

Е.Я.Швец, Е.Н.Киселев, В.Л.Костенко

МОДЕЛЬ РАДИАЦИОННО-УСТОЙЧИВЫХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Запорожская государственная инженерная академия

Подано результати модельних досліджень датчиків для контролю теплофізичних параметрів технологічних процесів з використанням твердотільних приладових структур. Визначено характеристики перетворення датчиків з урахуванням взаємодії іонізуючого випромінювання.

Представлены результаты модельных исследований датчиков для контроля теплофизических параметров технологических процессов на основе твердотельных приборных структур. Определены характеристики преобразования датчиков с учетом воздействия ионизирующего излучения.

Широкое распространение методов контроля и управления в современной металлургии ставит задачи внедрения новых типов датчиков, в том числе датчиков теплофизических параметров технологических процессов. При этом актуальными являются работы по созданию высоконадежных датчиков на основе твердотельных приборных структур, изготовленных с использованием микроэлектронной технологии.

Авторами проведены модельные исследования адаптивных микроэлектронных датчиков лучистой энергии на основе комбинированных твердотельных структур (КТС) [1]. В модель введены параметры, характеризующие радиационную стойкость датчиков.

Базовая модель датчика, содержащая схемотехническую модель КТС и физическую модель подсистемы чувствительный элемент - преобразовательный элемент [1], дополнена моделью биполярного элемента КТС, которая учитывает фототоки. В основу модели положены известные положения физики ионизационных процессов в полупроводниках, согласно которым результирующий ионизационный ток в момент облучения может быть найден суперпозицией нормального прямого тока и двух компонент ионизационного тока

При таких предположениях мгновенная компонента ионизационного тока будет определяться шириной обедненной области и скоростью генерации пар электрон-дырка, а запаздывающая компонента - градиентом концентрации неосновных носителей в p - и n -областях. Соответствующие градиенты концентрации носителей определяются путем решения уравнений непрерывности для p - и n -областей.

Для прямоугольного импульса с амплитудой G и длительностью t_n величина ионизационного тока определяется из выражения

при $0 \leq t \leq t_n$

$$i_n(t) = g \cdot A_{pn} \cdot G \cdot \left[\omega_{pn} + \sqrt{D_p \cdot \tau_p} \cdot \operatorname{erf} \left(\frac{\sqrt{t}}{\tau_p} \right) + \sqrt{D_n \cdot \tau_n} \cdot \operatorname{erf} \left(\frac{\sqrt{t}}{\tau_n} \right) \right] \quad (1)$$

при $t > t_n$

$$i_n(t) = g \cdot A_{pn} \cdot G \cdot \left[\sqrt{D_p \cdot \tau_p} \cdot \left[\operatorname{erf} \left(\frac{\sqrt{t}}{\tau_p} \right) - \operatorname{erf} \left(\frac{\sqrt{t-t_n}}{\tau_p} \right) \right] + \sqrt{D_n \cdot \tau_n} \cdot \left[\operatorname{erf} \left(\frac{\sqrt{t}}{\tau_n} \right) - \operatorname{erf} \left(\frac{\sqrt{t-t_n}}{\tau_n} \right) \right] \right], \quad (2)$$

где g - заряд электрона; A_{pn} - площадь поперечного сечения перехода; D_p, D_n - коэффициенты диффузии основных и неосновных носителей соответственно; τ_p, τ_n - время жизни основных и неосновных носителей соответственно.

Зависимости (1) и (2) могут быть предварительно рассчитаны на ЭВМ с использованием стандартной математической функции Фортрана - интеграла ошибок $\operatorname{erf}(x)$ и задаваться в табличном виде средствами входного языка программы схемотехнического проектирования, как генератор тока [2,3].

Результаты моделирования датчика представлены на рис.1. Достоверность полученных данных подтверждается при макетировании датчика по методике, предложенной в работе [4].

