

**Построение безопасной информационной инфраструктуры как необходимость выживания/ А. Г. Оксюк, Я. В. Шестак, Д. О. Огбу**// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – No 50(1222). – С.112–117. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2079-5459.

**Building a secure information infrastructure as a necessity for survival/ A. G. Oksiuk, Y.V. Shestak, J. O. Ogbu**//Bulletin of NTU “KhPI”. Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2016. – No 50 (1222).– P. 112–117. – Bibliogr.: 10. – ISSN 2079-5459.

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Оксюк Олександр Глібович** - доктор технічних наук, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, професор, завідувач кафедри «Кібербезпеки та захисту інформації»; вул. Володимирська, 60, м. Київ, Україна, 01033; e-mail: [o.oksiuk@gmail.com](mailto:o.oksiuk@gmail.com).

**Шестак Яніна Володимирівна** - аспірант, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, кафедра «Кібербезпеки та захисту інформації»; вул. Володимирська, 60, м. Київ, Україна, 01033; e-mail: [lucenko.y@ukr.net](mailto:lucenko.y@ukr.net).

**Огбу Джеймс Онигван** – аспірант, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, кафедра «Кібербезпеки та захисту інформації»; вул. Володимирська, 60, м. Київ, Україна, 01033; e-mail: [jamesybone@yahoo.com](mailto:jamesybone@yahoo.com).

**Оксюк Александр Глебович** - доктор технических наук, Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, профессор, заведующий кафедрой «Кибербезопасности и защиты информации»; ул. Владимирская, 60, г. Киев, Украина, 01033; e-mail: [o.oksiuk@gmail.com](mailto:o.oksiuk@gmail.com).

**Шестак Янина Владимировна** - аспирант, Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, кафедра «Кибербезопасности и защиты информации»; ул. Владимирская, 60, г. Киев, Украина, 01033.

**Огбу Джеймс Онигван** - аспирант, Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, кафедра «Кибербезопасности и защиты информации»; ул. Владимирская, 60, г. Киев, Украина, 01033; e-mail: [jamesybone@yahoo.com](mailto:jamesybone@yahoo.com).

**Oksiuk Alexandr Glebovich** - doctor of technical science, Taras Shevchenko National University of Kyiv, professor, head of «Cyber security and information protection»; Volodymyrska str., 60, City of Kyiv, Ukraine, 01033.

**Shestak Yanina Vladimirovna** - PG student, Taras Shevchenko National University of Kyiv, department «Cyber security and information protection»; Volodymyrska str., 60, City of Kyiv, Ukraine, 01033; e-mail: [lucenko.y@ukr.net](mailto:lucenko.y@ukr.net).

**James Ogbu** - PG student, Taras Shevchenko National University of Kyiv, department «Cyber security and information protection»; Volodymyrska str., 60, City of Kyiv, Ukraine, 01033; e-mail: [jamesybone@yahoo.com](mailto:jamesybone@yahoo.com).

УДК 621.74

**Ю. В. ОРЕНДАРЧУК, А. А. КРАСНОУХОВА, І. О. АЧКАСОВ, А. С. БАРСУК, В. І. ГОЛОВКО**

**ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ ФОРМУВАЛЬНИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА ЛИТИХ ДЕТАЛЕЙ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ**

На основі гребеневого аналізу вирішена оптимізаційна задача щодо визначення параметрів формувальної суміші типу холоднотвердіючої суміші (ХТС). В якості критеріїв оптимізації обрано максимум живучості та мінімум осипає мості суміші. Вхідними змінними обрано вміст у суміші рідкого скла та пропилен карбонату. Показано, що теоретично можна досягти максимального значення живучості 15,5 хв і мінімального значення осипає мості 0,04 %. Отримані результати можуть бути використані в автоматизованому виробництві формувальної суміші для підвищення якості литих деталей ДВЗ.

