

Список літератури

1. Василенко П.М. Механизация и автоматизация процессов приготовления и дозирования кормов / П.М. Василенко, И.И. Василенко. – М.: Агропромиздат, 1985. – 224 с.
2. Видинеев Ю.Д. Автоматическое непрерывное дозирование сыпучих материалов / Ю.Д. Видинеев. – М.: Энергия, 1974. – 120 с.
3. Кукта Г.М. Машины и оборудование для приготовления кормов / Г.М. Кукта. – М.: Агропромиздат, 1987. – 303 с.
4. Менли Р. Анализ и обработка записей колебаний: Пер. с англ. / Р. Менли. – М.: Машиностроение, 1972. – 369 с.
5. Пат. № 49906 Україна, МПК 7 G01F1/66. Пристрій для вимірювання витрати компонентів кормосумішей / В.Ф. Яковлев, С.О. Квітка. – № 99021023; заявл. 23.02.99; опубл. 15.09.00, Бюл. № 4-1.

Kvitka Sergei, Assos. Prof., PhD tech. sci., Nesterchuk Dina, Assos. Prof., PhD tech. sci., Kvitka Aleksandr, post-graduate

Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, Ukraine

Electro Acoustic System of Dispensing Feed Mixtures Components

The research of the process of dispensing feed mixtures components in continuous operation is worked in this article. To compensate the resulting variations in the dispensing consumption of feed mixtures from preset values we developed the system to control dispensing process using a closed system of regulation, which provides smooth dispensing roller speed regulation using electric drive.

The results of the statistical analysis of flows processing is presented.

Applying the proposed system for dispensing feed mixtures components allowed us to provide dispensing of small fraction feed mixtures components with an error that does not exceed $\pm 3\%$, which demonstrates the high quality of the electro- acoustic dispensing system.

Feed mixture electroacoustic system, dispensing, dispenser, electric adjustable drive

Одержано 07.12.15

УДК 631.171

В.Л. Куликівський, канд. техн. наук, В.М. Боровський, ст. викл., В.К. Палійчук, доц., канд. техн. наук

Житомирський національний агроекологічний університет, м.Житомир, Україна,

E-mail: kylikovskiy@mail.ru

Аналіз процесу переміщення зернового матеріалу аераційним транспортером

Наведені рівняння, що визначають силу псевдозрідженого матеріалу, який переміщається по аерожолобу. Встановлено, що опір шару зерна переміщенню, змінюється в залежності від пористості шару матеріалу. Проаналізовані основні властивості зерна, як об'єкта сушіння і аераційного переміщення, враховуючи які можна не тільки раціонально та ефективно здійснювати зазначені процеси, а й поєднувати їх.

аераційний транспортер, аеродинамічний опір, вологість, зерновий матеріал, переміщення, сушіння

В.Л. Куликовский, канд. техн. наук, В.Н. Боровский, ст. преп., В.К. Палийчук, доц., канд. техн. наук

© В.Л. Куликівський, В.М. Боровський, В.К. Палійчук, 2016

Житомирский национальный агроэкологический университет, г.Житомир, Украина

Анализ процесса перемещения зернового материала аэрационным транспортером

Приведены уравнения, определяющие силу псевдооживленного материала, который перемещается по аэрожелобу. Установлено, что сопротивление слоя зерна перемещению, меняется в зависимости от пористости слоя материала. Проанализированы основные свойства зерна, как объекта сушки и аэрационного перемещения, учитывая которые можно не только рационально и эффективно осуществлять указанные процессы, но и сочетать их.

аэрационный транспортер, аэродинамическое сопротивление, влажность, зерновой материал, перемещение, сушка

Постановка проблеми. Аналіз літературних джерел та виробничої практики показують, що в даний час для переміщення зернового матеріалу найбільш перспективним є аераційний спосіб транспортування. Основним недоліком існуючих аераційних транспортерів для зерна є те, що в них неможливо управляти параметрами повітряного потоку, а це призводить до неможливості керування швидкістю транспортування зерна та продуктивністю аераційного живильника. Також, аераційні транспортери можуть в даний час виконувати тільки одну задачу – переміщення зерна, що істотно обмежує область їх застосування.

