

ISSN 2078-4481

ВЕСТНИК

**Херсонского национального
технического университета**



Херсон 2014

ВЕСТНИК

ХЕРСОНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Редакционная коллегия:

профессор, заслуженный
деятель науки и техники Украины

Бардачев Ю.Н.

— главный редактор

профессор **Савина Г.Г.**

— заместитель главного редактора

доцент **Розов Ю.Г.**

— заместитель главного редактора

начальник отдела информационного
обеспечения **Корнева А.А.**

— ответственный секретарь

Состав редакционной коллегии:

Проф. **Валько Н.И.**

Проф. **Сарибеков Г.С.**

Проф. **Коваленко Н.А.**

Проф. **Семенченко Ф.Г.**

Проф. **Костогрыз А.П.**

Проф. **Сошко А.И.**

Проф. **Кричмар С.И.**

Проф. **Сусоров В.Д.**

Проф. **Крючковский В.В.**

Проф. **Тихосова А.А.**

Проф. **Кузьмина Т.О.**

Проф. **Фомишина В.Н.**

Проф. **Луняка К.В.**

Проф. **Ходаков В.Е.**

Проф. **Миколайчук Н.С.**

Проф. **Чепелюк Е.В.**

Проф. **Мищенко А.В.**

Проф. **Чурсина Л.А.**

Проф. **Новиков А.А.**

Проф. **Шарко А.В.**

Проф. **Повстяной М.В.**

Проф. **Шарко М.В.**

Проф. **Прохорова И.А.**

Проф. **Сарапина О.А.**

Международный состав редакционной коллегии:

Д.н. **Димитрова В.Я.** (Республика Болгария)

Проф. **Партицкий С.** (Республика Польша)

Проф. **Коган А.Г.** (Республика Беларусь)

ISSN 2078-4481

ВІСНИК

**Херсонського національного
технічного університету**



Херсон 2014

ВІСНИК

ХЕРСОНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Редакційна колегія:

професор, заслужений
діяч науки і техніки України

Бардачов Ю.М.

— головний редактор

професор **Савіна Г.Г.**

— заступник головного редактора

доцент **Розов Ю.Г.**

— заступник головного редактора

начальник відділу інформаційного
забезпечення **Корнева А.О.**

— відповідальний секретар

Склад редакційної редколегії:

Проф. **Валько М.І.**

Проф. **Сарібеков Г.С.**

Проф. **Коваленко М.А.**

Проф. **Семенченко Ф.Г.**

Проф. **Костогриз О.П.**

Проф. **Сошко О.І.**

Проф. **Крічмар С.Й.**

Проф. **Сусоров В.Д.**

Проф. **Крючковський В.В.**

Проф. **Тіхосова Г.А.**

Проф. **Кузьміна Т.О.**

Проф. **Фомішина В.М.**

Проф. **Луняка К.В.**

Проф. **Ходаков В.Є.**

Проф. **Миколайчук Н.С.**

Проф. **Чепелюк О.В.**

Проф. **Міщенко Г.В.**

Проф. **Чурсіна Л.А.**

Проф. **Новіков О.О.**

Проф. **Шарко О.В.**

Проф. **Повстяной М.В.**

Проф. **Шарко М.В.**

Проф. **Прохорова І.А.**

Проф. **Сарапіна О.А.**

Міжнародний склад редакційної колегії:

Д.н. **Димитрова В.Я.** (Республіка Болгарія)

Проф. **Коган О.Г.** (Республіка Білорусь)

Проф. **Партицький С.** (Республіка Польща)

ISSN 2078-4481

HERALD

**Kherson National
Technical University**



Kherson 2014

VISNYK

OF KHERSON NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY

Editorial Board:

Prof., Honored Worker
of Science and Technology of Ukraine

Bardachov Y.N.

— Editor-in-Chief

Prof. **Savina G.G.**

— Deputy Editor-in-Chief

Assoc. Prof. **Rozov Y.G.**

— Deputy Editor-in-Chief

Head of information security

Korneva A.A.

— Executive Secretary

The Composition of the Editorial Board:

Prof. **Val'ko N.I.**

Prof. **Saribekov G.S.**

Prof. **Kovalenko N.A.**

Prof. **Semenchenko F.G.**

Prof. **Kostogryz A.P.**

Prof. **Soshko A.I.**

Prof. **Krichmar S.I.**

Prof. **Susorov V.D.**

Prof. **Kryuchkovskiy V.V.**

Prof. **Tikhosova A.A.**

Prof. **Kuz'mina T.O.**

Prof. **Fomishina V.M.**

Prof. **Lunyaka K.V.**

Prof. **Khodakov V.Ye.**

Prof. **Mikolaychuk N.S.**

Prof. **Chepelyuk Ye.V.**

Prof. **Mishchenko A.V.**

Prof. **Chursina L.A.**

Prof. **Novikov A.A.**

Prof. **Sharko A.V.**

Prof. **Povstyanoy M.V.**

Prof. **Sharko M.V.**

Prof. **Prokhorova I.A.**

Prof. **Sarapina O.A.**

The International Composition of the Editorial Board:

PhD **Dimitrova V. Ya.** (The Republic Of Bulgaria)

