

Рассматривается номенклатура вертикальных валковых мельниц, используемых для помола угля при приготовлении пылеугольной смеси является заменителем природного газа. Отмечается отсутствие публикаций, посвященных вопросам надежности и технической диагностики рабочих органов вертикальных валковых мельниц - помольных валков и беговой дорожки помольной чаши в процессе эксплуатации. Анализируются разработанные методы диагностирования рабочих органов относительно вертикальной валковой мельницы AG - MPS 180BK фирмы PFEIFFER: вибрационный метод, основанный на измерении и анализе вибрационных характеристик процесса помола угля, методы параметрической идентификации по переходной и уточненной переходной характеристикой мельницы, а также метод непараметрической идентификации. Рассматривается методика проведения промышленной апробации разработанных методов диагностики состояния рабочих органов вертикальной валковой мельницы AG - MPS 180BK на ОАО «Ивано-Франковскцемент» и приводятся полученные результаты.

**Ключевые слова:** вертикальная валковая мельница, методы диагностирования, промышленная апробация.

The range of the vertical roller mills used for grinding coal in the preparation of pulverized mixture is a substitute for natural gas is considered. The lack of publications on the issues of reliability and technical working diagnosis of vertical roller mills - grinding rolls and treadmill preconceived milling blends bowl during operation is noticed. The developed methods for diagnosing working bodies in relation to the vertical roll mill AG-MPS 180BK of company PFEIFFER: vibrating method based on the measurement and analysis of vibration characteristics of coal grinding process, methods of parameter identification for transition and specified transient response of the mill, and the method of nonparametric identification are analyzed. The methods of industrial testing of the developed methods of diagnostics of operating vertical roll mill AG-MPS 180BK OJSC "Ivano-FrankivskCement" are considered and the results are shown.

**Keywords:** vertical roll mill, methods of diagnosis, industrial testing.

## УДК 621.74

*М. С. УСИКОВ*, магистр, НТУ «ХПИ»

### ОСВОЕНИЕ НОВОЙ НОМЕНКЛАТУРЫ ОТЛИВОК НА ЭТАПЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В статье описаны мероприятия по освоению новых отливок на этапе технического перевооружения литейного производства. В качестве примера нескольких технических решений показана технология отливки «тормозной барабан» в условиях модернизации формовочного участка литейного цеха.

**Ключевые слова:** техническое перевооружение, отливка, формовочная машина.

**Введение.** В современных условиях жесткой конкуренции продукции литейного производства первоочередного решения требуют задачи глубокой модернизации литейных цехов, большинство из которых было построено в середине прошлого века. Моральный и физический износ оборудования литейных цехов сегодня таков, что практически не представляется возможным конкурировать с иностранными предприятиями по качеству литья. Более того, рынок требует от предприятий, в которых функционируют литейные цеха, быстрого освоения новых отливок с заданным комплексом свойств. Складывающаяся таким образом ситуация требует решать параллельно двух задач – собственно модернизации и быстрого освоения технологии новых отливок, не входящих в типовую номенклатуру литейного цеха. Именно поэтому научные исследования, направленные на данную

© М. С. УСИКОВ, 2013

тематику, сегодня являются актуальными.

**Анализ литературных данных и постановка задачи исследования.** Вопросами реконструкции современного производства занимаются многие исследователи в Украине. Как правило, эти исследования проводятся в нескольких направлениях, среди которых могут быть выделены ниже следующие. Изучается сущность финансово-монетарной реструктуризации, организационно-управленческих нововведений и реинжиниринга, теоретические и методические проблемы управления интенсификацией обновления активной части основных производственных фондов на машиностроительных предприятиях [1, 2]. Рассматриваются вопросы предпосылок реструктуризации отечественных предприятий и методические подходы к осуществлению реструктуризации предприятий за счет разработки соответствующих структурно-логических схем и выявления потенциала машиностроительных предприятий [3 – 5]. В ряде работ рассмотрены вопросы технического перевооружения как составляющей части процесса реструктуризации [6, 7]. Однако, исследуя тематику технического перевооружения машиностроительного производства, отмечен тот факт, что вопросам технического перевооружения литейного производства уделяется незаслуженно мало внимания. Исключение могут составлять работы [8, 9], в которых предложен ряд практических методик по организации и проведению технического перевооружения в литейных цехах отечественных предприятий, базирующиеся на анализа фактических показателей динамики работы и простоев оборудования литейного цеха дифференцировано по участками и технологическим процессам [10, 11]. Используя такие подходы открывается возможность проведения технического перевооружения литейных цехов при минимальных затратах на реализацию соответствующих мероприятий. При таком варианте становится возможным также проведение в полном объеме мероприятий по освоению новых отливок номенклатуры, отличающейся от типовой номенклатуры литья, изготавливаемого в данном цехе [12].