**Ключові слова:** двигуни внутрішнього згорання, формувальна суміш, холоднотвердіючої суміш, гребневий аналіз

На основе комбинированного анализа решена оптимизационная задача по определению параметров формовочной смеси типа холоднотвердеющих смеси (ХТС). В качестве критериев оптимизации выбрана максимум живучести и минимум осыпае мосту смеси. Входными переменными избран содержание в смеси жидкого стекла и пропилен карбоната. Показано, что теоретически можно достичь максимального значения живучести 15,5 мин и минимального значения осипаемости 0,04%. Полученные результаты могут быть использованы в автоматизированном производстве формовочной смеси для повышения качества литых деталей ДВС.

**Ключевые слова:** двигатели внутреннего сгорания, формовочная смесь, холоднотвердеющих смесь, комбинированный анализ

On the basis of the combined analysis, an optimization problem is solved to determine the parameters of a molding mixture of the cold-hardening mixture (CHM) type. As a criterion of optimization, the maximum of survivability and the minimum of the mixture shedding are chosen. The contents of liquid glass and propylene carbonate in the mixture are chosen as input variables.

It is shown that the maximum of the survivability of the mixture is achieved with the limitations imposed by the experimental design is about 15.3 min. But if remove the restrictions, then theoretically it can reach of 15.5 minutes.

The minimum of the mixture shedding, when there are limitations imposed by the experimental design, corresponds to about 0.05. But, if remove the restrictions, it can reach of a minimum about 0.04%.

The obtained results can be used in the automated production of molding mixture to improve the quality of cast parts of ICE.

**Keywords:** internal combustion engines, molding mixture, cold-hardening mixture, combined analysis

© Ю. В. Орендарчук, А. А. Красноухова, І. О. Ачкасов, А. С. Барсук, В. І. Головка. 2016

**Вступ.** Серед головних напрямків щодо вдосконалення процесів конструкторсько-технологічної підготовки виготовлення литих деталей двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) одне з перших місць займає комп'ютерно-інтегроване проектування оснастки. При цьому варто виділити такі напрями, як розробка 3D-моделі деталі та моделювання процесів заповнення форм та кристалізації [1–4], експериментальне підтвердження результатів комп'ютерного моделювання та виявлення на їх основі локальних місць формування внутрішніх дефектів [5, 6]. Результати такого моделювання повинні враховувати в якості вхідних даних параметри формувальної суміші, як такої, що формують якість внутрішньої та зовнішніх поверхонь литих деталей та впливають на якість самих розрахунків. Такі заходи можуть розглядатися як основа для створення автоматизованого виробництва литих деталей ДВЗ, тому відповідні дослідження є актуальними.

**Аналіз літературних даних.** Питання формування заданих властивостей литих деталей ДВЗ розглядаються в різних напрямках – від вдосконалення конструкцій, до підбору матеріалу сплаву та суто ливарних технологій, що впливають на можливості отримання заданої конструкції деталей ДВЗ. Так, серед спеціальних заходів, що можуть бути вживані для зменшення металоємності та зменшення масогабаритних характеристик готових деталей, автори робіт [7–9] виділяють технологічні процеси виготовлення високоміцного чавуну. Автори робіт [10–12] роблять акцент на підбір рецептури та на його основі синтез формувальних сумішей, що забезпечують високу якість поверхонь литих деталей, а в роботах [13–16] говориться про необхідність математичного моделювання технологічних процесів як основи для розробки оптимальних технологічних рішень щодо виготовлення литих деталей для умов автоматизованого виробництва. Зокрема це стосується умов, коли не усі параметри технологічних процесів можуть бути виміряні з заданою точністю та у режимі реального часу. Тож можна зробити висновок, що необхідно вміти визначити оптимальні режими технологічних процесів, зокрема тих, що стосуються виготовлення формувальних сумішей для литих деталей ДВЗ.

**Мета та задачі дослідження.** Метою дослідження є визначення оптимальних технологічних параметрів виготовлення формувальних сумішей для автоматизованого виробництва литих деталей ДВЗ.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні завдання:

- вибір пріоритетних властивостей сумішей та аналіз математичних моделей, що пов'язують рецептуру із властивостями;
- проведення гребеневого аналізу відповідних математичних моделей.

