

Л. В. Андрієвська, к.т.н., ст. викладач,
Т. Г. Глушкова, к.т.н., доцент,
Л. А. Коптюх, д.т.н., професор,
К. В. Мостика, к.т.н., доцент

Київський національний торговельно-економічний університет
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна
knteu.mila@mail.ru

ПОЛІПШЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПАПЕРУ ДЛЯ ВИРОБІВ САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Стаття присвячена питанню поліпшення споживних властивостей паперу з макулатури для виробів санітарно-гігієнічного призначення. Доведено можливість підвищення механічної міцності, вбирної здатності та пухкості паперу шляхом підвищення ступеня помелу паперової маси та використання хімічної речовини – полівінілспиртового волокна.

Ключові слова: папір для виробів санітарно-гігієнічного призначення, макулатура, споживні властивості, полівінілспиртове волокно.

Постановка проблеми. Сьогодні у світі все більшого значення набувають проблеми раціонального використання сировинних матеріалів для виготовлення паперових виробів, що пов'язано зі стрімким розвитком виробництва, підвищенням попиту на продукцію та обмеженістю природних ресурсів.

Целюлозно-паперова промисловість є найбільшим споживачем лісових ресурсів, а тому необхідність зниження вирубування лісів у світі є важливою екологічною проблемою, яка частково може бути вирішена за рахунок раціонального використання чистої целюлози та збільшення застосування макулатури у паперовому виробництві, що також дозволить вирішити економічні та соціальні завдання [1]. Проте виникає ряд проблем, пов'язаних з очищенням стічних вод, переробкою та утилізацією твердих відходів. Тому розроблення технічних і технологічних рішень, які дозволять підвищити ефективність використання целюлозної та макулатурної складових волокнистої сировини у виробництві паперу, зменшити кількість твердих відходів та вирішити проблеми їхньої утилізації і, як результат, покращити властивості призначення паперу та, відповідно, якості продукції з нього, є важливим наукомістким та актуальним народногосподарським завданням [2].

Варто зазначити, що використання макулатури у целюлозно-паперовому виробництві надзвичайно вигідне, оскільки дозволяє економити значні матеріальні та енергетичні ресурси і, водночас, утилізувати більшу частину

відходів, перетворюючи «сміття» в якісну вторинну сировину.

Проте існують і обмеження, зумовлені вимогами, які висуваються до якості готової продукції. Це спричинено старінням вторинної сировини через багаторазове використання і повторне перероблення, збільшення вмісту в макулатурі домішок, які вводяться до паперової маси у виробництві спеціальних видів паперу, труднощі видалення нових видів друкарських фарб тощо [1]. Тому перед науковцями постає завдання створення паперу з макулатури, яка має високий рівень споживних властивостей, що набуває особливого значення у виробництві паперу для виробів санітарно-гігієнічного призначення (ВСГП) з необхідним рівнем вбирної здатності.

Якість вбирного паперу для ВСГП визначається такими основними показниками, як м'якість і вбирна здатність за відповідного рівня механічної міцності. Важливим завданням є забезпечення необхідного рівня якості за цими показниками паперу для ВСГП, що виготовляється з макулатурної маси, яка отримана з різних видів використаного паперу та картону. Адже у процесі очищення макулатурної маси та її розмелювання відбувається значне вкорочення целюлозних волокон, що призводить до зниження фізико-механічних властивостей отриманого паперу та виникнення явища «провалу волокна» через сітки папероробної машини під час формування структури паперу, що зумовлює появу значних дефектів паперової продукції.

Для підвищення споживних властивостей паперу з макулатури, зокрема механічної міцності в сухому та вологому станах, використовують різноманітні хімічні речовини, зокрема водорозчинні полімери різних класів: карбамідні, поліалкіленімінові, поліамідаміноепіхлоргідринні, поліетиленімін, гліоксаль, модифіковані крохмалі та інші вологостійкі смоли, які, адсорбуючись на волокнах целюлози, сприяють утворенню міжволоконних зв'язків, стійких до руйнуючої дії води.

