

ТЕХНОЛОГІЇ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 675.04:675.024:675.026

К.С. СТАДНИК, О.А. ОХМАТ

Київський національний університет технологій та дизайну

В.А. ПАЛАМАР

Київський національний торговельно-економічний університет

**ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ
МІНЕРАЛІВ У ШКІРЯНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

В шкіряній промисловості застосовують широкий асортимент хімічних матеріалів. Здебільшого це речовини імпортного виробництва, які мають значну вартість в поєднанні з низькою екологічною безпечністю. Пошук нових ефективних хімічних матеріалів вітчизняного виробництва для шкіряної промисловості є сьогодні доволі актуальним питанням. В роботі використано прийом добору та аналізу інформації щодо можливості застосування природних мінералів в технологічних процесах виробництва натуральної шкіри. У статті розглянуті питання, пов'язані з використанням природних мінералів у виробництві натуральної шкіри. Представлено окремі особливості молекулярної структури вітчизняних природних мінералів, їх основні властивості та способи модифікації для підвищення ефективності використання в шкіряній промисловості. Розглянуто способи та особливості застосування природного цеоліту та монтморилоніту в дубильних та післядубильних процесах виробництва шкіри. Описано специфічні властивості, що набуває дерма шкіряного напівфабрикату, після обробки її природними матеріалами.

Ключові слова: виробництво шкіри, природні мінерали, монтморилоніт, цеоліт, формування структури дерми.

K.S. STADNIK, O.A. OKHMAT

Kyiv National University of Technologies and Design

V.A. PALAMAR

Kyiv National University of Trade and Economics

FEATURES OF USING NATURAL MINERALS IN THE LEATHER INDUSTRY

The leather industry uses a wide range of chemical materials. For the most part, these are imported substances which are quite expensive in combination with the low environmental safety. Search of the new effective domestic chemical material for the leather industry is quite relevant problem now. In the work we used the method of selection and analysis of information about the possibility of use of natural minerals in technological processes of natural leather production. In this article considers the problem related to the use of natural minerals in leather manufacture. Features of molecular structure of the domestic clay minerals, their basic properties and modifications methods are presented to improve the efficiency of use in the leather industry. Methods and features of use of the natural zeolite and montmorillonite in the tanning and post-tanning processes of the leather manufacture are considered. Specific properties of the semi-finished leather dermis after its processing by clay materials are described. Application of clay minerals promotes intensification of technological processes due to the multifunctional materials. Works on research of conditions of the natural minerals use are appropriate and practically significant. Use of the natural minerals will not only improve the quality of the finished leather, but also make the production more environmentally friendly.

Keywords: leather manufacture, natural minerals, montmorillonite, zeolite, forming the dermis structure.

Враховуючи те, що вітчизняні запаси природних мінералів доволі великі, їх використання останнім часом стає все більш актуальним. У ґрунтах України найчастіше трапляються кварц, польові шпати, слюда, магнетит, лимоніт, кальцит, доломіт, галіт, апатит, пірит, каолініт, бентоніт, галуазит та багато інших. Майже всі ці мінерали містять домішки мікроелементів, які класифікують на первинні та вторинні. Первинні мінерали – основне джерело утворення вторинних: монтморилоніту, галуазиту, бейделіту, гідрослюди тощо. У ґрунті серед первинних мінералів найбільше польових шпатів і слюд (мусковіт, біотит, флогопіт, піроксени, рогова обманка, кварц та ін.), які становлять 75–85 %. Із вторинних мінералів найпоширеніші мінерали групи монтморилоніту – монтморилоніт, бейделіт, нонтроніт; із гідрослюд – гідробіотит, гідромусковіт, ілліт; з каолінової групи – каолініт і галуазит. Вторинні мінерали гідрофільні, і в ґрунтах концентруються у вигляді дисперсних і колоїдних часток. Дисперсні частинки утримують значну кількість вологи (монтморилоніт, наприклад, містить до 30 % води). Природні мінерали надають ґрунту липкості і пластичності, з ними також пов'язане утворення водостійких структурних агрегатів [1].

Широкий спектр властивостей природних мінералів сприяє і розширенню області їх промислового застосування. Використання у вітчизняній шкіряній промисловості різних мінералів природного походження останнім часом досліджується все частіше.

