

6. Савчук Н.П. Элекризуемость обувных материалов и обуви и разработка мер ее снижения : автореф. дис. на здобуття наук. ступення канд. техн. наук. – Хмельницький : 1991.– 236 с.

## References

1. Sazhina B.I. Elektricheskie svojstva polimerov. Leningrad, Khimiya, 1970, 376 p.
2. Rynok vovny [Electronic resource]. Access mode: <http://www.propozitsiya.com>
3. Teneseku F. Kramaryuk R. E'lektrostatika v texnike, Moskow, E'nergiya, 1980, 296 p.
4. Sazhina B.I. Statcheskoe e'lektrichestvo v ximicheskoy promyshlennosti. No 2 Ed.by Sazhina B.I., Leningrad, Khimiya, 1977, 252 p.
5. Kopy'lov A.V., Kachanov A.V., Dady'ko V.P. Statcheskoe e'lektrichestvo v promy'lennosti I metody' zashhity'. Moskow, 1975, 55 p.
6. Savchuk N.P. E'lektrizuemost' obuvny'x materialov i obuwi i razrabotka mer ee snizheniya: avtoref. dys. Na zdobuttia nauk. stupenia kand. texn. nauk.- Khmelnytskyi, 1991, 236 p.

Рецензія/Peer review : 26.2.2014 р.

Надрукована/Printed :6.4.2014 р.

Рецензент: Мандзюк І.А., д.т.н., проф.

УДК 648.28: 677.027.18

О.І. КУЛАКОВ, В.О. КУШНІР  
Хмельницький національний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ КОАГУЛЯНТУ ІЗ САПОНІТОВИХ АРГІЛІТІВ

*У статті надана характеристика хімічного складу сапонітових аргілітів та зроблено висновок про можливість отримання на його основі коагулянту для очистки стічних вод фарбувального виробництва підприємств текстильної промисловості. Наданий коагулянт є змішаним коагулянтом, тобто містить у своєму складі сульфати алюмінію та феруму (II) і (III). Це має ряд переваг перед застосуванням індивідуальних стандартних коагулянтів. Для виробництва коагулянту використовується дешева сировина, що значно зменшує собівартість продукту у порівнянні із стандартними коагулянтами, які у своїй більшості виробляються із імпоротної сировини. Досліджено ефективність дії коагулянту при очистці стічних вод, визначена оптимальна доза коагулянту.*

*Ключові слова:* сапонітові аргіліти, коагулянт, стічна вода.

O.I. KULAKOV, V.O. KUSHNIR  
Khmelnytsky national university

### RESEARCH OF RECEIPT TO THE COAGULANT FROM SAPONITES MUDSTONES

*Abstract – In the article description of chemical composition of saponites mudstones is given and a conclusion is done about possibility of receipt on his basis to the coagulant for cleaning of flows waters of painting production of enterprises of textile industry. The given coagulant is the mixed coagulant, that contains in the composition the sulfates of aluminum and iron (II) and (III). It has the row of advantages before application of individual standard coagulants. For the production to the coagulant cheap raw material, which considerably diminishes the prime price of product in comparing to the standard coagulants which in the majority are made from the imported raw material, is used. It is investigational efficiency of action to the coagulant at cleaning of flows waters, an optimum dose is certain to the coagulant.*

*Keywords:* to the saponites mudstones, coagulant, flow water.