**Технические решения по модернизации формовочного участка литейного цеха.** В качестве вариантов реализации подходов, описанных в работах [9, 12], на базе чугунолитейного цеха был проведен ряд исследований, посвященных проведению технического перевооружения формовочного участка литейного цеха, имеющего целью замену устаревшего встряхивающе-прессового формовочного оборудования современным оборудованием импульсной формовки. Такой подход обоснован тем, что хотя доработка встряхивающе-прессовых машин в направлении установки систем оптимального управления встряхиванием [13, 14] и позволят достичь определенного эффекта, все же не

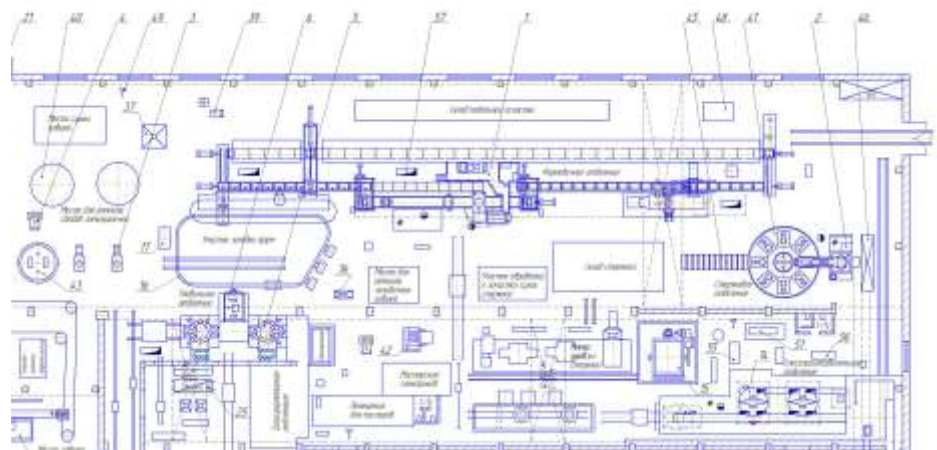


Рис.1 – Схема формовочного участка литейного цеха, подлежащего техническому перевооружению

может рассматриваться как максимально эффективное мероприятие в плане модернизации.

В качестве основного технологического оборудования выбрана автоматическая линия на базе двухпозиционной машины импульсной формовки разработки УкрНИИЛитмаш. Схема участка технического перевооружения приведена на рис.1.

В рамках технического перевооружения предусмотрен демонтаж устаревшего технологического оборудования и монтаж автоматической формовочной линии мод. 1216-б, в основу которой положен прогрессивный метод импульсного формообразования при изготовлении полуформ из разовых песчаных смесей. Монтаж предусматривает установку следующего оборудования: формовочная импульсная машина; механизма срезания излишков смеси; демпфер; кантователь; транспортер опок; транспортер полуформ; сборщик форм; механизм съема и распаровки опок; механизм установления форм; бункер; аэратор; питатель; пневмогидрооборудование; электрооборудование.

Последовательность и продолжительность выполнения операций на линии выполняется системой управления на основе автоматики фирмы "FESTO" согласно заданной циклограмме.

Основным узлом линии является блок импульсной формовки, обеспечивающий уплотнение смеси за счет энергии воздушного импульса и последующую подпрессовку. Функциональная схема, иллюстрирующая технологический процесс изготовления полуформ, представлена на рис. 2 – 7 [15].

