

производстве / Н. М. Мовчан, З. Д. Безрук, А. А. Дашковский, В. А. Порев // Метрологічне забезпечення фізико-хімічних та оптико-фізичних вимірювань : матеріали XI наук.-практ. конф. з міжнар. участю / ХІММЕТ. – Київ, 2005. С.38-40. 9. Безрук, З. Д. Мобільна лабораторія екологічного контролю / З. Д. Безрук, В. П. Приміський, М. Г. Шаталов // Тези доповіді : матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф. ХІММЕТ-3. – 2008. – С. 128-132.

**Bibliography (transliterated):** 1. Vardanov, A. Z. (2009). Methods and tools for environmental monitoring and environmental monitoring, – 640. 2. Primisky, V. F. (2013). Stan that prospect rozvitku polum'yanio-ionoizatsiynogo method. – Н.: Type of "Favor". 3. Ryzhkov, V. F. (2004). Portable flame ionization analyzer // Journal of Technology and knstruirovane electronics, Odessa. P. 27-29. 4. Primisky, V. F. (2000). Flame ionization analyzer // Patent number 2,146,048 Russia. Publ. Bull. Number 4. 5. Primisky, V. P. (2013). Polumyano ionization detector // Patent of Ukraine for useful model № 78785. Publ. Bull. Number 6. 6. Zsuzsa, A. V. (2013). Polumyano ionization detector // Patent of Ukraine on korisnu model number 82884. Publ. 2013. Bull. Number 16. 7. Ukrainian Academic Internet Conference "Information Society: technological, economic and technical aspects of the formation." "Mathematical model of the distribution of gas flows in SHPID." 8. Movchan N. M. (2005). Prospects for the use of analytical instruments in waste production. Kiev, USSR: HIMMET, P. 38-40. 9. Bezruk, Z. D. (2008). Mobile laboratory environmental. Materials Conference. HIMMET 3, P. 128-132.

*Поступила (received) 12.08.2014*

**УДК 628.16**

**В. М. РАДОВЕНЧИК**, д-р техн. наук, проф., НТУУ "КПІ", Київ;  
**Я. В. РАДОВЕНЧИК**, канд. техн. наук, ст. виклад., НТУУ "КПІ", Київ

### **ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВИДАЛЕННЯ ТВЕРДОЇ ФАЗИ З ВОДИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЧАСТОК МАГНЕТИТУ**

Досліджено ефективність видалення з водного середовища твердих часток з використанням суспензії магнетиту, отриманого методом хімічної конденсації. Вивчено вплив на ефективність процесу очищення води коагулянтів та флокулянтів, водневого показника, природи твердої фази, порядку додавання реагентів. Встановлені найбільш ефективні реагенти для обробки стічних вод процесів переробки макулатури та визначені їх дози.

**Ключові слова:** магнетит, тверда фаза, освітлення води, коагулянти, флокулянти, скоп.

**Вступ.** Досить часто в багатьох галузях промисловості утворюються стічні води, що значно різняться за складом та концентрацією забруднень в них. У випадку наявності високодисперсної твердої фази це створює значні перешкоди для успішного очищення таких вод. Особливо характерна така ситуація для процесів переробки макулатури, в яких високодисперсна тверда фаза може бути представлена домішками з досить різними фізико-хімічними властивостями. Одним з перспективних методів очистки таких вод є магніто-сорбційний метод [1]. Над традиційними методами очистки води вказаний метод має наступні переваги: відпадає необхідність в спорудженні та експлуатації високооб'ємних споруд; значно скорочується термін технологічного циклу; для отримання суспензії магнетиту можна використовувати відпрацьовані електроліти травлення сталі, що дозволяє одночасно вирішувати і проблему їх утилізації; обладнання

© В. М. РАДОВЕНЧИК, Я. В. РАДОВЕНЧИК, 2014

для реалізації методу досить просте і не потребує додаткового обслуговування; технологія може бути пристосована до існуючих споруд і легко піддається автоматизації [2].

