

Шатохіна Юлія Вікторівна, кандидат технічних наук, викладач, кафедра управління якістю та проектами, Чернігівський національний технологічний університет, Україна, e-mail: Juliaaabest@gmail.com.

Сахно Євгеній Юрійович, доктор технічних наук, професор, кафедра управління якістю та проектами, Чернігівський національний технологічний університет, Україна.

Сіра Катерина Олександрівна, Чернігівський національний технологічний університет, Україна.

Шатохіна Юлія Вікторівна, кандидат технических наук, преподаватель, кафедра управления качеством и проектами,

Черниговский национальный технологический университет, Украина.

Сахно Евгений Юрьевич, доктор технических наук, профессор, кафедра управления качеством и проектами, Черниговский национальный технологический университет, Украина.

Серая Екатерина Александровна, Черниговский национальный технологический университет, Украина.

Shatokhina Julia, Chernihiv National Technological University, Ukraine, e-mail: Juliaaabest@gmail.com.

Sakhno Eugene, Chernihiv National Technological University, Ukraine.

Sira Kateryna, Chernihiv National Technological University, Ukraine

УДК 006.91:004.942

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.47976

**Становский А. Л.,
Прокопович И. В.,
Пурич Д. А.,
Швец П. С.,
Шмараев А. В.,
Бондаренко В. В.**

РАЗРАБОТКА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ЛИТЬЯ МЕДНЫХ АНОДОВ

Литые медные аноды — промежуточный технологический продукт производства электролитической меди. От состояния их поверхности зависит конкурентноспособность продукта, а значит, это состояние должно постоянно контролироваться путем непосредственного измерения каждой отливки. Предложены методы такого измерения, состоящие в получении отображений от объекта, и их компьютерной классификации на группы, границы которых определяются спектральным анализом металла.

Ключевые слова: литой медный анод, методы измерения качества, обработка отображений, параллелепипед качества, спектральный анализ.

1. Введение

Существуют технологические процессы, в которых контроль промежуточных параметров играет решающую роль в обеспечении заданного качества готовой продукции. Это предъявляет дополнительные требования к метрологическому обеспечению такого контроля, так как промежуточные параметры обычно отличаются от окончательных трудностью доступа к объекту измерения, быстротечностью процесса на этих этапах и высокими требованиями к чувствительности и точности измерений.

Ярким примером такого процесса является технологический процесс изготовления сверхчистой катодной меди [1] путем предварительного переплава медного лома на специальные медные аноды (первый этап, литье) и последующего ионного «перегона» меди с анода на катод (второй этап, электролиз).

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Литые медные аноды, хотя и являются лишь промежуточным продуктом и используются только для последующей переработки, требуют особой тщательности при соблюдении технологических параметров литья [2–4].

Такое соблюдение невозможно без замкнутого управления процессом, когда управленческие решения, на-

пример, корректировка параметров рафинирования расплава [5, 6], химического состава металла [7], температуры плавки и заливки [8, 9], принимаются по точно измеренным контролируемым выходным данным, что в случае литья анодов сводится к численной оценке качества последних [10, 11].

Во время изготовления анода на его поверхности могут формироваться участки, которые не участвуют в электролизе при последующем изготовлении катода («битые» участки) из-за наличия на поверхности наплесков и утолщения кромок, «шишек» и «пузырей», сплошной пузырчатости, углублений и выступов от выработки изложниц, а также не допускается наличие краски, шлака, глины, угля, окислов и других включений непроводящих материалов (рис. 1, а, б).

Такие дефекты отрицательно сказываются на *электролитическом качестве* анодов, т. е. способности последних обеспечить качество будущих катодов, которые получают из оцениваемых анодов электролизом.

Кроме поверхностных дефектов, могут иметь место и скрытые внутренние дефекты, которые обнаруживают только при частичном растворении в процессе эксплуатации анода.

