

УДК 621.74

**Результати експериментального дослідження вібропрес-молота з
електрогідравлічним керуванням для формоутворення заготовок порошкових
матеріалів**

Искович-Лотоцький Ростислав Дмитрович, д.т.н., проф.
Обертюх Роман Романович, к.т.н.
Міськов Вадим Петрович, асистент
Слабкий Андрій Валентинович, к.т.н.
Вінницький національний технічний університет

**Результаты экспериментального исследования вибропресс - молота с
электрогидравлическим управлением для формообразования заготовок
порошковых материалов**

Искович-Лотоцкий Ростислав Дмитриевич, д.т.н., проф
Обертюх Роман Романович к.т.н., доц.
Миськов Вадим Петрович, ассистент
Слабкий Андрей Валентинович, к.т.н.
Винницкий национальный технический университет

**The results of experimental investigation vibro hammer with electrohydraulic
control for shaping pieces of powder materials**

Iskovych-Lototskiy Rostyslav Dmytrovych, professor, Doctor of engineering
sciences
Obertyukh Roman Romanovych, Candidate of engineering sciences
Miskov Vadym Petrovych, assistant
Slabkiy Andriy Valentynovych, Candidate of engineering sciences
Vinnitsia national technical university

*В статті представлені результати експериментального дослідження
вібропрес-молота з програмованим керуванням. Проаналізовано отриманні*

результати щодо можливості керування вібраційним обладнанням "по тиску" і "по частоті". Проведений аналіз отриманих результатів і подано їх опис. Описано шляхи керування вібраційним обладнанням для отримання імпульсного типу навантаження.

Ключові слова: вібропрес-молот, експеримент, вібрація, вимірально-реєструючий комплекс.

В статье представлены результаты экспериментального исследования вибропресс-молота с программируемым управлением. Проанализированы полученные результаты о возможности управления вибрационным оборудованием "по давлению" и "по частоте". Проведенный анализ полученных результатов и представлены их описание. Описаны пути управления вибрационным оборудованием для получения импульсного типа нагрузки.

Ключевые слова: вибропресс-молот, эксперимент, вибрация, измерительный комплекс.

The paper presents the results of of experimental investigation vibro hammer with programmable control. Analyzed the results of the possibility of control vibrating equipment "pressure" and "frequency". The analysis of the results and give their description. Describes ways to control vibration equipment for impulse type loads.

Keywords: vibro-hammer, experiment, vibration, measuring system.

Постановка проблеми. Проведений теоретичний аналіз роботи вібропрес-молота з електрогідравлічним керуванням під час різного типу налагодження – параметричного та програмованого, дає можливість зпрогнозувати результати технологічних параметрів, а саме амплітуду та частоту коливань виконавчої ланки (вібростола) і зміну тиску у гідросистемі. Теоретичні дослідження дозволяють зпрогнозувати технологічні параметри обладнання, що використовується у вібропрес-молоті з електрогідравлічним керуванням.

Експериментальне дослідження дозволить перевірити на практиці адекватність проведених теоретичних досліджень і можливість використання у вібраційному обладнанні електрогідравлічних клапанів з програмованим керуванням, на прикладі електрогідравлічного клапана УЭГ.С–200.

Актуальність дослідження полягає у отриманні нових експериментальних даних, щодо використання стандартних електрогідравлічних клапанів з програмованим керуванням у вібраційному обладнанні.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Експериментальне дослідження вібропрес–молота з електрогідравлічним керуванням дає можливість оцінити подальше використання стандартних електрогідравлічних клапанів з програмованим керуванням у вібраційному обладнанні для відтворення імпульсного типу навантаження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що експериментальним дослідженням вібропресового обладнання з електрогідравлічним керуванням займається мала кількість науковців, що пов'язана із важкістю програмованого керування віброзбуджувача, а також значними фінансовими витратами.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Дана стаття присвячується експериментальному дослідженню електрогідравлічних клапанів з програмованим керуванням, що на практиці дозволить оцінити теоретичні розробки та дослідження у даному напрямку, а саме розглядяться конструкція експериментального вібропрес-молота з електрогідравлічним керуванням.

Загальнонаукове значення, полягає у дослідженні роботи стандартних електрогідравлічних клапанів з програмованим керуванням у вібраційному обладнанні, що дозволяє отримати імпульсний тип навантаження.

