

ОБЩЕСТВО «ЗНАНИЕ» РОССИИ
ПРИВОЛЖСКИЙ ДОМ ЗНАНИЙ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НЕФТИ И ГАЗА им. И.М. ГУБКИНА

*XII Международная
научно-техническая конференция*

**ПРОГРЕССИВНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
В СОВРЕМЕННОМ
МАШИНОСТРОЕНИИ**

Сборник статей

июнь 2017 г.

Пенза

УДК 620.22+621.77+621.91

ББК 30.3+30.6+65.2

П178

**ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
П178 В СОВРЕМЕННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ** : сборник статей
XII Международной научно-технической конференции. – Пенза :
Приволжский Дом знаний, 2017. – 96 с.

ISBN 978-5-8356-1663-3

Под редакцией *Е.А. Чуфистова*, кандидата технических наук,
профессора

Информация об опубликованных статьях предоставлена в систему
Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) по договору
№ 573-03/2014К от 18.03.2014.

ISBN 978-5-8356-1663-3 © АННМО «Приволжский Дом знаний», 2017

Игнатъев
Станислав Александрович
Саратовский государственный
технический университет
имени Ю.А. Гагарина,
г. Саратов, Россия
E-mail: atp@sstu.ru

Ignatyev S.A.
Yuri Gagarin State Technical
University of Saratov,
Saratov, Russia

Коновалов Валерий Викторович
Саратовский государственный
технический университет
имени Ю.А. Гагарина,
г. Саратов, Россия
E-mail: atp@sstu.ru

Konovalev V.V.
Yuri Gagarin State Technical
University of Saratov,
Saratov, Russia

УДК 621.74.002.6:681.3

**ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС СИСТЕМЫ
АНАЛИЗА ДЕФЕКТНОСТИ ОТЛИВОК**

С.В. Князев, А.А. Усольцев, Д.В. Скопич, Е.А. Фатьянова

**HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX ANALYSIS
OF DEFECTIVE CASTINGS**

S.V. Knyazev, A.A. Usoltsev, D.V. Skopic, E.A. Fatyanova

Аннотация. Для решения задачи оперативного управления технологическим процессом литейного цеха необходимо наличие математической модели, связывающей входные и выходные параметры объекта. Для сбора данных о дефектности цеховых отливок разработана автоматизированная система, которая существенно упрощает процесс технического контроля и позволяет решать задачи минимизации дефектности стальных отливок.

Ключевые слова: отливка, процесс, дефекты, контроль, автоматизация.

Abstract. For the decision of task of operative management the technological process of casting workshop is need the presence of mathematical model relating the entry and output parameters of object. For the capture of data about imperfectness of the workshop founding CAS that substantially simplifies the process of technical control and allows to decide the tasks of minimization of imperfectness of the steel founding is worked out.

Keywords: casting, process, defects, control, automation

Достоверный результат оценки состояния производственного процесса литья с точки зрения выявления причин литейно-технологических дефектов и выработки мероприятий, направленных на их устранение, может быть получен при системном анализе качества отливок [1-10]. Для сбора данных о поверхностных дефектах отливок разработана формализованная методика, которая существенно упрощает процесс технического контроля и позволяет организовывать ввод результатов в ЭВМ в режиме диалога [2-6]. Для неразрушающего контроля внутренних литейно-технологических дефектов наиболее информативным, на наш взгляд, является радиационный сканирующий интроскоп – томограф [8].

Внедрение «Автоматизированной системы пооперационного контроля производства отливок (АС ПКПО)» в Рубцовском филиале ОАО «Алтайвагон» показало, что данная система позволила на порядок снизить брак отливок и себестоимость продукции производства крупного вагонного литья [1,9,10].

АС ПКПО является первым этапом и основой комплексной автоматизированной системы управления производством (АСУП). Она выполняет три основные задачи: контроля и учета (хода производства, изделий, материалов и пр.), повышения качества литья и оперативного управления технологическими процессами. Решение этих задач было выполнено за счет автоматизации сбора данных в реальном времени по всем производственным операциям, учета материальных потоков, создания оперативных каналов связи, а также централизованного сбора, обработки и представления данных сервером технологической информации.