Prof. **Kogan A.G.** (The Republic Of Belarus)

Prof. **Partitskiy S.** (The Republic Of Poland)

СОДЕРЖАНИЕ

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ

- Баганов Є.О., Андропова О.В., Курак В.В.** Розрахунок контактного переохолодження для гетероепітаксії бінарних сполук виду АВ/СD з рідкої фази..... 11

ИНЖЕНЕРНЫЕ НАУКИ

- Драпалюк М.В.** Исследование особенностей технологии бетонов повышенной долговечности, содержащих демпфирующие компоненты, для транспортных сооружений..... 17
- Осадчий С.И., Федотова М.А., Скрынник И.А.** Компенсация транспортного запаздывания в каналах управления тепловым объектом способом упредителя Смита..... 22
- Розов Ю.Г.** Новые технологии изготовления прецизионных трубчатых изделий с профилированной внутренней поверхностью..... 29
- Семенов С.О.** Особливості руху колісної пари з рухомими гребенями..... 36
- Шворнікова Г.М.** Управління якістю у логістичних системах залізничного транспорту..... 41
- Шолом П.С.** Особливості розрахунку електромагнітних кіл індуктивних перетворювачів лінійних переміщень..... 46

ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕГКОЙ И ПИЩЕВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

- Березовський Ю.В.** Застосування нових технічних рішень у виробництві лляної продукції..... 51
- Галик І.С., Семак Б.Д.** Використання нанотехнологій для захисту текстилю від шкідливих мікроорганізмів..... 59
- Гнідець В.П., Гнідець Ю.М., Скропишева О.В., Смоліна О.М.** Дослідження впливу складів гелей на основі альгінату та водорозчинних полімерів на їх реологічні властивості..... 65
- Горбовий А.Ю., Бойко Г.А.** Товарознавча оцінка змішаної пряжі з волокнами льону олійного та полієфіру..... 71
- Зубкова К.В.** Регулювання амінокислотного обміну плодів та овочів за допомогою попередньої обробки сировини..... 76
- Калінський О.Є.** Удосконалення та автоматизація процесів визначення якісних показників лляного волокна..... 81
- Маринченко І.О.** Дослідження стебел конопель як об'єкта руйнування..... 87
- Меняйло-Басиста І.О., Чурсіна Л.А.** Наукові основи інноваційної технології виробництва целюлозно-паперової продукції..... 92
- Пашкевич К.Л.** Прогнозування композиційно-конструктивних параметрів моделей чоловічих піджаків..... 98
- Попович Т.А., Вишнеvsька Л.В., Іванишук С.М., Чечина І.Г.** Дослідження можливості очистки стічних вод від синтетичних поверхнево-активних речовин адсорбційним методом..... 105
- Прісс О.П.** Прогнозування урожайності пасльонових плодів та об'ємів переробки і зберігання..... 111
- Пушкар Г.О., Семак Б.Д.** Проблеми формування асортименту товарів з коноплі..... 117
- Рацук М.Є.** Одержання модифікованого крохмалю..... 123
- Сарибекова Ю.Г., Семешко О.Я., Мясников С.А.** Экспериментальное исследование параметров электроразрядной нелинейной объемной кавитации в процессе модификации шерстяного волокна..... 128

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Вирозуб Р.М., Штофель Д.Х., Злепко С.М.** Алгоритм функціонування автоматизованого діагностичного комплексу в режимі телемедичного консультування (ТМК)..... 134
- Злепко С.М., Тимчик С.В., Московко М.В.** Інформаційно-структурна модель перехідного стану від хвороби до здоров'я..... 140

Вірченко Г.А., Колосова О.П. Застосування структурно-параметричного геометричного моделювання для оптимізації конструкції хвилеводів і концентраторів ультразвукового технологічного обладнання.....	145
Новиков А.А., Бакурин М.Г., Мешков А.Ю. Электронный учебный комплекс для проведения лабораторных работ по теории электронных и электрических цепей.....	150
Рудак С.М., Мельничук С.І. Особливості застосування первинних перетворювачів у інформаційно-вимірювальних системах витрати газу.....	156
Стрембовский Ю.Г., Горохов В.А., Костогрыз А.П. Анализ процессов волновой энергетики – экологически чистая энергетика.....	162
Фауре Е.В., Вишня М.І., Чернобай В.А. Оцінка закону розподілу випадкових чисел комбінаційного генератора у k-вимірному просторі.....	169

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Баганов Є.О., Андропова О.В., Курак В.В. Моделювання роботи системи теплозабезпечення на основі підземного теплового акумулятора, теплових сонячних колекторів та теплового насосу.....	174
Серикова Е.Н., Стрельникова Е.А., Яковлев В.В. Математическое моделирование изменения уровней грунтовых вод в городах с учетом ведущих режимообразующих факторов.....	182
Степанчиков Д.М., Дон Н.В. Використання моделі одномірної потенційної ями на лабораторному практикумі з ядерної фізики.....	191