При кристаллизации анода в его теле застывают неметаллические включения (остатки шлака, огнеупорной обмазки изложницы), которые во время срабатывания части анода при электролизе вымываются электролитом

и в теле анода появляются сквозные отверстия, которые отрицательно влияют на анодную плотность электролитического тока и, следовательно, на весь процесс электролиза меди.

Скрытые дефекты анодов хорошо видны при выгрузке из электролизных ванн анодных остатков (рис. 2, а, б).

В итоге, среднее количество анодов с поверхностными дефектами (включения шлака, огнеупорной обмазки) составляет по производственным данным 11,5–17,4%. Среднее количество анодных остатков с внутренними дефектами составляет 17,3–23,1%. Причем один и тот же анод может иметь как поверхностные, так и скрытые дефекты.

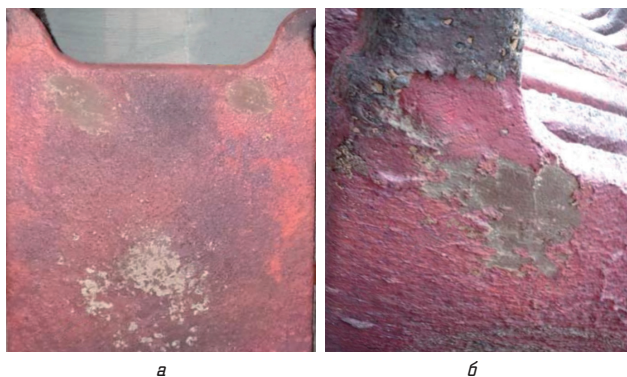


Рис. 1. Поверхностные дефекты медных анодов: а — следы от выработки изложницы; б — наличие немедных включений в теле анода

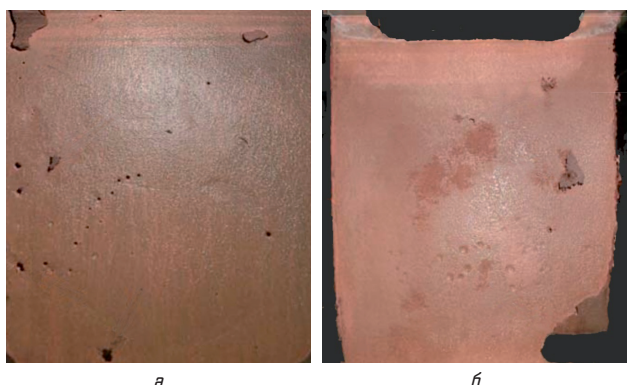


Рис. 2. Сквозные отверстия в теле анодных остатков из-за наличия в теле анода скрытых дефектов: а — газовые камеры; б — примеси

В этих условиях на первый план выходит отсутствие современных неразрушающих он-лайн методов контроля электролитического качества анода, — контроля, который осуществлял бы *измерение* параметров этого качества. Результат такого измерения может быть использован при поддержке принятия решений о пригодности литого анода к дальнейшей эксплуатации, о сортности анодов по критериям такого качества, что позволило бы применить к каждому сорту индивидуальный режим дальнейшего электролиза.

К сожалению, в производственных условиях сложно при существующих методах измерений осуществить контроль скрытых дефектов и практически невозможно рассортировать аноды.

Так, например, относительную площадь «битых» участков анодов определяют визуально, сравнивая непосредственно поверхность анода с таблицами баллов

наличия перечисленных дефектов [12]. Недостатки такого определения очевидны: низкая точность из-за погрешности дискретизации всех возможных вариантов поверхности на баллы, а также низкая точность и субъективизм при отнесении той или иной «созерцаемой» поверхности к тому или иному баллу.

Косвенный параметр — химический состав медного анода — измеряют методом спектрального анализа [13, 14]. Метод основан на возбуждении спектра дуговым разрядом переменного тока с последующей регистрацией его оптическим квантометром. Действующий стандарт устанавливает метод спектрального анализа по металлическим стандартным образцам (СО) с фотоэлектрической регистрацией спектра в меди марок М0к, М1к, М0б, М1, М1ф, М2р, М3р, М2 и М3 [15]. Однако, к сожалению, прямой связи между химсоставом и электролитическим качеством анода нет, поэтому и этот подход малоинформативен и крайне неточен.