На сьогодні найбільший інтерес викликає застосування у шкіряній промисловості природного цеоліту, з його основною складовою – глиноплілолітом, та бентоніту, з його основною складовою – монтморилонітом. Обидва матеріали відносять до глинистих мінералів [2]. Цеоліт відносять до каркасних, монтморилоніт – до шаруватих силікатів. Кристалічна структура цеоліту представлена тетраедрами оксидів кремнію і алюмінію, об'єднаними в мереживні каркаси з порожнинами (комірками) однакового розміру, заповненими катіонами лужних і лужноземельних металів та молекулами води.

Кристалічна структура монтморилоніту являє собою шари, що складаються з силікатних або окисноалюмінієвих пластин. Ці пластини з'єднуються між собою в стопки; вода в структурі монтморилоніту розташовується між талькоподібними силікатними шарами. Однією з переваг застосування вказаних глинистих матеріалів при виробництві шкіри є можливість їх комбінації з іншими матеріалами органічного або мінерального походження, завдяки високій питомій поверхні глинистих матеріалів та їх властивості

високоєфективних сорбентів [3].

Постановка завдання

Завданням шкіряного виробництва є отримання високоякісної шкіри зі шкур тварин для виготовлення продукції широкого вжитку. Шкіра, застосовувана для виготовлення тих чи інших речей, повинна мати комплекс необхідних властивостей, що обумовлені областю експлуатації виробів з натуральної шкіри. Виробництво натуральної шкіри, яка б мала і гарні естетичні властивості, була б м'якою, еластичною, але з високими фізико-хімічними та експлуатаційними властивостями – головна задача шкіряного виробництва. Її вирішення можливе лише при дотриманні всіх технологічних вимог по контролю якості використовуваних хімічних матеріалів (основних та допоміжних), а також завдяки застосуванню прогресивних технологій виробництва шкіри.

Прогресивні технології базуються не лише на застосуванні новітніх хімічних матеріалів з поліфункціональними властивостями, але і на спрощенні самого технологічного циклу без втрати якості готової шкіри; на підвищенні екологічності власне шкіряного виробництва, яке відносять до третього класу небезпеки; отриманні шкіри з властивостями «безпечного товару». Одним зі шляхів виготовлення натуральних шкір з необхідним комплексом експлуатаційних та споживних властивостей є формування структури дерми шкіри в результаті її послідовних перетворень у технологічних процесах виробництва під впливом різних хімічних матеріалів.

Технологічні процеси виробництва натуральної шкіри поділяють на підготовчі, дубильні та післядубильні. Структура дерми шкіряного напівфабрикату формується в останніх двох циклах. В дубильних процесах – застосуванням дубильних сполук, переважно мінерального походження; в післядубильних – застосуванням комплексу матеріалів як мінеральної, так і органічної природи.

Традиційні технології [4] дубильних процесів передбачають застосування хромового дубителя, післядубильні – композиції рослинних та синтетичних дубителів і полімерних сполук. Все це порушує ряд питань пов'язаних: по-перше, з токсичністю дубильних сполук хрому, по-друге, з високою ціною імпортованих рослинних дубителів та полімерних сполук, по-третє, із застосуванням фенолвмісних синтетичних дубителів. А, отже, застосування альтернативних екологічно безпечних вітчизняних матеріалів для виробництва шкіри є сьогодні питанням доволі актуальним.

Мета роботи полягає у виявленні можливості використання природних мінералів в дубильних та післядубильних процесах виробництва шкіри високої якості. Завдання роботи полягає у вивченні теоретичних принципів застосування природних мінералів в процесах виробництва шкір широкого асортименту.

Об'єкти та методи досліджень

Об'єктом дослідження є процес підвищення якості натуральної шкіри за умови застосування природних мінералів.

В роботі використано прийому добору та узагальнення інформації щодо можливості застосування глинистих мінералів у шкіряній промисловості. А саме, у процесах, що відповідають за формування структури шкіри, набуття певних фізико-хімічних, експлуатаційних та естетичних властивостей.