Провідні науковці паперової галузі М. В. Фролов і В. О. Горбушин, які займалися питанням поліпшення споживних властивостей паперу для ВСГП, пропонували для підвищення міцності паперу з макулатури вводити до паперової маси хімічні добавки, такі як: термозатверджуючі смоли (меламіно- та сечовиноформальдегідні смоли); нерозчинні у воді зв'язуючі речовини, що представлені латексами та термопластами; водорозчинні адгезиви, які переходять у водонерозчинну форму в результаті хімічної обробки (мананогалактанова смола); неорганічні гідроксиди (титанові та кремнієві кислоти) [3]. Проте згодом було виявлено деяку токсичність сечовино- та меламіноформальдегідних смол, тому їхнє застосування у виробництві паперу стало можливим лише для виробів, які не мають довгострокового контакту зі шкірою людини. Для таких виробів, як туалетний папір, носові хустинки, простирадла папір має бути абсолютно нетоксичним, що обмежує вибір хімічних добавок для надання паперу необхідних властивостей.

Українськими науковцями В. А. Осикою та К. В. Мостиною було обґрунтовано можливість підвищення вологоміцності паперу шляхом використання розчинів полівінілового спирту, поліамідепіхлоргідринної смоли та карбаміду. Розроблений папір використовувався для пакувальних матеріалів [4].

Однак не було досліджено хімічні реагенти, які забезпечать високий рівень споживних властивостей паперу для ВСГП та будуть безпечними для використання.

Метою дослідження є розроблення паперу для ВСГП з вторинної сировини із поліпшеним комплексом споживних властивостей шляхом застосування хімічної добавки – полівінілспиртового (ПВС) волокна та підвищення ступеня помелу паперової маси.

Матеріали та методи. З метою підвищення вбирної здатності паперу використовують поверхнево-активні речовини (ПАР), що володіють змочувальною та пом'якшувальною дією. Для цієї мети використовуються ПАР усіх трьох класів: аніонактивні, катіонактивні і неіоногенні. Однак найкращі результати досягаються при обробленні целюлозних волокон катіонактивними сполуками, які володіють найбільшою відносно них субстантивністю. Пом'якшувальна дія ПАР пояснюється їхньою довголанцюговою будовою, що приводить до збільшення відстані між окремими волокнами і блокування частини полярних груп целюлози, які беруть участь в утворенні міжволоконних зв'язків.

Досягнення поставленої мети стало можливим за рахунок вибору і комбінування певних марок макулатури, способів їхнього розмелювання та відповідної підготовки макулатурної маси для формування структури та властивостей паперу із вмістом хімічного реагенту для підвищення міцності.

Для формування паперу було розроблено таку композицію макулатурної маси: МС-2А-2, МС-3А – 70 % та МС-10В – 30 %. За цього співвідношення забезпечуються високі міцнісні показники та вбирна здатність паперу.

Етапи підготовки сировини включали: розбивання у гідророзбивачі макулатури обраних марок; розмелювання її в дисковому млині до ступеня помелу 33-37 °ШР та додавання ПВС волокна у кількості 0,3-0,6 % від абсолютно сухого волокна (а.с.в).

Така підготовка забезпечує отримання однорідної за ступенем обробки волокнистої маси, вільної від нерозроблених волокон і фрагментів макулатури, а введення екологічно безпечної зв'язувальної речовини ПВС волокна підвищує пористість і пухкість паперу, частково їхнє плавлення на стадії висушування сприяє зростанню механічної міцності та вологоміцності паперового полотна.

Для досліджень було виготовлено три зразки паперу масою площі 1 м² 32 г: зразок 1 – виготовлений з макулатурної маси, розмеленої до 33°ШР з додаванням 0,3 % ПВС волокна; зразок 2 – виготовлений з макулатурної маси, розмеленої до 35°ШР з додаванням 0,4 % ПВС волокна; зразок 3 – виготовлений з макулатурної маси, розмеленої до 37°ШР з додаванням 0,6 % ПВС волокна.

Отриманий папір крепували, з метою отримання зморшкуватої структури паперу, до ступеня крепування 9 %, оскільки при цьому рівні показника досягнуто оптимальних значень споживних властивостей.

