

## ВОДОРОЗЧИННІ ПОЛІМЕРИ ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА У ЯКОСТІ ЕФЕКТИВНИХ АНТИСТАТИЧНИХ АГЕНТІВ

Досліджено вплив антистатичної обробки на фізико-механічні властивості текстильних матеріалів, а саме на жорсткість, капілярність та стійкість до прання. Показано, що дія антистатика не суттєво впливає на жорсткість і капілярність волокна, а максимальний ефект і збереження антистатичного агента не спостерігається вже після третього циклу прання. Провішиви дослідження, рекомендується використовувати і впроваджувати у виробництво поліетиленгліколі у якості "антистатичних присадок" – хімічних речовин, які додаються у процесі виготовлення волокон та інших полімерних матеріалів для зниження електризації.

Ключові слова: вовняний текстильний матеріал, антистатика, поверхнево-активні речовини, електричний опір, електропровідність, час стікання заряду, напруженість електричного поля.

A. Y. GANZUK

Khmelnyskyi National University

### THE WATER-SOLUBLE POLYMERS OF DOMESTIC PRODUCTION AS EFFECTIVE ANTISTATIC AGENTS

*Abstract-The influence of antistatic treatment on the physical and mechanical properties of textile materials, namely hardness, capillarity and resistance to washing was investigated. It has been shown that the effect of antistatic no essentially influences on the stiffness and capillarity of the fiber, the maximum effect and saving of antistatic agent was not observed after the third washing cycle. After the investigation, has been recommended to use and introduce into production of polyethylene glycols as "anti-static additive" - chemical substances are added during the process manufacturing of fibers and other polymeric materials for reducing the electrification.*

*Keywords: woolen textile material, antistatic, surface active agents, electrical resistance, electrical conductivity, time of charge drain, electric field intensity.*

#### Постановка проблеми

Вовняний текстильний матеріал завдяки наявності комплексу унікальних природних властивостей, є одним з найбільш цінних видів сировини для текстильної промисловості. На світовому ринку попит на вовну з боку переробників зменшується, а умови господарювання виробників натуральних волокон ускладнюються через удосконалення технологій їхнього одержання та зростаючу пропозицію дешевших синтетичних. Щодо українського ринку, то тут проблеми у вівчарів ще гірші: останніми роками спостерігалася тенденція заміщення промислової переробки вітчизняної вовняної сировини імпортною.

Проблема забезпечення електростатичної безпеки на будь-якому промисловому підприємстві була і залишається актуальною. Це пов'язано передусім з тим, що електростатичний заряд, досягаючи величини від декількох сотень вольт до декількох тисяч вольт, може стати причиною вибуху, займання, порушити роботу електронного устаткування і привести до людських жертв і матеріальних втрат. Необхідно також взяти до уваги украй негативний вплив статичної електрики на здоров'я людини [1]. Антистатика є продуктами, за допомогою яких можна зняти або знизити до допустимого рівня електростатичні заряди, які утворюються при виробництві волокон і при їх експлуатації. В залежності від стійкості антистатичного ефекту до прання або хімічної чистки розрізняють антистатика перманентної і не перманентної дії. Антистатика змінюють наступні характеристики волокна: збільшують електропровідність поверхні волокна; створюють проміжний прошарок з високою діелектричною постійною між волокном і поверхнею тертя; знижують потенціал контакту, збільшують гладкість волокна.

#### Формулювання цілі статті

Мета і завдання роботи – оцінити ефективність дії антистатичної обробки вовняних текстильних матеріалів з використанням поліетиленгліколів низької молекулярної маси

#### Виклад основного матеріалу

Важливою фізичною характеристикою текстильного матеріалу, яка обумовлює появу і величину електричного заряду, є його ізолююча властивість, яка характеризується величиною електричного опору або оберненої їй величини електричної провідності. В області електризації текстильних матеріалів не встановлений закономірний взаємозв'язок провідності та факторів, від яких вона залежить. Однак відомо, що електрична провідність текстильного матеріалу залежить від його волого поглинаючої здатності, структури і хімічної будови, наявності сторонніх домішок або яких-небудь речовин на його поверхні (каталізатори, стабілізатори полімеризації, текстильно-допоміжні речовини, які використовуються при різних видах обробки тканин). Але вирішальними факторами є структурні особливості і хімічна будова текстильних матеріалів, вологість навколишнього середовища, яка дуже впливає на електричну провідність текстильного матеріалу.