Результати та їх обговорення

Основним білком дерми шкур тварин є колаген. Колаген характеризується багаторівневою структурою, яка містить пори різних розмірів, що варіюються в діапазоні: мікро (пори ≤ 1 нм), мезо (1 нм \leq пори ≤ 200 нм), макро (пори ≥ 200 нм) [5]. При проведенні дубильних та післядубильних процесів відбувається руйнування зв'язків в структурі колагену дерми, та утворення нових, в результаті реакцій білка з різними хімічними речовинами. Для ефективного формування структури дерми необхідно забезпечити структурування її елементів, тому раціонально використовувати матеріали з необхідними функціональними групами та співрозмірними (з порами дерми) частинками [6].

Традиційно для структурування колагену дерми використовують мінеральні та органічні дубителі, індивідуально або в комбінації. У виробництві 80 % натуральних шкір як у нашій країні так і закордоном в дубильних процесах застосовують хромовий дубитель, який являє собою комплексну сполуку і ефективно формує структуру дерми на різних її рівнях шляхом утворення координаційних зв'язків з карбоксильними групами колагену. Незважаючи на традиційність і відпрацьованість технології хромового дублення, її основним недоліком є неефективне використання сполук хрому (майже 40 % дубильних солей хрому залишається у відпрацьованому розчині [7]). Ще на початку 21 сторіччя Міжнародною Фінансовою корпорацією «IFC» розроблено «Керівництво з охорони навколишнього середовища, здоров'я та праці» [8], що регламентує обмежене використання сполук хрому в шкіряній промисловості. Одним з основних пунктів керівництва обумовлюється використання альтернативних агентів дублення замість хрому або в комбінації з ним без втрати якості натуральної шкіри та її унікальних властивостей. Отже, поставлене питання може бути реалізовано використанням хромзберігаючих технологій комбінованого дублення, які передбачають часткову заміну сполук хрому іншими матеріалами.

Практичний інтерес представляє використання у виробництві шкіри під час дублення глинистих матеріалів. В якості матеріалів можна використати модифіковану дисперсію монтморилоніту та пептизовану дисперсію природного цеоліту. Вельми важливою властивістю глинистих високодисперсних часток монтморилоніту є їх здатність до самоорганізації. Суспензії монтморилоніту при модифікації набувають певної структури і переходять в гелювидний стан. Для модифікації монтморилоніту та суттєвої зміни властивостей його поверхні досить використовувати обмінні катіони, наприклад Na^+ [6]. Природний цеоліт, на відміну від монтморилоніту, є каркасним мінералом, а отже, модифікації не піддається. Для отримання тонкодисперсних (1,0 мкм) фракцій цеоліту можна використовувати ультразвуковий або механічний методи подрібнення. Для пептизації природного цеоліту також можна використовувати поліфосфат натрію [9].

Введення мінеральних сполук в дубильні розчини інтенсифікує процес. Наприклад, суміщене застосування сполук хрому з модифікованими дисперсіями монтморилоніту [10] сприяє високому рівню відпрацювання робочих рідин під час процесу дублення, що підтверджено зменшенням на 30 %

концентрації дубильних речовин у відпрацьованих рідинах. Такий ступінь відпрацювання робочого розчину досягається за рахунок утворення додаткових зв'язків хромового дубителя з функціональними групами колагену дерми та активними центрами, власне, монтморилоніту. Технологія цікава ще й тим, що у порівнянні з типовою технологією виробництва хромових шкір для верху взуття показники хімічного та біологічного споживання кисню зменшуються мінімум в 1,5 рази, зменшуючи тим самим екологічне навантаження на навколишнє середовище. Для реалізації технології використовують дисперсію хром-монтморилоніту [11], отриману шляхом поступового додавання розчину хромового дубителя (концентрація розчину 100 г/л) до дисперсії модифікованого глинистого мінералу.

Остаточне формування структури дерми шкіри досягається в післядубильних процесах додублювання та наповнювання.