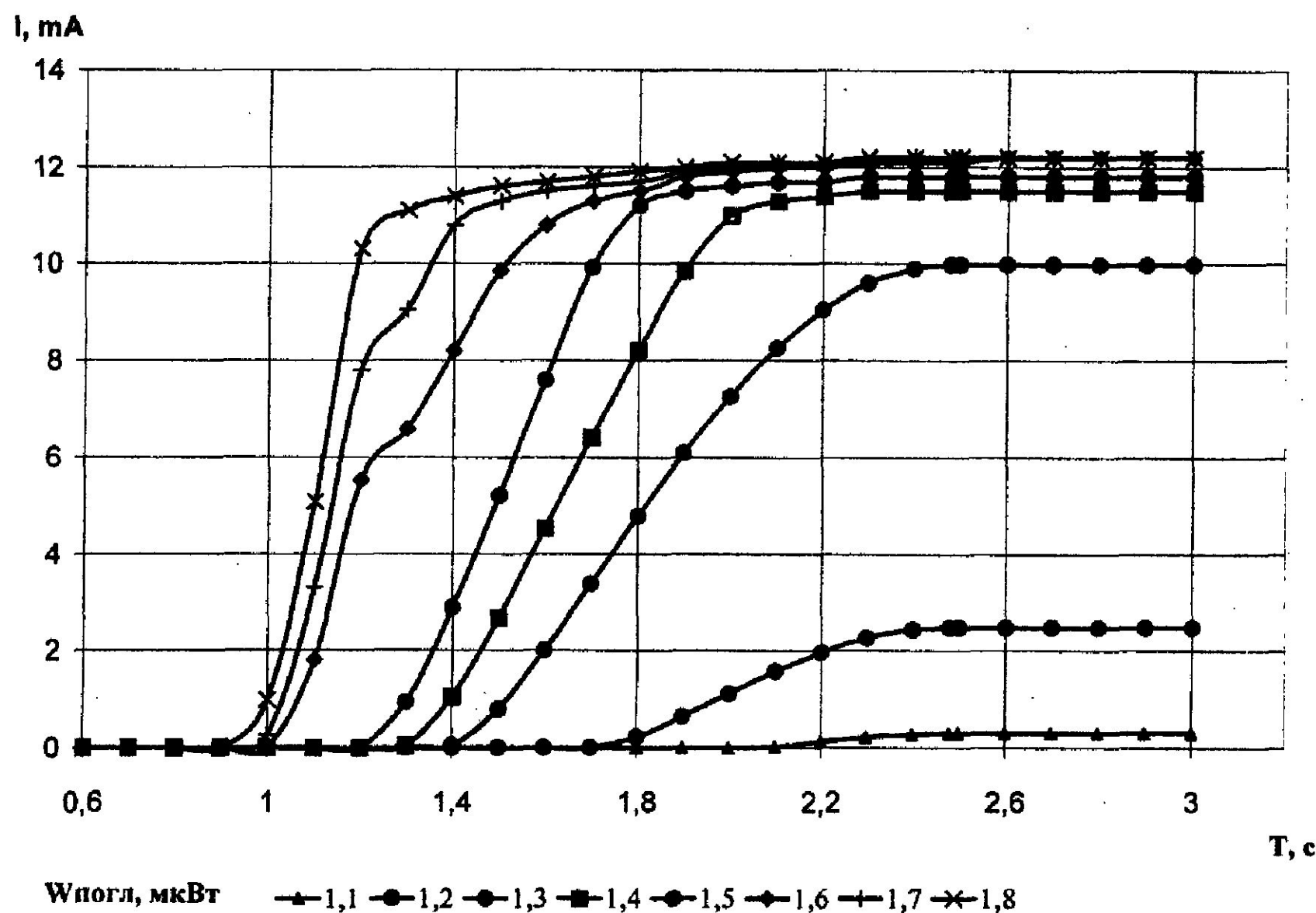


Рисунок 1 - Временная диаграмма выходного тока датчика при различных уровнях поглощаемой мощности излучения

