

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Одеський національний політехнічний університет
Херсонський політехнічний коледж

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ, НАУЦІ ТА ВИРОБНИЦТВІ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Випуск 1(1)

Одеса
АО Бахва
2012

Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві: збірник наукових праць [Текст]. — Вип. 1 — О. : АО Бахва, 2012.— 132 с. — Мов. укр., рос.
ISBN 978-966-8783-23-4

РЕДАКЦІЙНА РАДА

Оборський Г.О. д.т.н., проф., гол. редактор,

Антощук С.Г. д.т.н., проф.,

Вайсман В.О. д.т.н., проф.,

Гогунський В.Д. д.т.н., проф.,

Кошкін К.В. д.т.н., проф.,

Любчик Л.М. д.т.н., проф.,

Скатков О.В. д.т.н., проф.,

Становський О.Л. д.т.н., проф.,

Тонконогий В.М. д.т.н., проф.,

Філіппова С.В. д.екон.н., проф.,

Носов П.С. к.т.н.,

Яковенко О.Є. к.т.н., доц., заст. гол. редактора.

Друкується за рішенням Вченої ради Одеського національного політехнічного університету, протокол №1 від 30.08. 2012 р.

Комп'ютерну версію надрукованих матеріалів можна отримати на web-сайті <http://college.ks.ua/> наука і освіта

В збірник включено наукові праці за секціями:

Автоматизація і комп'ютерні технології

Актуальні проблеми науки та освіти: теорія, практика, сучасні рішення

Математичні методи в механіці, економіці, екології

Метрологія, стандартизація та сертифікація

Нові інформаційні технології в освіті та природничо-математичних науках

Розвиток соціально-економічних систем в трансформаційних умовах

Сучасні системи автоматизованого проектування

Технології, матеріали, транспорт і логістика

Управління, автоматизація і довколишнє середовище

Управління проектами та якістю

Штучний інтелект. Інтелектуальні системи

ЗМІСТ

Секція: Метрологія, стандартизація та сертифікація

- Г.А. Оборский, И.В. Прокопович, А.А. Коряченко.**
Интегральные датчики динамических характеристик песчаных литейных форм 5
- Є.О. Яковенко, Н.І. Карлова, В.Д. Гогунський.**
Формалізація вимог до сховищ знань у системах управління якістю 12

Секція: Управління проектами та якістю

- О.В. Біла, В.Д. Гогунський.**
Розробка проектів в охороні праці 16
- В.О. Вайсман, С.О. Величко, К.В. Колеснікова.**
Управління персоналом підприємства в проектно-керованій організації..... 19
- С.В. Руденко, М.В. Романенко, О.Г. Катуніна.**
Розроблення марківської моделі в управлінні проектами надання медичних послуг 25
- А.С. Коляда, С.Н. Ковешников, В.Д. Гогунский.**
Эффективность использования адаптивных подходов при разработке программного обеспечения 29
- О.Є. Колесніков, В.Д. Гогунський.**
Основні аспекти впровадження дистанційної освіти 34
- О.В. Власенко, В.В. Лебедь, В.Ю. Васильєва.**
Розробка моделі оцінки комунікацій в міжнародних проектах..... 42
- Г.Г. Оборська, Т.М. Олех.**
Застосування діаграми Ісікави для аналізу проектів зовнішніх комунікацій 48
- Е.В. Колесникова, В.М. Рязанцев, В.А. Вайсман.**
Общность областей знаний в стандартах менеджмента качества и управления проектами 52

Секція: Автоматизація і комп'ютерні технології

- А.Л. Становский, О.С. Савельева, М.Л. Герганов, Е.Ю. Лебедева.**
Проблема распознавания изоморфизма графов и обратная задача структурной надежности 56
- М.С. Сафонов, О.Є. Яковенко, С.О. Савченко.**
Використання об'єктів керування для оптимізації потоків інформації в мережевих базах даних з різною архітектурою..... 60
- Ю.І. Косенко, В.Д. Яковенко, Ю.В. Арбузова.**
Узагальнена модель показників засвоєння знань суб'єктами навчання..... 63

УДК 006.91:621.744.3

Г.А. Оборский, д.т.н., профессор,
Одесский национальный политехнический
университет,
И.В. Прокопович, к.т.н., доцент,
Одесский национальный политехнический
университет,
А.А. Коряченко,
Одесский национальный политехнический
университет

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ДАТЧИКИ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕСЧАНЫХ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ

Г.О. Оборський, І.В. Прокопович, А.А. Коряченко. **Інтегральні датчики динамічних характеристик піщаних ливарних форм.** При дослідженні складних процесів тепломасоперенесення в гетерогенних середовищах буває необхідним вимірювати не тільки їхні окремі точкові характеристики (температуру, тиск та ін.), але й інтегральні за простором, часом, властивостями. Запропонована класифікація для таких вимірювань та датчики для них.