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Бардачов Ю.М., Коваленко М.А. Відродження текстильної промисловості – шлях до повної незалежності України.....	196
Власенко Н.А., Власенко А.Л. Український жіночий костюм – важливий ресурс культурно-пізнавального туризму.....	202
Коваленко М.А., Чурсіна Л.А. Шляхи відродження текстильної промисловості та її сировинної бази.....	207
Малєєв В.О., Безпальченко В.М. Еколого-економічні проблеми використання земельних ресурсів – базової складової природно-ресурсного потенціалу Херсонської області.....	212
Петряніна К.О., Мешкова-Кравченко Н.В. Ассортиментна політика на підприємстві.....	219
Пруткова А.О., Мешкова-Кравченко Н.В. Збут як елемент комерційної діяльності підприємства.....	224
Череп А.В., Юдіна Х.К. Класифікація внутрішнього контролю: систематизація невирішених питань і протиріч.....	229
Швороб Г.М., Лепьохіна О.В. Фінансові аспекти державного регулювання ринку продукції сільськогосподарського машинобудування.....	235
Шевченко О.В. Формування інструментального набору підтримки повного циклу стандартизованого управління проектами.....	242

ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Дон Н.Л. Розробка лабораторного стенду з основ вітроенергетики.....	247
Костишин С.В., Лаугс Е.Л., Новиков В.А. Выбор тестовых методик для психологического тестирования студентов.....	253

CONTENS

FUNDAMENTAL SCIENCES

- Baganov Ye.O., Andronova E.V., Kurak V.V.** Calculation of contact supercooling for heteroepitaxy of binary compounds kind AB/CD from the liquid phase..... 11

ENGINEERING SCIENCES

- Drapaluk M.V.** Nvestigation of concrete technology high life containing damp components for transport facilities..... 17
- Osadchy S.I., Fedotova M.O., Skrynnik I.A.** Predictor Smith as a means of compensating lags grain dryers cascade type with a boiling layer..... 22
- Rozov Yu. G.** New technologies manufacture of precision tubular products with a profiled internal surface..... 29
- Semenov C.A.** The features of motion wheel pair's with mobile combs..... 36
- Shvornikova A.M.** Quality management in logistics rail system..... 41
- Sholom P.S.** Distinctive features of the electromagnetic circuits calculation of inductive linear motion converters..... 46

**THE TECHNOLOGY OF LIGHT
AND FOOD INDUSTRY**

- Berezovsky Y.V.** Application of new technical decisions in the production of flax products..... 51
- Halyk I.S., Semak B.D.** Nanotechnologies use for textile protecting from harmful microorganisms..... 59
- Hnidets V.P., Hnidets Y.N., Skropisheva E.V., Smolina O.N.** Study effect of composition gels based on alginate and watersolution polymers on their rheological properties..... 65
- Horbovoy A.J., Boyko G.A.** Merchandising valuation of mixed yarn with fibers oil flax and polyester..... 71
- Zubkova K.V.** Regulation of exchange amino acid fruits and vegetables through treatment of raw materials..... 76
- Kalinskiy Ye .O.** Improvement and automation of processes of flax fiber quality determination..... 81
- Marynchenko I.O.** Research of the hemp stems as object destruction..... 87
- Mieniailo-Basysta I.O., Chursina L.A.** Scientific basis of innovative manufacturing pulp and paper products..... 92
- Pashkevich K.L.** Prognostication composition-structural parameters of models of mens jackets..... 98
- Popovych T.A., Vishnevskaya L.V., S.M. Ivanyshchuk, Chechyna I.G.** The research on possibilities of treatment of wastewater contaminated with synthetic surfactants using the adsorption method..... 105
- Priss O.P.** Solanaceae vegetables yield prediction and its processing and storage volumes..... 111
- Pushkar H.O., Semak B.D.** Problems of building the assortment of items made of hemp..... 117
- Racuk M.E.** Receipt of the modified starch..... 123
- Saribekova YU.G., Semeshko O.YA., Miasnikov S.A.** Experimental study of electro-bit nonlinear volume cavitation parameters in wool fiber modification process..... 128

INFORMATION TECHNOLOGIES

- Vyrozub R.M., Shtofel D.Kh., Zlepko S.M.** Functional algorithm for automated diagnostic system in telemedical consultanion mode (TCM)..... 134
- Zlepko S.M., Tymchyk S.V., Moskovko M.V.** Information and structural model of intermediate state of disease to health..... 140
- Virchenko G.A., Kolosova O.P.** Using of structural-parametric geometrical modeling for design optimization of waveguides and concentrators of ultrasonic technological equipment..... 145
- Novikov A.A., Bakurin M.H., Meshkov A.Y.** Electronic educational complex for laboratory works on the theory of electronic and electric circuits..... 150

Rudak S.M., Melnychuk S.I. Of feature of application of primary transformers in informatively instrumentation systems of gas expense.....	156
Strembovskiy Yu.G., Gorokhov V.A., Kostogryz A.P. Analysis of wave energy-clean energy.....	162
Faure E.V., Vyshna M.I., Chornobay V.A. The evaluation of k-dimensional space distribution law of combination generator random numbers.....	169

MATHEMATICAL MODELING OF PHYSICAL AND TECHNOLOGICAL PROCESSES AND TECHNICAL SYSTEMS

Baganov Ye.O., Andronova E.V., Kurak V.V. Simulation of work of heat supply system based on underground heat accumulator, sun heat collectors, and heat pump.....	174
Sierikova O.M., Strelnikova O.O., Yakovlev V.V. Mathematical modelling of groundwater level changing in cities taking lead factors of the water balance.....	182
Stepanchikov D.M., Don N.L. Using the model of one-dimensional potential well for a laboratory work of nuclear physics.....	191