Відомо, наприклад, що повітря, проходячи через зернову масу, при умові, що воно має меншу вологість, ніж зерно, забирає вологу із зернової маси. Таким чином, в аераційному транспортері може бути реалізовано підсушування зерна перед подальшими технологічними операціями його обробки. До того ж, як відомо, повільне видалення вологи із насіннєвого матеріалу в процесі сушіння сприяє природному процесу дозрівання зерна, що позитивно впливає на якість матеріалу.

Тому найбільший інтерес, з точки зору функціональності, продуктивності та якості процесу переміщення зерна, представляє аераційний транспортер для зерна з можливістю управління параметрами повітряного потоку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У процесі аераційного транспортування показники якості насіння повинні зберігатися та поліпшуватися. Основним показником якості насіннєвого зерна є енергія проростання. У насіннєвої маси оцінюється також наявність тріщин, кількість та якість вмісту поживних речовин, колір і запах. Всі ці показники залежать від температурного режиму та тривалості процесу транспортування і сушіння, від біологічних особливостей зернової маси, конструкції аераційного транспортера та особливостей його експлуатації [1-3].

Для збереження та поліпшення показників якості насіннєвої маси під час аераційного транспортування необхідно витримувати оптимальні параметри процесу. Найбільш важливим параметром, який необхідно контролювати під час аераційного транспортування, є швидкість повітряного потоку, що впливає на зернову масу.

Одним з найважливіших параметрів зернової маси для успішного проведення аераційного транспортування є її вологість.

Аераційний транспортер з можливістю управління параметрами повітряного потоку може виконувати як транспортування зернової маси, так і її підсушування, а також тимчасове зберігання з активним вентилуванням.

У аеродинамічних транспортерах вертикальна складова сили впливу струменів повітряного потоку, що виходять через повітряпідвідну перегородку під гострим кутом до її поверхні, зменшує контакт зернин одна з одною та знижує їх силу тертя зі стінками транспортуючого каналу і поверхнею перегородки (рис. 1). При цьому зерновий матеріал потрапляє у псевдозріджений стан та набуває властивостей рідини [1]. В той же час горизонтальна складова сили впливу струменів повітряного потоку переміщує зерновий матеріал по повіторозподільній перегородці від місця його подачі до вивантажувального пристрою.

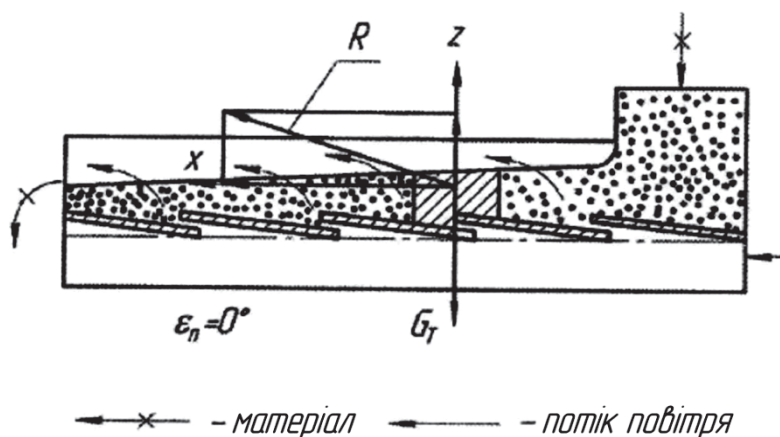


Рисунок 1 – Принцип дії аеродинамічного транспортера при переміщенні матеріалу в горизонтальному напрямку

Постановка завдання. Проаналізувати особливості процесу транспортування матеріалу аераційним транспортером, для забезпечення якісного переміщення зерна на пунктах його переробки, що є найважливішим завданням для функціонування потокового виробництва.

Виклад основного матеріалу. Структурною характеристикою зернового шару є пористість (ε) – відсоткове відношення обсягу повітряних проміжків до загального обсягу зернового матеріалу [2]. Визначається за формулою:

$$\varepsilon = \frac{V_1 - V}{V_1} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де V_1 – об'єм шару зернового матеріалу, м^3 ;

V – об'єм зерна, м^3 .