Перші спроби застосувати вказану технологію в целюлозно-паперовій промисловості відносяться до 70-х років і належать американським вченим [3]. Однак, із-за різних причин, широкого розповсюдження технологія не набула. Одним з важливих недоліків був той факт, що в технології використовувався природний магнетит, який необхідно було подрібнювати до розмірів менше 50 нм, що потребувало значної витрати енергії та часу. Сьогодні спостерігається значний розвиток в даній галузі [4]. З допомогою часток магнетиту з водного середовища видаляють фосфати [5], хромати [6], біологічні об'єкти [7], радіонукліди та інші забруднювачі. Для отримання часток магнетиту використовують прості та зручні методи хімічної конденсації, що дозволяє суттєво спростити та здешевити сам процес очищення [8, 9]. Однак процеси очищення стічних вод переробки макулатури лишилися поза увагою дослідників цього напрямку. Тому необхідні дослідження в цьому напрямку дозволять суттєво розширити галузі використання часток магнетиту для очищення води.

**Мета роботи.** Проведені нами дослідження показали [10], що стічна вода виробництва переробки макулатури Київського картонно-паперового комбінату містить 1.0 – 1.5 г/дм<sup>3</sup>, а іноді і більше змулених речовин. Відстоювання протягом 1-2 годин дозволяє видалити значну їх частину. Однак, 100 – 200, а інколи і 500 мг/дм<sup>3</sup> змулених речовин, представлених високостабільними дрібними волокнами целюлози, частками фарби та заповнювачів, завжди залишаються у відстояній воді. На доочищення такої води і були орієнтовані ці дослідження. Оскільки практично відсутні дані про результати використання в процесах очищення води одночасно з частками магнетиту коагулянтів та флокулянтів, то основною метою нашої роботи було вивчення ефективності магніто-сорбційного методу при очищенні стічних вод целюлозно-паперової промисловості та впливу на них допоміжних реагентів.

**Методика експериментів.** В процесі досліджень нами використовувалася суспензія магнетиту, отримана методом хімічної конденсації з відпрацьованих електролітів травлення. В якості модельного розчину використовували суспензію каоліну із вмістом твердої фази 100 мг/дм<sup>3</sup> та стічні води процесів переробки макулатури Київського картонно-паперового комбінату. Для дослідження ефективності відділення твердої фази (скопу та інших речовин) з використанням часток магнетиту в пробу води об'ємом 100 см<sup>3</sup> вносили необхідні дози реагентів та магнетиту (в окремих випадках лише магнетиту) і перемішували протягом 10 хв. Отриману суміш пропускали через електромагнітний фільтр, де відділялася магнітна фракція суспензії, а у фільтраті визначали залишковий вміст змулених речовин. Електромагнітний фільтр представляв собою соленоїд, робочий простір котрого було заповнено частками подрібненого до розміру ~ 2 мм фериту НН 600. Струм живлення електромагніту – 10 А.

**Обговорення результатів.** Суть процесу магніто-сорбційної очистки стічних вод полягає у взаємодії колоїдних часток з різними властивостями. В даному випадку - це волокна целюлози, частки фарби, наповнювача і т.п., та частки магнетиту. Відомо, що  $\xi$ -потенціал часток магнетиту до рН≤6,5 має позитивне