**Постановка проблеми.** Поклади сапонітових аргілітів на Україні відкриті зовсім недавно – у 70-х роках ХХ-го сторіччя на півночі Хмельницької області. Сапоніт відноситься до класу алюмосилікатів і є одним із різновидів розповсюдженого глинистого мінералу монтморилоніту [1]. У літературі по відношенню до сапонітового мінералу використовують у більшості випадків не зовсім точний термін "сапонітові глини", що не зовсім відповідає їх природному стану. Особливість хімічного складу сапонітових аргілітів полягає у підвищеному вмісті оксиду магнію – від 8 до 10 % та оксидів феруму – до 13 %, які утворились за рахунок стародавніх основних вулканічних туфів [2]. Їх мінеральний склад наступний: мінерали групи монтморилоніту, диніту, кальцит, гематит, кварц та домішки інших мінералів. Аргіліти за своїм мінералогічним та хімічним складом дуже сходні з глинами, але відрізняються від них більшою твердістю та нездатністю розмокати у воді. Окремі пласти у суттєвих кількостях містять анальцим. Так, для Славута-Ізяславського родовища характерним є наявність двох горизонтів – верхнього сапонітового та нижнього – анальцим-сапонітового. За роки відкриття геолого-економічну оцінку отримали чотири ділянки цього родовища – Ташківські (I і II), Родошівська і Варварівська. Запаси і прогностні горизонти сапоніту у них складають 40 млн. тонн. На одній із ділянок сапоніт добувається у невеликому кар'єрі і випускається у м. Славута [3]. При економічному обґрунтуванні доцільності використання сапонітових аргілітів їх часто порівнюють із широко застосованими бентонітовими (монтморилонітовими) глинами, світові ціни на продукцію із яких досягають від 200 до \$250 за тону. При цьому монтморилонітова сировина характеризується високим вмістом монтморилоніту та палігорскиту від 90 до 95 %. Сапонітові аргіліти характеризуються більш високим вмістом різних домішок, що утруднює їх застосування у промислових масштабах і практично їх можна лише використовувати, наприклад, як дешеву сировину для грубої

кераміки. Збагачення сапонітових аргілітів (так зване "вимучування глини") практично нереально, тому їх промислове застосування у природному вигляді на сьогоднішній невелике. Одним із шляхів використання сапонітових аргілітів є їх хімічна переробка у продукти, які мають практичне значення, наприклад, у коагулянти для очистки природних і стічних вод.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Як відомо, для алюмосилікатів характерні обмінні реакції з катіонами, тому дослідженню сорбційних процесів на сапоніті присвячено значну кількість публікацій [1 – 4]. Проведені дослідження по використанню сапоніту у сільському господарстві. Встановлено, що добавка сапонітового аргіліту у корма для тварин та птахів дає можливість підняти їх середньодобовий приріст від 5 до 15 %. На основі сапоніту у Вінницькому НПО "Міндобрива" отримана нова мінеральна добавка для тварин і тварин під назвою "фісташки", а у м. Славути налагоджено виробництво сапонітової муки [4]. Крім того, при добавленні у корма, які забруднені радіонуклідами, вміст цезію-138 у молоці корів знижувалось від 13 до 73 % в порівнянні з контрольними показниками. При внесенні сапонітової муки у пісчані ґрунти, підвищується врожайність кукурудзи, озимої пшениці та цукрового буряку, однак ефективність таких міроприємств не вище ефективності меліорації цих ґрунтів відповідно традиційної карбонатної муки та місцевими глинистими ґрунтами. Аналіз літературних джерел показує, що напрямки використання сапоніту пов'язані з реальною потребою у ньому різних галузей народного господарства. Відмічено використання сапоніту у хімічній, паперовій, парфумерній, масложировій, металургійній та інших галузях промисловості. У роботі [5] описано навіть можливість застосування сапоніту у якості фільтрувального порошку для очистки забруднених розчинників для хімічної чистки одягу. Однак, крім теоретичних припущень цей процес не був досліджений експериментально, тому його практична ефективність невідома.

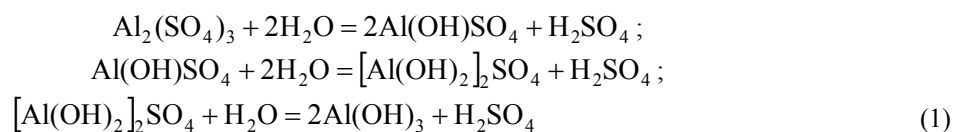
Аналіз літературних джерел показує, що сапонітові аргіліти застосовуються у народному господарстві, в основному, у природному вигляді, рідше – у модифікованій формі. Як показують дослідження, у склад сапоніту входять з'єднання алюмінію і феруму, що дозволяє отримати із нього змішані алюміній-ферумні коагулянти. Такі змішані коагулянти мають ряд переваг перед індивідуальними. Вода, яка очищена змішаним коагулянтом не дає відлежувань навіть при низьких температурах, так як утворення пластівців коагуляції швидко закінчується. При використанні, наприклад, феруму хлориду (III), після осадження крупних пластівців у стічній воді залишається тривалий час велика кількість мілких пластівців гідроксиду феруму (III), у той час при застосуванні змішаних коагулянтів пластівці осаджуються рівномірно і швидко, а також скорочуються витрати коагулянтів. У літній час зменшується необхідна доза коагулянту (у порівнянні із застосуванням сульфату алюмінію) на 25 %. При низькій температурі стічної води економія змішаного коагулянту досягає від 60 до 65 % [6]. Таким чином, отримання змішаного коагулянту із сапонітової сировини економічно доцільно.