Использование предлагаемой модели дает возможность синтезировать конструкции датчиков с повышенной радиационной устойчивостью при сохранении основных эксплуатационных и массогабаритных показателей базового варианта [5]. Результаты исследований могут быть использованы при разработке систем контроля и управления температурными режимами металлургического производства, а также в качестве элементов тепло- и энергосберегающих систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Костенко В.Л. Комбинированные твердотельные структуры и микроэлектронные сенсоры. - Запорожье: ЗГИА, 1997. - 109 с.
2. Комплекс программы электрического анализа электронных схем ЭЛАИС / Под ред. А.Я.Архгельского. - М.: МИФИ, 1982. - 232 с.
3. Коршунов Ф.П., Гатальский Г.В., Иванов Г.М. Радиационные эффекты в полупроводниковых приборах. - М.: Атомиздат, 1969. - 188 с.
4. Дослідження взаємодії НВЧ випромінювання з комбінованими твердотільними структурами мікроелектронних сенсорів: Звіт про НДР № держ. реєстр. 0198U007691, керівник - Костенко В.Л. - Запоріжжя: ЗДІА, 2000. - 105 с.
5. Костенко В.Л., Киселев Е.Н. Авторегулируемые датчики оптико-физических величин / Тематическая подборка и Материалы Первой промышленной международной научн.-техн. конф. «Эффективность реализации научного, ресурсного и промышленного потенциала в современных условиях». - Киев: УИЦ «НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИЯ», 2001. - С.172-173.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
Запорожская государственная инженерная академия

МЕТАЛЛУРГИЯ

(Сборник научных трудов)

Выпуск 6

Запорожье 2002

Главный редактор Ревун М.П., *д-р техн. наук*

Редакционная коллегия: Воронкова В.Г. *д-р филос. наук*, Жук А.Я., *канд. техн. наук*, Качан Ю.Г., *д-р техн. наук*, Колесник Н.Ф., *д-р техн. наук*, Колобов Г.А., *канд. техн. наук*, Насекан Ю.П., *канд. техн. наук*, Павленко Ю.П., *д-р техн. наук*, Павлов И.Д., *д-р техн. наук*, Пазюк М.Ю., *д-р техн. наук*, Переверзев А.В., *д-р техн. наук* (зам. гл. редактора), Пожуев В.И., *д-р физ.-мат. наук*, Порохня В.М., *д-р техн. наук*, Сальга С.Я., *д-р экон. наук*, Семенов Г.А., *д-р экон. наук*, Серета Б.П., *д-р техн. наук*, Сокольник В.И., *канд. техн. наук*, Таланин И.Е., *канд. физ.-мат. наук*, Швеиц Е.Я., *канд. техн. наук*, Яковлева И.Г., *канд. техн. наук*

УДК 669.1+669.2/8

МЕТАЛЛУРГИЯ

Сборник научных трудов / Отв. редакторы Колесник Н.Ф., Колобов Г.А.
Запорожье: ЗГИА, 2002. - Вып. 6. - 180 с.

ISBN 966-7101-18-5

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены вопросы автоматизации подготовки сырья, теоретические и технологические аспекты производства черных и цветных (алюминия, меди, свинца, редких) металлов, полупроводниковых и композиционных материалов из первичного и вторичного сырья. Приведены результаты работ в области технологии металлов (сварки, прокатки, волочения), металлургической теплотехники, промышленной экологии и маркетинга.

Сборник предназначен для научных и инженерно-технических работников металлургической отрасли, аспирантов и студентов металлургических специальностей вузов.

Ил. 91. Табл. 49. Библиогр. 207 назв.

Редакция по направлению «**МЕТАЛЛУРГИЯ**»

Ответственные редакторы: Колесник Н.Ф., *д-р техн. наук, профессор*,
Колобов Г.А., *канд. техн. наук, профессор*

Члены редакции: Иванов В.И. (техн. редактор); Михайлин В.Н., *д-р техн. наук, профессор*; Насекан Ю.П., *канд. техн. наук*, Павленко Ю.П., *д-р техн. наук, профессор*, Пазюк М.Ю., *д-р техн. наук, профессор*, Строителев И.А., *д-р техн. наук, профессор*

ISBN 966-7101-18-5

© Издательство ЗГИА, 2002

Постановлением Президиума ВАК Украины № 2/7 от 11.09.97 г. сборник научных трудов ЗГИА по направлению «Металлургия» включен в перечень изданий, в которых могут публиковаться результаты диссертационных работ в области черной и цветной металлургии