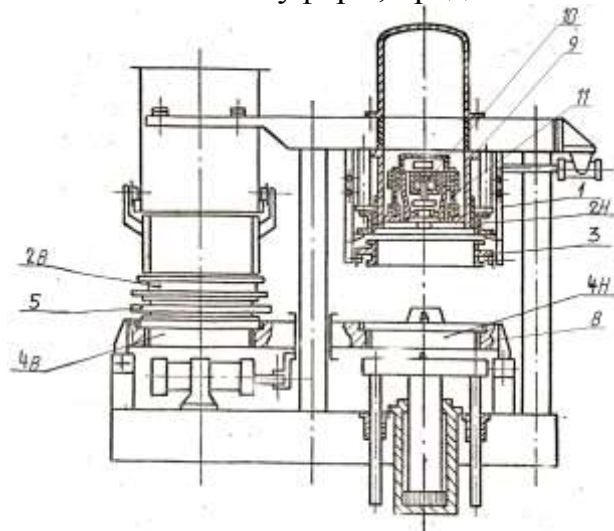


Рис.2 – Исходное положение машины

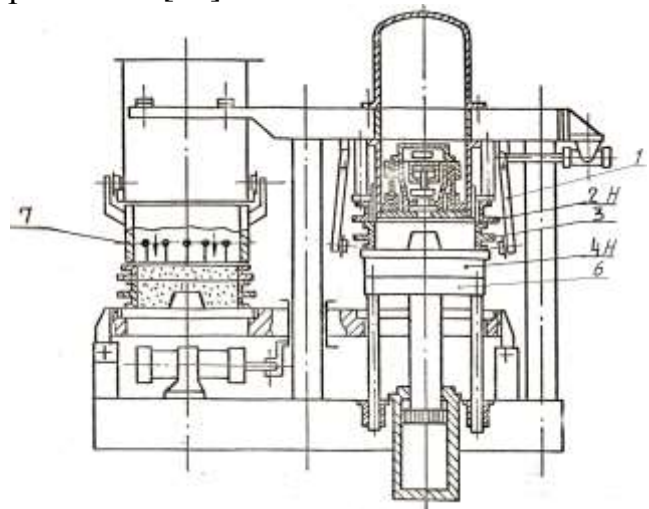


Рис. 3 – Сбор комплекта «низа», засыпка смесью формовочного комплекта «верха»

В системе автоматизации машины предусмотрен наладочный режим, включающий в себя два «подналадочных» режима: работа механизмов машины с формовочной смесью; работа механизмов машины без формовочной смеси. Выбор режимов осуществляется оператором с сенсорной панели управления.

АФЛ на основе импульсного блока обеспечивает высокую производительность и качество уплотнения форм, что позволяет получать качественные отливки как по геометрии и размерной точности, так и по чистоте поверхности.