Вторым этапом в построении эффективной АСУП решаются задачи стабилизации качества продукции при изменении внешних условий, например, качества материалов, и оптимизации производства (изменение технологии с целью снижения себестоимости при неизменном или более высоком качестве продукции). Второй этап основан на математической обработке и анализе данных, поступающих от АС ПКПО, позволяет определить оптимальные диапазоны параметров технологических процессов – «Автоматизированная система оптимизации и анализа хода производства (АС ОАХП)».

АС ОАХП состоит из двух подсистем: анализа качества (ПАК) и управления технологией (ПУТ). Первая решает задачи анализа данных и моделирования, вторая – расчета в реальном времени оптимальных параметров процессов и прогнозирования.

Задачи первого и второго этапов конкурируют за доступ к разным аппаратным ресурсам. Наиболее критичным параметром для АС ПКПО является производительность дисковых массивов сервера, для АС ОАХП –

производительность процессора. В том и другом случае масштабирование системы эффективно решается за счет распараллеливания операций по разным серверам, образующим кластер, и по разным процессорам (ядрам) на одном сервере.

Построение кластерных систем и выполнение параллельных вычислений требует соответствующего программного и аппаратного обеспечения, а также особых подходов к обработке и хранению распределенных данных.

Для обработки изображений дефектов и получения причинно-следственных характеристик можно воспользоваться программным пакетом OpenCV, который представляет собой библиотеку компьютерного зрения с открытым исходным кодом.

В процессе обработки использовались оператор Собеля, фильтр Гаусса и бинаризация. В основе их лежит обработка пикселей с помощью матриц. Операции над пикселями независимы и могут выполняться параллельно. Для этого необходимо представить изображение дефекта в виде массива градаций яркости серого цвета и разбить его на определенное количество блоков. Каждый блок обрабатывается одним потоком процессора.

С помощью распределенных вычислений на разных узлах кластера можно снизить нагрузку на серверы, распределив ее по разным компьютерам. При этом эффект увеличения скорости обработки данных можно получить лишь на задачах, связанных с большими вычислениями, в которых время синхронизации данных между узлами кластера незначительно, по сравнению с временем самих вычислений. Проблема заключается в пропускной способности каналов связи внутри кластера. Поэтому обработку изображений целесообразно выполнять локально на одном сервере, распределив нагрузку между процессорами и их ядрами. Существует относительно дешевый способ создания многопроцессорных систем – использование графических процессоров видеокарт. Если оснастить каждый сервер кластера системы видеокартой и обеспечить равномерную загрузку узлов кластера обрабатываемыми изображениями, можно получить большой выигрыш в скорости и оптимизировать загрузку центральных процессоров серверов кластера.

На наличие дефектов в структуре отливок может влиять множество различных факторов, которые выявляются на основе статистического анализа данных. АС ПКПО хранит историю, значение таких факторов и дефектность по каждому изделию и группе изделий одной плавки. Одним из способов определения причины дефекта является кластеризация данных АС ПКПО и определение принадлежности дефекта тому или иному кла-

стеру на основе алгоритмов распознавания образов, используя, например, расстояния Евклида.

Задача кластеризации сводится к определению экспертным способом или с использованием различных математических алгоритмов принадлежности дефектов по совокупности значений зависимых факторов к определенному кластеру (блоку данных). Таким образом формируются блоки данных по критерию причины дефекта.

Вычисление блока данных, к которому принадлежит дефект изделия, может оказаться весьма ресурсоемкой операцией. Для повышения эффективности систем распознавания образов и распараллеливания операций поиска имеет смысл размещение кластеров данных на разных серверах. В итоге возникает необходимость в распределенной базе данных. Это особый класс СУБД, для которого необходимо соответствующее программное обеспечение. Остановимся на выборе распределенной СУБД.