Зв'язок між параметрами, що характеризують «киплячий шар» у всьому інтервалі його перебування, від порушення нерухомого шару до винесення частинок за його межі, виражається закономірністю:

$$\varepsilon = Ar^{-0,21} \cdot (18Re + 0,36Re^2)^{0,21}, \quad (2)$$

де ε – пористість зернового насипу та псевдозрідженого шару;

$Ar = g \cdot d_e \cdot (\rho_m - \rho) / (c^2 \cdot \rho)$ – число Архімеда;

$Re = c \cdot d_e / \nu$ – число Рейнольдса, віднесене до швидкості з повітря та еквівалентному діаметру d_e частинок;

g – прискорення сили тяжіння;

ρ_m та ρ – щільність речовини частинок та повітря;

ν – кінематична в'язкість повітря.

З урахуванням того, що $\rho_m \gg \rho$, наближено втраті тиску в псевдозрідженому шарі визначаються з рівняння:

$$\Delta P_{sv} = \rho_m \cdot g \cdot (1 - \varepsilon) \cdot H_e. \quad (3)$$

H_e – висота зернового матеріалу.

Лобовий тиск повітряного потоку на транспортований матеріал знаходиться з рівняння:

$$R = k \cdot F_M \cdot \rho \cdot \left(\frac{w_\phi}{\varepsilon} \right)^2, \quad (4)$$

де k – коефіцієнт опору;

F_M – площа міделевого перерізу;

w_ϕ – швидкість фільтрації.

Отже, лобовий тиск повітряного потоку зростає при збільшенні F_M і w_ϕ та зменшенні ε .

При горизонтальному розташуванні перегородки підймальна та переміщувальна сили знаходяться із рівнянь:

$$\begin{aligned} P_O &= R \cdot \sin a_n - G_T; \\ P_n &= R \cdot \cos a_n, \end{aligned} \quad (5)$$

де G_T – сила тяжіння матеріалу;

a_n – кут нахилу перегородки.

З наведених рівнянь, що визначають силу псевдозрідженого матеріалу, який переміщається по аерозолобу, випливає, що вона зростає при збільшенні кута a_n , а рушійна сила матеріалу при цьому зменшується.

Стан зерна в процесі сушіння характеризується двома параметрами – температурою та вологістю. Розрізняють відносну та абсолютну вологість зернової маси. Вологість, при якій врожай зерна стійко зберігається, називається кондиційною вологістю [3].

Відносна вологість визначається із виразу:

$$W = \frac{G_B}{G} \cdot 100\%, \quad (6)$$

де G_B – маса води;

G – маса вологих зернин, $G = G_B + G_{сyx}$;

$G_{сyx}$ – маса сухої речовини.

Абсолютна вологість:

$$W_a = \frac{G_B}{G_{сyx}} \cdot 100\%. \quad (7)$$

Абсолютна та відносна вологості взаємопов'язані та можуть виражатися одна через іншу:

$$W = \frac{W_a}{100 + W_a} \cdot 100\%;$$

$$W_a = \frac{W}{100 + W} \cdot 100\%. \quad (8)$$

На практиці, при оцінці якості насіння, зазвичай визначають значення відносної вологості. Надалі під поняттям вологості зерна буде матися на увазі його відносна вологість. Крім того, характеристикою стану речовини, з точки зору вологості, в теорії сушіння є вологовміст:

$$U = \frac{G_B}{G_{\text{сух}}} = \frac{W_a}{100}. \quad (9)$$

При певному за часом контакті повітря з насінням, вологообмін між ними припиняється та настає рівноважна вологість. Величина рівноважної вологості для різних культур неоднакова, вона також залежить від температури атмосферного повітря та його відносної вологості.

При підвищенні температури повітря з його незмінною вологістю рівноважна вологість зерна знижується, так як абсолютна кількість водяної пари в повітрі збільшується, але зростає і вологоємність повітря. Величина рівноважної вологості залежить і від хімічного складу зерна. При підвищенні вмісту жиру у насінні, величина їх рівноважної вологості знижується.

Аеродинамічний опір шару зернової маси, що сушиться та транспортується, необхідно враховувати при виборі вентиляційного устаткування. Даний опір зернової маси може змінюватися в широких межах, залежно від пористості, на яку впливають вологість зерна, висота шару, способу завантаження зернової маси, що сушиться або транспортується. Хоча більш вологе зерно укладається менш щільно, ніж сухе, шар вологого зерна легше деформується, канали міжзернового простору зменшуються і аеродинамічний опір шару зростає. Опір шару зернового вороху змінюється в степені $\Delta P \sim \varepsilon^3$ від пористості шару, тому навіть незначне зниження останнього обумовлює суттєве зростання втрати сили потоку.