значення, а при  $pH \geq 6,5$  – негативне. Для волокон целюлози в діапазоні  $pH=2-11$   $\xi$ -потенціал має негативне значення. Однак, для стічних вод переробки макулатури такі залежності навряд чи будуть витримані, зважаючи на значну кількість інших забруднень, котрі в змозі суттєво впливати на  $\xi$ -потенціал волокон целюлози та часток магнетиту. Тому очевидно, що реакція середовища повинна суттєво впливати на ефективність вилучення з води змулених речовин. Проведені експерименти показали, що, при початковій концентрації у воді змулених речовин на рівні  $136 \text{ мг/дм}^3$ , концентрації магнетиту  $230 \text{ мг/дм}^3$ , ефективність вилучення з води змулених речовин для різних  $pH$  різна. При  $pH=3-8$  ефективність вилучення мінімальна, а при  $pH > 9$  та  $pH < 3$  значно зростає. Це підтверджує висновок про те, що  $\xi$ -потенціал значної кількості змулених часток відмінний від  $\xi$ -потенціалу волокон целюлози. Якраз у діапазоні  $pH=3,0-6,5$ , де, з теоретичної точки зору, ефективність очистки має бути максимальною, оскільки  $\xi$ -потенціали волокон целюлози та часток магнетиту мають протилежні знаки, вона виявилася мінімальною. Підвищення ефективності в сильноокислій області можна пояснити розчиненням часток магнетиту, активацією їх поверхні та впливом на процес іонів двох- та трьохвалентного заліза. В лужній області, де  $\xi$ -потенціал і волокон целюлози і часток магнетиту від'ємний, ріст ефективності можна пояснити наявністю в воді домішок, особливо сполук кальцію та магнію, котрі зміщують ізоіонну точку в область  $pH=11,8$  [11]. Варто відмітити, що приведена залежність не є постійною і може суттєво змінюватись для стічних вод при переробці інших видів макулатури.

Таким чином, в найбільш придатному для очистки води діапазоні  $pH$ , ефективність очистки мінімальна. Збільшення концентрації магнетиту не дозволяє суттєво її покращити. Навіть при співвідношенні *змулені речовини/магнетит* біля 9, ефективність очистки не перевищує 75 %. В той же час, значне збільшення концентрації магнетиту викликає ріст вартості очистки та погіршує загальну ефективність процесу. Проведені дослідження показали, що використання самого лише магнетиту для очищення стічних вод процесів переробки макулатури недостатньо ефективне. Підвищення ефективності шляхом коригування  $pH$  та збільшення дози магнетиту також навряд чи доцільно. Тому були досліджені можливості магніто-сорбційного методу при очищенні вказаних вод з використанням допоміжних реагентів – коагулянтів та флокулянтів.

На першому етапі було досліджено різноманітні комбінації реагентів  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $FeSO_4$ ,  $FeCl_3$  та часток магнетиту. Як виявилось, при обробці стічної води спочатку сульфатом алюмінію, а потім суспензією магнетиту, ефективність очистки на 5–15 % вища, ніж при протилежній послідовності. В той же час, для сполук заліза ефективність зростає при обробці води спочатку суспензією магнетиту, а потім – солями заліза. При цьому залежність ефективності від  $pH$  значна і для кожної сполуки різна. Однозначно пояснити отримані результати досить важко. Впевнено можна лише сказати, що вони підтверджують наявність в воді дуже широкої гама колоїдних забруднень. Очевидно також, що коагулянти необхідно вибирати в кожному конкретному випадку, виходячи з характеристики стічних вод. Як виявилось, саме сульфати алюмінію мають в цьому випадку найнижчу ефективність. Сульфат заліза характеризується найвищою

ефективністю, але в досить вузькому діапазоні  $pH=9-12$ , тобто тоді, коли солі заліза (II) повністю гідролізувалися. Найбільш стабільно в усьому діапазоні  $pH=3-12$  працюють солі заліза (III). Однак, забарвлення осаду, а в ряді випадків і води, не завжди допустиме в технологічних процесах. Тому у випадках, коли скоп не утилізується, в процесах очистки води можна рекомендувати використовувати сполуки заліза, оскільки основним компонентом магнетиту також є сполуки заліза. Тим більше, що їх ефективність досить висока навіть при відносно низьких концентраціях ( $100 - 150 \text{ мг/дм}^3$ ).