ECONOMICAL SCIENCES

Bardachov Yu.M., Kovalenko M.A. Revival of textile industry – the way to complete independence of Ukraine.....	196
Vlasenko N.A., Vlasenko A.L. Ukrainian women's costume is an important resource cultural tourism.....	202
Kovalenko M.A., Chursina L.A. The path revival of textile industry and its raw material base.....	207
Malieiev V.A., Bezpachenko V.M. Ecological and economic use of land resources is a basic component of natural-resource potential of Kherson region.....	212
Petrynina K.O., Meshkova-Kravchenko N.V. Assortment policy in the enterprise.....	219
Prutkova A.O., Meshkova-Kravchenko N.V. Sales as an element of business enterprise.....	224
Cherep A.V., Yudina K.K. Internal control classification: unsolved issues and cantradictions systematization.....	229
Shvorob G.M., Lepekhina O.V. Financial aspects of government regulation market of agricultural machinery.....	235
Shevchenko E.V. Formation of a set of tools to support the complete cycle of standardized project management.....	242

PROBLEMS OF THE HIGHER SCHOOL

Don N.L. Development of the laboratory test bench in wind-power engineering.....	247
Kostishin S.V., Laughs E.L., Novikov V.A. Choice of test methods for psychological testing of students.....	253

УДК 544:628

Т.А. ПОПОВИЧ, Л.В. ВИШНЕВСЬКА, С.М. ІВАНИЩУК

Херсонський державний університет

І.Г. ЧЕЧИНА

Херсонський кооперативний економіко-правовий коледж

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД ВІД СИНТЕТИЧНИХ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН АДСОРБЦІЙНИМ МЕТОДОМ

У даній роботі розглянуто адсорбційний метод очистки стічних вод від синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР) з використанням природних сорбентів – відходів агропромислового комплексу (шкарлупа соняшникового та гарбузового насіння). У ході роботи встановлені оптимальні умови проведення адсорбційного процесу вилучення СПАР із водного розчину: розрахована доза адсорбенту, межі водневого показника та час контакту фаз. Доведено, що серед обраних природних сорбентів більшою адсорбційною ємністю володіє шкарлупа гарбузового насіння. У порівнянні з традиційним адсорбентом – активованим вугіллям – даний показник у 2 рази менший для шкарлупи гарбузового насіння, але переваги останнього обумовлені відсутністю витрат на його регенерацію. Використання рослинних адсорбентів також зменшує надходження у навколишнє середовище відходів агропромислового комплексу.

Ключові слова: стічні води, методи очистки, синтетичні поверхнево-активні речовини, адсорбент, адсорбція.

T.A. POPOVYCH, L.V. VISHNEVSKAYA, S.M. IVANYSHCHUK

Kherson State University

I.G. CHECHYNA

Kherson Cooperative Economics And Law College

THE RESEARCH ON POSSIBILITIES OF TREATMENT OF WASTEWATER CONTAMINATED WITH SYNTHETIC SURFACTANTS USING THE ADSORPTION METHOD

Abstract

This paper reviews the adsorption method of treatment of wastewater contaminated with synthetic surface-active agents (surfactants) using natural sorbents – residues from agriculture (shell of sunflower seed and pumpkin seed). The research allowed to determine the optimal conditions of adsorption process that extracts surfactants from aqueous solutions: the adsorbent dose, pH limits and contact time phases were calculated. It was proved that a shell of pumpkin seed has the highest adsorption capacity among selected natural sorbents. This figure is two times smaller compared with the traditional adsorbent - activated carbon, but a shell of pumpkin seed has advantages due to the lack of expenditures on its recovery. The use of vegetable adsorbents reduces the emissions of agricultural waste into the environment.

Keywords: wastewater, wastewater treatment methods, synthetic surfactants, adsorbent, adsorption.

Постановка проблеми

Актуальним на сьогоднішній день є питання збереження водних ресурсів, які останнім часом невпинно забруднюються недоочищуваними стічними водами. Одними із найнебезпечніших серед забруднювачів виступають синтетичні речовини – так звані «ксенобіотики» (чужі життю), зокрема, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), які містяться у складі синтетичних миючих засобів (детергентів), зокрема в засобах для миття посуду та пральних порошках, які широко використовують у побуті, на підприємствах харчової промисловості, в сфері побутового обслуговування, на великих станціях техобслуговування тощо.

Саме синтетичні поверхнево-активні речовини в сучасних умовах глобалізації забруднення довкілля викликають особливе занепокоєння через їх повільний і неповний розклад, нездатність брати участь в обмінних процесах і накопичуватися у водних об'єктах на Землі [1]. У місцях скупчення небезпечної речовини на поверхні води спостерігається «цвітіння» синьо-зелених водоростей, які при розкладанні отруюють воду і рибу. Потрапляючи з водою до живих організмів, СПАР призводять до порушення обмінних процесів, викликають зниження імунітету, алергію, вражають мозок, печінку, нирки та легені [2, 3, 4].