Для оцінки антистатичних властивостей рекомендується вимірювати: напруженість електростатичного поля; час стікання заряду; електричний опір матеріалів. Електризація тканин визначається тими ділянками електропровідних волокон, які знаходяться безпосередньо на поверхні тканин [2]. При виборі антистатика також враховували вимоги, які пред'являють до них [2, 3]. Так, незалежно від

способу використання, антистатика повинні: мати тривалу антистатичну дію; зберігати антистатичний ефект при низьких та високих кліматичних параметрах; бути стійкими до світла, тертя, дії води і різних розчинників, до температури під час сушіння та термообробки; не змінювати колір і не розкладатися при зберіганні; не змінювати колір та відтінок виробів або матеріалів; не погіршувати фізико-механічні властивості матеріалів і виробів; не прискорювати старіння матеріалів та виробів з них; бути екологічно безпечними для оточуючого середовища. Крім цього, антистатика повинні бути по можливості мінімально токсичними з порівняно низькою летучістю, без різкого неприємного запаху. Процес введення антистатика повинен бути простим та економічним і не викликати суттєвого підвищення трудомісткості та вартості виробу.

Перспективним є використання поліетиленгліколів вітчизняного виробництва (ЗАТ “Барва” м. Івано-Франківськ) з різною молекулярною масою у якості антистатичних агентів. Вони є не токсичними, доступними, дешевими і зручними у використанні. Для роботи використано ПЕГ низької молекулярної маси від 600 до 2000, робочі концентрації яких складають 5–10 г/л. Методом окунання зразків вовняних текстильних матеріалів у робочі розчини ПЕГ (в присутності КОН) та послідуєчій термофіксації на протязі 2 хв при 110°C поверхневий опір зменшився на 2 порядки вже при концентрації ПЕГ 5 г/л. Залежність показників питомого поверхневого опору від концентрації поліетиленгліколів низької молекулярної маси наведена в таблиці 1:

Таблиця 1

**Залежність питомого поверхневого опору від концентрації ПЕГ**

Концентрація препарату	Питомий поверхневий опір, Ом					
	ПЕГ - 600		ПЕГ-1500		ПЕГ-2000	
	$R_s$	$\rho_s$	$R_s$	$\rho_s$	$R_s$	$\rho_s$
0	$3,61 \cdot 10^{10}$	$3,34 \cdot 10^{12}$	$3,61 \cdot 10^{10}$	$3,34 \cdot 10^{12}$	$3,61 \cdot 10^{10}$	$3,34 \cdot 10^{12}$
5	$1,48 \cdot 10^8$	$1,37 \cdot 10^{10}$	$1,12 \cdot 10^9$	$1,04 \cdot 10^{11}$	$6,14 \cdot 10^9$	$5,68 \cdot 10^{11}$
6	$1,12 \cdot 10^8$	$6,48 \cdot 10^{10}$	$1,7 \cdot 10^9$	$1,61 \cdot 10^{11}$	$2,82 \cdot 10^9$	$2,61 \cdot 10^{11}$
7	$10 \cdot 10^8$	$9,26 \cdot 10^{10}$	$1,85 \cdot 10^9$	$1,71 \cdot 10^{11}$	$4,01 \cdot 10^9$	$3,71 \cdot 10^{11}$
8	$3,14 \cdot 10^8$	$2,9 \cdot 10^{10}$	$3,9 \cdot 10^9$	$3,62 \cdot 10^{11}$	$2,5 \cdot 10^9$	$2,32 \cdot 10^{11}$
9	$1,99 \cdot 10^8$	$1,84 \cdot 10^{10}$	$5,54 \cdot 10^9$	$5,13 \cdot 10^{11}$	$8,14 \cdot 10^9$	$7,54 \cdot 10^{11}$
10	$2,72 \cdot 10^8$	$2,52 \cdot 10^{10}$	$7,46 \cdot 10^9$	$6,9 \cdot 10^{11}$	$1,2 \cdot 10^9$	$1,1 \cdot 10^{11}$

Зниження питомого поверхневого опору на два порядки досягнуто завдяки обробці вовняного текстильного матеріалу ПЕГ-600 при його робочій концентрації - 6 г/л.