G.O. Oborsky, I.V. Prokopovich, A.A. Korjachenko. **The integrated sensors of sandy casting molds dynamic characteristics.** At the difficult processes warm-mass-transfer in heterogeneous environments probe it happens necessary to measure not only their separate dot parameters (temperature, pressure and so), but also integrated on space, time, properties. Classification of such measurements and sensors for them are offered.

Введение. Процессы тепломассообмена в литейной форме на этапах ее изготовления и эксплуатации отличаются высокоинтенсивностью, многофакторностью и стохастичностью. Ни один из этих процессов не может быть даже на короткое время зафиксирован в пространстве или времени, поэтому проблема экспериментального измерения их параметров весьма сложна.

1. Постановка проблемы. Существует и еще одна проблема. Известные на сегодняшний день методы измерения основных показателей (температуры, давления, плотности и т.п.) – термопары, манометры и пр. – сводят результат измерения «к точке», чем существенно сужают возможность описания и учета событий, происходящих в системе. Дело в том, что для описания многих взаимодействий и их последствий необходимы интегральные характеристики: по пространству, времени и даже по контролируемым параметрам (рис. 1).

2. Анализ последних достижений и публикаций. Песчаные литейные формы изготавливают из гетерогенных материалов: в них, как минимум, присутствует огнеупорный наполнитель, связующее, влага и поры, заполненные разнообразными по составу смесями газов. Свойства каждого из этих компонентов, в свою очередь, распределены неравномерно, так что говорить о свойствах материала в целом можно только используя некоторые «эффективные», оцениваемые по производимому эффекту, как «напряжение переменного тока» характеристики: плотность,

проницаемость, теплоемкость, температуропроводность и т.п. [1].

Непосредственное измерение этих свойств возможно только косвенным, по некоторым промежуточным, измеряемым напрямую показателям с последующим пересчетом на эффективные характеристики [2].

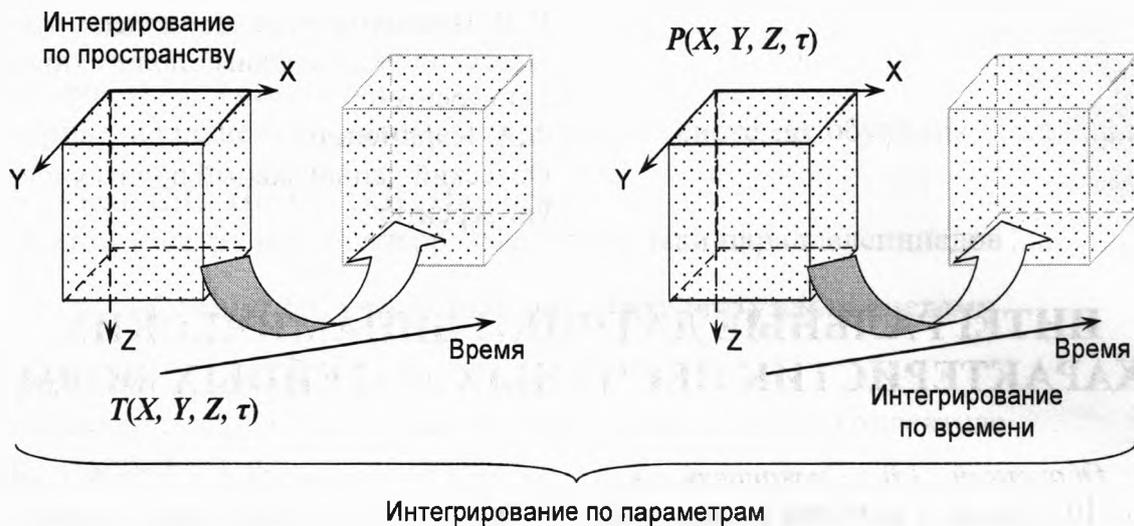


Рис. 1. Схема интегрирования динамической системы «фрагмент литейной формы» по пространству, времени и учитываемым параметрам: температуре T и давлению P .