Традиційно очищення стічних вод здійснюється на міських очисних спорудах з використанням біологічних методів очищення за участю «активного мулу», але, на жаль, даний спосіб не може

забезпечити бажану і навіть стандартизовану у нас в Україні глибину очищення стічних вод від таких забруднювачів, як органічні сполуки, до концентрації 3-4 мг/дм³. Потрапляння до стічних вод токсичних синтетичних речовин, яких раніше просто не було в природі (СПАР, штучні барвники, йони важких металів тощо), призводить до загибелі активного мулу, і, як наслідок – біологічна очисна споруда перетворюється на звичайний транзитний канал стічних вод. Тому, у зв'язку з необхідністю приведення якості очищених стічних вод до нормативних вимог, постає питання пошуку ефективних способів і методів доочистки стічних вод від СПАР, які можуть бути використанні локально на підприємствах (особливо харчових, побутового господарства, на великих станціях техобслуговування) або делокалізовано на міських очисних спорудах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз літературних джерел [5, 6] та класифікаційний підхід до процесів вилучення домішок з води відповідно до їх фазово-дисперсного стану, запропонований академіком Л.А. Кульським [7, 8], свідчить про доцільність застосування адсорбційних методів для очищення стічних вод від синтетичних поверхнево-активних речовин. Порівняно з іншими способами очищення, перевагою адсорбційних процесів вилучення полюантів є використання сорбентів з високою поглинаючою здатністю, простими засобами регенерації і можливістю їх багаторазового використання. Однак, більшість адсорбентів мають високу вартість і використовуються у великих кількостях. На сьогоднішній час перспективним напрямком для здешевлення процесу адсорбційної очистки є використання у якості адсорбентів, з одного боку, дешевих, з іншого – доступних природних матеріалів, до яких належать відходи промислового або агропромислового комплексів [4]. Так, наприклад, в масложировій промисловості, при переробці на маслозаводах соняшникового насіння накопичується значна біомаса шкарлупи насіння, яка лише частково застосовується у тваринництві, в гідролізній промисловості та в якості палива. Тому, в деяких дослідних роботах з адсорбційної очистки стічних вод від йонів важких металів та катіонних барвників [9, 10] у якості природних адсорбентів запропоновані відходи промислового комплексу (похідні целюлози).

Формулювання мети дослідження

Метою даної роботи було дослідження можливості очищення стічних вод від синтетичних поверхнево-активних речовин адсорбційним методом з використанням природних адсорбентів – похідних целюлози (відходи соняшникового та гарбузового насіння (шкарлупа)) у порівнянні з традиційним – активованим вугіллям.

Викладення основного матеріалу дослідження

Експериментальна частина роботи полягала у визначенні залишкової концентрації СПАР до та після адсорбції у пробах з модельною стічною водою. Адсорбцію проводили об'ємним методом на магнітній мішалці.

Об'єктом дослідження слугували модельні стічні води з концентрацією СПАР=10÷150 мг/дм³. У якості стандартного зразка використовували розчин натрій тетрадецилсульфонату, який застосовується у фотометричному визначенні вмісту СПАР у стічних водах [11]. Даний метод довготривалий в часі з використанням канцерогенної речовини – хлороформу, тому вміст СПАР у воді контролювали сталагмометричним методом за зміною поверхневого натягу розчинів до та після адсорбції [12]. Похибку експерименту, яка лежала в межах 2-5%, у порівнянні з нормативним методом (фотометричним), враховували при визначенні експериментальних даних.

У якості адсорбентів використовували шкарлупу соняшникового та гарбузового насіння, а зразком порівняння слугувало активоване вугілля, яке традиційно використовується в адсорбційних способах очищення.

Дані адсорбенти висушували за кімнатної температури та подрібнювали на електричному приладі. У ході досліджень було розраховано дозу адсорбенту з урахуванням насипної маси на адсорбційних промислових установках близько 500 кг/м³ (середня насипна маса багатьох зразків активованого вугілля і природних полімерних матеріалів), що забезпечує практично повне вилучення речовини з розчину, де економічно доцільним вважається співвідношення [7]:

$$V_{\text{води}} : V_{\text{адсорбенту}} \geq 50.$$

Дане співвідношення відповідає дозі 10 кг/м³, і тому розрахована маса адсорбенту склала 1г.

На рис. 1 наведені криві поверхневого натягу розчинів різної концентрації СПАР у пробах води після адсорбції на різних адсорбентах. Як видно з рис. 1, найменші значення поверхневого натягу розчинів і, відповідно, залишкової концентрації СПАР відповідають тим адсорбційним процесам, які відбуваються на активованому вугіллі (крива 1), приблизно в 2 рази менші значення для гарбузового насіння (крива 2) і тільки близько на 10 % забруднена вода звільняється від СПАР за рахунок адсорбції на соняшковому насінні (крива 3).