Викладення основного матеріалу

Експериментальний вібропрес-молот призначений для дослідження можливості використання електрогідравлічних клапанів з програмованим керуванням у гідроімпульсному приводі, визначення реальних закономірностей робочих параметрів (регулювання типу навантаження при заданому законі зміни потоку рідини) і відносних величин розходження результатів теоретичних та експериментальних досліджень.

Під час експериментального дослідження вібропрес-молота з електрогідравлічним керуванням для формоутворення заготовок порошкових матеріалів передбачається можливість регулювання частоти створення імпульсів тиску в межах 1...70 Гц та переміщення вібростола від 0 до 15 мм. Максимально допустимий тиск не перевищував 16МПа при максимальній жорсткості гідросистеми. Вимірювально-реєструюча апаратура знаходиться на відстані від вібраційного обладнання у місці без впливу вібрацій та електромагнітних полів [3,4,7,8].

Експериментальний вібропрес-молота з електрогідравлічним керуванням створений на основі базової моделі ІВМП-16 [1,2], що знаходиться у лабораторії кафедри металорізальних верстатів та обладнання автоматизованих виробництв (МРВ та ОАВ) Вінницького національного технічного університету (ВНТУ).

Принципова гідрокінематична схема та фотографія вібропрес-молота з електрогідравлічним керуванням для формоутворення заготовок порошкових матеріалів з комплектом вимірювально – реєструючої [5,6,8] апаратури наведена на рисунку 1.

Експериментальний вібропрес-молот працює наступним чином. В нижню частину пресформи 16 завантажується порошковий матеріал 18, який в подальшому прижимається верхньою частиною пресформи 17. Для того, щоб верхня частина пресформи 17 в процесі обробки залишалась у своєму початковому положенні, верхня її частина прижимається траверсою 20.

Процес вібраційного формоутворення заготовки 18 відбувається шляхом дії на неї циклічних імпульсних навантажень з боку вібростола 24 (заданої

амплітуди та сили), на якому кріпиться нижня пресформа 16. Імпульсний тип навантаження на вібростіл 24 передається через плунжер 15 гідроциліндра 11 з його робочої порожнини. Відтворення на експериментальному вібропрес-молоті з електрогідравлічним керуванням можливо двома способами – "по тиску" та "по частоті" [3,8].