Збільшення швидкості повітряного потоку призводить до спускування, потім до розпушування шару із переходом його в киплячий або псевдозріджений стан. Розпушування шару характеризується падінням аеродинамічного опору, який у стадії киплячого шару коливається близько постійної величини. При подальшому збільшенні швидкості повітряного потоку зерно переходить у зважений стан або переміщується за межі робочої зони.

Швидкість повітря, при якій зерно знаходиться в підвішеному стані, є швидкість витання, яка визначається за формулою:

$$V_B = \sqrt{\frac{q}{K \cdot \rho_B \cdot F}}, \quad (10)$$

де q – маса зерна, кг;

K – коефіцієнт лобового опору;

ρ_B – щільність повітря, кг/м³;

F – міделевий переріз зернини, м².

У зв'язку з великою неоднорідністю зернового вороху, що надходить від комбайнів, швидкість витання для компонентів однієї і тієї ж культури коливається в широкому діапазоні. Швидкість витання для зерна деяких культур при температурі повітря 20 °С знаходиться в наступних межах: у пшениці 9,0...11,5 м/с; жита 8,5...10,0 м/с; вівса 8,0...9,0 м/с; ячменю 8,5...10,5 м/с; конюшини червоної 3,9...7,45 м/с; тимофіївки 1,1...6,0 м/с.

Збільшення вологості зерна практично не впливає на нижню межу швидкості повітря, при якій починається віднесення окремих, найбільш легких насінин.

Аеродинамічні властивості частинок зернових сумішей характеризуються опором, який чинить їх руху повітряне середовище. Частинки, відчувають більший опір під дією рівних сил, відносно повітряного потоку рухаються повільніше, ніж частинки, що зустрічають менший опір. При цьому на частинку, що знаходиться в потоці повітря, діє сила R :

$$R = K \cdot \rho \cdot F \cdot v_q^2, \quad (11)$$

де v_q – швидкість частинки відносно потоку повітря, м/с.

Прискорення, що набувається частинкою під впливом повітряного потоку, визначається рівнянням:

$$j = \frac{R}{m} = K \cdot \rho \cdot F \cdot v_q^2 / m = K_n \cdot v_q^2, \quad (12)$$

де K_n – коефіцієнт парусності;

m – маса частинки, кг.

При проведенні досліджень продуктивності аераційних транспортерів застосовувалися три типи перегородок, пластини яких були закріплені під кутом $\alpha=60^\circ$, 66° та 70° , завдяки чому забезпечувався раціональний вихід струменів повітря з перегородки.

Тиск P необхідний для переміщення зернового матеріалу та кут нахилу повітророзподільної перегородки γ_n (рис. 2, 3) змінювались. При цьому транспортувалося насіння ячменю з вологістю 13,4 %. Проведені дослідження показали, що при всіх значеннях кута γ_n в міру збільшення кута поворотної ділянки продуктивність аераційного транспортера знижується, а питомі витрати енергії зростають (рис. 2).