**Вибір пріоритетних властивостей сумішей та аналіз математичних моделей з метою оптимізації.** Для вибору пріоритетних властивостей зауважимо, що в рамках автоматизованого виробництва доцільно використовувати холоднотвердіючі суміші (ХТС), що мають в своєму складі рідке скло та пропілен карбонат. Використання каталізатору дозволяє прискорити процеси твердіння суміші, що дуже важливо з точки

зору забезпечення високої продуктивності. Тому серед головних властивостей, підлягають оптимізації і живучість та осипаємість сумішей.

Тому скористаємося математичними моделями, що наведені в роботі [13], та описують залежність названих вихідних функцій від концентрації рідкого скла з діапазону (мас.ч) (3–4) і пропілен карбонату з діапазону (мас.ч) (0,3–0,4):

$$y_1 = 14,5 + 0,42x_1 + 0,17x_2 + 0,03(x_1^2 - 0,67) - 0,22(x_2^2 - 0,67), \quad (1)$$

$$y_2 = 0,11 - 0,07x_1 + 0,02x_2 + 0,05(x_1^2 - 0,67) + 0,01(x_2^2 - 0,67) - 0,03x_1x_2, \quad (2)$$

де  $x_1$  – вміст рідкого скла, мас.ч,  $x_2$  – вміст пропіленкарбонату, мас.ч.,  $y_1$  – живучість суміші, хв.,  $y_2$  – осипаємість суміші, %.

Моделі (1) та (2) записані в явному вигляді, трансформуючи їх з неявного опису [13].

Для знаходження оптимальних параметрів скористуємось параметричним описом гребеневого аналізу, описаного в роботі [17]. Рішення оптимізаційної задачі при цьому має наступний вигляд:

$$\begin{cases} x^*(\lambda) = (\lambda I - A)^{-1} a, \\ r(\lambda) = \sqrt{x^* x^*}, \\ y^*(\lambda) = a_0 + 2a^1 x^* + x^* A x^*, \end{cases} \quad (3)$$

де  $a_i$  – коефіцієнти регресійних рівнянь (1) та (2),

$\lambda$  – власні числа матриці  $A$ ,

$x^*(\lambda)$  – оптимальні значення вхідних змінних,

$r(\lambda)$  – радіус умовного циліндру в факторному просторі, що вводиться для визначення обмежень на вхідні змінні,

$y^*(\lambda)$  – оптимальні значення вихідних змінних.

На рис. 1, 2 показано рішення оптимізаційної задачі у графічному вигляді, причому наведені лінії гребенів, що описують множину локальних оптимізаційних точок, на основі третього рівняння з параметричного опису (3).

Графіки, що відповідають першому та другому рівнянням аналітичного опису (3) не наведені, так як вони представляють собою проміжні результати моделювання, а їх кількісна оцінка може бути зроблено безпосереднього з графічного опису рис. 1, 2.

Для визначення оптимальних значень вхідних змінних достатньо визначити з графіків рис. 1, 2 величини радіусу  $r$  для мінімальних значень вихідних змінних та зробити перерахунок за допомогою другого рівняння з аналітичного опису (3).

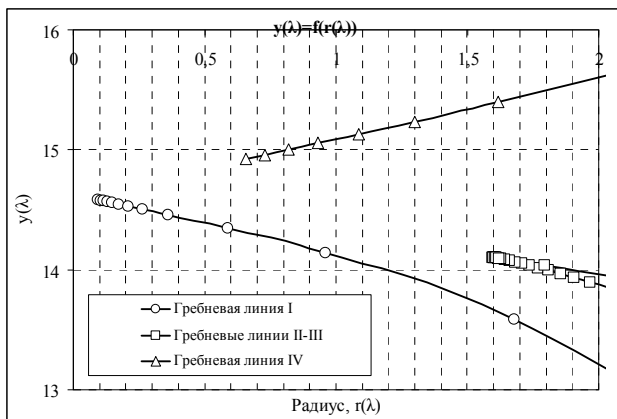


Рис. 1 – Результати гребневого аналізу по визначенню оптимальних за критерієм максимуму живучості значень вхідних змінних технологічного процесу