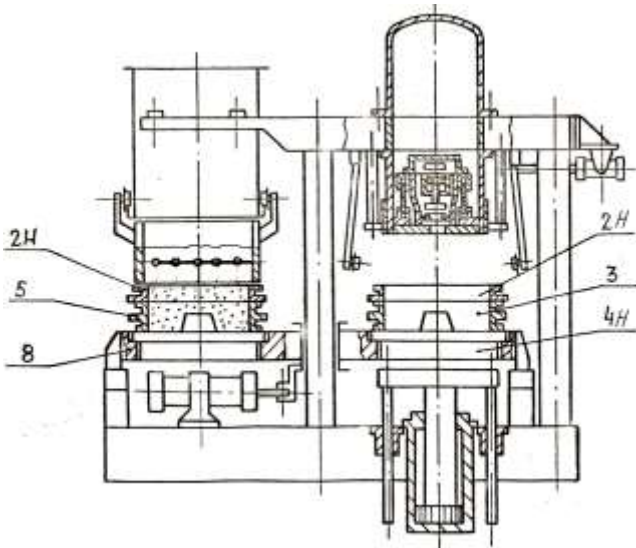


Рис. 4 – Опускание комплекта «низа» на стол поворотный

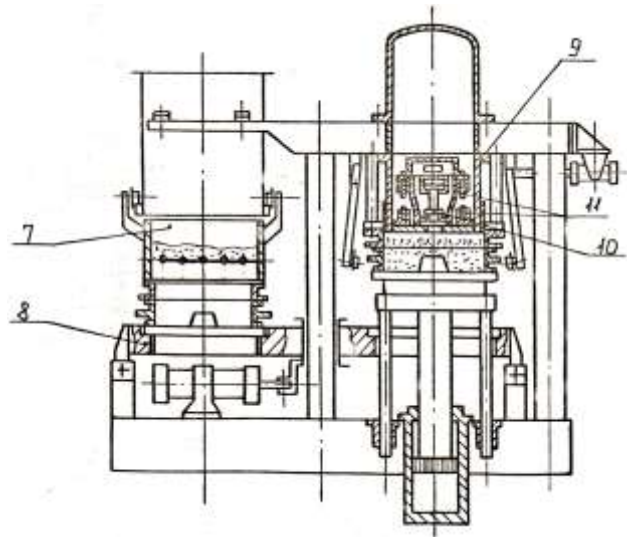


Рис. 5 – Поворот стола, импульс

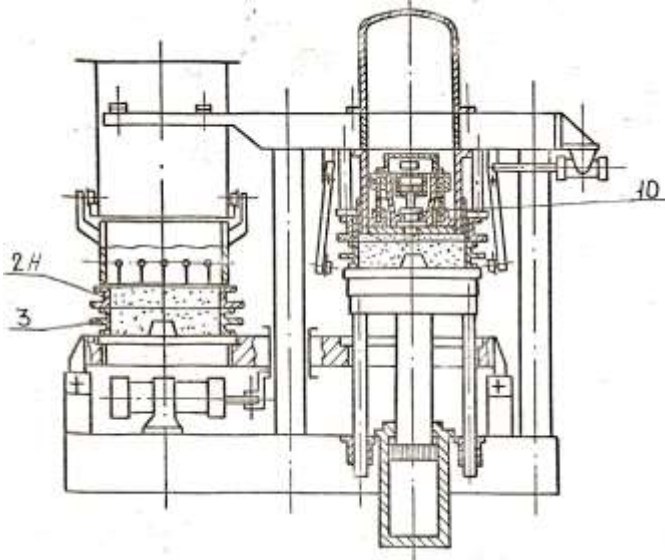


Рис. 6 – Подпрессовка

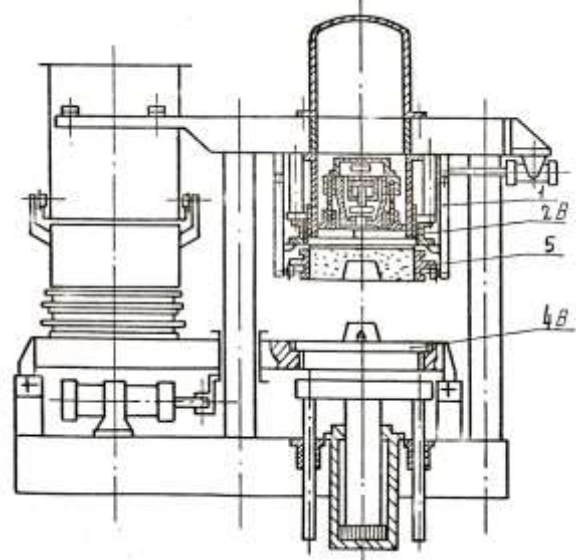


Рис. 7 – Протяжка

**Освоение отливок «тормозной барабан».** Применения технологии импульсного формообразования, выполняемой на блоке импульсной формовки автоматической линии, монтируемой в цехе в рамках технического перевооружения, накладывает определенные ограничения на оснастку. Так, новая внедряемая машина имеет ограничение на высоту опоки – 250 мм, технология литейной формы для изготовления тормозных барабанов требует высоту опоки 300 мм. Поэтому в плане освоения новой технологии необходимо определить, возможно ли уменьшение высоты опоки

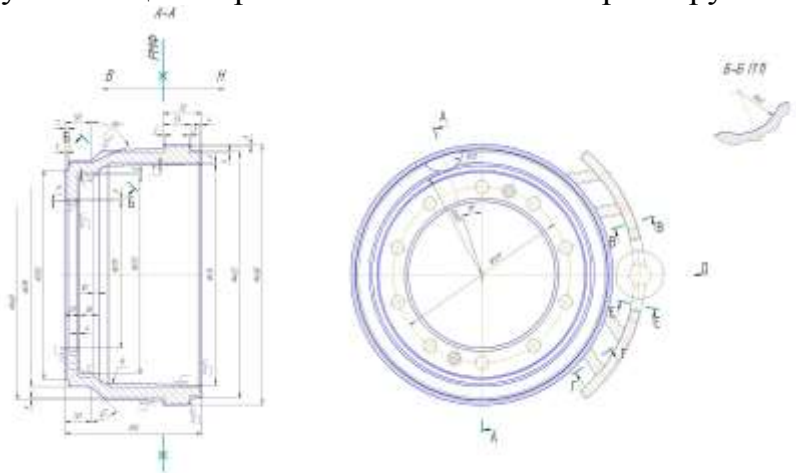


Рис. 8. Технология литейной формы



без ухудшения качества литых барабанов. Для этого была выполнена 3D-модель тормозного барабана и спроектирована литниковая система, предполагающая использование четырёх питателей, подведенных под разными углами к отливке. Внутренняя полость барабана выполнялась болваном.