В основі успішного застосування монтморилоніту у післядубильних процесах виробництва шкіри та формування структури її дерми лежать специфічні колоїдно-хімічні властивості цього мінералу [3]. Полідисперсність, анізотропія форми, діелектрична природа частинок монтморилоніту, своєрідна хімія, реакційна здатність та висока питома поверхня дозволяють мінералу одночасно впливати на різні структурні рівні колагену та взаємодіяти з його різнофункціональними групами [12]. До того ж колоїдно-хімічні властивості монтморилоніту створюють широкі перспективи для модифікації та міцної фіксації багатозарядних аніонів, гідроксокомплексних катіонів, поверхнево-активних речовин, барвників, полімерних матеріалів тощо.

Сучасні дослідження китайський вчених [13] встановили можливість застосування модифікованих дисперсій монтморилоніту для виробництва шкіри з високими фізико-механічними показниками. Додублювання шкіряного напівфабрикату органічно-мінеральним складом на основі монтморилоніту і лігносульфонату натрію сприяє ефективному формуванню структури дерми, що підтверджується показниками об'ємного виходу, виходу площі та товщини шкіри, її високою температурою зварювання.

В роботах [14, 15] представлені ефективні технології наповнювання шкір. Завдяки сумісності монтморилоніту, модифікованого натрієвими солями, і монтморилоніту, модифікованого цис-13-декозеновою кислотою, з колагеном дерми відбуваються одночасно і процеси хімічного структурування, і процеси наповнювання-пластифікації дерми шкіряного напівфабрикату. При цьому також підвищується термостійкість та фізико-механічні властивості шкіри.

Виявлено також позитивний вплив на ефективність обробки хромового напівфабрикату наноконпозиційними матеріалами [16], що включають модифіковану дисперсію монтморилоніту та акриловий сополімер, отриманий синтезом акрилової кислоти та альдегіду. Використання згаданого наноконпозиційного матеріалу сприяє утворенню в структурі колагену міцних зв'язків, що проявляється у додатковому формуванні структури та підвищенні температури зварювання шкіри на 17 °С порівняно зі зразками, виготовленими за традиційними технологіями. Причому, необхідно вказати на суттєве зменшення (на 75 % у порівнянні з типовою технологією додублювання) витрат хромового дубителя у розробленій технології.

В природному цеоліті ж, на відміну від монтморилоніту, ні за яких умов кристалічна структура мінералу не руйнується [2]. Ця структура має високу сорбційну здатність. Унікальна кристалічна решітка є своєрідним молекулярним ситом, особливо чутливим до азотовмісних сполук. А отже, цеоліт може утримувати на собі синтетичні барвники, катіонні поверхнево-активні речовини, інші матеріали, що мають азотовмісні групи. Цеоліт, за наявними дослідженнями, не вступає у зв'язок з білками та амінокислотами, але може сорбувати сполуки хрому, введені в технологічному циклі виробництва натуральної шкіри [17].

Характерною особливістю застосування дисперсій цеоліту для наповнювання шкіряного напівфабрикату є ущільнення макропористої структури дерми [12], при цьому частинки мінералу заповнюють проміжки між структурними елементами дерми, сприяючи ефективному наповнюванню периферійних ділянок, збільшенню товщини готових шкір і незначному зменшенню виходу цих шкір по площі.

Висновки

Загальний аналіз наукових робіт свідчить про можливість застосування природних мінеральних сполук у шкіряному виробництві з метою формування структури дерми в дубильних і післядубильних процесах.

Залежно від виду глинистого мінералу, його молекулярної структури, модифікуючих (або пептизуючих) реагентів, можна отримати готові шкіри з прогнозованими експлуатаційними властивостями. Поряд із цим, упровадження нових технологій формування структури дерми дисперсіями природних мінералів дозволить підвищити ефективність використання сировини, знизити витрати шкіряного підприємства на хімічні матеріали з одночасним розширенням асортименту матеріалів для дубильних і післядубильних процесів.

Необхідно також зауважити як про зменшення екологічного навантаження на навколишнє середовище в результаті впровадження описаних технологій, так і про підвищення безпечності шкіри як товару широкого вжитку.