Вообще, существующие методы дистанционного получения измерительной информации [16, 17] и, особенно, компьютерной обработки последней [18] отличаются громоздкостью и недопустимой длительностью, что несовместимо с терминами «промежуточный параметр» и «он-лайн».

Наиболее точным по совокупности показателей методом измерения электролитического качества анода является измерение цвета поверхности последнего, т. к. «битые» участки визуально отличаются от меди только цветом. Действительно, если получить цифровое изображение поверхности анода, например, сфотографировав его (дистанционно, быстро и без разрушения), то по цвету каждого пикселя фотографии можно косвенно судить о ее составе и электрической проводимости.

Такая измерительная система должна быть интеллектуальной, т. к. она принимает решение в условиях неполных данных и требует предварительного обучения. Разработка такой системы и методов ее обучения — основная проблема настоящей работы.

3. Объект, цель и задачи исследования

Объект исследования — литой медный анод.

Целью настоящей работы является создание метрологического обеспечения управления технологическим процессом литья медных анодов, обеспечивающего точное, быстрое, надежное и электролитически качественное измерение поверхности анодов на промежуточной стадии процесса изготовления чистой электролитической меди.

Для достижения этой цели в работе были решены следующие задачи:

- разработан метод интеллектуального распознавания образа каждого пикселя цифрового изображения поверхности медного анода путем сравнения его RGB-разложения с параллелепипедом качества текущей плавки;
- разработан метод определения RGB-координат параллелепипеда качества для металла текущей плавки путем предварительного получения и обработки спектрограммы металла;
- осуществлено производственное испытание предложенных методов с положительным технико-экономическим эффектом.

4. Методы экспресс-измерения параметров качества поверхности литых медных анодов

Измерение относительной площади неэлектропроводных дефектов на поверхности анода в предлагаемом методе осуществляется путем компьютерной обработки цветной цифровой фотографии поверхности.

Как известно, полноцветное цифровое двухмерное изображение размером $I \times J$ пикселей однозначно описывается списком последних [19]. Атрибутами каждого пикселя в таком списке являются восемь чисел: две дискретные координаты пикселя i ($1 \leq i \leq I$) и j ($1 \leq j \leq J$), три длины волны в соответствии с RGB-разложением: λ_R , λ_G и λ_B и три дискретные (от 0 до 255) яркости для каждой из этих волн: ($0 \leq Q_R \leq 255$; $0 \leq Q_G \leq 255$; $0 \leq Q_B \leq 255$) соответствующего пикселю полного цвета.

Как известно, длины волн видимого света $\lambda_{\text{св}}$ располагаются в диапазоне $380 \leq \lambda_{\text{св}} \leq 780$ нм. При RGB-разложении этот диапазон условно разбивается на три поддиапазона: красный $575 \leq \lambda_R \leq 760$ нм, зеленый $485 \leq \lambda_G \leq 575$ нм и синий $380 \leq \lambda_B \leq 485$ нм [20]. Откладывая границы поддиапазонов на трех ортогональных осях, получим «параллелепипед видимого света» (рис. 3).

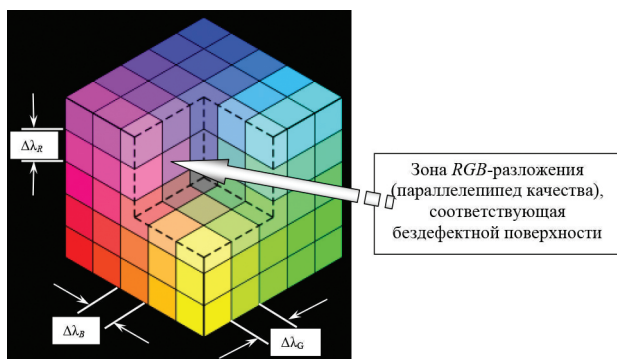


Рис. 3. Общий параллелепипед RGB-разложения видимого света и выделение «параллелепипеда качества» в нем, соответствующего бездефектной поверхности анода