Як контрольний зразок було обрано папір, виготовлений з макулатурної маси на основі марок МС-6Б, МС-7Б, МС-8Б і МС-13Б при рівному співвідношенні зі ступенем помелу 32°ШР. Ступінь крепування паперу становить 8 %.

Дослідження споживних властивостей паперу проведено за стандартними методиками [7–12].

Результати досліджень. Споживні властивості паперу забезпечуються оптимальним складом макулатурної маси, параметрами розмелювання та вмістом хімічної речовини – ПВС волокна. Результати досліджень показників споживних властивостей зразків паперу наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Показники властивостей паперу для ВСГП

Показники	Зразки паперу			Контроль	Вимоги стандарту [13]
	1	2	3		
Маса паперу площею 1м ² , г	32,0	32,1	32,0	32,0	29.0 – 37.0
Товщина, мм	0,614	0,661	0,672	0,537	Не нормується
Руйнівне зусилля, Н в сухому стані: -у машинному напрямі	3,8	4,2	4,4	3,2	Не менше 3.0
Руйнівне зусилля, Н у вологому стані: -у машинному напрямі	0,23	0,34	0,48	0,1	Не нормується
Вологоміцність, %	6	8	10	3	Не нормується
Капілярне всмоктування в середньому з двох напрямів, мм	24	26	28	22	Не менше 22
Пухкість, см ³ /г	17,6	18,8	19,6	16,8	Не нормується
Ступінь крепування паперу, %	9	9	9	8	Не менше 10.0

Результати випробування досліджуваних зразків паперу показують, що рівень структурно-фізичних властивостей є вищим порівняно з контрольним зразком та відповідає вимогам нормативних документів щодо якості паперу.

Встановлено, що отриманий папір зберігає еластичність та підвищену міцність у вологому стані. Волокна в його композиції зв'язані вологостійкими зв'язками, забезпечуючи отримання стійкої до руйнування за дії вологи стабільної капілярної структури, що є важливим фактором для вбирних видів паперу.

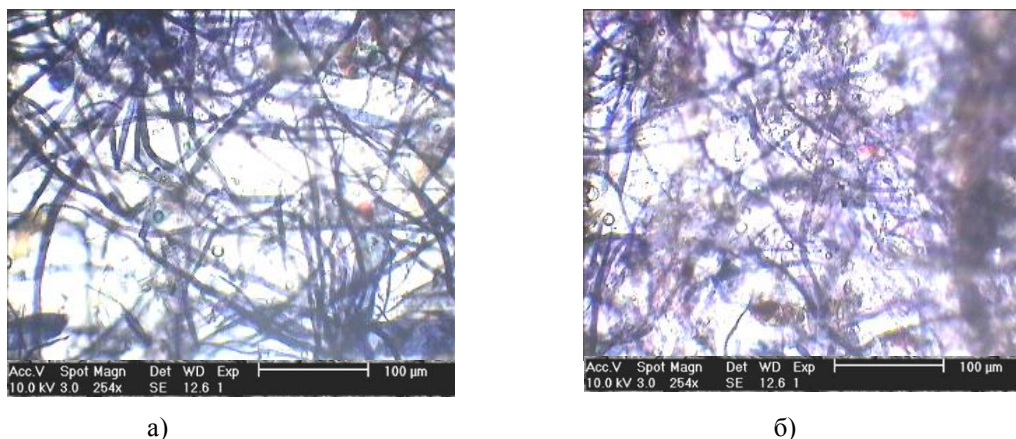
Вологоміцними зв'язками є точки контакту між волокнами, що отримали стійкість до руйнування у вологому стані.

До того ж, отриманий папір виготовлено з макулатурної маси, яка не потребує додаткового оброблення хімічними реагентами, а містить екологічно безпечну зв'язувальну і зміцнювальну речовину, має підвищені зна-

чення механічної міцності, в тому числі у вологому стані, високу адсорбуючу здатність і пухкість.

Так, при порівнянні оптимального варіанта розробленого паперу (зразок 3) з контрольним зразком встановлено, що підвищення ступеня помелу до 37°ШР та збільшення вмісту ПВС волокна до 0,6 % від а.с.в. зумовило зростання розривного зусилля у сухому стані на 35 % у середньому за двома напрямками, а у вологому стані цей показник зріс до 79 %, що забезпечило зростання показника вологоміцності на 23 %. При цьому капілярне всмоктування паперу зросло на 27 % і пухкість – на 16 % відповідно порівняно з контрольним зразком.