З літературних джерел відомо, що час стікання заряду  $\tau$  (сек) є найбільш точним та достовірним значенням в порівнянні з напруженістю електричного поля (E, В/см), питомим поверхневим опором ( $\rho_s$ , Ом) питомим об'ємним опором ( $\rho_v$ , Ом·см), а тому було проведено дослідження необроблених та оброблених зразків розчинами ПЕГ низької та високої молекулярної маси в інституті токсикології і вірусології ім. Медведя. Дослідження проводились при температурі 20 °C та вологості 58%, 63% [4, 5].

Таблиця 2

**Результати досліджень часу стікання заряду, питомого поверхневого і об'ємного опору, напруженості електричного поля для оброблених і необроблених вовняних текстильних матеріалів**

№ зразка	Вид та концентрація ПЕГ, г/л	Час стікання заряду $\tau$ ,с	Питомий поверхневий опір $\rho_s$ , Ом	Питомий об'ємний опір $\rho_v$ , Ом·см	Напруженість електричного поля, E, В/см
1	Необроблений зразок	20,3	$2,93 \cdot 10^{12}$	$2,89 \cdot 10^{13}$	3800
2	ПЕГ-600, 6 г/л	1,1	$3,37 \cdot 10^{10}$	$1,17 \cdot 10^{10}$	2100
3	ПЕГ – 1500, 6г/л	1,4	$3,52 \cdot 10^{11}$	$1,18 \cdot 10^{11}$	2300
4	ПЕГ -2000, 8г/л	1,2	$5,08 \cdot 10^{11}$	$1,18 \cdot 10^{11}$	1950

Провівши узгодження з результатами експерименту, проведеного в лабораторії на кафедрі хімічної технології Хмельницького національного університету і інституту токсикології і вірусології ім. Медведя отримано достовірний результат за значеннями питомого поверхневого опор, що дає можливість зробити висновок про доцільність використання поліетиленгліколів у якості антистатичних препаратів [6].

Тобто перевагами використання ПАР на основі багатоатомних спиртів є: аеробна і анаеробна біодеградація відбувається швидко; низька токсичність у водному середовищі; гідроксильні групи володіють великою ліпофобністю.

Для того, щоб підтримувати нормальний внутрішньо текстильний мікроклімат, матеріали повинні добре поглинати вологу при контакт з поверхнею шкіри людини, особливо це стосується матеріалів підкладки, тобто володіти конкретним вологовмістом, гігроскопічністю та поступово переводити вологу в наступні шари тканини. Для того, щоб визначити зміну властивостей вовняного текстильного матеріалу після обробки антистатичними препаратами, були проведені випробування по визначенню залежності його вологовмісту від відносної вологості повітря. Експеримент проводився при відносній вологості 20%, 35%,

50%, 62% 80,6% і температурі 20°C. Дані вимірювань наведені на рисунку 1.