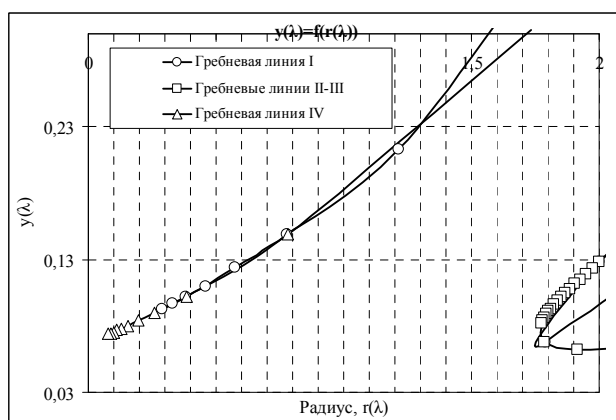


Рис. 2. Результати гребневого аналізу по визначенню оптимальних за критерієм мінімуму осипаємості суміші значень вхідних змінних технологічного процесу

**Обговорення результатів.** Результати гребневого аналізу у вигляді графіків рис. 1, 2 дозволяють зробити ряд принципових висновків. Зокрема, як видно з рис. 1, максимум живучості суміші досягається на гребневій лінії IV та при наявності обмежень, що накладаються планом експерименту, складає приблизно 15,3 хв. Але якщо зняти обмеження, то теоретично можна досягти значення 15,5 хв.

Як слідує з рис. 2., мінімум осипаємості суміші при наявності обмежень, що накладаються планом експерименту, досягається на гребневій лінії IV та відповідає приблизно 0,05. Але, якщо зняти обмеження, то можна досягти мінімуму приблизно 0,04 % – це слідує з вигляду гребневої лінії II–III для  $r=1,9$ .

**Висновки.** На основі використання гребневого аналізу встановлено оптимальні параметри технологічного процесу виготовлення холоднотвердіючої суміші, зокрема значення вмісту рідкого скла та пропілен карбонату в рецептурі. Показано, що максимум живучості суміші досягається при наявності обмежень, що накладаються планом експерименту, складає приблизно 15,3 хв. Але якщо зняти обмеження, то теоретично можна досягти значення 15,5 хв.

Мінімум осипаємості суміші при наявності обмежень, що накладаються планом експерименту, від-

повідає приблизно 0,05. Але, якщо зняти обмеження, то можна досягти мінімуму приблизно 0,04 %.

Отримані результати можуть бути використані в автоматизованому виробництві формувальної суміші для підвищення якості литих деталей ДВЗ.