Отримані результати підтверджені шляхом мікроскопічних досліджень структури контрольного зразка паперу (рис. 1, а) та досліджуваного зразка (рис. 1, б).



а)

б)

Рис. 1. Структура зразків паперу з макулатурної маси за збільшення 10×: а) контроль; б) досліджуваний зразок

Як видно з отриманих зображень, що характеризують стан розроблення волокон та їхній розподіл у композиції, контрольний зразок паперу має менш рівномірну та зімкнуту структуру, що визначає низький рівень механічної міцності. Зв'язок волокон у папері також впливає на вбирну здатність і вологоміцність – чим менша кількість водневих зв'язків між волокнами, тим нижчі зазначені показники, а отримана структура не забезпечує необхідний рівень споживних властивостей паперу та їхню однорідність у машинному і поперечному напрямках.

Структура досліджуваного паперу відзначається більшою рівномірністю та є зімкнутою. До того ж, простір між волокнами макулатурної маси заповнює ПВС волокно, забезпечуючи при цьому підвищення показників механічної міцності, пористості та, відповідно, вбирної здатності.

Висновки. Досліджено можливість поліпшення властивостей паперу для виробів санітарно-гігієнічного призначення шляхом введення до макулатурної маси екологічно безпечної хімічної речовини – ПВС волокна та підвищення ступеня її помелу. Оптимальними умовами, що забезпечують комплекс поліпшених властивостей паперу, є вміст ПВС волокна 0,6 % від а.с.в. та підвищення ступеня помелу макулатурної маси до 37°ШР, що відповідає композиції досліджуваного зразка 3.

Встановлено, що отриманий папір завдяки своїй макропористій структурі сприяє кращому всмоктуванню або фільтруванню рідинної фази, зберігаючи без руйнування цілісність паперу та виробів на його основі (наприклад, серветок, рушників тощо), оскільки має підвищений показник вологоміцності, що характеризує його стійкість у вологому

стані, забезпечує м'якість і пухкість виробів з нього, в тому числі під впливом вологи.

Результати досліджень підтверджені патентами України на винахід [14] та на корисну модель [15].

Список літератури

1. Андрієвська Л. В. Проблеми використання макулатури у виробництві паперу санітарно-гігієнічного призначення: економічні та екологічні аспекти // Л. В. Андрієвська, Т. Г. Глушкова, Л. В. Токаренко // Вісник ДонНУЕТ. – 2011. – № 1 (49). – С. 142–154.
2. Андриевская Л. В. Пути решения проблемы использования макулатуры при производстве бумаги санитарно-гигиенического назначения / Л. В. Андриевская, Т. Г. Глушкова // Качество и полезность в экономической теории и практике : материалы 5-й Междунар. науч.-практ. конф., 25-26 ноября 2010 г. – Новосибирск, Россия : Новосиб. гос. ун-т экономики и управления, НИИХ, Акад. проблем качества, 2010. – С. 35–39.
3. Фролов М. В. Производство санитарно-бытовых видов бумаги / М. В. Фролов, В. А. Горбушин. – М. : Лесная промышленность, 1977. – 248 с.
4. Мостика К. В. Формування якості водонепроникних паперових пакувальних матеріалів / К. В. Мостика, В. А. Осика // Упаковка. – 2011. – № 6. – С. 22–27.
5. Pat. 4501640 US, D21H17/36. Creping adhesives containing polyvinyl alcohol and cationic polyamide resins / Dave A. Soerens. Kimberly-Clark Corporation; Application Date 1983-10-18 ; Publication Date 1985-02-26.