Такое измерение предполагает необходимое или вынужденное интегрирование свойств, основанное на допущениях о гомогенности измеряемых сред, стабильности свойств на отрезках времени и пр.

3. Целью работы расширение возможности получения информации о процессах, протекающих в гетерогенных средах, путем разработки и внедрения новых интегральных методов измерений и устройств для их реализации.

4. Основной материал. Рассмотрим конкретные примеры для различных уровней интегрирования.

Измерение с интегрированием по пространству. Систематический контроль плотности оболочковых форм в целом либо отдельных ее участков затруднен из-за отсутствия эффективных методов такого контроля без разрушения формы. Метод, предложенный в данной работе, заключается в непосредственном измерении электрической емкости конденсатора, обкладки которого являются составной частью оснастки, в которой форма получена. Такой подход позволяет обеспечить стабильные геометрические параметры конденсатора и высокую точность измерений.

Емкость плоского конденсатора определяется известной зависимостью: $\tilde{N} = \epsilon \epsilon_0 S H_M^{-1}$, где ϵ – диэлектрическая проницаемость среды; $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$; S – площадь обкладок конденсатора; H_M – расстояние между обкладками конденсатора. Для конкретного конденсатора значения величины S и H_M суть постоянные, и имеет место однозначная зависимость между его емкостью и диэлектрической проницаемостью пространства между его обкладками. Если материал, заполняющий пространство неоднороден и представляет собой многофазную систему, то значение ϵ будет зависеть от диэлектрической проницаемости всех фаз и процентного (массового) их соотношения [3]. В рассматриваемом случае, если в качестве заполнителя промежутка

между пластинами конденсатора рассматривать участок оболочковой формы, суммарная диэлектрическая проницаемость последней будет определяться проницаемостью воздуха, связующей смолы и наполнительного песка (т.е. величинами постоянными в пределах данного эксперимента) и соотношение масс перечисленных компонентов, т.е., в конечном итоге, плотностью данного участка формы.

Для тарировки измерительного прибора непосредственно в размерности плотности (кг/м^3) для конкретных смесей и конкретных условий измерения была изготовлена калибровочная установка, которая состояла из конденсатора с параметрами: $S = 0,00282 \text{ м}^2$; $H_M = 0,02 \text{ м}$; моста переменного тока Р589 с точностью измерения емкости до 10^{-15} Ф и жестких соединительных проводов. Обкладки конденсатора съемные, расстояние между ними поддерживалось постоянным с помощью фторопластовой скобы.

Формирование, спекание и охлаждение до комнатной температуры образцов производилось непосредственно в обкладках, как части горячего ящика.

Емкость такой установки складывается из входной емкости измерительного прибора $C_{вх}$, емкости соединительных проводов $C_{пр}$ и собственно емкости плоского калибровочного конденсатора C_k : $C_y = C_{вх} + C_{пр} + C_k$.

Значения $C_{вх}$ и $C_{пр}$ являются постоянными для конкретного исследования и определяются непосредственным измерением при снятом конденсаторе.

Перед проведением вычислений величину $C_{вх} + C_{пр}$ вычитали из измеренного значения C_y .

Оценку погрешности измерения за счет нарушения конфигурации конденсатора осуществляли отдельно по двум параметрам взаимного расположения обкладок.

Процент ошибки при неточности в установке расстояния между обкладками H_M на величину ΔH_M определяли по формуле:

$$\frac{\Delta C}{C} (\%) = \frac{100 \Delta H_M}{H_M + \Delta H_M}, \quad (1)$$

а процент ошибки измерения от взаимной непараллельности обкладок по формуле:

$$\frac{\Delta C}{C} (\%) = 100 \left(1 - \int_{-l/2}^{l/2} \frac{dx}{H_M + x \operatorname{tg} \alpha} \right) = 100 \left(1 - \frac{H_M \operatorname{ctg} \alpha}{l} \ln \frac{2H_M + l \operatorname{tg} \alpha}{2H_M - l \operatorname{tg} \alpha} \right), \quad (2)$$

где l – размер обкладки в плоскости перекося; α – угол между обкладками.

Рассчитанные по формулам (1) и (2) погрешности при стандартных допусках на размер H и угол α даже по шестому классу точности не превосходят 2 – 3 %.

Измерение с интегрированием по пространству и времени. Как известно, сложные физико-химические процессы протекают во времени, недостаток которого зачастую приводит к фиксации неравновесных состояний системы.