Об'єктом дослідження є сапонітові аргіліти Ташківського родовища Хмельницької області.

Предметом дослідження є коагулянт, отриманий із сапонітових аргілітів.

**Виклад основного матеріалу.** Для дослідження використовували модель стічної води текстильних підприємств України, які містили сумарно до 20 мг/дм<sup>3</sup> ПАР (синтанол, фосфоксит, лудігол) та барвник активний яскраво-блакитний К (до 80 мг/дм<sup>3</sup>). Так як у теперішній час текстильні виробництва переходять на локальні очисні споруди, які є більш ефективні чим загальні, то концентрацію барвника збільшили до 80 мг/дм<sup>3</sup>, яка характерна для залпових скидань при локальній очистці стічних вод. Коагуляційну очистку моделі стічної води проводили при рН від 9,0 до 9,5 на протязі 60 хвилин. Ефективність очистки моделі стічної води оцінювали ступенем її знебарвлення, яку розраховували за формулою:  $c_{zn} = [(c_1 - c_2) / c_1] \cdot 100 \%$ , де  $c_1$  – оптична густина стічної води до очистки;  $c_2$  – оптична густина після очистки.

Спосіб коагуляції використовується для очистки стічних вод багатьох підприємств молочної, м'ясної, текстильної і хімічної промисловості, нафтопереробці, комунальному господарстві тощо. Наприклад, для текстильних підприємств (освітлення фарбувальних стоків) та фабрик первинної переробки вовни доза коагулянтів сульфатів феруму (II) і (III) складає від 100 до 600 мг/дм<sup>3</sup> при дозі вапна від 200 до 1600 мг/дм<sup>3</sup>. Сутність очистки стічних вод коагуляцією полягає у тому, що коагулянти гідролізуються у воді та утворюють колоїдні гідроксиди алюмінію і феруму (II) і (III), які є основним діючим моментом при очистці води. Вони адсорбують на своїй поверхні різні забарвлені забруднення і таким чином знебарвлюють стічну воду. Крім того, при цьому також досягається освітлення води за рахунок видалення мілких зважених частинок (муті), які захоплюють осідаючі пластівці гідроксидів алюмінію та феруму (II) і (III). Коагулянти уявляють собою солі сильних кислот та слабих основ і при введенні їх у воду гідролізуються (розкладаються водою). Гідроліз протікає по стадіям з утворенням проміжних основних солей, наприклад для сульфату алюмінію:



Сумарна реакція повного гідролізу має вигляд:



Аналогічним чином протікає гідроліз сульфатів феруму (II) і (III). Поява у розчині в результаті гідролізу кислоти і пов'язане з цим підвищення концентрації іонів  $H^+$  гальмує гідроліз. Таким чином, необхідною умовою протікання гідролізу в сторону утворення гідроксидів алюмінію і феруму (II) і (III) є зв'язування іонів  $H^+$  у сполуки, які мало дисоціюють. Для посилення гідролізу коагулянту стічну воду вапнують – добавляють вапняне молоко, яке нейтралізує кислоту гідролізу. Однак, вапняне молоко треба добавляти точно за розрахунком, так як надлишок його може привести до розчинення гідроксиду алюмінію, як амфотерної сполуки. Гідроліз коагулянтів протікає швидко протягом перших 30 с після їх введення у воду він звершується утворенням колоїдних гідроксидів алюмінію та феруму (II) і (III), які мають величезну активну поверхню. На цій поверхні адсорбуються різні забарвлені речовини, завдяки чому вода знебарвлюється. Видалення із води відроблених адсорбентів проходить під дією електролітів води, які викликають коагуляцію (злипання) частинок гідроксидів і, як наслідок її, агрегацію частинок і осідання їх у вигляді властвивців. У роботі були визначені оптимальні дози коагулянту. Так як у склад сапонітових