6. Пат. 29561 Україна, МПК D21H 27/00. Спосіб виробництва крепованого паперу // Р. Н. Білоус, В. В. Веремєєв, С. М. Коваль та ін.; заявники та патентовласники Р. Н. Білоус, В. В. Веремєєв, С. М. Коваль та ін. - № 2000020570 ; заявл. 01.02.2000 ; опубл. 15.11.2000. – Бюл. № 6. – 4 с.
7. ДСТУ 2297–93. Напівфабрикати волокнисті, папір та картон. Метод визначення маси продукції площею 1 м². – [Чинний від 1996–01–01]. – К. : Держспоживстандарт України, 1996. – 19 с.
8. ДСТУ 2334–94. Папір та картон. Визначення міцності під час розтягування. Частина 1. Метод навантажування з постійною швидкістю – [Чинний від 1998–01–01]. – К. : Держспоживстандарт України, 1997. – 10 с.
9. ГОСТ 12602–93. Бумага и картон. Определение капиллярной впитываемости. Метод Клемма. – Введ. 1995–01–01. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – 7 с.
10. ДСТУ ISO 2470:2005. Папір, картон і целюлоза. Вимірювання коефіцієнта дифузного відбиття в синьому світлі (білість за ISO). – [Чинний від 01–07–2006]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 12 с.
11. ДСТУ EN 20534:2005. Папір і картон. Визначення товщини і уявної щільності одиничного аркуша та в стосі (EN 20534:1993, IDT). – [Чинний від 2006–07–01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 12 с.
12. ДСТУ ISO 3781:2005. Папір і картон. Визначення міцності під час розтягування після занурення у воду (ISO 3781:1983, IDT) – [Чинний від 2006–07–01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 12 с.
13. ДСТУ 4266:2003. Папір туалетний із макулатури. Технічні умови – [Чинний від 2004-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2004. – 7 с.
14. Пат. 102651 Україна, МПК D21C 5/02. Спосіб виробництва крепованого вбирного паперу санітарно-гігієнічного призначення / Л. А. Коптюх, Т. Г. Глушкова, Л. В. Андрієвська ; заявник і патентовласник Л. А. Коптюх, Т. Г. Глушкова, Л. В. Андрієвська. – № 2012 07898, заявл. 26.06.2012. – опубл. 25.07.2013. – Бюл. № 14. – 4 с.
15. Пат. 77598 Україна, МПК D21C1/00. Спосіб виробництва крепованого вбирного паперу санітарно-гігієнічного призначення / Л. А. Коптюх, Т. Г. Глушкова, Л. В. Андрієвська ; заявник і патентовласник Л. А. Коптюх, Т. Г. Глушкова, Л. В. Андрієвська. – № 2012 07893 ; заявл. 26.06.2012. – опубл. 25.02.2013. – Бюл. № 4. – 4 с.

References

1. Andrievska, L. V., Glushkova, T. G. and Tokarenko, L. V. (2011) Problems of the use of waste paper to manufacture paper for sanitary purposes: economic and environmental aspects. *Visnyk DonNUET*, 1 (49), pp. 142–154 [in Ukrainian].
2. Andrievska, L. V. and Glushkova, T. G. (2010) Ways of solving the problem of the use of waste paper in the production of paper for sanitary purposes. *Kachestvo i poleznost v ekonomicheskoy teorii i praktike: proceedings of the 5th Intern. scient. and pract. conf. Novosibirsk: Novosib. gos. un-t ekonomiki i upravleniya, NINH, Akad. problem kachestva*, pp. 35-39 [in Russian].
3. Frolov, M. V. and Gorbushin, V. A. (1977). Production of sanitary paper types. Moscow: Lesnaia promyshlennost', 248 p. [in Russian].
4. Mostyka, K. V. and Osyka, V. A. (2011) Forming of the quality of waterproof paper packaging. *Upakovka*, (6), pp. 22–27 [in Ukrainian].
5. Pat. 4501640 US, D21H17/36. Creping adhesives containing polyvinyl alcohol and cationic polyamide resins. Dave A. Soerens. Kimberly-Clark Corporation; application date 1983-10-18; publication date 1985-02-26.
6. Pat. 29561 Ukraine, IPC D21H 27/00. The method of creping paper manufacturing. R. N. Bilous, V. V. Veremeyev, S. M. Koval' et al; applicants and patent owners R. N. Bilous, V. V. Veremeyev, S. M. Koval' et al. № 2000020570; appl. 01.02.2000; publ. 11.15.2000. Bull. № 6, 4 p. [in Ukrainian].
7. DSTU 2297–93 (1996) Semi-finished fiber, paper and cardboard. The method of determining the mass production area of 1 m². [Effective as of 01.01.1996]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 19 p. [in Ukrainian].
8. DSTU 2334–94 (1997) Paper and cardboard. Determination of strength during stretching. Part 1. The method of loading with constant speed [Effective as of 1998-01-01]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 10 p. [in Ukrainian].