Вся отливка располагается в верхней полуформе, высота стояка соответствует высоте верхней опоки и формирует статический напор. Суммарная площадь сечения питателей рассчитывается по формуле Озана-Диттерта

$$\sum F_{num} = \frac{G}{\gamma \mu \sqrt{2gH_p}}, \quad (1)$$

где  $G$  – вес заливаемого металла, включающий в себя массу всех отливок в форме и вес литниковой системы, принимаем равным 30% от массы всего заливаемого металла.

В формуле (1) приняты такие обозначения:  $\gamma$  – плотность чугуна,  $\mu$  – коэффициент сопротивления,  $g$  – ускорение свободного падения,  $t$  – продолжительность заливки, с, определяемая по формуле:

$$t = S \sqrt{Q_{\Sigma}}, \quad (2)$$

где  $t$  – время заливки, с,  $S$  – коэффициент, зависящий от толщины стенки, материала отливки и способа заливки,  $Q_{\Sigma}$  – масса отливки с литниками, соответствующая величине  $Q$  в формуле (1) для расчета суммарной площади сечения питателей.

Статический напор определяется по формуле:

$$H_p = H - \frac{P^2}{2C}, \quad (3)$$

где  $H$  – высота стояка от места подвода металла в форму, соответствующая высоте верхней опоки,  $C$  – высота отливки,  $P$  – высота от линии разъема до верхней точки на отливке.

Технология литейной формы и форма в сборе показаны на рис. 8 и рис. 9 соответственно.

На рис. 10. показана 3D-модель тормозного барабана для компьютерного моделирования процесса заполнения литейной формы.

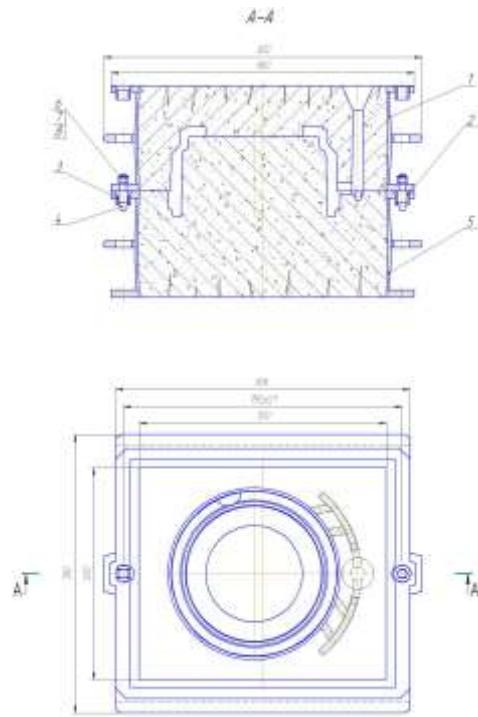


Рис. 9. Литейная форма в сборе

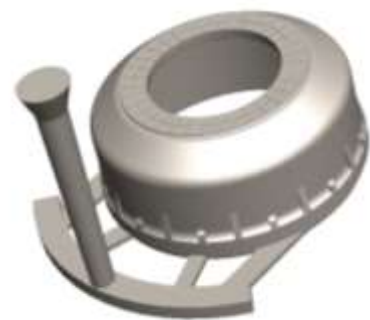


Рис. 10 - Тормозной барабан с литниковой системой

Результаты моделирования процессов заполнения формы с разной величиной статического напора приведены на рис. 11 – 13. Результаты компьютерного моделирования показали, что высота опоки не оказывает существенного влияния на формирование внутренних полостей в теле отливок. Это означает, что при внедрении автоматической линии на основе импульсного процесса формообразования возможен выбор опоки с высотой 250 мм, т.е. никакой доработки самого импульсного блока не требуется. Это обеспечивает также возможность экономии формовочной смеси за счет уменьшения высоты опоки, реализуя, тем самым, мероприятия по ресурсосбережению в технологии литейного производства [16]. Полученная экономия может быть учтена в планировании организации процесса технического перевооружения литейного цеха.