У ході роботи було досліджено залежність процесу адсорбції від часу контакту фаз (10, 20, 30 і 40 хв.). Після адсорбції розчини відділяли від адсорбенту, фільтрували і визначали вміст несорбованого

СПАР за зміною поверхневого натягу, а кількість адсорбованих поверхнево-активних речовин на 1 г адсорбенту визначили за формулою:

$$A = \frac{(C_0 - C_p) \cdot V}{m} \cdot 1000,$$

де C_0 – початкова концентрація СПАР в модельній стічній воді, мг/дм³;

C_p – рівноважна концентрація СПАР, мг/дм³;

V – об'єм стічної води, см³;

m – маса наважки адсорбенту, г.

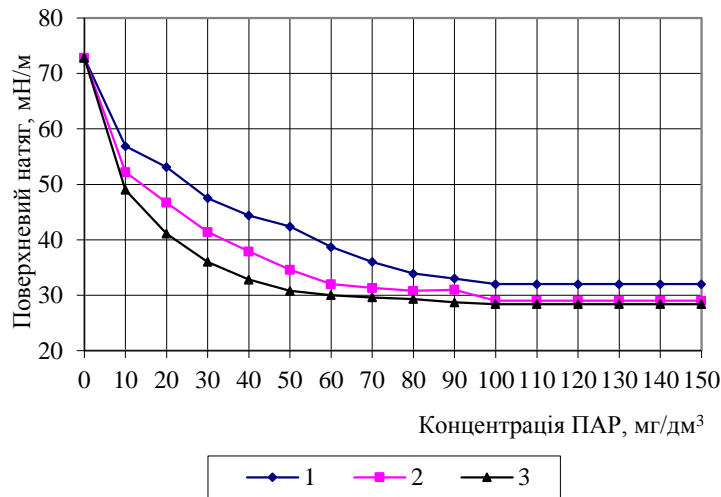


Рис. 1. Вплив залишкової концентрації СПАР на поверхневий натяг розчинів після адсорбції:

1 – активованим вугіллям;

2 – шкарлупою гарбузового насіння;

3 – шкарлупою соняшникового насіння

За отриманими результатами дослідження побудовані кінетичні криві процесу адсорбції СПАР і встановлено, що час досягнення адсорбційної рівноваги для концентрацій СПАР менше 40 мг/дм³ настає за 20 хв., а для більш високих концентрацій час зростає до 30 хв. Тому для подальших досліджень процесів адсорбції нами був обраний оптимальний час – 30 хв.

Крім того, на процеси адсорбції суттєво впливає реакція середовища, тому в роботі адсорбційні процеси досліджували в нейтральному, кислому та в лужному середовищі. Встановлено, що найкраще вилучення аніонних СПАР на досліджуваних адсорбентах досягається в інтервалі рН від 6 до 8. При проведенні адсорбції в умовах кислого середовища (рН=4) зменшення адсорбції молекул СПАР на поверхні адсорбенту може бути пов'язано з гальмуванням процесу дисоціації поверхнево-активних речовин. У свою чергу, створення сильно лужного середовища може блокувати (нейтралізувати) позитивно заряджені функціональні групи природних адсорбентів, які і відіграють роль адсорбційних центрів.

Як відомо, первинним джерелом інформації про перебіг адсорбційного процесу є ізотерми адсорбції, за формою яких можна спрогнозувати природу адсорбційних сил [13]. Проведені експериментальні дослідження адсорбції при підвищенні температури розчинів вказують на зменшення кількості адсорбованих молекул СПАР на трьох обраних адсорбентах, що свідчить про фізичну природу адсорбційних сил і про екзотермічність процесу.

Побудовані ізотерми адсорбції, як видно з рис. 2, мають в цілому вид параболи і на них окреслюються дві майже прямолінійні ділянки і одна криволінійна.

Такий вид ізотерм характерний для мономолекулярної адсорбції, а криволінійний нахил ділянки ($C=20-50$ мг/дм³) показує, що адсорбція при незначному вмісту СПАР пропорційна концентрації. Це відповідає в значному ступені вільній поверхні адсорбенту. Прямолінійна, майже горизонтальна ділянка, яка спостерігається за концентрацій більше 100 мг/дм³, відповідає поверхні адсорбенту, який повністю насичений адсорбтивом. Перехідна криволінійна ділянка ($C=20-50$ мг/дм³) характеризує проміжні ступені заповнення поверхні.

Також з рис. 2 видно, що початкові ділянки ізотерм адсорбції СПАР ($C=10-30$ мг/дм³) увігнуті по відношенню до осі абсцис, тому їх можна віднести до S – типу [10]. Даний факт вказує на значну взаємодію між адсорбованими молекулами СПАР у поверхневому шарі.