СОДЕРЖАНИЕ

М.Ю.Пазюк, В.И.Пожуев, Ю.М.Пазюк. <i>Моделирование основных закономерностей формирования структурной неоднородности стационарного слоя полидисперсного материала</i>	5
Д.В.Еременко, М.Ю.Пазюк, К.В.Козырь. <i>Закономерности распределения сыпучих материалов между бункерами при последовательном режиме работы распределительного устройства</i>	9
В.И.Пожуев, Ю.М.Пазюк. <i>Анализ закономерностей движения сыпучих материалов в разветвляющихся поточно-транспортных системах</i>	14
О.В.Ренгевич, Ю.С.Клименко. <i>Анализ современных принципов построения САУ процессом окомкования агломерационной шихты</i>	20
В.В.Шаповаленко. <i>Управление загрузкой приемных бункеров агломерационных и обжиговых машин</i>	22
В.И.Бойко, Е.Н.Зайчук, А.А.Иванов. <i>Определение параметров автокорреляционных функций</i>	25
С.М.Григорьев, Т.Н.Нестеренко, И.Е.Лукошников, Д.С.Григорьев. <i>Термодинамический анализ в системе Fe(Ni, Co, Mo)-O-H применительно к технологии металлзации окалины прецизионных сплавов (Часть 1)</i>	30
Н.Ф.Колесник, С.С.Кудиевский, И.И.Амосенок, С.И.Кудиевская. <i>Образование гидрокарбонильных комплексов в процессе термокаталитического разложения монооксида углерода</i>	35
А.Г.Пригунова, Ю.Ф.Терновой, В.Т.Зубкова, В.Н.Терехов. <i>Влияние различных способов производства на структуру и свойства инструментальных сплавов с интерметаллидным упрочнением</i>	40
С.М.Григорьев, М.С.Карпунина. <i>Разработка технологических параметров получения хромсодержащих брикетов для легирования стали</i>	44
В.Н.Михайлин, В.И.Можаев. <i>Перспективы интенсификации процессов диффузионного хромирования сталей</i>	48
Б.П.Середа, И.В.Кругляк. <i>Формирование многокомпонентных силицированных покрытий в условиях СВС</i>	54
Ю.П.Насекан, Т.В.Ярыгина. <i>Исследование свойств высокомолекулярных щелочно-алюминатных растворов</i>	56
Ю.П.Насекан, В.Н.Очинский. <i>Термографические исследования фазовых превращений оксидов алюминия при избыточных давлениях</i>	60
А.М.Вейнов. <i>Разделение изотопов ^{28}Si, ^{29}Si, ^{30}Si при модифицировании Al-Si эвтектики</i>	63
Г.А.Колобов, А.В.Дудник, С.П.Цыганков, С.Г.Егоров. <i>Технология получения марочной меди из вторичного сырья</i>	65
Н.С.Крысенко, В.И.Шишкин, К.А.Черевык, Е.Н.Крысенко, В.П.Падалка. <i>Исследование процесса брикетирования свинецсодержащих пылей</i>	70
Г.А.Колобов, В.В.Лебедев, А.П.Никоненко. <i>Новые технологии рафинирования редких металлов (Сообщение 3)</i>	74
Ю.В.Трубицын, Д.И.Левинзон. <i>Основные направления в получении сверхчистых монокристаллов кремния</i>	78
Л.А.Хлебникова, Л.Г.Курченко, В.М.Пряхина, Т.Л.Алейникова, Л.Н.Муравьева. <i>Использование атомно-абсорбционного метода для определения железа и кремния в титане</i>	88
И.Ф.Червоный, С.Г.Егоров, В.О.Масленников. <i>Применение безразмерных критериев для описания состояния расплава кремния при БЗП</i>	90
Т.В.Критская, И.Ф.Червоный, О.П.Головко. <i>Получение монокристаллов для солнечных батарей из отходов кремниевого производства</i>	95

