



СИБИРСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

SIBERIAN
FEDERAL
UNIVERSITY

СПЕЦИАЛЬНОЕ ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ – ПОДГОТОВКА СОВРЕМЕННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ

Тезисы региональной научно-технической
конференции магистрантов
19 ноября 2013 года

Электронное издание



Красноярск
СФУ
2013

УДК 378.147:62
ББК 74.484.4
С718

Ответственный за выпуск: *Е. А. Шипилова*

С718 Специальное инженерное образование – подготовка современных инженерных кадров: тезисы региональной научно-технической конференции магистрантов [Электронный ресурс] / отв. за выпуск Е. А. Шипилова. – Электрон. дан. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. – Систем. требования: РС не ниже класса Pentium I; 128 Mb RAM; Windows 98/XP/7; Adobe Reader V8.0 и выше. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-7638-2937-2

В сборник вошли тезисы докладов магистрантов – участников первой региональной конференции «Специальное инженерное образование – подготовка современных инженерных кадров». Магистранты инженерных направлений в своих

тезисах представили аналитический материал диссертационных исследований, поделились проектными разработками и опытно-конструкторскими решениями в области наукоемких производств, обозначили требования новых парадигм инженерного образования, раскрыли возможности формирования инженерных компетенций на магистерском уровне подготовки, описали опыт взаимодействия с ведущими отечественными и зарубежными промышленными организациями.

Издание подготовлено при поддержке Красноярского краевого фонда науки (ККФН)

УДК 378.147:62
ББК 74.484.4

© Сибирский
федеральный
университет, 2013

ISBN 978-5-7638-2937-2

Электронное учебное издание

Подготовлено к публикации ИЦ БИК СФУ

Подписано в свет 2.12.2013 г. Заказ 3876.
Тиражируется на машиночитаемых носителях.

Издательский центр
Библиотечно-издательского комплекса
Сибирского федерального университета
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79
Тел/факс (391)206-21-49. E-mail rio@sfu-kras.ru
<http://rio.sfu-kras.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

Вступительное слово руководителя проекта «Специальное инженерное образование» Осипенко Ольги Анатольевны зам. проректора по учебной работе Сибирского федерального университета	11
NEW WAYS FOR HIGH-LEVEL DESIGN SOC FOR PROSPECTIVE SPACECRAFTS	13
<i>Хныкин Антон Владимирович</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт космических и информационных технологий, магистерская программа «Системное проектирование космических аппаратов»</i>	
<i>Научный руководитель Кочура Сергей Григорьевич – кандидат технических наук</i>	
DEVELOPMENT OF THE PROGRAM AND ESTIMATION PROCEDURE FOR ELECTRICAL POWER CONVERT EQUIPMENT TECHNICAL RATE OF SPACECRAFT ELECTRICAL POWER SUBSYSTEM TO COMPARE THE DIFFERENT ELECTRICAL POWER CONVERT EQUIPMENT FOR MAXIMUM EFFICIENCY OF SPACECRAFT ELECTRIC POWER SUBSYSTEM	15
<i>Киселев Павел Валерьевич</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт космических и информационных технологий, магистерская программа «Системное проектирование космических аппаратов»</i>	
<i>Научный руководитель Почебут Дмитрий Владимирович – кандидат технических наук</i>	
INCREASING THE LENGTH OF SPACEWIRE CABLE FOR THE BIG SPACECRAFTS.....	17
<i>Иванов Марк Александрович</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт космических и информационных технологий, магистерская программа «Системное проектирование космических аппаратов»</i>	
<i>Научный руководитель Андреев Андрей Владимирович</i>	
АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЮВЕЛИРНЫХ ЦЕПЕЙ ИЗ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ И ИХ СПЛАВОВ	20
<i>Гайлис Юлия Дмитриевна</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, магистерская программа «Обработка давлением металлов и сплавов»</i>	
<i>Научный руководитель Сидельников Сергей Борисович – доктор технических наук, профессор</i>	
РАЗРАБОТКА НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ШТАМПОВКИ ЗАГОТОВОК ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ИЗ МЕДНЫХ СПЛАВОВ.....	25
<i>Вагнер Арсений Владиславович</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, магистерская программа «Обработка давлением металлов и сплавов»</i>	
<i>Научный руководитель Бер Владимир Иванович – кандидат технических наук, доцент</i>	