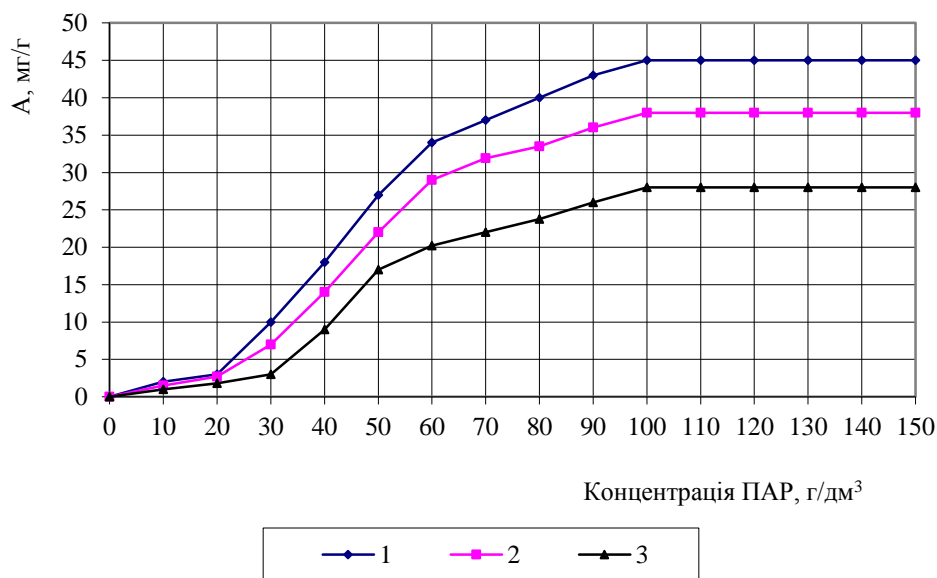


Рис. 2. Ізотерми адсорбції на різних адсорбентах:
1- активоване вугілля;
2- шкарлупа гарбузового насіння;
3- шкарлупа соняшникового насіння

Ізотерми подібні форми спостерігаються, головним чином, при вертикальній орієнтації молекул адсорбата (рис. 3).

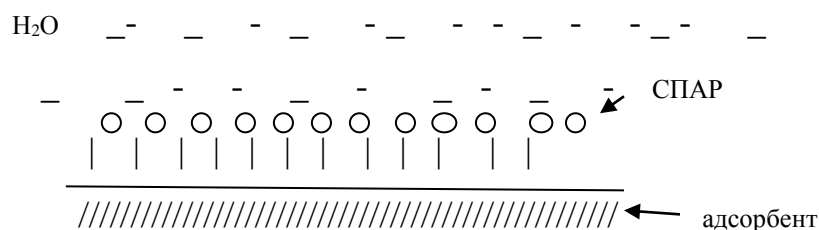


Рис. 3. Орієнтація молекул СПАР на поверхні адсорбенту

Кількісно охарактеризувати процес адсорбції, а також порівняти адсорбційну активність різних адсорбентів, можливо шляхом визначення константи в рівнянні Фрейндліха:

$$\Gamma = x/m = \beta \cdot C^{1/n},$$

де Γ – кількість адсорбованої речовини до 1 г адсорбенту, г/г;
 x – маса речовини адсорбату, г;
 m – маса адсорбенту, г;
 C – рівноважна молярна концентрація адсорбату, мг/дм³;
 β та $1/n$ – константи.

Константи рівняння Фрейндліха – Бедекера у ході роботи були розраховані графічним методом за ізотермою, побудованою в логарифмічних координатах:

$$\lg x/m = \lg \beta + 1/n \lg C.$$

Зазначене рівняння відповідає рівнянню прямої лінії в координатах $\lg x/m - \lg C$. Відрізок, який відсікає пряма по вісі ординат, дорівнює $\lg \beta$, а тангенс кута нахилу лінії до вісі абсцис дорівнює $1/n$ (табл. 1).

Константи рівняння Фрейндліха β та $1/n$ корелюються з даними ізотерм адсорбції і підтверджують експериментальні дані про максимальну адсорбційну ємність для активованого вугілля і мінімальну – для шкарлупи соняшникового насіння. Крім того, константа $1/n$ знаходиться в межах 0,1 – 0,5, що відповідає адсорбції із розчинів і описується рівнянням Фрейндліха для мономолекулярної адсорбції [13].

Таблиця 1

Константи рівняння Фрейндліха

№ з/п	Адсорбент	Константи рівняння Фрейндліха	
		β	1/n
1	Активоване вугілля	-0,05	0,384
2	Шкарлупа гарбузового насіння	-0,19	0,325
3	Шкарлупа соняшникового насіння	-0,35	0,180

Таким чином, у ході роботи встановлено, що активоване вугілля, адсорбуючи на своїй поверхні молекули СПАР, очищує воду від забруднювачів на 71 % (рис. 4). Але даний сорбент дороговартісний та потребує додаткової регенерації. Тому серед досліджуваних адсорбентів органічної природи слід виділити адсорбційну можливість шкарлупи гарбузового насіння. І хоча показник адсорбційної ємності для шкарлупи гарбузового насіння майже у 2 рази менший, ніж для активованого вугілля, перевагами даного адсорбенту є його доступність і дешевизна як продукту відходів агропромислового комплексу, який не потребує дорогої за вартістю регенерації.