Було також встановлено, що криві залежності ефективності очистки води від концентрації коагулянтів для солей заліза мають екстремальний характер, тобто, при концентраціях вище  $300-350 \text{ мг/дм}^3$  ефективність знижується. Для сульфату алюмінію при цих концентраціях відмічена лише стабілізація ефективності на рівні  $\sim 90 \%$ . Але, в будь-якому випадку, з точки зору ефективних концентрацій, найбільш придатним є сульфат заліза (II). Хлорид заліза (III) та сульфат алюмінію ефективно працюють лише при співвідношенні *коагулянт/змулені речовини*  $> 1-2$ .

Оскільки проведеними раніше дослідженнями було встановлено, що найважче із стічних вод виробництва паперу та картону видаляється каолін, ми провели додаткові детальні дослідження по його видаленню магніто-сорбційним методом [12]. Причому, в якості коагулянтів використовували реагенти, котрі сьогодні найчастіше застосовують у відповідній галузі.

Було встановлено, що використання коагулянтів разом з магнетитом дозволило підвищити ефективність освітлення суспензії каоліну у порівнянні з відстоюванням суспензії при використанні реагентів без магнетиту. Кращі результати були отримані при використанні магнетиту в дозах  $20-50 \text{ мг/дм}^3$  при дозах коагулянтів  $10-30 \text{ мг/дм}^3$  (по  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). При цьому збільшення доз реагентів і магнетиту не забезпечувало істотного збільшення ступеню освітлення суспензії. При освітленні оборотної води з використанням коагулянтів та магнетиту було відмічено збільшення ефективності очищення зі збільшенням доз реагентів і магнетиту.

Аналогічні дослідження, проведені на попередньо відстоюаних стічних водах Київського картонно-паперового комбінату, показали, що найбільш ефективним є 5/6-гідроксохлорид алюмінію, який при дозах  $30-70 \text{ мг/дм}^3$  та при дозах магнетиту  $150-250 \text{ мг/дм}^3$  забезпечує зниження залишкового вмісту зважених речовин до  $3-10 \text{ мг/дм}^3$ . Разом з тим, для очищення стічних вод, що містять  $\sim 1500 \text{ мг/дм}^3$  зважених речовин, потрібні значні дози коагулянтів. Використання найбільш поширеного коагулянту – сульфату алюмінію в дозах  $20-30 \text{ мг/дм}^3$  по  $\text{Al}_2\text{O}_3$  дозволяє майже у два рази збільшити ефективність очищення в порівнянні з вихідною водою. Однак, навіть після такої обробки, залишковий вміст зважених речовин залишається досить значним –  $220-260 \text{ мг/дм}^3$ . Необхідна якість очищення води при використанні сульфату алюмінію забезпечує збільшення його дози по  $\text{Al}_2\text{O}_3$  до  $150-200 \text{ мг/дм}^3$ . Кращі результати очищення вод із значним вмістом твердої фази отримані при застосуванні 5/6-гідроксохлориду алюмінію. Вже при дозі  $50 \text{ мг/дм}^3$  по  $\text{Al}_2\text{O}_3$  він забезпечує зниження вмісту зважених речовин до  $100 \text{ мг/дм}^3$ , а при дозі  $100 \text{ мг/дм}^3$  – до  $50 \text{ мг/дм}^3$  [12]. Однак, вартість гідроксохлоридів значно більша в порівнянні із сульфатом алюмінію. Дещо знизити його вартість дозволяє розробка ефективних технологій синтезу основних

хлоридів алюмінію з використанням спеціальних стабілізаторів. Запропонований нами спосіб синтезу алюмініймістких коагулянтів дозволяє отримувати стабільні розчини солей алюмінію при використанні як карбонату, так і оксиду кальцію. Більше того, вдалося отримати не лише стабільні гідроксохлориди, але і гідроксосульфати алюмінію.

Була досліджена можливість використання в процесах очищення стічних вод целюлозно-паперових виробництв флокулянтів. На першому етапі в досліджах використовували флокулянти ВПК-402, ПАА та ПЕІ.