**Выводы.** Используя подходы оперативного менеджмента и методы построения оптимальной стратегии технического перевооружения литейных цехов, в сочетании с современными методами компьютерного моделирования и оптимизационным проектированием литейной оснастки, открывается возможность проведения технического перевооружения литейных цехов при минимальных затратах на реализацию соответствующих мероприятий. При таком варианте становится

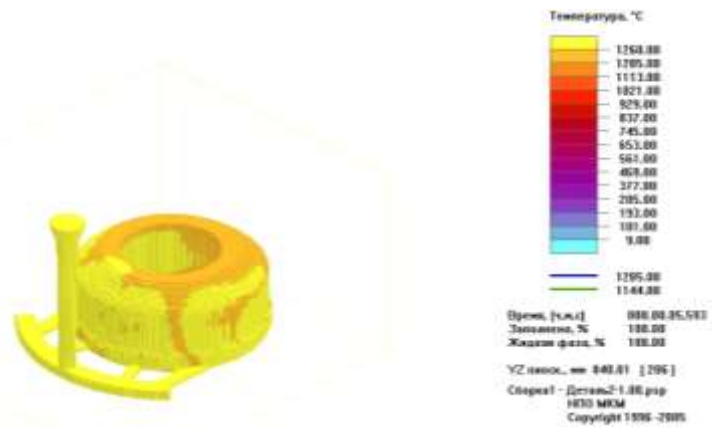


Рис.11 – Результаты моделирования процессов заполнения формы при величине статического напора  $H=200$  мм

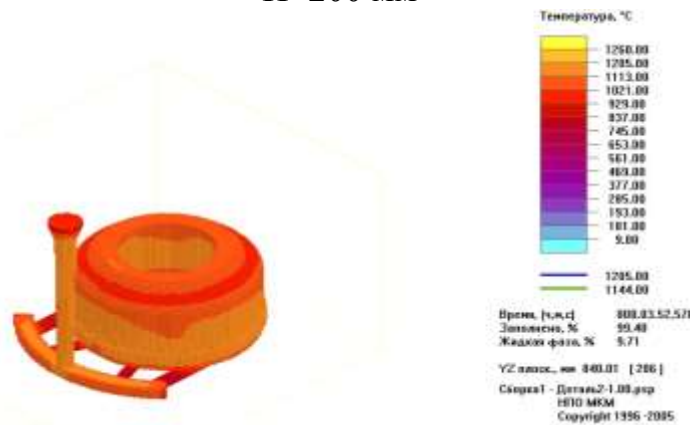


Рис.12 – Результаты моделирования процессов заполнения формы при величине статического напора  $H=250$  мм

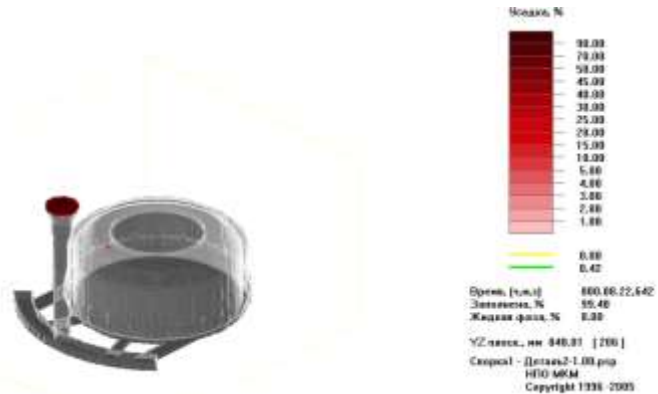


Рис.13 – Результаты моделирования процессов заполнения формы при величине статического напора  $H=300$  мм

возможным также проведение в полном объеме мероприятий по освоению новых отливок номенклатуры, отличающейся от типовой номенклатуры литья, изготавливаемого в данном цехе