<i>АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ РК-ПРОФИЛЬНЫХ ОТВЕРСТИЙ.....</i>	29
Кондратенко Владимир Евгеньевич Сибирский федеральный университет, Политехнический институт, магистерская программа «Автоматизация конструкторско-технологического проектирования» Научный руководитель Индаков Николай Степанович – кандидат технических наук, профессор	
<i>ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОВОЛОКИ ЭЛЕКТРО-ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ПОВЫШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ.....</i>	32
Федорова Ольга Викторовна Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, магистерская программа «Обработка давлением металлов и сплавов» Научный руководитель Довженко Николай Николаевич – доктор технических наук, профессор	
<i>ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ГИБКИ ВОЛНОВОДОВ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ ДЛЯ НУЖД КОСМИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ.....</i>	35
Иванов Александр Геннадьевич Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, магистерская программа «Обработка давлением металлов и сплавов» Научный руководитель Бер Владимир Иванович – кандидат технических наук, доцент	
<i>СНИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛОЕМКОСТИ ЛОПАСТИ МИКРОГЭС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ЕЁ ГЕОМЕТРИИ.....</i>	39
Лепп Эвальд Игоревич Сибирский федеральный университет, Политехнический институт, магистерская программа «Автоматизация конструкторско-технологического проектирования» Научный руководитель Головин Михаил Петрович – кандидат технических наук, профессор	
<i>THE ANALYSIS OF THE MECHANICAL DRIVE SYSTEM AND ITS IMPACT ON THE PERFORMANCE OF A PARABOLIC ANTENNA UNIT (APU) AT THE DESIGN STAGE....</i>	44
Богорад Мирослава Сергеевна Сибирский федеральный университет, Политехнический институт, магистерская программа «Автоматизация конструкторско-технологического проектирования» Научный руководитель Лимаренко Герольд Николаевич – доктор технических наук, профессор	
<i>НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ РИСКОВ НА ОСНОВЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ГРАНИЦ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИИ</i>	46
Тетянечко Мария Ивановна Сибирский федеральный университет, Институт космических и информационных технологий, магистерская программа «Информационно-управляющие системы» Научный руководитель Добронев Борис Станиславович – доктор физико-математических наук, профессор	

<i>ВИРТУАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА</i>	48
<i>Заграбчук Сергей Феодосьевич, Курнаева Светлана Валерьевна</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Политехнический институт, магистерская программа «Электротехнологии в металлургии»</i>	
<i>Научный руководитель Тимофеев Виктор Николаевич – доктор технических наук, профессор</i>	
 <i>МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ И УСТАНОВКА ДЛЯ ИХ ИЗУЧЕНИЯ.....</i>	53
<i>Самчук Антон Павлович</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, магистерская программа «Обработка давлением металлов и сплавов»</i>	
<i>Научный руководитель Сидельников Сергей Борисович – доктор технических наук, профессор</i>	
 <i>КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ГОРЯЧЕЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ.....</i>	58
<i>Астрашабов Игорь Олегович, Белан Наталья Анатольевна</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, магистерская программа «Обработка давлением металлов и сплавов»,</i>	
<i>Научный руководитель Константинов Игорь Лазаревич – кандидат технических наук, доцент</i>	
 <i>ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА С ФОРМИРОВАНИЕМ СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ И ИХ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ</i>	62
<i>Душкин Евгений Алексеевич</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Политехнический институт, магистерская программа «Электротехнологии в металлургии»</i>	
<i>Научный руководитель Хацаюк Максим Юрьевич – кандидат технических наук, доцент</i>	
 <i>МЕТОД РАСПРОСТРАНЕНИЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКОВ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИИ</i>	67
<i>Никитин Алексей Вадимович</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт космических и информационных технологий, магистерская программа «Информационно-управляющие системы»</i>	
<i>Научный руководитель Добронец Борис Станиславович – доктор физико-математических наук, профессор</i>	
 <i>АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГИРОСТАБИЛИЗИРОВАННОГО АНТЕННОГО УСТРОЙСТВА</i>	72
<i>Симович Тамара Евгеньевна</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Политехнический институт, магистерская программа «Автоматизация конструкторско-технологического проектирования»</i>	
<i>Научный руководитель Колбасина Наталья Анатольевна – кандидат технических наук, доцент</i>	