Поверхность анода, будучи нагретой в зоне измерения до сравнительно невысоких температур (в разных местах от 100 до 400 °С) излучает электромагнитные волны в инфракрасном диапазоне. Инфракрасное излучение или инфракрасные лучи — это электромагнитное излучение, занимающее спектральную область между красным концом видимого света (с длиной волны 780 нм) и коротковолновым радиоизлучением (1–2 мм). Инфракрасную область спектра согласно международной классификации разделяют на такие поддиапазоны: ближний IR-A (от 780 до 1400 нм), средний IR-B (1400–3000 нм) и далекий IR-C (свыше 3000 нм) [21, 22].

Соответственно, на этих поддиапазонах тоже может быть условно построено «параллелепипед инфракрасного излучения».

Если в указанных параллелепипедах выделить некоторые области, которые идентифицируются как «цвет меди», то все остальные точки общего параллелепипеда, не входящие в эту область, будут определять дефектные, «битые» пиксели, т. е. участки медной отливки, покрытые слоем, имеющим отличный от медного цвет,

или поверхностные раковины, а значит, не участвующие в дальнейшем электролизе.

В рамках предлагаемого метода измерения электролитического качества поверхности медных анодов в пределах общей зоны RGB-разложения выделяется некоторая зона $\Delta\lambda_R \times \Delta\lambda_G \times \Delta\lambda_B$ (рис. 3), соответствующая бездефектной поверхности, — некоторый «параллелепипед качества», попадание в который свидетельствует о том, что на поверхности анода в точке, соответствующей данному пикселю, дефектов нет.

Цвета, входящие в «параллелепипед качества» должны соответствовать понятию «чистая медь». Естественно, этот параллелепипед никогда не будет свернут в точку из-за флуктуаций цвета поверхности чистой меди, вызванной нестабильностью ее химсостава, параметров заливки и кристаллизации и условий окисления.

Реальные интервалы по RGB-разложению, определяющие размер такого параллелепипеда, определяются методом атомного спектрального анализа [23, 24]. Скорость спектрального анализа значительно превышает скорость выполнения анализа другими методами. Это объясняется тем, что при спектральном анализе не требуется предварительного разделения пробы на отдельные компоненты. Кроме того, сам анализ выполняется очень быстро.

Связь между RGB-разложением и размерами параллелепипеда качества устанавливается с помощью нейронной сети, предварительно обученной по экспериментальным данным.

В рамках предлагаемого метода RGB-разложение λ_{Rij} , λ_{Gij} и λ_{Bij} каждого ij -го пикселя, содержащегося в исходном изображении (цифровой фотографии поверхности медного анода), подвергается компьютерной обработке в соответствии с алгоритмом, представленным на рис. 4.