Поэтому при анализе процессов, происходящих в системе «отливка – форма», время является важнейшим фактором. Так, мало нагреть некоторый объект до температуры физического или химического преобразования, – необходимо при этой температуре выдержать этот объект для его завершения.

Это значит, что мало иметь информацию о максимальной температуре, которую достигал объект, необходимо также знать, сколько времени длилось такое состояние, измерять некоторую интегральную характеристику температуры во времени, т.е.

фактично, измерять *энергию*, полученную объектом в процессе нагрева.

Аналогично, для диагностики нарушений важно иметь сведения об истории изменения давления газов в форме, т.е. также некоторую его интегральную характеристику.

Это открывает новые возможности для нестандартных подходов с точки зрения техники измерения и конструкции применяемых для этого датчиков, в частности, предложить идентификаторы прошедшего состояния, преобразование чувствительных элементов которых, позволяет впоследствии (после завершения процесса) интегрально судить о состояниях, в которых находился этот элемент.

Благодаря этому, такие сложные для интегральной оценки промежуточные показатели, как температура формы и время, на протяжении которого она воздействовала, давление газов в порах формы и пр., выводятся в список выходных, что, в свою очередь, позволяет отказаться от практически в реальном производстве невыполнимой идеи что-либо измерять в форме в процессе охлаждения отливки.

В качестве примера такого чувствительного элемента *для температуры и времени нагрева* в работе служил столбик исходной песчано-смоляной смеси (это удобно, т.к. при литье в песчано-смоляные формы не приходится специально готовить смесь для датчиков) или столбик порошка легкоплавкого стекла. Порошки находятся в специальной оснастке-датчике, позволяющей с одной стороны нагревать столбик внутри исследуемого объекта, а с другой, – прикладывать к нему механическое сжимающее усилие (рис. 2).

Датчик устанавливается в форму так, как это показано на рис. 3 а, б (в работе это делали вручную, но при необходимости, процесс можно механизировать).

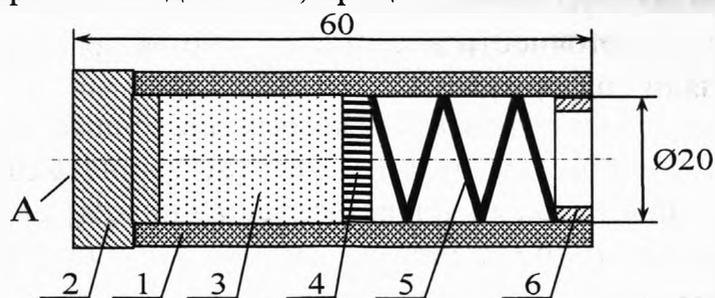


Рис. 2. Схема датчика прошедшего состояния системы «отливка – форма»:

- 1 – керамический стакан; 2 – металлическое (медное) дно;
- 3 – столбик порошка чувствительного элемента;
- 4 – пористый металлокерамический поршень; 5 – пружина; 6 – упор.

При поступлении тепла со стороны поверхности А (рис. 2) столбик порошка односторонне нагревается, при этом его физико-химическое состояние (размягчение смолы с последующей ее поликонденсацией) изменяется не одновременно, а по мере его прогрева от металлического дна прибора.

Известно [4], что при торцевом нагреве и сжатии столба *песчано-смоляной смеси* возможно образование двух слоев различной плотности (рис. 3 в): результат цепочки физико-химических процессов: исходного сжатия «сухой» смеси и «пластичного» сжатия смеси, у которой связующее – новолачная мономерная смола – находится в размягченном от нагрева состоянии.

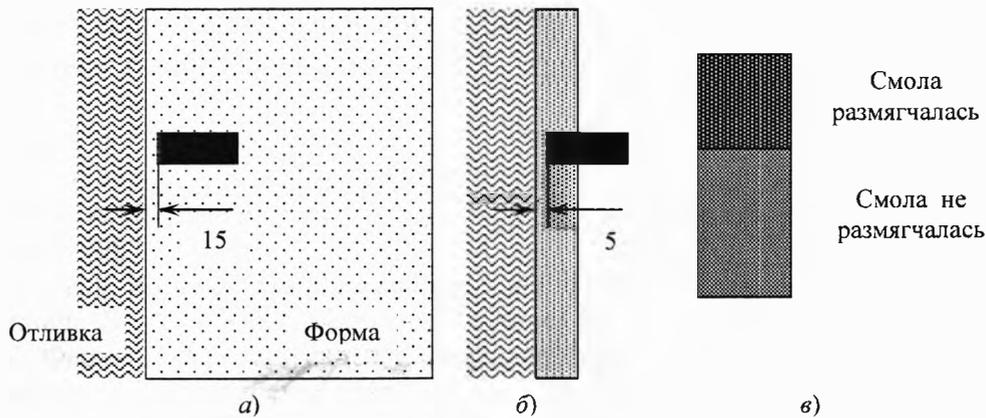


Рис. 3. Схема установки датчиков в песчано-глинистую (а) и песчано смоляную (б) формы и состояние датчика после выбивки (в).