<i>АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ.....</i>	74
<i>Кучеренко Надежда Александровна</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Политехнический институт, магистерская программа «Автоматизация конструкторско-технологического проектирования»</i>	
<i>Научный руководитель Пикалов Яков Юрьевич – кандидат технических наук, доцент</i>	
 <i>ГУМАНИТАРНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ АНТРОПНОГО ПРИНЦИПА</i>	80
<i>Иванович Мария Васильевна, Клеменкова Диана Владимировна</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, магистерская программа «Обработка давлением металлов и сплавов»</i>	
<i>Научный руководитель Жереб Владимир Павлович – доктор химических наук, профессор</i>	
 <i>РОЛЬ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРАКТИК В ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ ВУЗОВ</i>	84
<i>Категорская Татьяна Петровна</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Инженерно-строительный институт</i>	
<i>Научный руководитель Сарченко Владимир Иванович – кандидат экономических наук, доцент</i>	
 <i>ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КИСЛОРОДА В МОНОКРИСТАЛЛАХ ГЕРМАНИЯ</i>	88
<i>Евдокимова Любовь Сергеевна, Карасёв Сергей Валерьевич</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, магистерская программа «Современные методы исследования процессов и материалов»</i>	
<i>Научный руководитель Шиманский Александр Федорович – доктор химических наук, профессор</i>	
 <i>ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ СВЯЗУЮЩЕГО ПЕКА НА ВЫБРОСЫ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ПЕРЕСТАНОВКЕ ТОКОПРОВОДЯЩИХ ШТЫРЕЙ АЛЮМИНИЕВОГО ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА.....</i>	92
<i>Казанцев Александр Александрович</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, магистерская программа «Современные методы исследования процессов и материалов»</i>	
<i>Научный руководитель Никифорова Элеонора Михайловна – кандидат технических наук, профессор</i>	
 <i>ТЕРМИЧЕСКОЕ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ И ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НГК</i>	94
<i>Леонтьев Алексей Александрович</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт нефти и газа, магистерская программа «Надежность технологических машин и оборудования нефтегазового комплекса»</i>	
<i>Научный руководитель Бухтояров Владимир Викторович – кандидат технических наук, доцент</i>	

<i>АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ ОАО «НПП «РАДИО- связь»</i>	99
<i>Елисеев Дмитрий Ярославич</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Политехнический институт, магистерская программа «Автоматизированное машиностроение»</i>	
<i>Научный руководитель Головин Михаил Петрович – кандидат технических наук, профессор</i>	
<i>КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ СООТНОШЕНИЙ В БЕНСАЙДОВЫХ ГРУППАХ</i>	
<i>Шлепкин Алексей Анатольевич</i>	101
<i>Сибирский федеральный университет, Институт космических и информационных технологий, магистерская программа «Информационно-управляющие системы»</i>	
<i>Научный руководитель Добронев Борис Станиславович – доктор физико- математических наук, профессор</i>	
<i>ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО СКРУЧИВАНИЯ ПРУТКА ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПРОЦЕССА ЭКСТРУЗИИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ПРЕСС – ИЗДЕЛИЙ ИЗ СТРУЖКОВОЙ СМЕСИ МЕДИ С ДВОЙНОЙ ЛАТУНЬЮ</i>	104
<i>Роговой Антон Андреевич</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материалो- ведения, магистерская программа «Обработка давлением металлов и сплавов»</i>	
<i>Научный руководитель Загиров Николай Наильич – кандидат технических наук, до- цент</i>	
<i>НАНЕСЕНИЕ ПЛЁНОЧНЫХ УГЛЕРОДНЫХ ПОКРЫТИЙ НА КВАРЦЕВЫЕ КОНТЕНЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ</i>	109
<i>Губерт Инесса Владимировна, Васильева Татьяна Александровна, Карасёв Сергей Валерьевич</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материало- ведения, магистерская программа «Современные методы исследования процессов и материалов»</i>	
<i>Научный руководитель Симонова Наталья Сергеевна – кандидат технических наук, доцент</i>	
<i>ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДИСКОВ КОЛЕС ИЗ СПЛАВА АК7пч</i>	113
<i>Дубровская Алена Владимировна</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материало- ведения, магистерская программа «Металловедение и термическая обработка ме- таллов и сплавов»</i>	
<i>Научный руководитель Дроздова Татьяна Николаевна – кандидат технических наук, доцент</i>	
<i>ГИСТОГРАММНЫЙ ПОДХОД К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ</i>	115
<i>Пяткова Анна Александровна</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт космических и информационных технологий, магистерская программа «Информационно-управляющие системы»</i>	
<i>Научный руководитель Добронев Борис Станиславович – доктор физико- математических наук, профессор</i>	