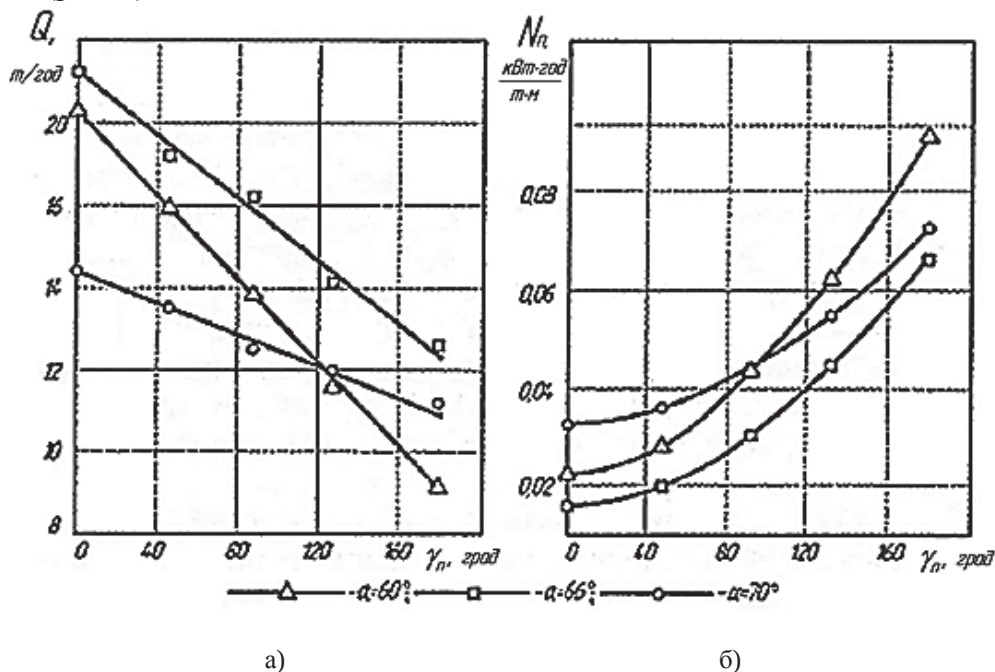


Рисунок 2 – Залежність продуктивності Q аераційного транспортера (а) та питомих витрат енергії N_n (б) від кута повороту перегородки γ_n

Зниження продуктивності Q та збільшення питомої витрати енергії при підвищенні вологості (рис. 3) відбувається внаслідок зростання коефіцієнтів зовнішнього (виникаючого при переміщенні по опорній поверхні) і внутрішнього тертя насіння. При збільшенні коефіцієнта зовнішнього тертя зростає гальмівний вплив стінок транспортуючого каналу та перегородки на зерновий матеріал, що переміщується.

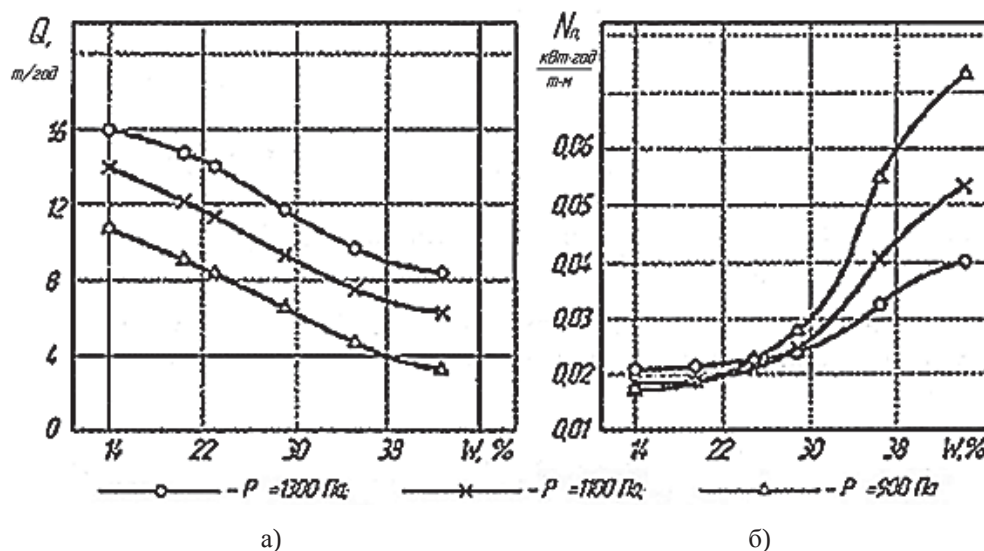
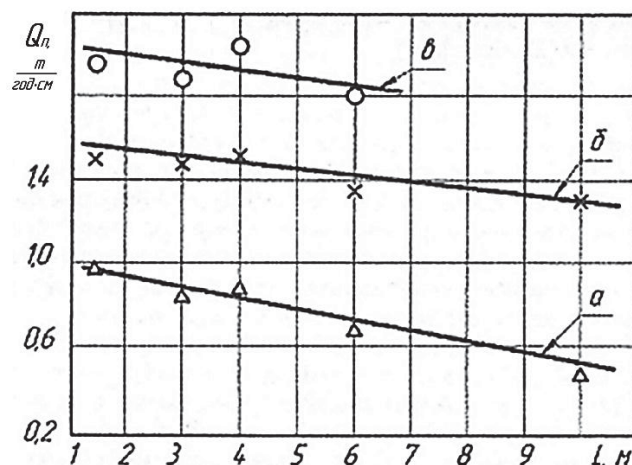


Рисунок 3 – Залежність продуктивності Q (а) та питомої витрати енергії N_n (б) від вологості W насіння

Залежність питомої пропускної здатності аераційних транспортерів, що мають різну довжину переміщення L та приблизно однакове відношення висоти повітряпідвідного каналу і його початкової висоти наведена на рис. 4. При цьому коефіцієнт живого перетину перегородки становив 6,75 %, а її ширина – 0,1 м.