Дальнейший нагрев за счет поликонденсации смолы фиксирует эти состояния чувствительного элемента.

Также два слоя образуются в этих условиях у столбика *порошка стекла*, только механизм такого расслоения иной – физический процесс уплотнения прогретого слоя стекла из-за его оплавления под механической нагрузкой сжатия.

Изменения в состоянии чувствительного элемента не могут быть легко измерены ни в процессе литья, ни после его окончания, однако существует один показатель прямого измерения – его *газопроницаемость*, по величине которой можно судить о процессе в целом.

Такую газопроницаемость измеряли с помощью стандартного прибора модели 04315 после извлечения датчика из остатков формы, при этом время между извлечением и измерением не влияло на его результат.

Основные данные прибора: диапазон измерений 30 – 300, 300 – 1000 единиц газопроницаемости, давление воздуха под колоколом $980,7 \pm 9,8$ Па, абсолютная погрешность в пределах измерений: 30 – 300 ± 15 ед., 300 – 1000: ± 50 ед. Узел для установки датчика представляет собой переделанный под диаметр гильзы 20 мм обрезиненный усеченный конус с центральным и боковым каналами.

Естественно предположить, что газопроницаемость элемента будет некоторой интегральной функцией температуры и времени нагрева чувствительного элемента:

$$\bar{\Gamma} = f \left(\int_0^{\tau_k} T(\tau) d\tau \right), \quad (3)$$

где Γ – газопроницаемость, ед; τ_k – время окончания наблюдения, с; T – температура в контрольной точке, К.

На рис. 4 представлены калибровочные кривые интегрального датчика температуры.

Измерение с интегрированием по пространству, времени и параметрам.

Как видно из рисунка, итоговая газопроницаемость Γ , а значит, и интегральная характеристика по пространству и времени, не отражает однозначно картину фактического изменения формы во времени наблюдения.

Поэтому такой показатель, сам по себе, не может служить прямым основанием для диагностики нарушения технологического режима.

Поэтому в работе его использовали как отдельный элемент входа интеллектуальной системы обработки данных измерения двух параметров.