Найбільш стабільно в досить широкому діапазоні рН працює ПЕІ. Для ВПК-402 характерна значна ефективність лише при високих рН, тоді як ПАА погано працює в усьому діапазоні. Причому, збільшення концентрації флокулянтів вище 5 мг/дм<sup>3</sup> суттєво на ефективність очистки не впливає. Застосування поліакриламідів не завжди виправдовує надії на суттєве поліпшення ефективності процесу очищення води і при спільному використанні із коагулянтами. Використання невеликих доз коагулянтів (20–30 мг/дм<sup>3</sup>) і поліакриламідів в концентраціях 0,4–2,0 мг/дм<sup>3</sup> супроводжується зниженням залишкового вмісту завислих речовин на 50–60 мг/дм<sup>3</sup>. При збільшенні дози коагулянтів позитивний вплив поліакриламідів на ефективність очищення води знижується. Мало впливає на підвищення ступеню очищення і зміна дози поліакриламідів при постійній дозі коагулянту. Було встановлено, що при початковій концентрації змулених речовин в діапазоні 1200–1500 мг/дм<sup>3</sup> найбільш ефективними були дози флокулянтів ВПК – 402 та поліетиленіміну на рівні 5–10 мг/дм<sup>3</sup>. В той же час такі флокулянти як метацид та аніліно-формальдегідна смола виявилися малоефективними. Детальні дослідження відомих та синтезованих нами, на основі реакції з епіхлоргідрином, флокулянтів показали, що не завжди збільшення концентрації реагенту супроводжується відповідним ростом ефективності відділення твердої фази.

Останнім часом на ринку України з'явилося досить багато нових типів флокулянтів іноземного виробництва. Тому нами були проведені дослідження з підвищення ефективності магнітно-сорбційного методу при використанні в якості допоміжних реагентів флокулянтів «Алкофікс», «Перкол 455», «Магнафлок 24» фірми «СІБА» і реагенту «Праестол 611 ВР» фірми Штохгаузен. Результати освітлення магнітно-сорбційним методом суспензії каоліну показали, що використання вказаних флокулянтів разом з магнетитом дозволяє підвищити ефективність освітлення суспензії. Аналогічні результати отримані і при освітленні описаним методом стічних вод Київського картонно-паперового комбінату. При використанні катіонних флокулянтів з магнетитом було досягнуто істотного зниження концентрації зважених речовин у воді (до 21–47 мг/дм<sup>3</sup> при дозах флокулянтів 5 мг/дм<sup>3</sup> і дозах магнетиту 100–150 мг/дм<sup>3</sup>).

**Висновки.** Проведені дослідження показали, що при використанні в процесі очищення лише суспензії магнетиту досягнути значної ефективності вилучення твердої фази не вдається. Це пояснюється наявністю у воді значної кількості домішок із самими різними поверхневими властивостями. При спільному використанні флокулянтів, коагулянтів і магнетиту може бути досягнуто значне підвищення ефективності очищення води. Серед досліджених коагулянтів найбільш ефективним виявився сульфат заліза (II) та хлорид заліза (III), для яких

максимум ефективності спостерігався при дозах 200 – 250 мг/дм<sup>3</sup>. Подальше збільшення дози коагулянту супроводжувалося зростанням залишкової мутності та зменшенням ефективності очищення. Сульфат алюмінію виявився менш ефективним, однак 5/6-гідроксохлорид алюмінію показав високу ефективність при обробці стічних вод целюлозно-паперових виробництв. Дослідження ефективності флокулянтів показало, що найбільш придатною із вітчизняних марок є поліетиленімін. Всі інші марки, в т. ч. і зарубіжних компаній, забезпечують приблизно однакову ефективність очищення води.