#### Литература

1. Алехин, В. И. Моделирование литейных процессов при изготовлении автомобильных поршней [Текст] / В. И. Алехин, А. В. Белозуб, А. П. Марченко, О. В. Акимов // Цветные металлы. – 2010. – № 8. – С. 81–83.
2. Алехин, В. И. Компьютерно-интегрированное моделирование литейных процессов в автомобильных поршнях на основе конструкторско-технологической методики проектирования деталей ДВС [Текст] / В. И. Алехин, А. В. Белозуб, А. П. Марченко, О. В. Акимов // Двигатели внутреннего сгорания. – 2009. – № 2. – С. 101–104.
3. Краснокутский, Е. А. Компьютерное моделирование процессов кристаллизации литой детали в кокиле [Текст] / Е. А. Краснокутский // Технологический аудит и резервы производства – 2012. – № 1/1 (3). – С. 3–8
4. Савченко, Ю. Э. Применение компьютерно-интегрированных систем и технологий в производстве поршней [Текст] / Ю. Э. Савченко // Технологический аудит и резервы производства. – 2012. – № 1/1 (3). – С. 8–13.
5. Акимов, О. В. Экспериментальные исследования и компьютерное моделирование материалов для блок-картера ДВС [Текст] / О. В. Акимов, А. П. Марченко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2008. – № 5/1 (35). – С. 52–57.
6. Пономаренко, О. И. Компьютерное моделирование процессов кристаллизации как резерв повышения качества поршней ДВС [Текст] / О. И. Пономаренко Н. С. Тренёв // Технологический аудит и резервы производства – 2013. – № 6/2 (14). – С. 36–40.
7. Хрычиков, В. Е. Влияние комбинированной кокильно-песчаной литейной формы на затвердевание и формирование макроструктуры в крупных отливках из высокопрочного чугуна [Текст] / В. Е. Хрычиков, Н. П. Котешов // Литейное производство. – 1994. – № 12. – С. 12.
8. Хрычиков, В. Е. Газообразующие вещества для прибылей со сверхатмосферным давлением [Текст] / В. Е. Хрычиков, В. Ю. Селиверстов, И. А. Осипенко // Теория и практика металлургии. – 2002. – № 1. – С. 60–62.
9. Хрычиков, В. Е. К вопросу образования шаровидного графита при модифицировании чугуна магнием [Текст] / В. Е. Хрычиков // Литейное производство. – 1997. – № 2. – С. 5–7.
10. Евтушенко, Н. С. Исследование свойств регенерируемых смесей на основе ОФОС [Текст] / Н. С. Евтушенко, О. И. Шинский, О. И. Пономаренко // Компрессорное и энергетическое машиностроение. – 2013. – № 4. – С. 48–51.
11. Берлизова, Т. В. Влияние фурфуролилпропиленкарбонатов (ФОПЦК) с различными добавками на свойства холоднотвердеющих смесей на жидком стекле [Текст] / Т. В. Берлизова, О. И. Пономаренко, А. М. Каратеев, Д. А. Литвинов // Компрессорное и энергетическое машиностроение. – 2013. – № 3. – С. 26–29.
12. Пономаренко, О. И. Влияние жидких отвердителей с разными добавками на свойства жидкостекольных смесей [Текст] / О. И. Пономаренко, Н. С. Евтушенко, Т. В. Берлизова // Литейное производство. – 2011. – № 4. – С. 21–24.
13. Коваленко, Б. П. Оптимизация состава холоднотвердеющих смесей (ХТС) с пропиленкарбонатом [Текст] / Б. П. Коваленко, Д. А. Дёмин, А. Б. Божко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2006. – № 6. – С. 59–61.
14. Акимов, О. В. Повышение качества литых деталей ДВС: учет технологических аспектов автоматизированного литейного производства [Текст] / О. В. Акимов, О. С. Коваль, А. А. Пуляев, Е. П. Дымко, Т. О. Егоренко, С. В. Высоцкий // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – № 6/1 (67) – С. 56–62. doi: [10.15587/1729-4061.2015.56039](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.56039)
15. Дёмин, Д. А. Типизация математического описания в задачах синтеза оптимального регулятора технологических параметров литейного производства [Текст] / Д. А. Дёмин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – № 1/4 (67) 2014 – С. 43–56. Режим доступа: <http://journals.urau.ru/eejet/article/view/21203/19147>

16. Демин, Д. А. Нечеткая кластеризация в задаче построения моделей «состав – свойство» по данным пассивного эксперимента в условиях неопределённости [Текст] / Д. А. Демин // Проблемы машиностроения. – 2013. – Т. 16, № 6. – С. 15–23.
17. Демин, Д. А. Адаптивное моделирование в задаче поиска оптимального управления термовременной обработкой чугуна [Текст] / Д. А. Демин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – Т. 6, № 4 (66). – С. 31–37. – Режим доступа: <http://journals.urau.ru/eejet/article/view/19453/17110>