9. GOST 12602-93. Paper and cardboard. Determination of capillary absorbency. Klemm method [Effective as of 1995-01-01. Minsk: Mezghos. sovet po standardizatsii, metrologiyi i certificatsii, 7 p. [in Russian].
10. DSTU ISO 2470: 2005 (2006) Paper, cardboard and cellulose. Measuring of diffuse reflectance coefficient in blue light (whiteness by ISO) [Effective as of 01-07-2006]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 12 p. [in Ukrainian].
11. DSTU EN 20534:2005 (2006) Paper and cardboard. Determination of thickness and apparent density of a single sheet and stack (EN 20534: 1993, IDT) [Effective as of 2006-07-01]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 12 p. [in Ukrainian].
12. DSTU ISO 3781: 2005 (2006) Paper and cardboard. Determination of strength during stretching after immersion in water (ISO 3781: 1983, IDT) [Effective as of 2006-07-01]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 12 p. [in Ukrainian].
13. DSTU 4266: 2003 (2004) Toilet paper of waste paper. Specifications [Effective as of 2004-07-01]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 7 p. [in Ukrainian].
14. Pat.102651 Ukraine, IPC D21S 02.05. The method of manufacturing of crepin absorbing paper for sanitary purposes. L. A. Koptiukh, T. H. Glushkova, L. V. Andriievskia; patent owner L. A. Koptiukh, T. H. Glushkova, L. V. Andriievskia. № 2012 07898, appl. 26.06.2012. Publ. 07.25.2013. Bull. № 14, 4 p. [in Ukrainian].
15. Pat.77598 Ukraine, IPC D21S1/00. The method of manufacturing of crepin absorbing paper for sanitary purposes. L. A. Koptiukh, T. H. Glushkova, L. V. Andriievskia; patent owner L. A. Koptiukh, T. H. Glushkova, L. V. Andriievskia. № 2012 07893; appl. 26.06.2012. Publ. 25.02.2013. Bull. № 4, 4 p. [in Ukrainian].

L. V. Andriievskia, Ph.D., senior lecturer,
T. G. Glushkova, Ph.D., associate professor,
L. A. Koptiukh, Dr.Tech.Sc., professor,
K. V. Mostyka, Ph.D., associate professor
 Kyiv National University of Trade and Economics
 Kyoto str. 19, Kyiv, 02156, Ukraine
knteu.mila@mail.ru

IMPROVING OF PAPER PROPERTIES FOR SANITARY PURPOSE PRODUCTS

Improving of consumer properties of paper made of recycled paper products for sanitary purposes is an important issue of global pulp and paper industry. Leading scientists are exploring the possibility of improving the quality of products through the introduction of paper pulp specialty chemicals. This increase is achieved only due to certain individual performance properties.

The aim of this study is to develop paper products for sanitary purposes recycled to the improved set of consumer properties such as mechanical strength, including wet, absorbing ability and looseness.

Samples of paper made of recycled mass with varying degrees of grinding and fiber content of polyvinylalcohol based fiber and analog sample produced without the use of polyvinylalcohol based fiber according to standard technological scheme are the objects of study.

The research of paper properties of developed samples has been performed by standard methods adopted in pulp and paper industry.

Results. *It is established that the content of 0,6% polyvinylalcohol based fiber in the composition of mass and grinding it to a grinding degree 37 ° SHR significantly improves consumer properties of paper such as mechanical strength, including wet, absorbing ability and looseness.*

Conclusion. *The efficiency and appropriateness of polyvinylalcohol based fiber composition weight for products for sanitary purposes is considered. The effect of increasing the degree of grinding to improve consumer properties of paper is reached. The resulting paper meets the regulatory requirements for quality.*

Рецензенти: О. Р. Мокроусова, д.т.н., професор,
Я. М. Корнієнко, д.т.н, професор.