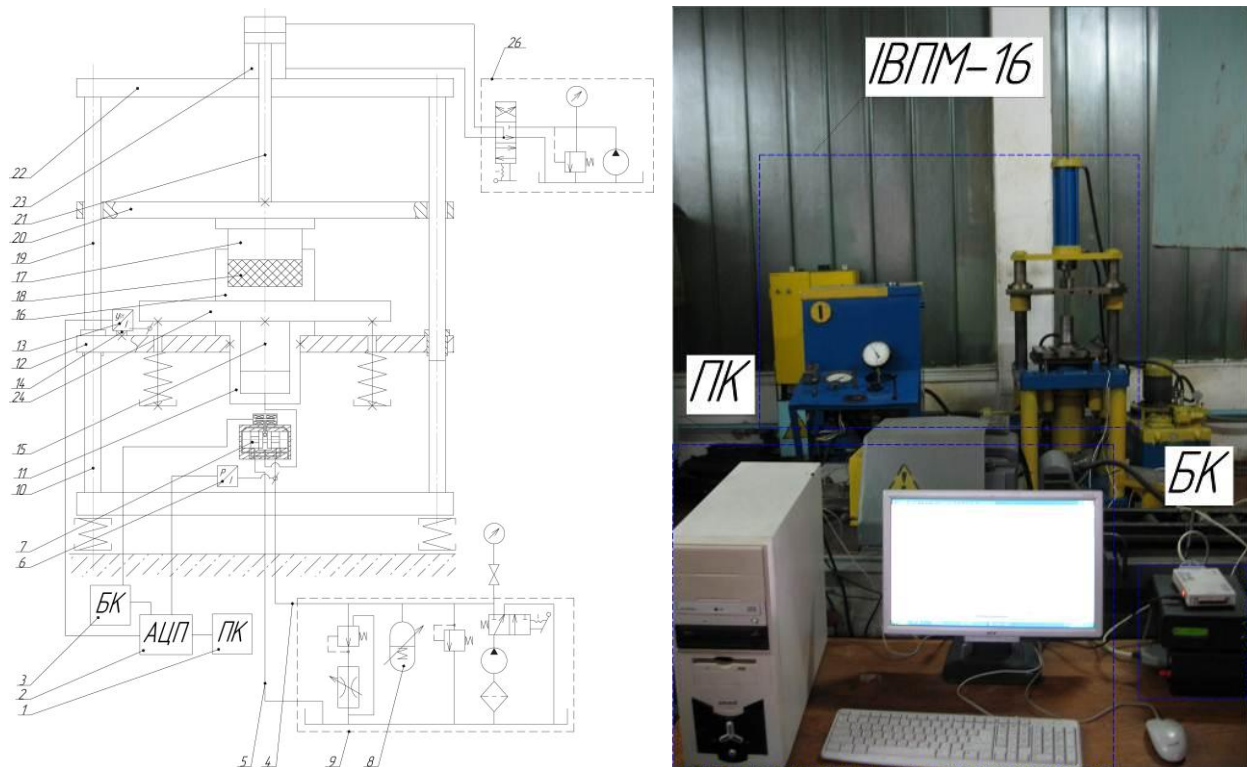


Рисунок 1 — Принципова гідрокінематична схема та фотографія вібропрес-молота з електрогідравлічним керуванням для формоутворення заготовок порошкових матеріалів

При керуванні "по тиску" значення тиску у нагнітаючій гідролінії 4 реєструється давачем тиску 6 і передається через аналогово цифровий перетворювач (АЦП) 2 на блок керування (БК) 3. При досягненні заданого тиску p_1 у нагнітаючій гідролінії 4 з БК на електромагніт електрогідравлічного розподільвача (УЭГ.С–200) 7 подається сигнал, який через штовхач переміщує золотник у «робоче» положення. За рахунок чого відбувається перетікання рідини з нагнітаючої гідролінії 4 у виконавчу порожнину гідроциліндра 11 і відповідне переміщення вібростола 24. Імпульсний тип навантаження виникає

за рахунок передачі імпульсу енергії рідини, що акумулювався у рідині шляхом її стискання до заданого тиску p_1 у нагнітаючій гідролінії 4. Після того як відбулось перетікання рідини у виконавчу порожнину гідроциліндра 11, тиск рідини у нагнітаючій порожнині 4 знизився до значення p_0 , при якому з БК 3 на електромагніт електрогідравлічного розподільвача 7 подається сигнал, який через штовхач переміщує золотник у «закрите» положення, і тиск у нагнітаючій гідролінії 4 знову починає зростати. У свою чергу рідина з робочої порожнини гідроциліндра 11 через гідролінію 5 витікає у бак гідросистеми 9, що супроводжується переміщенням вібростола 24 і плунжера 15 гідроциліндра 11, у початкове положення, за рахунок зворотніх пружин та зусилля, що діє з боку заготовки 18. Після чого цикл повторяється.