## References

- Aljohin, V. I., Belogub, A. V., Marchenko, A. P., Akimov, O. V. (2010). Modelirovanie litejnyh processov pri izgotovlenii avtomobil'nyh porshnej. *Cvetnye metally*, 8, 81–83.
- Aljohin, V. I., Belogub, A. V., Marchenko, A. P., Akimov, O. V. (2009). Komp'juterno-integrirovannoe modelirovanie litejnyh processov v avtomobil'nyh porshnjah na osnove konstruktorsko-tehnologicheskoy metodiki proektirovaniya detalej DVS. *Dvigateli vnutrennego sgoraniya*, 2, 101–104.
- Krasnokutskij, E. A. (2012). Komp'juternoe modelirovanie processov kristallizacii litoj detali v kokile. *Tehnologicheskij audit i rezervy proizvodstva*, 1 (1 (3)), 3–8.
- Savchenko, Ju. Je. (2012). Primenenie komp'juterno-integrirovannyh sistem i tehnologij v proizvodstve porshnej. *Tehnologicheskij audit i rezervy proizvodstva*, 1 (1 (3)), 8–13.
- Akimov, O. V., Marchenko, A. P. (2008). Jeksperimental'nye issledovaniya i komp'juternoe modelirovanie materialov dlja blok-kartera DVS. *Vostochno-Evropskij zhurnal peredovyh tehnologij*, 5 (1 (35)), 52–57.
- Ponomarenko, O. I., Trenjov, N. S. (2013). Komp'juternoe modelirovanie processov kristallizacii kak rezerv povysheniya kachestva porshnej DVS. *Tehnologicheskij audit i rezervy proizvodstva*, 6 (2 (14)) 36–40.
- Hrychikov, V. E., Koteshev, N. P. (1994). Vlijanie kombinirovannoj kokil'no-peschanoj litejnoj formy na zatverdevanie i formirovanie makrostruktury v krupnih otlivkah iz vysokoprochnogo chuguna. *Litejnoe proizvodstvo*, 12, 12.
- Hrychikov, V. E., Seliverstov, V. Ju., Osipenko, I. A. (2002). Gazoobrazujushhie veshhestva dlja pribylej so sverhatmosfernym davleniem. *Teorija i praktika metallurgii*, 1, 60–62.
- Hrychikov, V. E. (1997). K voprosu obrazovaniya sharovidnogo grafita pri modifizirovanii chuguna magniem. *Litejnoe proizvodstvo*, 2, 5–7.
- Evtushenko, N. S., Shinskij, O. I., Ponomarenko, O. I. (2013). Issledovanie svojstv regeneriruemym smesem na osnove OFOS. *Kompressornoe i jenergeticheskoe mashinostroenie*, 4, 48–51.
- Berlizeva, T. V., Ponomarenko, O. I., Karateev, A. M., Litvinov, D. A. (2013). Vlijanie furfuraloksiopropilciklokarbonatov (FOPCK) s razlichnymi dobavkami na svojstva holdnotverdejushhij smesem na zhidkom stekle. *Kompressornoe i jenergeticheskoe mashinostroenie*, 3, 26–29.
- Ponomarenko, O. I., Evtushenko, N. S., Berlizeva, T. V. (2011). Vlijanie zhidkih otverditelej s raznymi dobavkami na svojstva zhidkostekol'nyh smesem. *Litejnoe proizvodstvo*, 4, 21–24.
- Kovalenko, B. P., Demin, D. A., Bozhko, A. B. (2006). Optimizacija sostava holdnotverdejushhij smesem (HTS) s propilenkarbonatom. *Vostochno-Evropskij zhurnal peredovyh tehnologij*, 6, 59–61.
- Akimov, O. V., Koval', O. S., Puljaev, A. A., Dymko, E. P., Yehorenko, T. O., Vysockij, S. V. (2015). Quality improvement of cast parts of ice: accounting technological aspects of the automated foundry. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (1 (78)), 56–62. doi: [10.15587/1729-4061.2015.56039](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.56039)
- Demin, D. A. (2014). Tipizacija matematicheskogo opisaniya v zadachah sinteza optimal'nogo reguljatora tehnologicheskij parametrov litejnogo proizvodstva. *Vostochno-Evropskij zhurnal peredovyh tehnologij*, 1(4(67)), 43–56. Available at: <http://journals.urau.ru/eejet/article/view/21203/19147>
- Demin, D. A. (2013). Nечetkaja klasterizacija v zadache postroeniya modelej «sostav – svojstvo» po dannym passivnogo jeksperimenta v uslovijah neopredel'jonnosti. *Problemy mashinostroeniya*, 16 (6), 15–23.
- Demin, D. A. (2013). Adaptivnoe modelirovanie v zadache poiska optimal'nogo upravleniya termovremennoj obrabotkoj chuguna. *Vostochno-Evropskij zhurnal peredovyh tehnologij*, 6 (4 (66)), 31–37. – Available at: <http://journals.urau.ru/eejet/article/view/19453/17110>