**Список літератури:** 1. *Petrakis, L.* Use of HGMS techniques for removal of oil and solids from water effluents [Text] / *L. Petrakis, P. Ahner* // IEEE Transactions on Magnetics. – 1976. – Vol. 12, Issue 5. – P. 1230–1233. 2. *Anderson, N. J.* Water and wastewater treatment with reusable magnetite particles [Text] / *N. J. Anderson, B. A. Bolto, D. R. Dixon and other* // Water Sci. and Technol. – 1982. – Vol. 14, Issue 9-11. – P. 1545–1546. 3. *Аллен, Д. М.* Применение магнитных фильтров для очистки избыточных ливневых стоков [Текст] / *Д. М. Аллен, Д. А. Обертойфер* // Советско-американский симпозиум по обработке сточных вод в сооружениях физико-механической очистки (США, г. Цинциннати, 5-6 апреля 1977). – М., 1977. – С. 168–213. 4. *Mikhailovsky, V. L.* Water and Wastewater Treatment Using Ferrites [Text] / *V. L. Mikhailovsky, V. M. Radovenchik* // Chemical Water and Wastewater Treatment. IV Proceedings of the 7<sup>th</sup> Gothenburg Symposium, Edinburgh, Scotland, 1996. – P. 49–60. 5. *Krumm, E.* Phoschatabscheidung mittels Magnetseparation [Text] / *E. Krumm* // Entsorg. Prax. – 1991. – Vol. 4. – P. 174–176. 6. *Anderson, N. J.* A method for chromate removal from cooling tower blowdown water [Text] / *N. J. Anderson, B. A. Bolto, L. Pawlowski* // Nucl. and Chem. Waste Manag. – 1984. – Vol. 5, № 2. – P. 125–129. 7. *Bolto, B. A.* Water purification with magnetic particles [Text] / *B. A. Bolto, T. H. Spurling* // Environ. Monit. and Assessment. – 1991. – Vol. 19, № 31-3. – P. 139–143. 8. *Toshio, Sawa* Formation of oxides and hydroxides of iron in ultra pure water [Text] / *Sawa Toshio, Izumi Kenkichi* // World Congr. III Chem. Eng. (Tokyo, Sept. 21-25). – 1986. – Vol. 2, S. 1. – P. 996–999. 9. *Masao, G.* Preparation of monodisperse magnetite sols in W/O microemulsion [Text] / *G. Masao, K. Kijiro, K. Kazuhiko, K. Ageo* // J. Colloid. and Interface Sci. – 1983. – Vol. 93, Issue 1. – P. 293–295. 10. *Радовенчик, В. М.* Очистка стічних вод підприємств переробки макулатури магніто-сорбційним методом [Текст] / *В. М. Радовенчик, А. В. Превер, В. А. Кириченко, В. О. Овсянкіна* // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2000. – № 4. – С. 28–32. 11. *Гомеля, М. Д.* Вплив рН на ефективність механічної очистки стічних вод виробництва картону [Текст] / *М. Д. Гомеля, А. В. Превер, В. М. Радовенчик* // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 1998. – № 2. – С. 62–65. 12. *Гомеля, Н. Д.* Повышение степени осветления оборотных вод при производстве бумаги и картона с применением магнетита [Текст] / *Н. Д. Гомеля, В. М. Радовенчик, А. С. Коваль* // Химия и технология воды. – 2005. – Т. 27, № 3. – С. 283–293. 13. *Превер, А. В.* Оценка эффективности коагулянтов при очистке сточных вод картонного производства [Текст] / *А. В. Превер, В. М. Радовенчик* // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 1999. – № 1. – С. 65–68.

**Bibliography (transliterated):** 1. *Petrakis, L., Ahner, P.* (1976). Use of HGMS techniques for removal of oil and solids from water effluents. IEEE Transactions on Magnetics, 5, 1230–1233. 2. *Anderson, N., Bolto, B., Dixon, D.* (1982). Water and wastewater treatment with reusable magnetite particles. Water Science and Technology, 9-11, 1545–1546. 3. *Allen, D., Obertoyfer, D.* The magnetic filters application for excess rain effluents treatment. (1977). Soviet-American symposium of wastewater treatment in the physical and mechanical cleaning plants. Cincinnati, 168–213. 4. *Mikhailovsky, V., Radovenchik, V.* (1996). Water and Wastewater Treatment Using Ferrites. Chemical Water and Wastewater Treatment. IV Proceedings of the 7<sup>th</sup> Gothenburg Symposium, Edinburgh, Scotland, 49–60. 5. *Krumm, E.* (1991). Phoschatabscheidung mittels Magnet separation. Entsorg. Prax., 174 - 176. 6. *Anderson, N., Bolto, B., Pawlowski, L.* (1984). A method for chromate removal from cooling tower blowdown water. Nuclear and Chemical Waste Management, 2, 125 - 129. 7. *Bolto, B., Spurling, T.* (1991). Water purification with magnetic particles. Environmental Monitoring and Assessment, 31-3, 139–143. 8. *Sawa, T., Izumi,*