**Список литературы:** 1. Ковалев, А. И. Управление реструктуризацией предприятия: Монография. – К.: АВРИО, 2006. – 367 с. 2. Корпоративное управление машиностроительным предприятием: проблемы, пути решения. Монография / Под общ. Ред. Д.э.н. проф. Пономаренко В. С., д.э.н., доц. Ястремской Е. М, / Авторский коллектив: В. С. Пономаренко, Е. Н. Ястремская, В. М. Луцковский, С. Л. Кушнар, Д. А. Репка, Н. В. Беликова. – Харьков: ИД «ИНЖЭК», 2006. – 232с. 3. Козицька, Г. В. Реструктуризація підприємств як фактор перебудови економіки України / Г. В. Козицька // Галицький економічний вісник: наук. Журнал. – Вип. 3 (10). – Тернопіль, 2006. – №3(10). – с.111-118. 4. Волик, И. Н. Определение конкурентной позиции машиностроительного предприятия / И. Н. Волик, Ю. Ф. Врода // Бизнес Информ. – 2007. №1-2. – с.57 – 64. 5. [Онищенко С. П. Формирование оптимального состава программы развития предприятия](#) [Текст] / С. П. Онищенко, Е.С. Арабаджи // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. - №6/3 (54). – С. 60-66. 6. Ларіна, К. О. Управління технічним переозброєнням підприємства на основі концепції маркетингу / К. О. Ларіна // Автореферат дис. ... канд. економ. Наук. – Х.: Харків, 2008. – 20 с. 7. Следь А. Н. Обновление производственной базы предприятий машиностроения как фактор повышения конкурентоспособности продукции на внешних рынках / А. Н. Следь // Проблеми розвитку внешнеэкономических связей и привлечения иностранных инвестиций: региональний аспект: сб. научн. тр. – Донецк:ДонГУ, 2004. – ч.2. – с.520 – 523 8. Демина, Е. Б. Формирование критерия целесообразности технического перевооружения промышленного производства [Текст] / Е. Б. Демина // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. Технический прогресс и эффективность производства. – Харьков: ХГПУ. – Выпуск №95. 9. Демина, Е. Б. Выбор оптимальной стратегии технического перевооружения предприятия с металлургическим производством [Текст] / Е. Б. Демина // Технологический аудит и резервы производства. Х.: Технологический Центр. – 2011. - №2(2). – с.40-52. 10. Демина, Е. Б. Метод определения годовых затрат от простоев оборудования [Текст] / Е. Б. Демина // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. – Харьков.: ХГПУ. – Выпуск №58. – с.11-12. 11. Демина, Е. Б. Анализ динамики времени работы и простоев оборудования машиностроительного предприятия [Текст] / Е. Б. Демина // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. – Харьков.: ХГПУ. – Выпуск №66. – с.13-15. 12. Дьоміна, О. Б. Використання методів операційного менеджменту в ливарному виробництві [Текст] / О. Б. Дьоміна // Технологический аудит и резервы производства. Х.: Технологический Центр. – 2012. - №2(4). – с.40-52. 13. Фролова, Л. В. Визначення резервів енергозбереження на основі технологічного аудита роботи формувальних струшующих машин / Л. В. Фролова // Технологічний аудит та резерви виробництва. – 2011. – № 2(2). – с. 8 – 13. 14. Фролова, Л. В. Вибір шляхів вдосконалення конструктивних елементів формувальних струшующих машин / Л. В. Фролова // Технологічний аудит та резерви виробництва. – 2012. – № 1(3). – с. 30 – 34. 15. Режим доступа <http://www.tarp.net.ua/images/stories/downloads/Obrazec-NII.pdf> 16 Ресурсосберегающие технологии в литейном производстве [Текст]: справочное пособие / Д. А. Дёмин, Е. Б. Демина, О. В. Акимов и др.; под общ. Ред. Д. А. Дёмина. – 1 изд. – Х.: Технологический Центр, 2012. – 320 с., ил.

Поступила в редколлегию 18.11.2013

УДК 621.74

**Освоение новой номенклатуры отливок на этапе технического перевооружения литейного производства/ М. С. Усиков // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 70 (1043). – С.41-47. – Бібліогр.:16 назв.**

В статті описані заходи щодо освоєння нових виливків на етапі технічного переозброєння ливарного виробництва. Як приклад декількох технічних рішень показано технологію виливку «гальмовий барабан» в умовах модернізації формувальної ділянки ливарного цеху.

**Ключові слова:** технічне переозброєння, виливок, формувальна машина.

This article describes the activities for the development of new castings in step technical re foundry. As an example, several technical solutions shown casting technology "brake drum" in the modernization of the forming section of the foundry.

**Keywords:** modernization, casting, molding machine.