Для распределенных систем хранения в начале 2000 годов профессором Калифорнийского университета в Беркли Эриком Брюсром была сформулирована теорема CAP, в которой утверждается, что для любой реализации распределенных вычислений возможно обеспечить не более двух из трех ее свойств:

согласованность данных (consistency, C) – данные на разных узлах в один момент времени не противоречат друг другу. Другими словами – “целостность данных”;

доступность (availability, A) – любой запрос к распределенной системе (к любому узлу) завершается корректным образом;

устойчивость к разделению (partition tolerance, P) – разделение распределенной системы на несколько изолированных секций не приводит к некорректности отклика от каждой секции. Другими словами, система должна корректно обрабатывать асинхронные запросы.

Современные сети связи основаны на асинхронных запросах, поэтому остается выбирать между согласованностью и доступностью данных из так называемых систем CP и AP. И по большому счету это выбор между реляционными и NoSQL СУБД. Популярность NoSQL-решений растет. Основное преимущество таких систем в более высокой скорости и гибкости работы с данными, за счет обхода механизма согласованности и SQL синтаксиса.

Существует несколько разновидностей NoSQL систем: хранилище “ключ-значение”, хранилище семейств колонок, документно-ориентированная СУБД, базы данных на основе графов.

К числу систем NoSQL с семейством колонок относится база данных Apache Cassandra. Cassandra – высокодоступная СУБД, обладающая рядом свойств, которые выгодно отличают ее от своих конкурентов.

СУБД Apache Cassandra позволяет определять стратегию распределения данных по узлам кластера на основе ключей. Первая стратегия распределения – случайный разметчик, распределяет данные на основе хэш-значения ключа; вторая – порядковый разметчик, распределяет данные по диапазонам битовых значений ключа. Таким образом, можно гибко распределять различные блоки данных по узлам кластера системы, обеспечивая высокую их доступность.

Создание АС УАХП на основе многоузлового кластера с установленной СУБД Apache Cassandra и использование на каждом узле видеокарт компании Nvidia, поддерживающих технологию CUDA, будет являться наиболее дешевым и эффективным решением. Видеокарты выбираются исходя из необходимого количества графических процессоров на узле.

Библиографический список

1. Князев С.В., Скопич Д.В., Усольцев А.А., Фатьянова Е.А. Прогнозирование качественных характеристик стали марки 20ГФЛ // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2015. № 2 (12). С. 31-33.
2. Automated system of control and diagnostics of cast-steel defects in the mass production / Knyazev S.V., Usoltsev A.A., Skopich D.V., Fatyanova E.A., Dolgoplov A.E. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2016. Vol. 150. P. 1-5 (012039).
3. Cheprasov A.I., Knyazev S.V., Usoltsev A.A., Dolgoplov A.E., Mamedov R.O. Detection of cold cracks in the cast-steels by the methods of ultrasonic and eddy-current infrared thermography // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2016. Vol. 150. P. 1-5 (012026).
4. Antipenko V.I., Knyazev S.V. Diagnostics of steel castings production with the aid of technological pilot samples. Soviet Castings Technology (English Translation of Liteinoe Proizvodstvo), 1987, no. 7, p. 34.
5. Алгоритм диагностики дефектности отливок и структура АСУ их качеством / Князев С.В., Антипенко В.И., Марчуков В.А., Усольцев А.А. // Литейное производство. 1992. № 4. С. 26-27.
6. Князев С.В., Усольцев А.А., Скопич Д.В., Фатьянова Е.А. Опыт разработки и внедрения автоматизированной системы пооперационного контроля производства отливок // Современные технологии в машиностроении: сборник статей XVII международной научно-технической конференции. Пенза: ПДЗ, 2013. С. 111-117.