Надійшла (received) 07.11.2016

*Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions*

**Оптимізація складу формувальних сумішей для автоматизованого виробництва литих деталей двигунів внутрішнього згорання/ Ю. В. Орендарчук, А. А. Красноухова, І. О. Ачкасов, А. С. Барсук, В. І. Головка// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – No 50(1222). – С.117–121. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2079-5459.**

**Оптимизация состава формовочных смесей для автоматизированного производства литых деталей двигателей внутреннего сгорания/ Ю. В. Орендарчук, А. А. Красноухова, И. О. Ачкасов, А. С. Барсук, В. И. Головка// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – No 50(1222). – С.117–121. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2079-5459.**

**Optimization of molding compounds for computer-cast parts of internal combustion engines/ Y. Orendarchuk, A. Krasnoukhova, I. Achkasov, A. Barsuk, V. Holovko//Bulletin of NTU “KhPI”. Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2016. – No 50 (1222).– P.117–121. – Bibliogr.: 10. – ISSN 2079-5459.**

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Орендарчук Юлія Владимировна** – аспірант, Кафедра литейного виробництва, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»; ул. Кирпичева, 2, г. Харків, Україна, 61002; e-mail: [litvo11@kpi.kharkov.ua](mailto:litvo11@kpi.kharkov.ua).

**Красноухова Анастасія Александровна** – магістр, Кафедра литейного виробництва, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»; ул. Кирпичева, 2, г. Харків, Україна, 61002.

**Ачкасов Игор Александрович** – магістр, Кафедра литейного виробництва, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»; ул. Кирпичева, 2, г. Харків, Україна, 61002.

**Барсук Андрей Сергеевич** – магістр, Кафедра литейного виробництва, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»; ул. Кирпичева, 2, г. Харків, Україна, 61002.

**Головко Вадим Ігоревич** – магістр, Кафедра литейного виробництва, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»; ул. Кирпичева, 2, г. Харків, Україна, 61002.

**Орендарчук Юлія Володимирівна** – аспірант, Кафедра ливарного виробництва, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002; e-mail: [litvo11@kpi.kharkov.ua](mailto:litvo11@kpi.kharkov.ua).

**Красноухова Анастасія Олександрівна** – магістр, Кафедра ливарного виробництва, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002.

**Ачкасов Ігор Олександрович** – магістр, Кафедра ливарного виробництва, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002.

**Барсук Андрій Сергійович** – магістр, Кафедра ливарного виробництва, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002.

**Головко Вадим Ігоревич** – магістр, Кафедра ливарного виробництва, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002.

**Orendarchuk Yuliia** – graduate student, Department of Foundry production, National technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», str. Kirpicheva, 2, Kharkiv, Ukraine, 61002; e-mail: [litvo11@kpi.kharkov.ua](mailto:litvo11@kpi.kharkov.ua).

**Krasnoukhova Anastasiia** – master, Department of Foundry production, National technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», str. Kirpicheva, 2, Kharkiv, Ukraine, 61002.

**Achkasov Ihor** – master, Department of Foundry production, National technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», str. Kirpicheva, 2, Kharkiv, Ukraine, 61002.

**Barsuk Andrii** – master, Department of Foundry production, National technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», str. Kirpicheva, 2, Kharkiv, Ukraine, 61002.

**Holovko Vadym** – master, Department of Foundry production, National technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», str. Kirpicheva, 2, Kharkiv, Ukraine, 61002.