K. (1986). Formation of oxides and hydroxides of iron in ultra pure water. World Congress III Chem. Eng. Tokyo, 2, 996–999. **9.** Masao, G., Kijiro, K., Kazuhiko, K., Agao, K. (1983). Preparation of monodisperse magnetite sols in W/O microemulsion. J. Colloid. and Interface Sci., 1, 293–295. **10.** Radovenchyk, V., Prever, A., Kirichenko, V., Ovsyankina, V. (2000). Wastewater treatment of waste paper recycling enterprises by magnetic sorption method. Ecotechnology and resource, 4, 28–32. **11.** Gomelya, M., Prever, A., Radovenchyk, V. (1998). The pH effluent on effectiveness of mechanical wastewater treatment from wastepaper recycling processes. Ecotechnology and resource, 2, 62–65. **12.** Gomelya, M., Radovenchyk, V., Koval, A. (2005). Increasing the clarification degree of circulating water in the paper and paperboard production using magnetite. Chemistry and Water Technology, 3, 283–293. **13.** Prever, A., Radovenchyk, V. (1999). Evaluating of coagulants effectiveness in wastewater treatment of paperboard production, Ecotechnology and resource, 1, 65–68.

*Надійшла (received) 25.07.2014*

## УДК 504.75

**В. В. БЕРЕЗУЦКИЙ**, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»

**Н. Л. БЕРЕЗУЦКАЯ**, канд. техн. наук, доц., ХНУРЭ, Харьков

### **ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КРИЗИС РАЗРЕШИТ АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА**

Рассмотрены традиционные источники получения энергии и показаны их недостатки. Выполнены исследования по определению наличия энергии в пирамидках, построенных по принципу египетских пирамид. Полученные результаты позволили сделать вывод о перспективности разработки технологий получения энергии в пирамидах.

**Ключевые слова:** энергетика, источники энергии, недостатки, преимущества, энергия космоса, пирамиды.

**Введение.** Сложившаяся в настоящее время негативная и угрожающая ситуация на Украине с энергетическим обеспечением потребностей населения, является прямым следствием неудовлетворительных исследований альтернативных источников энергии. Сегодняшние заголовки статей в журналах и интернете, а также происходящее в стране свидетельствует о сильнейшем энергетическом кризисе. Правительство Украины предпринимает определенные меры, формирует нормативную базу, но этого недостаточно [1-3]. Но неужели это пришло неожиданно или свалилось на нас откуда-то «сверху»? Про необходимость развития энергетике во всех её возможных формах говорится уже более века, и ученые показали массу вариантов выхода из этой ситуации. Почему же к науке, предлагающей альтернативные источники энергии, которые применяют во всём мире, никто не прислушивается и теперь надо опять «изобретать велосипед»? Все знают, что применение традиционных источников энергии, а именно – гидростанций, атомных и тепловых электростанций является сложным, разрушительным для природной среды и экономически зависимым от многих факторов процессом. В настоящее время в Украине стали активно предлагать к внедрению нетрадиционные (альтернативные) источники энергии, но, к сожалению, и они тоже имеют свои недостатки, что не позволяет их широко применять [4-8].

© В. В. БЕРЕЗУЦКИЙ, Н. Л. БЕРЕЗУЦКАЯ, 2014