5	0,5
заліза	не більше 0,05	0,1	0,07	0,05	0,04
марганцю	не більше 0,05	0,07	0,05	0,03	0,04
силікатів	не більше 5,0	2,5	3,8	2,5	2,5

За результатами досліджень встановлено, що у разі фільтрування води крізь СМ та обсидіан порівняно з кварцовим піском (контрольний зразок):

- забезпечуються кондиціонування води за органолептичними показниками, при цьому значення забарвленості та мутності зменшувались на 100%;
- не збільшується вміст силікатів, кальцію та магнію у фільтраті;
- вміст заліза та марганцю зменшується у 2 рази;
- перманганатна окиснюваність зменшується на 20%.

Одержані дані експериментальних досліджень свідчать, що у воді, підготовленій за допомогою досліджуваних ФМ, спостерігається підвищення прозорості на 1—2%, що повинно позитивно позначитися на стійкості готової продукції. Оброблена вода набувала чистого джерельного смаку без будь-яких неприємних запахів, чиста, прозора на вигляд.

Ефективність очищення води досліджуваними фільтрувальними матеріалами визначали спектрофотометричним методом, заснованим на властивості органічних домішок, які наявні у вихідній воді, поглинати світло в ультрафіолетовій області спектра. Різниця між оптичною густиною води до і після обробки її ФМ характеризує їх фільтрувальну здатність, яку виражають як ефект очистки у відсотках від вихідної величини оптичної густини (рис. 6).

Встановлено, що ефект очищення вихідної води альмандином на 9%, обсидіаном на 19% є вищим, ніж у кварцового піску.

За зменшенням прозорості (концентрації) на виході фільтрувальної колонки в фільтраті визначали захисну дію кожного фільтрувального завантаження, тобто граничний час роботи завантаження та ефект освітлення (рис. 6).

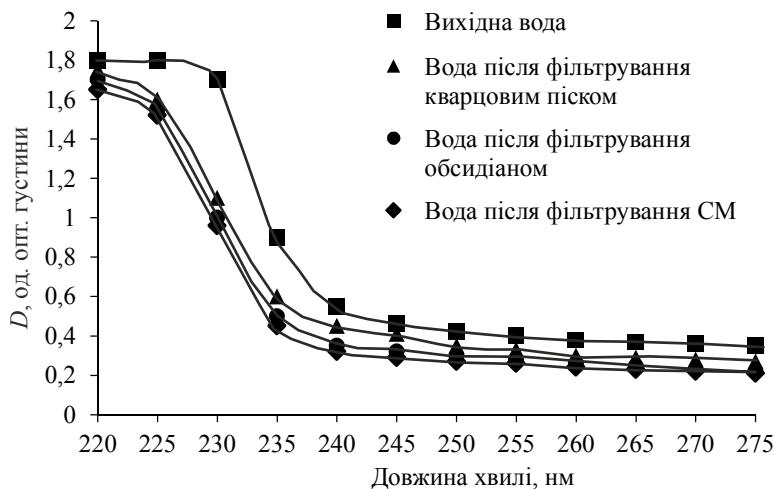


Рис. 6. УФ-спектри поглинання води до та після її фільтрування природними матеріалами

Встановлено перспективність застосування досліджуваної суміші природних нетрадиційних матеріалів та обсидіану у водопідготовці для виробництва лікєро-горілочної продукції, що дає змогу одночасно зменшити вміст органічних сполук, марганцю і заліза та покращити органолептичні показники води і готової продукції.

Висновки

На основі теоретичних і експериментальних досліджень науково обґрунтовано та встановлено, що під час водопідготовки досліджувальні фільтрувальні матеріали дають можливість:

1. Частково зменшити вміст органічних сполук, марганцю і заліза та покращити органолептичні показники води підготовленої.
2. Зменшити витрати води на підготовку і регенерацію порівняно з кварцовим піском.
3. Не збільшувати вміст силікатів, кальцію та магнію у фільтраті; вміст заліза та марганцю зменшується у 2 рази; перманганатна окиснюваність зменшується на 20%.

4. Эффект очищення вихідної води сумішшю матеріалів на 9%, обсидіаном на 19% є вищим, ніж у кварцового піску.

Аналіз і узагальнення результатів наукових досліджень, проведених для лікєро-горілочної галузі, дасть змоги визначити перспективи та способи використання суміші мінералів та обсидіану як нетрадиційних фільтрувальних матеріалів природного походження.

Література

1. *Рябчиков Б.Е.* Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования: / Борис Евгеньевич Рябчиков. — Москва : Де Ли принт, 2004. — 301 с. — ISBN -5-94343-066-0.
2. Проголітичні властивості природних та модифікованих сорбентів / Т.Л. Ракитская, А. Труба, Т. Киосе, Л. Березина, А. Давтян // Вісник ОНУ. — 2012. — Том 17, випуск 2(42): Хімія. — С. 12—17.
3. *Тагибаев Д.Д.* Фильтровальные характеристики зернистых фильтрующих материалов // Международный научный журнал «Инновационная наука». — 2017. — № 1—2 — С. 90—91.
4. *Тагибаев Д.Д.* Осветление воды фильтрованием // Международный научный журнал «Инновационная наука». — 2017. — № 1—2. — С. 92—95.
5. Исследование свойств фильтрующих загрузок для очистки воды от железа [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/2185>.
6. *Заграй Я.М.* Використання природних мінералів (шунгіту) як етапів комплексної технології корегування складу водних розбавлених розчинів до природно сформованої якості // Екологічна безпека та природокористування. — 2014. — № 15. — С. 124—129.
7. *Кузнецов Л.К.* Технология фильтрования в физико-химических процессах водоподготовки // Башкирский химический журнал. — 2009. — Том 16. — № 2. — С. 84—92.
8. *Wojciechowska K.* Porównanie wyników symulacji procesu filtracji wody w filtrze pospiesznym dla stałej i zmiennej prędkości filtrowania Inżynieria i Ochrona Środowiska. — 2006. — Т. 9, # 4. — Р. 421—434.
9. Removal of lower-molecular-weight substances from water and wastewater: challenges and solutions / V. Jegatheesan, J. Virkutyte, L. Shu, J. Allen, Y. Wang, E. Searston, Z.P. Xu, J. Naylor, S. Pinchon, C. Teil, D. Navaratna, H.K. Shot. — WastewaterTreatment: Advanced Processes and Technologies. — 2012/1/1. — P. 275—318.