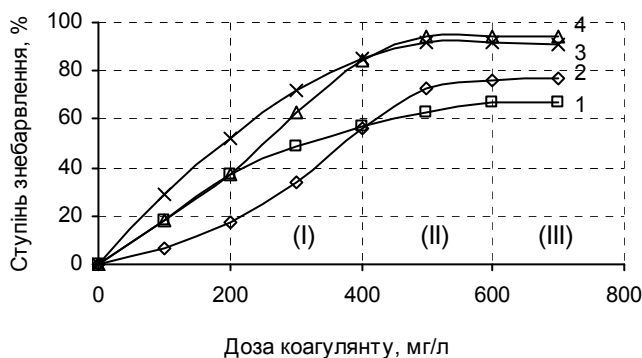


Рис. 1. Вплив дози коагулянту на ступінь знебарвлення стічної води:  
1 –  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ ; 2 –  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$ ; 3 – синтезований коагулянт; 4 –  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$

(II) і (III) знаходиться оптимальна доза коагулянту, яка забезпечує максимальне знебарвлення.

Як видно з рис. (1), для промислових коагулянтів  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$  рис. {1, крива 1} та  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 7H_2O$  рис. {1, крива 2} ступінь знебарвлення невелика та знаходиться у межах від 67 до 77 %. Оптимальна доза коагулянту дорівнює  $600 \text{ мг/дм}^3$  при дозі вапна (на  $CaO$ )  $1600 \text{ мг/дм}^3$ . Для синтезованого коагулянту ступінь знебарвлення досягає 94 % при дозі коагулянту  $500 \text{ мг/дм}^3$  дозі вапна  $1200 \text{ мг/дм}^3$ . Подальше збільшення дози коагулянту не приводить підвищення відсотку знебарвлення стічної води рис. {1, крива 3}. Практично аналогічні результати ми отримуємо при застосуванні сульфату феруму (II) рис. {1, крива 4}. Для нього оптимальною дозою коагулянту також є величина  $500 \text{ мг/дм}^3$ , однак ступінь знебарвлення не піднімається вище 92 %. Таким чином, синтезований коагулянт із сапонітових аргілітів може бути рекомендований для очистки стічних вод фарбу вального виробництва текстильної промисловості.

### Висновки

Досліджено можливість отримання коагулянту із сапонітових аргілітів для очистки стічних вод. Синтезований коагулянт є змішаним коагулянтом, який містить сульфати алюмінію та феруму (II) і (III).

Одержані результати досліджень свідчать, що отриманий коагулянт є ефективним реагентом для очистки стічних вод, які містять синтетичні барвники.

Проведено експериментальні дослідження впливу дози коагулянту на ступінь знебарвлення стічної води. Показано, що синтезований коагулянт має високі очисні здатності у порівнянні із промисловими коагулянтами і за своїми властивостями подібний промислового коагулянту сульфату феруму (II). Оптимальною дозою для синтезованого коагулянту при очистці стічних вод з концентрацією барвника до  $80 \text{ мг/дм}^3$  є  $500 \text{ мг/дм}^3$  при дозі вапна  $1200 \text{ мг/дм}^3$ .

### Література

1. Природні ресурси Хмельницької області [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.km.ua> (дата звертання 17.12.2013).
2. Сапоніт – новий вид мінеральної сировини багатогалузевого використання [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://infopsck.ua>.
3. Погрібний В.Т. Анальцим-сапонітові горизонти в родовищах магнієвих бентонітів Славутсько-Ізяславської площі як перспективні об'єкти мінеральних сорбентів / В.Т. Погрібний, Л.В. Липчук, Л.Ф. Однороженко // IV-й Всеукраїнський з'їзд екологів. Україна, Вінниця, 25–27 вересня 2013 р.
4. Гурський Д.С. Сапоніт – камінь родючості / Д.С. Гурський, М.В. Білошапський // Мінеральні

ресурси України. – 1994. – № 1. – С. 31.

5. Параска О.А. Використання природних мінеральних сорбентів для очищення органічних розчинників / О.А. Параска, С.А. Карван, В.О. Стопчак // Вісник ХНУ. – 2011. – № 5. – С. 87–91.

6. Кульський Л.А. Химия и микробиология воды : [практикум] / Л.А. Кульський, Т.М. Левченко, М.В. Петрова. – К. : Выща школа, 1978. – 116 с.