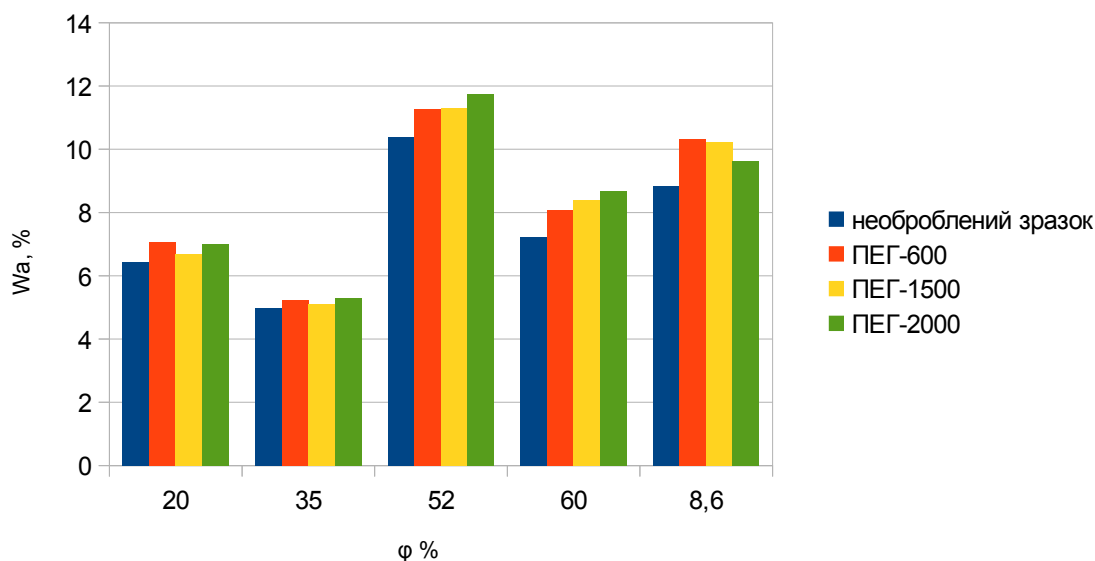


Рис. 1. Залежність вологовмісту ( $W_a$ ) вовняних текстильних матеріалів після обробки препаратом ПЕГ (10 г/л) від відносної вологості повітря ( $\phi$  %).

Найбільше зростання вологовмісту спостерігається при вологості 52% для зразків вовняних текстильних матеріалів, оброблених розчинами ПЕГ-600, ПЕГ-1500, ПЕГ-2000. Найкращі показники у всіх випадках отримано для ПЕГ-2000. Тобто зменшення поверхневого опору відбувається за рахунок збільшення вологовмісту тканини, що і є закономірним процесом, адже всі поліетиленгліколі, як низької, так і великої молекулярної маси характеризуються високою здатністю утримувати вологу.

Так як вовна найбільш гігроскопічна тканина було вирішено провести дослід та визначити як змінився показник гігроскопічності після обробки поліетиленгліколями низької молекулярної маси. Результати досліджень наведені у таблиці 3 [4].

Таблиця 3

**Визначення показника гігроскопічності досліджуваних зразків**

Досліджуваний зразок	Значення показника $W_a$ , %
Необроблений зразок	12
Оброблений ПЕГ-600	14
Оброблений ПЕГ-1500	15
Оброблений ПЕГ-2000	16

Із отриманих результатів можна зробити висновок, що завдяки властивостям поліетиленгліколів утримувати вологу значення показників гігроскопічності досліджуваних зразків характеризуються тенденцією до зростання. Для зразків, оброблених ПЕГ-600, показник гігроскопічності зростає на 2% - 4%.

Результати досліджень впливу обробки розчинами ПЕГ на жорсткість текстильного матеріалу наведені в таблиці 4.

Таблиця 4

**Показники жорсткості вовняних текстильних матеріалів, оброблених розчинами ПЕГ різної молекулярної маси**

Концентрація препарату	ПЕГ-600		ПЕГ-1500		ПЕГ-2000	
	основа	уток	основа	уток	основа	уток
0	47	45	47	45	47	45
5	89	81	57	53	77	62
6	90	85	63	55	81	65
7	95	87	69	59	83	69
8	99	92	72	63	88	74
9	104	94	76	68	94	78
10	107	98	81	72	97	83

Проаналізувавши результати досліджень, можна сформулювати наступні висновки: при концентрації ПЕГ-600 5 г/л жорсткість зростає у 2 рази, зате при обробці розчинами ПЕГ-1500 і ПЕГ-2000 така тенденція спостерігається при їх концентрації 8 г/л, що пояснюється утворенням на поверхні матеріалу

полімерної плівки. Тому для розробки композиційних препаратів, що нададуть стійкого антистатичного ефекту доцільно використати ПЕГ-1500 або ПЕГ-2000, ввівши в склад композиції ПАР, як у якості пом'якшувачів, так і у якості антистатиків.