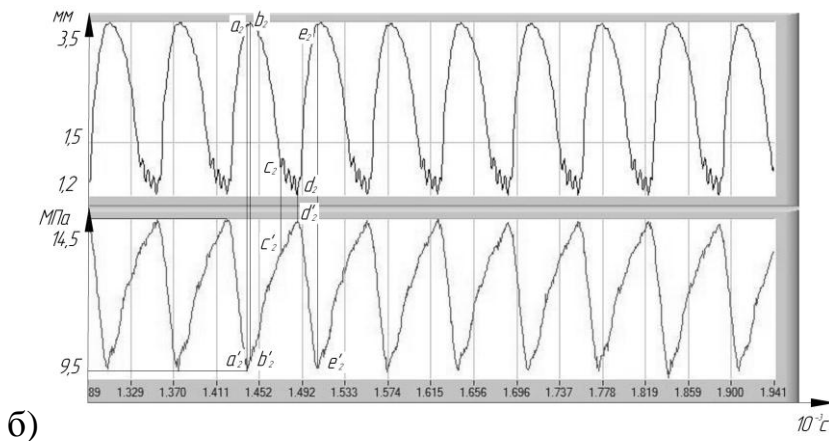
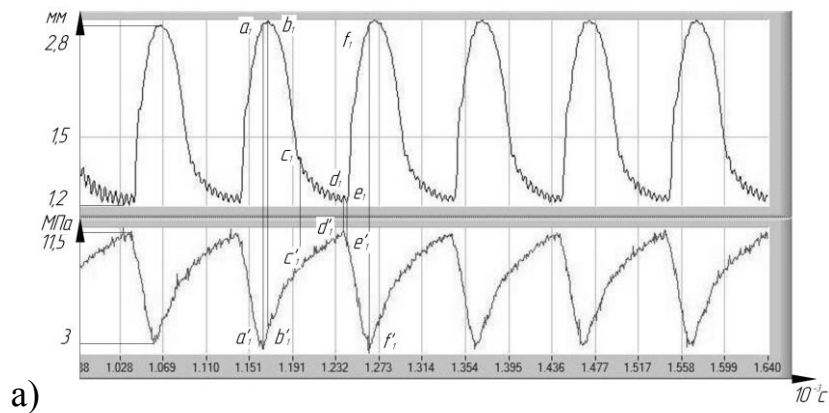
При керуванні "по частоті" перетікання рідини з нагнітаючої гідролінії 4 у робочу порожнину гідроциліндра 11 та витікання неї через гідролінію 5 у бак гідростанції 25 відбувається за заданим законом, який залежить від частоти та скважності сигналів, що подаються з БК 3 на електромагніт електрогідравлічного клапана 7, що забезпечує переміщення золотника у «робоче» чи «закрите» положення. За рахунок такого керування необхідно враховувати час, при якому тиск у нагнітаючій гідролінії досягає значення p_1 , що дозволить забезпечити імпульсний тип навантаження на вібростолі 24. Для того, що збільшити максимально можливу частоту, при програмованому керуванні, на вихідному сигналі, з БК 3 на електромагніт електрогідравлічного розподільвача 7, регулюється скважність сигналу, що регулює час перебування золотника електрогідравлічного розподільвача 7 у «робочому» чи «закритому» положенні, на відміну від симетричного при скважності 50%. Регулювання скважності вихідного сигналу з БК 3, також дозволяє регулювати амплітуду вібрацій вібростола 24.

Під час керування "по тиску" процес налагодження проводився шляхом зміни значень тиску p_1 , p_0 і регулювання потоку рідини. В ході експериментального дослідження встановлено, що такий процес керування можливий, однак він не дозволяє отримати необхідної частоти коливань

вібростола і необхідного характеру зміни тиску для отримання імпульсного типу навантаження. Під час такого типу керування максимально можливим отриманим результатом було отримання частоти коливання вібростола 5 Гц, при мінімальній подачі.

Під час керування "по частоті" процес налагодження проводився шляхом зміни частоти вхідного сигналу і його скважності, що дало можливість на одній і тій частоті спрацювання отримувати різні типи зміни тиску. Отримані результати показані на рисунку 2.

Розглядаючи графіки слід зауважити, що верхня шкала відповідає переміщенню вібростола, а нижня – зміна тиску у нагнітаючій гідролінії. Позитивний результат, який свідчить про імпульсний тип навантаження полягає у стрімкому переміщенні вібростола і пилоподібній формі зміни тиску, що вказує на швидку розрядку гідросистеми і нове накопичення енергії, за рахунок стиснення рідини.