Література

1. Утворення, властивості та класифікація мінералів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://collectedpapers.com.ua/soil_science/utvorenniya-vlastivosti-ta-klasifikaciya-mineraliv
2. Беррі Л. Г. Мінералогія / Беррі Л. Г., Мейсон Б. Г., Дітріх Р. В. – М. : МИР, 1987. – 603 с.
3. Грищенко І. М. Поліфункціональні шкіряні матеріали : монографія / І. М. Грищенко, А. Г. Данилкович, О. Р. Мокроусова. – К. : Фенікс, 2013. – 295 с.
4. Данилкович А. Г. Технологія і матеріали виробництва шкіри : навчальний посібник / А. Г. Данилкович, О. Р. Мокроусова, О. А. Охмат. – К. : Фенікс, 2009. – 580 с.
5. Marukhlenko M. Stabilizing derma collagen structure with modified dispersions of montmorillonite / M.

- Marukhlenko, O. Mokrousova, V. Palamar // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2016. – Vol. 111. – № 1. – P. 1–8.
6. Mokrousova O. Hide and Skin of Mammals / O. Mokrousova, Yu. Volkovich // Structural Properties of Porous Materials and Powders Used in Different Fields of Science and Technology. – Springer London Ltd, 2014. – Part III. Chapter 12. – P. 251–266.
7. Плаван В. П. Пути повышения экологичности процесса дубления кож / В. П. Плаван, А. Г. Данилкович, М. С. Павлова // Экологические и ресурсосбережение. – 2007. – № 3. – С. 52–56.
8. IFC. Міжнародна фінансова корпорація / Керівництво з охорони навколишнього середовища, здоров'я та праці [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/7791eb0048865978b93efb6a6515bb18/Tanning+and+Leather+Finishing+Final_.pdf?CACHEID=7791eb0048865978b93efb6a6515bb18&MOD=AJPERES
9. Розвиток наукових основ створення формостійкого взуття з використанням мінеральних композицій : автореферат дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.18 – технологія взуття, шкіряних виробів і хутра : захист 11.06.2015 / О. П. Козарь ; КНУТД. – К. : КНУТД, 2015. – 36 с.
10. Марухленко М. О. Розробка технологічних параметрів хромзбережної технології дублення шкір / М. О. Марухленко, О. Р. Мокроусова, О. А. Окмат // Вісник Хмельницького національного університету. – 2016. – № 2. – С. 258–262.
11. Mokrousova O. Resources-saving Chromium Tanning of Leather with the Use of Modified Montmorillonite / O. Mokrousova, V. Palamar, A. Danylkovych // Revista de Chimie. – 2015. – № 3. – P. 353–357.
12. Козарь О. П. Екологічно-орієнтовані технології застосування природних мінералів у виробництві шкіри / О. П. Козарь, О. Р. Мокроусова // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2014. – № 1. – С. 128–136.
13. Chen Y. Nanotechnologies for leather manufacturing: A review / Y. Chen, Fan and Bi Shi // JALCA. – 2011. – Vol. 106, Issue 8. – P. 261–273.
14. Sodium montmorillonite effect on the morphology, thermal, flame retardant / G. Sanchez-Olivares, A. Sanchez-Solis, F. Calderas et al. // Applied Clay Science. – 2014. – Vol. 102. – P. 254–260.
15. Lyu B. Nanocomposite based on erucic acid modified montmorillonite/sulfited rapeseed oil: Preparation and application in leather / B. Lyu // Applied Clay Science. – 2016. – Vol. 121. – P. 36–45.
16. Отрошко В. А. Вплив полімерно-мінеральної композиції та її складових на температуростійкість колагену / В. А. Отрошко, О. Р. Мокроусова, Н. В. Мережко // Вісник Хмельницького національного університету. – 2015. – № 1(221). – С. 225–231.
17. Kozar O. Formation of leather biostability with the use of cationic polyelectrolytes / O. Kozar, M. Sprynskyy, Yl. Hrechanyk, O. Okhmat, K. Lawinska, R. Rosul, V. Himych // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – 2/6(86). – P. 29–48.