7. Ключевые показатели качества стали литых изделий для железнодорожного транспорта / С.В. Князев, Д.В. Скопич, Е.А. Фатьянова, А.А. Усольцев, А.И. Купенко // Известия вузов. Черная металлургия. 2017. Т. 60, № 2. С. 128-132. Библиогр.: с. 131 (20 назв.). URL: <http://library.sibsiu.ru>

8. Князев С.В., Усольцев А.А., Чепрасов А.И. Современные методы неразрушающего контроля литых изделий // Состояние и перспективы развития литейных технологий и оборудования в цифровую эпоху: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции, 18 мая 2016 г. Москва, 2016. С. 133-136. Библиогр.: с. 136 (2 назв.). URL: <http://library.sibsiu.ru>

9. Расчет технологических коридоров выплавки стали 20ГФЛ в дуговых электросталеплавильных печах / Д.В. Скопич, Е.А. Фатьянова, С.В. Князев, А.А. Усольцев, Р.О. Мамедов // Металлургия: технологии, инновации, качество: труды XIX Международной научно-практической конференции, 15-16 декабря 2015 г. Новокузнецк: СибГИУ, 2015. Ч. 1. С. 166-173. Библиогр.: с. 173 (2 назв.). URL: <http://library.sibsiu.ru>

10. Князев С.В., Усольцев А.А., Чичков В.И., Шихов Е.А. Контроль и управление производством отливок по критерию их качества // Теория и практика литейных процессов: труды Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры литейного производства СибГИУ / Редкол.: Селянин И.Ф., Деев В.Б. Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2012. С.153-158.

Князев Сергей Валентинович
Сибирский государственный
индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия
E-mail: krookia@mail.ru

Усольцев
Александр Александрович
Сибирский государственный
индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия
E-mail: a.us@rambler.ru

Скопич Дмитрий Валентинович
Сибирский государственный
индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия
E-mail: skdv@indas.ru

Knyazev S.V.
Siberian State Industrial University,
Novokuznetsk, Russia

Usoltsev A.A.
Siberian State Industrial University,
Novokuznetsk, Russia

Skopic D.V.
Siberian State Industrial University,
Novokuznetsk, Russia

Фатьянова Елена Анатольевна
Сибирский государственный
индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия
E-mail: fea@indas.ru

Fatyanova E.A.
Siberian State Industrial University,
Novokuznetsk, Russia

УДК 739

УЧАСТОК ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ ХОЛОДНО-ТВЕРДЕЮЩИХ СМЕСЕЙ

Н.Л. Кутовой

THE SITE OF THERMAL REGENERATION OF COLD-HARDENING MIXTURES

N.L. Kutovoj

Аннотация. В статье описан универсальный метод очистки пылегазовых выбросов, а также предложена схема термической регенерации, которая включает в себя такие операции, как: дробление, термическая обработка, охлаждение, сепарация.

Ключевые слова: регенерация, ХТС, смолы, связующее, вентиляция.

Abstract. The article describes a universal method for cleaning dust and gas emissions, as well as a thermal regeneration scheme, which includes such operations as: crushing, heat treatment, cooling, separation.

Keywords: regeneration, HTC, resin binder and ventilation.

В мелкосерийном и индивидуальном производстве как промышленного, так и художественного литья широкое распространение получают процессы изготовления форм и стержней из холодно-твердеющих смесей (ХТС) на смоляных связующих.

Однако применение этих смесей связано с решением проблем оборотного наполнителя – регенерированного песка. Без осуществления процесса регенерации использование ХТС экономически и экологически нецелесообразно [1].

В то же время существующие промышленные системы регенерации практически невозможно применить на небольших литейных участках по экономическим соображениям: высокая стоимость оборудования, большие энергозатраты, значительная занимаемая площадь.