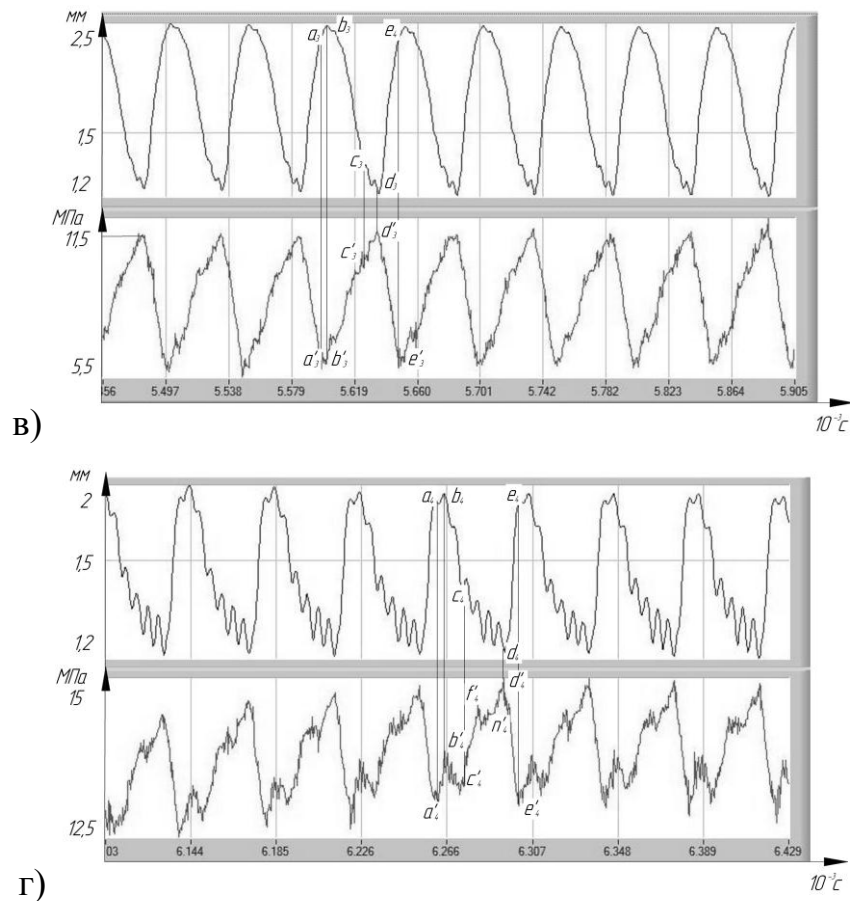


Рисунок 2 – Графіки переміщення вібростола та зміна тиску у гідросистемі при різних режимах роботи – а) частота 10Гц, скважність 60 %, б) 15 Гц, 65% в) 20 Гц, 65% г) 25 Гц, 60%

Розглядаючи графіки на рисунку 2 слід зазначити, що зміна тиску в гідросистемі відповідає переміщенню вібростола, тобто мінімальне значення тиску відповідає максимальному переміщенню і навпаки. Однак слід зауважити, що на кожному графіку на ділянці ab прослідковується незначне переміщення вібростола, в той час коли тиск у системі починає зростати, що видно на ділянках $a'b'$. Величина ділянки ab по часу на всіх графіках однакова, однак її співвідношення до загального часу одного циклу зростає із збільшення частоти імпульсів. Це пояснюється інерційністю системи і в подальшому може бути використане як період верхнього вистоя, що позитивно впливає на процес вібраційного формоутворення.

Наступна ділянка cd , що відповідає величині 0,2 мм, на графіках переміщення, крайнє нижнє значення якого, відповідає початковому положенні

вібростола. В цей час золотник електрогідравлічного клапана знаходиться у "закритому" положенні і рідина з виконавчого гідроциліндра витікає у бак. Після детального аналізу таких коливань було виявлено, що їх власна частота однакова, на всіх графіках, і наближенна до власної частоти системи(пружин, що прижимають вібростіл і стовпа рідини). З чого можна зробити раціональний висновок, що дані коливання є похідними від технічних характеристик сумарної власної частоти коливань пружин і стовпа рідини гідросистеми.

Ще одними важливими ділянками є $b'c'$ і $f'n'$ рисунок 2 в,г, які добре проявляються на частоті 25 Гц і в меншій мірі на частоті 20 Гц. На нашу думку це пов'язано з не повним перекриттям золотника нагнітаючої гідролінії і можливим частковим переливанням рідинни через гідронасос із-за великого тиску у гідросистемі, що сягав 16 МПа. Цей висновок був зроблений на основі подальших отриманих результатів, під час яких не відбувалось перекриття нагнітаючої гідролінії, а відбувалось "задирання" вібростола.

Висновки

Отриманні результати експериментального дослідження вібропрес-молота з програмованим керуванням підтвердили теоретичні дослідження, щодо можливості використання електрогідравлічних клапанів з програмованим керуванням для вібраційного формоутворення з імпульсним типом навантаження. Результати дослідження також показали, що під час керування "по тиску" процес вібрацій можливий лише на частотах до 5 Гц і він має синусоїдальний характер, що не відповідає очікуваному результату. Однак під час керування "по частоті" з відповідним регулювання скважності, результати були позитивними і відповідали імпульсному типу навантаження.