С.А.Воденников. Разработка многофункциональных композиционных защитно-упрочняющих барьерных слоев в графитовых материалах	98
В.А.Скачков, В.И.Иванов, О.Р.Оверчук, А.В.Карпенко. Кинетика процесса пропитки пористых углеродных материалов расплавом кремния	100
И.А.Петрик. Исследование процесса сварки титанового сплава ВТЗ-1	102
Г.А.Нарушин, А.И.Щербина, А.П.Яценко, О.А.Константинова, В.В.Павлов. Исследование эксплуатационных характеристик зубчатых накладок дробилок типа ДГТ	106
В.А.Николаев, К.В.Таратуга. Разработка устройств для создания низкочастотных колебаний проволоки при волочении	109
Май Фыок Туан, А.Я.Жук, Н.В.Коваль. Исследование влияния типа следящего золотника на статические характеристики гидропривода механизма перемещения электродов дуговой электропечи	114
В.К.Тарасов, Ю.П.Ведмедь, В.Н.Химин. Повышение надежности работы листовых прокатных станков	120
А.В.Шперный. Исследование конвективного теплообмена в рабочем пространстве многорядных печей струйного типа со сводовым отоплением (Сообщение 2)	123
В.К.Лисица. Совершенствование системы отопления многозонной методической печи	127
В.К.Лисица. Об управлении тепловой мощностью второй сварочной зоны пятizonной методической печи	131
В.С.Баздырев, В.И.Иванов, В.А.Скачков, Ю.И.Усенко, В.П.Грицай. Улучшение тепловой работы колпаковых газовых печей при отжиге стальных прутков в пакетах	135
Д.Л.Рябинин, В.М.Голубцов. Аэродинамическое сопротивление двухкамерной циклонной точки для плавки цветных металлов	141
Ю.П.Павленко, В.А.Ширинкин, И.Г.Резниченко, В.М.Печенникова, В.Б.Гаврилов. Исследование и выбор защитного покрытия для ванн цинкования	145
Н.Ф.Рябчикова, Т.П.Гурьянова, И.В.Матвеев, В.В.Шкляр, Т.А.Максимчук, М.Г.Записова. Стендовые испытания термостойких фильтровальных материалов для улавливания пыли, образующейся при выплавке титанового шлака	147
В.В.Губачев, Л.М.Евса. Исследование скоростей и давления газового потока в вихревом пылеуловителе	154
О.В.Иващенко, С.А.Федорченко. Рынок драгоценных металлов: золото	157

Краткие сообщения

Б.П.Середа, И.В.Палехова. Диффузионное насыщение железоуглеродистых сплавов титаном и никелем в нестационарных температурных условиях	164
Е.Я.Швец, Е.Н.Киселев, В.Л.Костенко. Модель радиационно-устойчивых датчиков для контроля теплофизических параметров технологических процессов	166
В.С.Баздырев, Е.Н.Крючков, А.А.Кузьменко, Р.Р.Матказина, В.И.Бахтин, С.Е.Чижов, Д.И.Середюк. О принудительной циркуляции защитной атмосферы в проходных печах с роликовым подом	168
А.П.Сидоренко. Исследование влияния шероховатости плит оросителей на работу градирен металлургических предприятий	169
Ю.П.Павленко, Б.М.Рибисайло, А.В.Бордукова. Исследование эффективности обработки орошающей жидкости газоочисток стримерным разрядом	171
В.Р.Румянцев. Электрофильтр для обезвреживания токсичных газообразных компонентов	173
В.Г.Рыжков. К расчету вентиляции производственных помещений металлургических предприятий	175
Наши авторы-юбиляры	178

Научное издание

МЕТАЛЛУРГИЯ

Выпуск 6

*Сборник научных трудов
Запорожской государственной инженерной
академии*

Ответственные редакторы

Колесник Николай Федорович
Колобов Герман Александрович

Компьютерная верстка и макетирование - Иванов В.И., Очинский В.Н.

Подписано к печати 29.08.2002.

Бумага тип. № 1. Усл. печ.л. 11,5. Уч.-изд.л. 11,5. Тираж 140 экз.

Заказ № 241

Издательство

Запорожской государственной инженерной академии

69006, г. Запорожье, пр. Ленина, 226

Напечатано в типографии ЗГИА