СОДЕРЖАНИЕ

В.В. Барляев, П.К. Пасяев, А.Е. Журавлев, Т.И. Давыдова, А.А. Егоренков АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ УМЕНЬШЕНИЯ МАССОГАБАРИТНЫХ ПАРАМЕТРОВ И ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ	3
V.V. Barliaev, P.K. Pasiaev, A.E. Zhuravlev, T.I. Davydova, A.A. Egorenkov THE ANALYSIS OF THE POSSIBILITY FOR REDUCING THE WEIGHT AND SIZE CHARACTERISTICS AND POWER CONSUMPTION OF RADIO EQUIPMENT	3
В.Н. Гадалов, И.А. Макарова, В.Н. Донской, Е.И. Паршина ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА КАМЕР РЕЗИНОСМЕСИТЕЛЕЙ ПЛАЗМЕННОЙ НАПЛАВКОЙ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ	9
V.N. Gadalov, I.A. Makarova, V.N. Donskoy, E.I. Parshina TECHNOLOGY OF REPAIRING CHAMBERS OF RUBBER MIXERS BY PLASMA WELDING BY POWDER WIRE	9
А.В. Гунин, А.С. Пасхалов, О.И. Хлопов ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ОТРЕЗАЕМЫХ ЗАГОТОВОК ДЛЯ ГОРЯЧЕЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ	12
A.V. Gunin, A.S. Paskhalov, O.I. Hlopov ESTIMATION OF ACCURACY OF CUT PIECES FOR HOT FORGING	12
А.А. Игнатьев, Н.А. Казинский, С.А. Игнатьев, В.В. Коновалов ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЧАЛЬНОЙ ФАЗЫ КАТАСТРОФИЧЕСКОГО ИЗНОСА РЕЗЦА ПРИ ОБРАБОТКЕ НА АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ТОКАРНОМ СТАНКЕ ПАБ-350	16
A.A. Ignatyev, N.A. Kazinsky, S.A. Ignatyev, V.V. Konovalov THE EXPERIMENTAL DETERMINATION OF INITIAL PHASE OF DISASTROUS WEAR OF THE CUTTER WHEN PROCESSING ON THE AVOMATIZIROVANNY PAB-350 LATHE	16
С.В. Князев, А.А. Усольцев, Д.В. Скопич, Е.А. Фатьянова ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ДЕФЕКТНОСТИ ОТЛИВОК	20

S.V. Knyazev, A.A. Usoltsev, D.V. Skopic, E.A. Fatyanova HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX ANALYSIS OF DEFECTIVE CASTINGS.....	20
Н.Л. Кутовой УЧАСТОК ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ ХОЛОДНО-ТВЕРДЕЮЩИХ СМЕСЕЙ	26
N.L. Kutovoj THE SITE OF THERMAL REGENERATION OF COLD-HARDENING MIXTURES.....	26
А.В. Озолн, Е.Г. Соколов ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАСТВОРЕНИЯ И ОСАЖДЕНИЯ ПРИ ЖИДКОФАЗНОМ СПЕКАНИИ СПЛАВОВ SN-CU-CO И SN-CU-CO-W	29
A.V. Ozolin, E.G. Sokolov INVESTIGATION OF PROCESSES OF DISSOLVE AND DEPOSITION IN LIQUID PHASE SEALING OF SN-CU-CO AND SN-CU-CO-W ALLOYS.....	29
Е.И. Павлов К ВОПРОСУ МЕХАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ВЕРТИКАЛЬНОГО ВИНТОВОГО ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ	34
E.I. Pavlov TO THE QUESTION OF MECHANIZATION OF THE PROCESS OF VERTICAL SCREW TRANSPORTATION OF BULK MATERIALS	34
Е.И. Павлов ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ РИФЛЕНИЯ С ПРЯМОУГОЛЬНЫМ ПОПЕРЕЧНЫМ СЕЧЕНИЕМ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ КОРПУСА ВЕРТИКАЛЬНОГО ВИНТОВОГО КОНВЕЙЕРА НА ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ	40
E.I. Pavlov INVESTIGATION OF INFLUENCE OF RIFFING PARAMETERS WITH RECTANGULAR CROSS SECTION, INSIDE SURFACE OF VERTICAL SCREW CONVEYOR CASE ON INDICATORS OF PROCESS OF TRANSPORTATION OF MATERIALS	40