Загалом результати експериментального дослідження є позитивними і підтверджують перспективність подальшого дослідження використання електрогідравлічних клапанів з програмованим керуванням у вібраційному обладнанні.

Перелік використаних джерел

1. Іскович – Лотоцький Р.Д. / Процеси та машини вібраційних і віброударних технологій. Монографія. // Іскович – Лотоцький Р.Д., Обертюх Р.Р., Севостьянов І.В. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006 -291 с.

2. Іскович – Лотоцький Р.Д. / Основи теорії розрахунку процесів і обладнання для віброударного пресування. Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2006. – 338 с.

3. Слабкий А. В. Дослідження гідроімпульсного привода пристрою для радіального віроточіння / А. В. Слабкий, Р. Р. Обертюх, О. В. Дерібо // Промислова гідравліка і пневматика. – 2013. – №2(40). – С. 84 – 90.

4. Баранов В.Н. / Электрогидравлические и гидравлические вибрационные машины // Баранов В.Н., Захаров Ю.Е. – М.:Машиностроение, 1977. – 326с.

5. Характеристики робочих параметрів давачів фірми TURCK [Електронний ресурс].-Режим доступу: <http://www.turck.by/>– назва з екрану.

6. Характеристики робочих параметрів давачів фірми ADZ [Електронний ресурс].-Режим доступу: <http://www.adz.de/pressure-transmitter.html> – назва з екрану.

7. Вибрации в технике: Справочник в 6-ти т. /Ред. совет: В. Н. Челомей (пред.). - М.: Машиностроение, 1981. - Т.5. Измерения и испытания. /Под ред. М. Д. Генкина. - 496 с.

8. Вимірювальний комплекс вібропрес-молота з електрогідравлічним керуванням / Р.Д. Іскович-Лотоцький, Обертюх Р.Р., Міськов В.П., Слабкий А.В.; Черніг. нац. технол. ун-т – Чернігів:, 2014. – № 1 (71) –247. – Бібліогр.: С.9 –14.

Перелік використаних джерел у транслітерація

1. Iskovych – Lototskyu R.D. Osnovy teoriiy rozrakhunku protsesiv i obladnannya dlya vibroudarnoho presuvannya. Monohrafiya. – Vinnytsya: UNIVERSUM – Vinnytsya, 2006. – 338 s.

2. Iskovych – Lototsky R.D. / Protsesy ta mashyny vibratsiynykh i vibroudarnykh tekhnolohiy. Monohrafiya. // Iskovych – Lototsky R.D., Obertyukh R.R., Sevost'yanov I.V. – Vynytsya: UNIVERSUM-Vinnytsya, 2006 – 291 s.

3. Slabkyj A. V. Doslidzhennya gidroimpulsnogo pryvoda prystroyu dlya radialnogo virotochinnya / A. V. Slabkyj, R. R. Obertyux, O. V. Deribo // Promyslova gidravlika i pnevmatyka. – 2013. – #2(40). – S. 84 – 90.

4. Baranov V.N. / Elektrogidravlicheskie i gidravlicheskie vibratsionnye mashyny // Baranov V.N., Zaharov Yu.E. – M.: Mashinostroenie, 1977. – 326s.

5. Harakteristiki robochih parametriv davachiv firmy TURSK [Elektroni resurs].-Rezhim dostupu: <http://www.turck.by/> – Nazva z ekranu.

6. Harakteristi robochih parametriv davachiv firmy ADZ [Elektroni resurs].-Rezhim dostupu: <http://www.adz.de/pressure-transmitter.html> – Nazva z ekranu.

7. Vybracyy v texnyke: Spravochnyk v 6-ty t. /Red. sovet: V. N. Chelomej (pred.). - M.: Mashynostroenye, 1981. - T.5. Yzmerenyya y ysputanyya. /Pod red. M. D. Genkyna. - 496 s.

8. Vymiryuvalnyj kompleks vibropres-molota z elektrogidravlichnym keruvannyam / R.D. Iskovy`ch-Lotoczkyj, Obertyux R.R., Miskov V.P., Slabkyj A.V.; Chernig. nacz. texnol. un-t – Chernigiv:, 2014. – # 1 (71) –247. – Bibliogr.: S.9 –14.