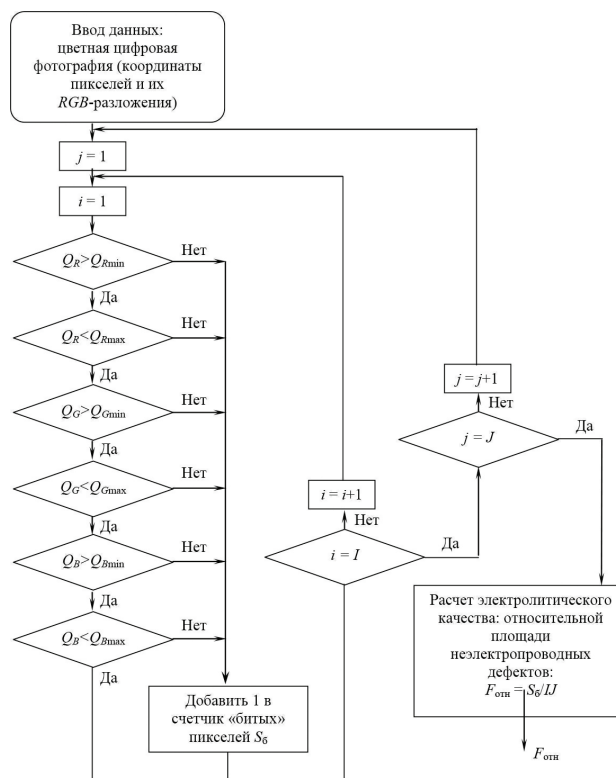


Рис. 4. Блок-схема алгоритма расчета относительной площади неэлектропроводных дефектов

Результат такой обработки — одно число: электролитическое качество в виде отношения количества «битых» пикселей к общему количеству пикселей на изображении $F_{\text{отн}}$ и является результатом измерения. По этому показателю для каждого анода принимается одно из следующих решений:

- подтвердить годность анода к дальнейшей «стандартной» обработке;
- полностью отбраковать анод и вернуть его на переплавку;
- направить анод в одну из групп с особым режимом электролитической переработки на сверхчистую катодную медь.

Общая схема метода измерения электролитического качества (относительного количества «битых» пикселей) литого медного анода представлена на рис. 5. Информация, снимаемая с объекта измерения, представляет собой два потока измерительных данных: от поверхности анода — на фотоаппарат и от металла перед заливкой — на спектрограф.



Рис 5. Схема метода измерения качества (относительного количества «битых» пикселей) литого медного анода

Теперь оценим *погрешность* метода. Предложенный метод измерения относится к косвенным с большим количеством преобразований измеряемой величины от объекта измерений к его результатам. Это приводит к накоплению ошибки измерения на каждом этапе преобразований. В табл. 1 дан перечень таких преобразований в методе измерений температуры поверхности движущихся тел и выполнена оценка их ошибок, влияющих на погрешность метода в целом.

Таблица 1

Преобразования измеряемой величины внутри метода и оценка вносимых ими погрешностей измерения

№№ п/п	Наименование преобразования	Оценка вносимой погрешности
1	Непрерывный аналоговый поток от поверхности анода	$\pm 0,5 \%$
2	Выбор фрагмента поверхности	$\pm 1 \%$
3	Цифровое фото фрагмента поверхности	$\pm 0,5 \%$
4	Компьютерная обработка с учетом спектрального определения границ параллелепипеда качества	$\pm 1 \%$
Суммарная максимально возможная ошибка		$\pm 3 \%$

Такая суммарная максимально возможная погрешность (если показатели погрешности всех преобразований случайно окажутся максимальными и с одним знаком) вполне допустима (до 5 %) в машиностроительном производстве. Сравнение метрологических характеристик средства выявления и определения величины зерна в металлах и сплавах для существующего и предлагаемого методов приведено в табл. 2.

Таблица 2

Сравнительные метрологические характеристики средств измерения качества поверхности медного анода

Характеристика	Существующий метод	Предлагаемый метод
чувствительность	10–100 пикселей	1 пиксель
диапазон значений электролитического качества	0–1	0–1
погрешность	18 %	3 %

В цехе переплавки медьсодержащего лома на медные отливки «Анод» одесского металлургического предприятия «Панком-Юн» проведены испытания подсистемы метрологического обеспечения в области металлургии литейных процессов, которая базируется на предложенном метрологическом обеспечении (рис. 6, а, б).

В результате испытаний установлено, что использование этой системы позволило достичь чистоты готовой катодной меди на уровне 0,001 % по каждой примеси.



а



б

Рис. 6. Производство медных анодов на производственном металлургическом предприятии «Панком-Юн»: а — заливка изложниц; б — анод для производства катодной меди

5. Выводы

Создано метрологическое обеспечение управления технологическим процессом литья медных анодов, обеспечивающее точное, быстрое, надежное и электролитически качественное измерение поверхности анодов на промежуточной стадии процесса изготовления чистой электролитической меди.