#### References

1. Pryrodni resursy Khmelnytskoi oblasti [elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupu : <http://www.km.ua>.
2. Saponit – novyi vyd mineralnoi syrovyny bagatogaluzevogo vykorystannia [elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupu : <http://infopsck.ua>.
3. Pogribnyi V. T., Lypchuk L. V., Odnogenko L. F. Analtsim-saponitovi goryzonty v rodovyshchakh magnievyykh bentonitiv Slautsko-Iziaslavskoi ploshchi yak perspektyvni obiekty mineralnykh sorbentiv: Materialy IV-go Vseukrainskogo zizdu ekologiv. Ukraina, Vinnitsa, 25-27 veresnia 2013 r.
4. Gursky D. S., Biloshapskiy M. V. Saponit – kamin rodiuchosti. Mineralni Ukrainy. 1994, No 1. pp. 31.
5. Paraska O. A., Karvan S. A., Stopchak V. O. Vykorystannia pryrodnykh sorbentiv dlia ochishchennia organichnykh rozchnnykiv. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. 2011. – No 5. – pp. 87 – 91.
6. Kul'sky L. A., Levchenko T. M., Petrova M. V. Khimiya i mikrobiologiya vody' : praktikum. Kiev. Vy'shsha shkola, 1976, 116 p.

Рецензія/Peer review : 17.1.2014 р.

Надрукована/Printed : 6.4.2014 р.

Рецензент: Мандзюк І.А., д.т.н., проф.

УДК 648.145

Л.С. СТЕПАНОВА, І.Г. БРЮХОВА, І. ГЛОВА

Хмельницький національний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВИДАЛЕННЯ ЗАБРУДНЕНЬ РІЗНОГО ПОХОДЖЕННЯ ВОДНИМИ РОЗЧИНАМИ СМЗ

*В роботі досліджено процес видалення забруднень різної природи з текстильних матеріалів у вигляді тканин та трикотажу на основі льону, бавовни, капрону розробленими в попередніх дослідженнях оптимальними складами миючих ванн. Показано, що деякі види забруднень важко видаляються після першого прання і потребують другого прання, попереднього видалення плям або прання з підбілювачем.*

*Ключові слова: забруднення, СМЗ, посилювач, прання, миюча здатність.*

L.S. STEPANOVA, I.G. BRUHOVA, I. GLOVA  
Khmelnytsky National University

### RESEARCH OF CONTAMINANT REMOVAL BY AQUEOUS SOLUTIONS OF VARIOUS ORIGINS DETERGENTS

*Abstract – This paper investigates the process of removing pollution from the different nature of textile materials in the form of woven and knitted fabrics from linen, cotton, nylon developed in previous studies the optimal composition of detergent. It is shown that some types of pollution is difficult to remove after the first wash and require a second wash, pre wash first removing stains or washing with amplifier.*

*Keywords: pollution, synthetic detergents, boosters, laundry, washing ability.*

**Вступ.** Вироби з текстильних волокон та інших волокнистих матеріалів складають невід'ємну частину побуту кожної людини, а більшість з них входить у коло предметів постійного користування. Під час експлуатації вироби забруднюються, в деяких випадках виникає порушення цілісності матеріалу на окремих ділянках [1]. Забруднення продуктами харчування не тільки надає одягу неохайного вигляду, але і служить середовищем для розмноження мікроорганізмів і грибків, що руйнують тканини.

На характер, природу, інтенсивність забруднень текстильних матеріалів виявляють суттєвий вплив наступні фактори: тип та властивості текстильного матеріалу, умови його експлуатації та зберігання, вид та призначення виробу.

Всі забруднення умовно можна поділити на наступні групи :

- 1) чисті пігменти;
- 2) пігменти із зв'язуючими речовинами;
- 3) речовини, розчинні у органічних розчинниках;
- 4) речовини, які за допомогою хімікатів можна перевести у розчинні в воді чи безбарвні сполуки;
- 5) речовини, які розчинні у воді;
- 6) застарілі при висиханні речовини.

Пігментні частинки відносяться до сухих забруднень мінерального походження, що містяться у вуличному або домашньому пилу, які осідають на текстильних виробах, а також попадають на тканину при контакті з джерелом забруднень. Склади забруднень вуличного і домашнього пилу дещо відрізняються один від одного. До складу вуличного пилу входять наступні компоненти: мінеральні частинки піщаних та глиняних ґрунтів, органічні речовини, водорозчинні речовини, естеророзчинні речовини і вода, а до домашнього – мінеральні частинки піщаних і глиняних ґрунтів, білки, целюлоза, смоли розчинні в спиртах,