а – $P = 750$ Па; б – $P = 950$ Па; в – $P = 1400$ Па

Рисунок 4 – Залежність питомої продуктивності Q_n аераційного транспортера від довжини L транспортування

Висновки: 1. Значення кінцевої швидкості частинок обмежене, воно не повинно перевищувати 3 м/с, щоб виключити травмування зерна. У той же час для отримання заданої продуктивності з найменшими витратами енергії необхідно мати можливо більше значення цієї швидкості.

2. Враховуючи основні властивості зерна як об'єкта сушіння та аераційного переміщення, можна не тільки раціонально і ефективно здійснювати дані процеси, а й поєднувати їх, оскільки аераційні транспортери через особливість принципу роботи це дозволяють.

Список літератури

1. Зимин Е.М. Пневмотранспортные установки для вентилирования, транспортирования и сушки зерна (конструкция, теория, расчет) / Е.М. Зимин. – Кострома: Изд. КГСХА, 2000. – 215 с.
2. Волхонов М.С. Технологические факторы и состояние зернового слоя при его обработке в аэрожелобе / М.С. Волхонов // Тракторы и сельхозмашины. – 2007. – №10. – С. 26-27.
3. Сычугов Н.П. Транспортно-вентиляционные аэрожелоба: Учебное пособие / Н.П. Сычугов. – Киров: Вятская ГСХА, 2010. – 268 с.

Vladimir Kulykivskyi, PhD tech. sci., Victor Borovskyi, Senior lecturer, Vladimir Paliychuk, Assos. Prof., PhD tech. sci.

Zhytomyr National Agroecological University, Zhytomyr, Ukraine

Analysis of the movement of grain aeration material conveyor

To analyze the peculiarities of operating transport material conveyor which is an essential task for the functioning line production to ensure quality items for moving grain processing.

The equations that determine the strength of the material, which moves along air chute. Found that resistance layer of grain varies depending on the porosity of the material. The basic properties of grain, as drying and aeration object movement, given that you can not only efficiently and effectively to these processes, but also to combine them.

Aerodynamic resistance layer of the grain mass dried and transported to consider when choosing ventilation equipment. This resistance grain mass can vary widely, depending on the porosity, which affect moisture grain layer height, grain weight loading method that dries or transported.

aeration conveyor, air resistance, humidity, grain material, handling, drying

Одержано 04.11.15

УДК 631.33: 631.58

П.Г. Лузан, доц., канд. техн. наук, О.Р. Лузан, канд. техн. наук, Д.І. Петренко, доц., канд. техн. наук

Кіровоградський національний технічний університет, м.Кіровоград, Україна

E-mail: luzanpg@gmail.com

Обґрунтування параметрів решета для сепарації зерна

В роботі запропоновано методику обґрунтування параметрів та визначення умов проходу часток зернової суміші крізь щілини решета, виконаного з набору стержнів, що розширюються у бік руху оброблюваного матеріалу. Встановлено, що на показник кінематичного режиму найбільше впливають початкова швидкість руху оброблюваного матеріалу та радіус решета, зміною яких можна добиватися необхідної ефективності сепарації. Визначено умови проходу часток оброблюваного матеріалу крізь щілини решета та умови, коли вони в них не застрягають.

зерноочисна машина, решето, сепарація, критерій Фруда, очищення зерна, забивання решіт, зерно

П.Г. Лузан, доц., канд. техн. наук, Е.Р. Лузан, канд. техн. наук, Д.И. Петренко, доц., канд. техн. наук
Кировоградский национальный технический университет, г. Кировоград, Украина

Обоснование параметров решета для сепарации зерна

© П.Г. Лузан, О.Р. Лузан, Д.І. Петренко, 2016