Для этого разработан метод интеллектуального распознавания образа каждого пикселя цифрового изображения поверхности медного анода путем сравнения его RGB-разложения с параллелепипедом качества текущей плавки, а также метод определения RGB-координат параллелепипеда качества для металла текущей плавки путем предварительного получения и обработки спектрограммы металла.

На одесском металлургическом предприятии «Панком-Юн» осуществлено производственное испытание предложенных методов с положительным технико-экономическим эффектом.

Литература

1. Солнцев, Ю. П. Металлы и сплавы [Текст]: справочник / под ред. Ю. П. Солнцева. — СПб: НПО «Профессионал», 2003. — 420 с.
2. Цыганкова, О. В. К вопросу качества медных анодов огневого рафинирования [Текст] / О. В. Цыганкова, С. Г. Егоров // Металлургия. — 2014. — Вып. 1(31). — С. 104–108.
3. Коновалов, А. Н. Исследование особенностей плавки и раскисления меди с целью получения литых электродов из хромовых бронз [Текст]: авторефер. дис. ... канд. техн. наук: 05.16.04 / А. Н. Коновалов. — Москва, 2011. — 109 с.
4. Егоров, С. Г. Альтернативные методы рафинирования меди [Текст] / С. Г. Егоров // Металлургия. — Запоріжжя: РВВ ЗДІА, 2009. — Вып. 20. — С. 70–77.
5. Савенков, Ю. Д. Рафинированная медь Украины [Текст] / Ю. Д. Савенков, В. И. Дубоделов, В. А. Шпаковский, В. А. Кожанов, Е. В. Штепан. — Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2008. — 176 с.
6. Цыганкова, О. В. К вопросу о прецизионном огневом рафинировании меди из вторичного сырья [Текст] / О. В. Цыганкова, И. Ф. Червоний, С. Г. Егоров // Металлургия. — 2012. — Вып. 3(28). — С. 79–83.
7. Лигатуры (мастер сплавы) на основе меди [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/URL: <http://lityo.com.ua/materialy/shixta/98-kompanii/ooo-sac-инженерная-компания/360-лигатуры-мастер-сплавы-на-основе-медию>. — 02.11.2011.
8. Copper: Preliminary Data for July 2013 [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: <http://www.icsg.org/index.php/press-releases/finish/114-monthly-press-release/1626-2013-10-22-monthly-press-release>. — 20.11.2013.
9. Copper: Market Forecast 2013–2014 [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: <http://www.icsg.org/index.php/press-releases/finish/113-forecast-press-release/1605-2013-10-icsg-forecast-press-release>. — 20.11.2013.
10. Особенности плавки медных сплавов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/URL: <http://nagrada.pp.ua/liteika/103-plavcu>. — 27.07.2015.
11. The World Copper Factbook 2013 [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: <http://www.icsg.org/index.php/press-releases/finish/170-publications-press-releases/1188-2013-world-copper-factbook>. — 20.11.2013.
12. ГОСТ 767-91. Межгосударственный стандарт. Аноды медные [Текст]. — М.: Издательство стандартов, 1992. — 16 с.
13. ГОСТ 31382-2009. Межгосударственный стандарт. Медь. Методы анализа [Текст]. — М.: Стандартинформ, 2010. — 28 с.
14. Методы спектрального анализа. Эмиссионный и абсорбционный методы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/URL: http://studme.org/1685030328693/bzhd/metody_spektralnogo_analiza_emissionnyu_absorbtsionnyu_metody. — 03.10.2014.
15. ГОСТ 9717.1-82 — ГОСТ 9717.3-82. Медь. Методы спектрального анализа [Текст]. — М.: Издательство стандартов, 1982. — 7 с.
16. Прокопович, И. В. Информационный метод измерения тепловых параметров по инфракрасным потокам от поверхностных детали [Текст] / И. В. Прокопович, Ю. В. Шихирева, М. А. Духанина, А. В. Шмараев // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології та інформаційна безпека в науці, техніці та навчанні «Інфотех-2013». Севастополь, 9–13 вересня 2013. — С. 53–54.
17. Савельева, О. С. Підвищення надійності систем дистанційного діагностування [Текст] / О. С. Савельева, О. Л. Становський, Д. О. Пуріч // Наукові вісті «Галицька академія». — Івано-Франківськ, 2009. — № 15(1). — С. 58–63.
18. Становский, А. Л. Разработка методов оптимизации тепло-массообмена с помощью фрактальных сверток компьютерных томограмм [Текст] / А. Л. Становский, О. С. Савельева, И. В. Прокопович, А. В. Торопенко, М. А. Духанина // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2014. — № 5/5(71). — С. 4–9. doi:10.15587/1729-4061.2014.27978
19. Иофис, Е. А. Синтез цвета [Текст]: энциклопедия / под ред. Е. А. Иофиса // Фотокниотехника. — М.: Советская энциклопедия, 1981. — 342 с.
20. Свет и цвет [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/URL: <http://www.myshared.ru/slide/179154/>. — 25.12.2014.
21. Что такое инфракрасное излучение [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/URL: <http://www.uborgsauna.ru/theory/whatir.htm>. — 20.02.2012.
22. Брамсон, М. А. Инфракрасное излучение нагретых тел [Текст]. — М. А. Брамсон. — М.: Наука, 1964. — 225 с.
23. Спектральная лаборатория [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/URL: <http://www.ruscastings.ru/work/168/172/192/1254>. — 13.12.2014.
24. Климишин, И. А. Спектрограф [Текст] / за заг. ред. И. А. Климишина, А. О. Корсунь // Астрономічний енциклопедичний словник. — Львів: ЛНУ-ГАО НАНУ, 2003. — 449 с.