При обробці розчинами водорозчинних плівкоутворюючих полімерів – поліетиленгліколів у якості каталізатора використовується КОН (концентрацією від 0,6г до 1,25г на 250 мл розчину). Але з літературних джерел відомо, що обробка розчинами лугів суттєво впливає на міцність вовняного матеріалу. Незважаючи на те, що концентрація КОН незначна, було проведено дослідження міцності оброблених зразків, так як агресивні хімічні реагенти та високі температури значною мірою руйнують цілісну білкову структуру вовни, погіршуючи якість готових виробів. У таблиці 5 наведено результати показників відносного розривного навантаження вовняних текстильних матеріалів, оброблених розчинами ПЕГ різної молекулярної маси [5].

Таблиця 5

**Результати показників відносного розривного навантаження вовняних текстильних матеріалів, оброблених розчинами ПЕГ різної молекулярної маси**

Текстильний матеріал та вид обробки	Розривне навантаження, Н		Подовження, мм	
	основа	уток	основа	уток
Необроблений зразок	18,1	12,9	16,1	17,6
Оброблений ПЕГ-600	23,8	21,8	10,1	13,5
Оброблений ПЕГ-1500	21,5	15,9	17,3	20,4
Оброблений ПЕГ-2000	20,9	14,6	19,1	20,3

Міцність зразків, оброблених розчинами антистатичних препаратів в присутності навіть незначної кількості КОН (згідно з методикою його використали в кількості яка в 2 рази менша від концентрації ПЕГ) не зменшується, а, навпаки, зростає. Це, можливо, пояснюється утворенням під час реакції переестерифікації полімерної плівки, яка і надає міцності вовняному текстильному матеріалу.

Так як накопичення пилу на поверхні і міжструктурному просторі знижує загальну пористість текстильного матеріалу, що негативно впливає на проникність, приводячи до порушення масо- і теплообмінного процесу між поверхнею матеріалу і оточуючим середовищем та призводить загалом до негативних реакцій організму людини, було проведено дослідження характеристик забрудненості [5, 6] вовняних текстильних матеріалів, про що свідчать показники коефіцієнтів білості, наведені в таблиці 6.

Таблиця 6

**Дослідження характеристик забрудненості оброблених зразків**

Текстильний матеріал та вид ПЕГ	Середнє значення ступеня білості, %	Середнє значення ступеня білості, % (після прання)
Необроблений зразок	53,6	52,6
Оброблений ПЕГ-600	53	63,6
Оброблений ПЕГ-1500	56,3	57,6
Оброблений ПЕГ-2000	54,3	54,3

З літературних джерел відомо, що більшість антистатиків варто застосовувати з обережністю, тому що вони збільшують забрудненість текстильних матеріалів, хоча при використанні у якості антистатиків поліетиленгліколів різної молекулярної маси така тенденція не спостерігалась, про що свідчать результати досліджень, наведені в таблиці 6.

**Висновки**

Таким чином, досліджено вплив антистатичної обробки на фізико-механічні властивості текстильних матеріалів, а саме на жорсткість, капілярність та стійкість до прання. Показано, що дія антистатика не суттєво впливає на жорсткість і капілярність волокна, а максимальний ефект і збереження антистатичного агента не спостерігається вже після третього циклу прання. Провівши дослідження, рекомендується використовувати і впроваджувати у виробництво поліетиленгліколі у якості "антистатичних присадок" – хімічних речовин, які додаються у процесі виготовлення волокон та інших полімерних матеріалів для зниження електризації.

**Література**

1. Сажина Б.И. Электрические свойства полимеров / Сажина Б.И. – Л. : Химия, 1970. – 376 с.
2. Ринок вовни [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.propozitsiya.com>
3. Тэнэсеску Ф. Электростатика в технике / Ф. Тэнэсеску, Р. Крамарюк ; [пер. с рум. Ф. Тэнэсеску]. – М. : Энергия, 1980. – 296 с.
4. Сажина Б.И. Статическое электричество в химической промышленности / Под ред. Сажина Б.И. – [2-е изд.]. – Л. : Химия, 1977. – 252 с.
5. Статическое электричество в промышленности и методы защиты / [Копылов А.В., Качанов А.В., Дадько В.П. и др.]. – М. : МАИ, 1975. – 55 с.

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. Tenesku 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'lektrezuemost' 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 "сапонінові 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