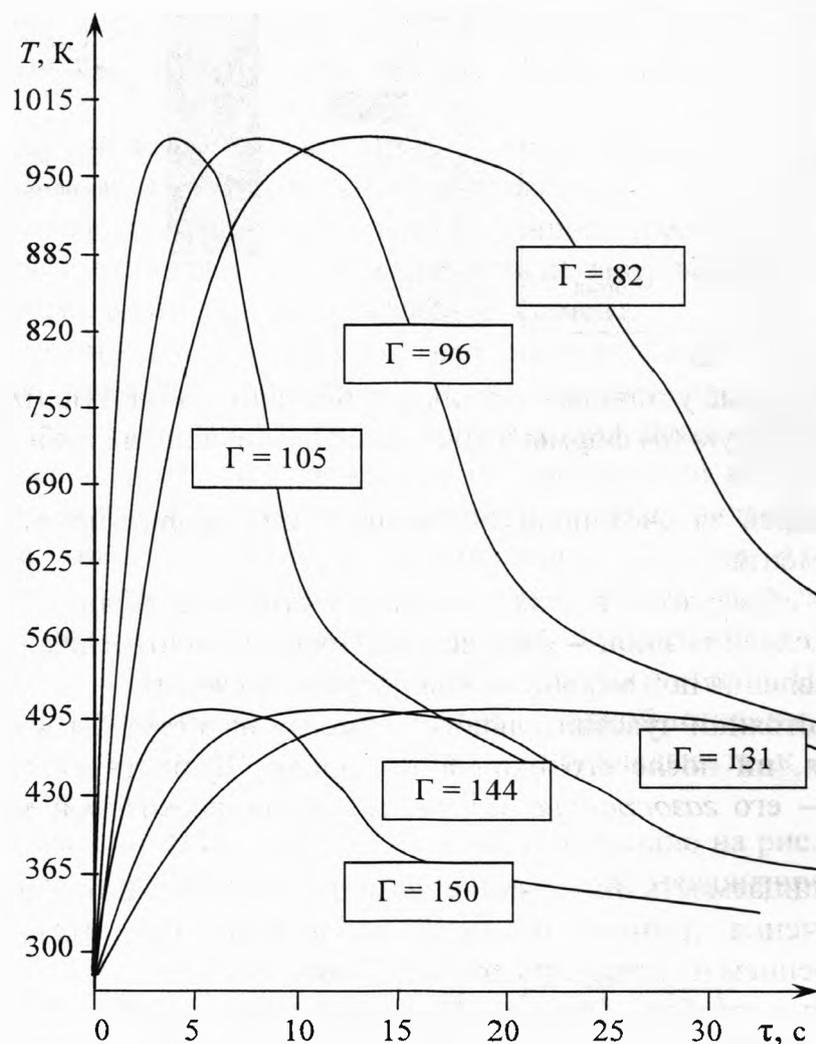


Рис. 4. Калибровочные кривые интегрального датчика температуры.

В качестве дополнительного датчика *давления газов в форме* в работе служил датчик давления фирмы Freescale модели MPXV5004, имеющий выходной сигнал по напряжению.

Датчик основан на интегральных чувствительных элементах из монокристаллического кремния.

Кремниевые преобразователи имеют высокую чувствительность благодаря изменению удельного объемного сопротивления полупроводника при деформировании давлением.

Преобразователь давления расположен в герметичном металло-стеклянном корпусе, с разделительной диафрагмой из нержавеющей стали, передающей давление измеряемой среды посредством кремнийорганической жидкости [5].

Выводы. В литейном цехе ОАО «Бердичевский машиностроительный завод «Прогресс» было проведено испытание подсистемы повышения качества отливок путем интеллектуального мониторинга технологии литейного производства. В качестве объекта испытания использовали технологический процесс литья стальных отливок «Корпус» в песчаные формы. В результате испытания установлено, что использование новых методов измерений позволило за счет эффективного мониторинга технических и

организационных нарушений технологического процесса литья уменьшить количество дефектных отливок приблизительно на 42 % от начального значения.

Литература

1. Михайлов, А.М. Литейное производство / А.М. Михайлов, Б.В. Бауман, Б.Н. Благов. – М.: Машиностроение. – 1987. – 258 с.
2. Куманин, И.Б. Вопросы теории литейных провесов. – М.: Машиностроение, 1978. – 216 с.
3. Аксенович, Л. А. Физика в средней школе: Теория. Задания. Тесты / Л.А. Аксенович, Н.Н.Ракина, К.С. Фарино. – Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2004. – С. 240 – 242.
4. Становский, А.Л. Повышение качества проектирования специальных способов литья / Дисс. ... докт. техн. наук: 05.16.04. – Одесса: ОПИ, 1992. – 299 с.
5. Вавилов, В.Д. Интегральные датчики давления. Конструкция и технология / В.Д. Вавилов, П.Ф. Кругликов, Ю.А. Толочков. – М.: МАИ, 2001. – 48 с.

Наукове видання

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ, НАУЦІ ТА ВИРОБНИЦТВІ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Випуск 1(1)

2012

Автоматизація і комп'ютерні технології
Актуальні проблеми науки та освіти: теорія, практика, сучасні рішення
Математичні методи в механіці, економіці, екології
Метрологія, стандартизація та сертифікація
Нові інформаційні технології в освіті та природничо-математичних науках
Розвиток соціально-економічних систем в трансформаційних умовах
Сучасні системи автоматизованого проектування
Технології, матеріали, транспорт і логістика
Управління, автоматизація і довколишнє середовище
Управління проектами та якістю
Штучний інтелект. Інтелектуальні системи

Відповідальний за випуск: О.Є. Яковенко

*Видано в авторській редакції
з наданого оригінал-макету*

Підписано до друку 21.11.12. Формат 60×84/8. Ум. друк.арк. 15,86.
Обл.-вид. арк. 9,61 Наклад 300 пр. Зам. № 1786.

Видавець та виготовлювач АО БАХВА
(свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 145 від 11.08.2000)
65044, Україна, м. Одеса, пр-т. Шевченка, 1, корп.5
тел./факс (048) 777-43-50, e-mail: mail@bahva.com
www.bahva.com, www.vuzkniga.ua