РОЗРОБКА МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ЛИТТЯ МІДНИХ АНОДІВ

Литі мідні аноди — проміжний технологічний продукт виробництва електролітичної міді. Від стану їхньої поверхні залежить конкурентоспроможність продукту, а отже, цей стан має постійно контролюватися шляхом безпосереднього вимірювання кожного виливка. Запропоновані методи такого вимірювання, які полягають в отриманні відображень від об'єкта та їхньої комп'ютерної класифікації на групи, межі яких визначаються спектральним аналізом металу.

Ключові слова: литий мідний анод, методи вимірювання якості, обробка відображень, паралелепипед якості, спектральний аналіз.

Становський Олександр Леонідович, доктор технічних наук, професор, кафедра нафтогазового та хімічного машинобудування, Одеський національний політехнічний університет, Україна, e-mail: stanovsky@mail.ru.

Прокопович Ігорь Валентинович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технологій та управління литейними процесами, Одеський національний політехнічний університет, Україна, e-mail: igor.prokopovich@gmail.com.

Пуріч Дмитрій Олександрович, кандидат технічних наук, кафедра автомобільного транспорту, Одеський національний політехнічний університет, Україна, e-mail: dpurich@ukr.net.

Швец Павел Степанович, кандидат технічних наук, кафедра електричних машин, Одеський національний політехнічний університет, Україна, e-mail: pshvets@mail.ru.

Шмараєв Олександр Васильович, кафедра металорежущих станків, метрології та сертифікації, Одеський національний політехнічний університет, Україна, e-mail: schmaraev@gmail.com.

Бондаренко Віктор Владиславович, кафедра радіотехнічних систем, Одеський національний політехнічний університет, Україна, e-mail: snov_dog@ukr.net.