References

1. Utvorennia, vlastyivosti ta klasyfikatsiia mineraliv [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : http://collectedpapers.com.ua/soil_science/utvorennia-vlastyivosti-ta-klasifikatsiia-mineraliv
2. Berri L. H. Mineralohiia / Berri L. H., Meison B. H., Dittrich R. V. – М. : MYR, 1987. – 603 s.
3. Hryshchenko I. M. Polifunktsionalni shkiriani materialy : monohrafiia / I. M. Hryshchenko, A. H. Danylkovych, O. R. Mokrousova. – К. : Feniks, 2013. – 295 s.
4. Danylkovych A. H. Tekhnolohiia i materialy vyrobnytstva shkiry : navchalnyi posibnyk / A. H. Danylkovych, O. R. Mokrousova, O. A. Okhmat. – К. : Feniks, 2009. – 580 s.
5. Marukhlenko M. Stabilizing derma collagen structure with modified dispersions of montmorillonite / M. Marukhlenko, O. Mokrousova, V. Palamar // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2016. – Vol. 111. – # 1. – P. 1–8.
6. Mokrousova O. Hide and Skin of Mammals / O. Mokrousova, Yu. Volkovich // Structural Properties of Porous Materials and Powders Used in Different Fields of Science and Technology. – Springer London Ltd, 2014. – Part III. Chapter 12. – P. 251–266.
7. Plavan V. P. Puty povysheniya ekolohychnosti protsessu dubleniia kozh / V. P. Plavan, A. H. Danylkovych, M. S. Pavlova // Ekotekhnolohyy u resursozberehenyie. – 2007. – # 3. – S. 52–56.
8. IFC. Mizhnarodna finansova korporatsiia / Kerivnytstvo z okhorony navkolyshnoho seredovyscha, zdorovia ta pratsi [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/7791eb0048865978b93efb6a6515bb18/Tanning+and+Leather+Finishing+Final_.pdf?CACHEID=7791eb0048865978b93efb6a6515bb18&MOD=AJPERES
9. Rozvytok naukovykh osnov stvorennia formostiikoho vzuttia z vykorystanniam mineralnykh kompozysii : avtoreferat dys. ... d-ra tekhn. nauk : 05.18.18 – tekhnolohiia vzuttia, shkirianykh vyrobiv i khutra : zakhyt 11.06.2015 / O. P. Kozar ; KNUITD. – К. : KNUITD, 2015. – 36 s.
10. Marukhlenko M. O. Rozrobka tekhnolohichnykh parametriv khromzberezhnoi tekhnolohii dublenniia shkir / M. O. Marukhlenko, O. R. Mokrousova, O. A. Okhmat // Herald of Khmelnytsky National University. – 2016. – # 2. – С. 258–262.
11. Mokrousova O. Resources-saving Chromium Tanning of Leather with the Use of Modified Montmorillonite / O. Mokrousova, V. Palamar, A. Danylkovych // Revista de Chimie. – 2015. – # 3. – P. 353–357.
12. Kozar O. P. Ekolohichno-oriiientovani tekhnolohii zastosuвання pryrodnykh mineraliv u vyrobnytstvi shkiry / O. P. Kozar, O. R. Mokrousova // Vestnyk Khersonskoho natsyonalnoho tekhnicheskoho unyversytetu. – 2014. – # 1. – S. 128–136.
13. Shen Y. Nanotechnologies for leather manufacturing: A review / Y. Chen, Fan and Bi Shi // JALCA. – 2011. – Vol. 106, Issue 8. – P. 261–273.
14. Sodium montmorillonite effect on the morphology, thermal, flame retardant / G. Sanchez-Olivares, A. Sanchez-Solis, F. Calderas et al. // Applied Clay Science. – 2014. – Vol. 102. – P. 254–260.
15. Lyu B. Nanocomposite based on erucic acid modified montmorillonite/sulfited rapeseed oil: Preparation and application in leather / B. Lyu // Applied Clay Science. – 2016. – Vol. 121. – P. 36–45.
16. Otroshko V. A. Vplyv polimerno-mineralnoi kompozysii ta yii skladovykh na temperaturostiiikist kolahenu / V. A. Otroshko, O. R. Mokrousova, N. V. Merezko // Herald of Khmelnytsky National University. – 2015. – # 1(221). – S. 225–231.
17. Kozar O. Formation of leather biostability with the use of cationic polyelectrolytes / O. Kozar, M. Sprynskyy, Yl. Hrechanyk, O. Okhmat, K. Lawinska, R. Rosul, V. Himych // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – 2/6(86). – P. 29–48.