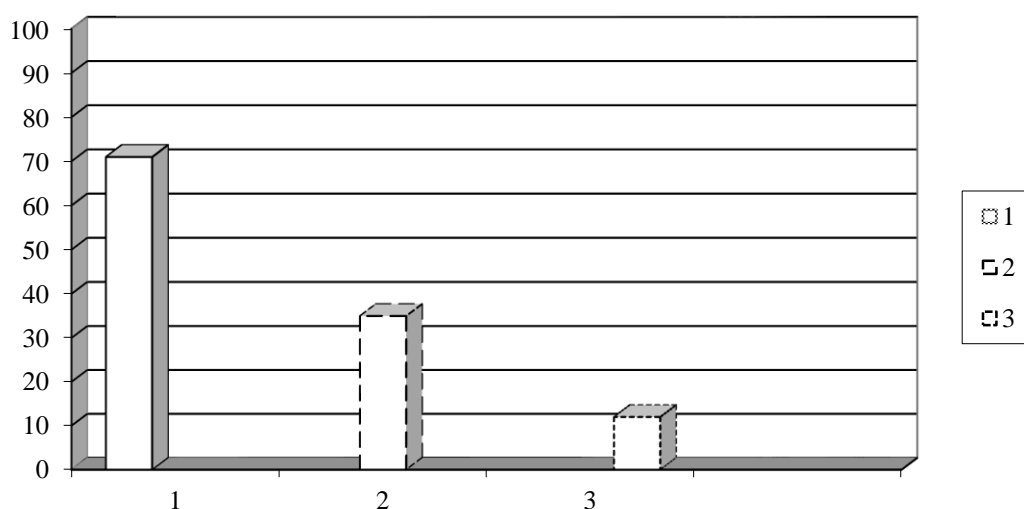


Рис. 4. Порівняння адсорбційних властивостей адсорбентів неорганічної та органічної природи
1-активоване вугілля;
2-шкарлупа гарбузового насіння;
3- шкарлупа соняшникового насіння

Слід відзначити, що відпрацьовану шкарлупу можна рекомендувати у якості наповнювача при виготовленні теплоізолюючих матеріалів і бетонів у виробництві.

Висновки

1. У ході роботи встановлені оптимальні умови проведення адсорбційного процесу вилучення СПАР із водного розчину: розрахована доза адсорбенту (1г), межі водневого показника (рН = 6 – 8) та час контакту фаз ($\tau = 30$ хв.). За ізотермами адсорбції визначена фізична природа адсорбційних сил на поверхні «адсорбент – поверхнево-активна речовина», мономолекулярний характер адсорбції та можливий механізм орієнтації молекул СПАР на поверхні адсорбенту.
2. У ході роботи з використанням рівняння Фрейндліха з'ясована адсорбційна активність обраних адсорбентів і показано, що найбільш ефективним сорбентом рослинного походження виступає шкарлупа гарбузового насіння, яка, адсорбуючи на своїй поверхні молекули СПАР, очищує воду від забруднювачів на 35 %.
3. Показано, що хоч даний показник у 2 рази менший за активоване вугілля, переваги досліджуваного рослинного адсорбенту обумовлені відсутністю витрат на його регенерацію, що зменшує надходження у навколишнє середовище відходів агропромислового комплексу. Відпрацьований адсорбент може бути рекомендований у якості наповнювача при виготовленні теплоізолюючих матеріалів і бетонів у виробництві.

Список використаної літератури

1. Бойчук Ю. Екологія і охорона навколишнього середовища: навч. посіб. / Ю. Бойчук. – Суми: Університетська книга, 2002. – 283 с.
2. Буравська Т. Забруднення води та його вплив на організм / Т. Буравська // Хімія. Біологія, 2001. – № 22. – С. 7-10.
3. Коткова Т. Синтетичні ПАР та поліфосфати у річці Жерев та її основних приток / Т. Коткова // Сільськогосподарські науки. – 2012. – №2. – С.30-36.
4. Паршикова Т.В. Вплив поверхнево-активних речовин на життєдіяльність планктонних водоростей // Вісник Київського університету імені Тараса Шевченка. Серія «Біологія». – 1999. – Вип. 29. – С. 39-40.
5. Когановский А. Физико-химические основы извлечения поверхностно-активных веществ из водных растворов и сточных вод / А. Когановский, Н. Клименко. – К.: Наук. думка, 1978. – 176 с.
6. Василінич Т. Дослідження ефективності очищення стоків шкіряного виробництва природними адсорбентами / Т. Василінич // Технічні науки. – 2011. – №4. – С.154-157.
7. Запольський А. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод / А. Запольський, М. Мішкова-Клименко, І. Астрелін та ін. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
8. Кульський Л. Технологія очистки природних вод / Л. Кульський, П. Строкач. – К.: Вища школа, 1981. – 328 с.
9. Безденежних Л. Можливості адсорбційного очищення стічних вод від іонів важких металів / Л. Безденежних, Т. Алексеева // Екологічна безпека. 2009. – № 6. – С. 54-57.
10. Солдаткина Л. Адсорбция катионных красителей из водных растворов на лузге подсолнечника / Л. Солдаткина, Е. Сагайдак, В. Менчук. // Химия и технология воды. – 2009. – Т.31. – №4. – С. 417-426.
11. Методика выполнения измерений анионных активных СПАВ в сточных водах // РНД. – 12-05-2002. – С.154-163.
12. Міщенко Г. Колоїдна хімія. Методичний посібник до виконання лабораторних робіт для студентів хіміко – технічних спеціальностей / Г. Міщенко, Ю. Шипілов. – Херсон: Херсонський державний технічний університет. – 2003. – 78 с.
13. Воюцкий С. Курс коллоидной химии / С. Воюцкий. – М.: Химия, 1975. – 512с.