Становський Олександр Леонідович, доктор технічних наук, професор, кафедра нафтогазового та хімічного машинобудування, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Прокопович Ігорь Валентинович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технологій та управління ливарними процесами, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Пурич Дмитро Олександрович, кандидат технічних наук, кафедра автомобільного транспорту, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Швец Павло Степанович, кандидат технічних наук, кафедра електричних машин, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Шмараєв Олександр Васильович, кафедра металорізальних верстатів, метрології та сертифікації, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Бондаренко Віктор Володимирович, кафедра радіотехнічних систем, Одеський національний політехнічний університет, Україна.

Stanovskyi Alexandr, Odessa National Polytechnic University, Ukraine, e-mail: stanovsky@mail.ru.

Prokopovich Igor, Odessa National Polytechnic University, Ukraine, e-mail: igor.prokopovich@gmail.com.

Purich Dmitro, Odessa National Polytechnic University, Ukraine, e-mail: dpurich@ukr.net.

Shvets Pavel, Odessa National Polytechnic University, Ukraine, e-mail: pshvets@mail.ru.

Schmaraev Oleksandr, Odessa National Polytechnic University, Ukraine, e-mail: schmaraev@gmail.com.

Bondarenko Viktor, Odessa National Polytechnic University, Ukraine, e-mail: snow_dog@ukr.net

УДК 005.8:331.45

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.47977

**Москалюк А. Ю.,
Пурич В. Н.**

МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Разработана модель процесса управления охраной труда, которая осуществляется через реализацию проектов охраны труда. Применение проектно-ориентированного подхода в управлении охраной труда обоснованно применением международных стандартов по управлению проектами и рекомендаций Международной Организации Труда (МОТ).

Ключевые слова: охрана труда, проект охраны труда, условия труда, проактивное управление.

1. Введение

Обществу необходимы промышленные технологии, оно не может существовать без плодов цивилизации подобно утопическому мифу об обществе без опасности и угроз. Таким образом, проблема производственного травматизма будет существовать всегда, но ее разрешение требует все более глубокого понимания причин его возникновения, а следовательно, и более совершенных методов его профилактики.

Сущность управления охраной труда заключается в выработке системы мер, обеспечивающих получение объективной информации об объекте управления, для выработки и принятия управленческого решения по изменению его состояния на более приемлемое (безопасное).

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Существующая практика разработки и внедрения мероприятий охраны труда, позволяющих снизить вероятность несчастного случая, как правило, состоит из совершенствования техники и технологий, создания и применения индивидуальных и коллективных средств защиты, оптимизации санитарно-гигиенических условий труда, обучения безопасным приемам и способам выполнения работ, разработки инструкций по охране труда, соблюдение которых обеспечивает необходимый уровень безопасности.

Произведенный анализ данных по травматизму [1] и результаты научных исследований таких, как [2, 3] и зарубежных авторов [4–6] показывают недостаточ-

ность этих мер. Проблемы аварийности и травматизма современного производства решить только инженерными методами невозможно, т. к. часто причиной травматизма выступают не условия труда, а опасные действия работника, допущенных к выполнению опасных видов работ.

Для выработки конструктивных, а главное эффективных мер по охране труда необходимы более глубокие представления о механизме формирования опасных ситуаций. Специалисты по охране труда и эксперты фонда социального страхования сходятся во мнении, что низкая эффективность «традиционных» мероприятий охраны труда создает повышенный уровень травматизма, обусловленный недоучетом и/или незнанием многообразных групп травмоопасных факторов.

В общем виде концепцию охраны труда можно представить как систему правовых, социально-экономических, организационно-технических, лечебно-профилактических и санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на сохранение жизни и здоровья работников (сотрудников) предприятия (рис. 1).

Главной целью взаимодействия перечисленных групп мероприятий является сохранение жизни и здоровья работников, второстепенной — повышение производительности труда.

Результаты функционирования охраны труда разнообразны и содержат в себе множество компонентов, а именно: низкий уровень травматизма, легкая тяжесть получаемых травм, незначительные отчисления в фонд социального страхования по несчастным случаям, отсутствие штрафов от проверяющих и контролирующих государственных служб, и т. д.