<i>АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ.....</i>	74
<i>Кучеренко Надежда Александровна</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Политехнический институт, магистерская программа «Автоматизация конструкторско-технологического проектирования»</i>	
<i>Научный руководитель Пикалов Яков Юрьевич – кандидат технических наук, доцент</i>	
 <i>ГУМАНИТАРНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ АНТРОПНОГО ПРИНЦИПА</i>	80
<i>Иванович Мария Васильевна, Клеменкова Диана Владимировна</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, магистерская программа «Обработка давлением металлов и сплавов»</i>	
<i>Научный руководитель Жереб Владимир Павлович – доктор химических наук, профессор</i>	
 <i>РОЛЬ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРАКТИК В ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ ВУЗОВ</i>	84
<i>Категорская Татьяна Петровна</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Инженерно-строительный институт</i>	
<i>Научный руководитель Сарченко Владимир Иванович – кандидат экономических наук, доцент</i>	
 <i>ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КИСЛОРОДА В МОНОКРИСТАЛЛАХ ГЕРМАНИЯ</i>	88
<i>Евдокимова Любовь Сергеевна, Карасёв Сергей Валерьевич</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, магистерская программа «Современные методы исследования процессов и материалов»</i>	
<i>Научный руководитель Шиманский Александр Федорович – доктор химических наук, профессор</i>	
 <i>ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ СВЯЗУЮЩЕГО ПЕКА НА ВЫБРОСЫ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ПЕРЕСТАНОВКЕ ТОКОПРОВОДЯЩИХ ШТЫРЕЙ АЛЮМИНИЕВОГО ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА.....</i>	92
<i>Казанцев Александр Александрович</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, магистерская программа «Современные методы исследования процессов и материалов»</i>	
<i>Научный руководитель Никифорова Элеонора Михайловна – кандидат технических наук, профессор</i>	
 <i>ТЕРМИЧЕСКОЕ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ И ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НГК</i>	94
<i>Леонтьев Алексей Александрович</i>	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт нефти и газа, магистерская программа «Надежность технологических машин и оборудования нефтегазового комплекса»</i>	
<i>Научный руководитель Бухтояров Владимир Викторович – кандидат технических наук, доцент</i>	

<i>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОКЛАВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ДЕЗАКТИВИРОВАННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ</i>	118
Буянова Туяна Сергеевна	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, магистерская программа «Металлургия цветных металлов»</i>	
Научный руководитель Белоусова Наталья Викторовна – доктор химических наук, профессор	
 <i>ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ СОЗДАНИИ ПРЕЦИЗИОННЫХ АНТЕННЫХ РЕФЛЕКТОРОВ</i>	120
Жирнова Екатерина Александровна	
<i>Сибирский государственный аэрокосмический университет им. академика М. Ф. Решетнева, Институт машиноведения и мехатроники, магистерская программа «Метрологическое обеспечение контроля качества свойств и состава веществ, материалов и изделий»</i>	
Научный руководитель Трифанов Иван Васильевич – доктор технических наук, профессор	
 <i>СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЮВЕЛИРНЫХ ЦЕПЕЙ ИЗ СПЛАВОВ КРАСНОГО ЗОЛОТА</i>	124
Леонтьева Елена Сергеевна	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, магистерская программа «Обработка давлением металлов и сплавов»</i>	
Научный руководитель Сидельников Сергей Борисович – доктор технических наук, профессор	
 <i>ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИКИ И ЭКОЛОГИИ НА ПРИМЕРЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ.....</i>	128
Ефимова Дарья Витальевна	
<i>Сибирский федеральный университет, Политехнический институт, магистерская программа «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»</i>	
Научный руководитель Кулагина Татьяна Анатольевна – доктор технических наук, профессор	
 <i>СИМВОЛЬНЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ДАННЫХ</i>	130
Акулов Владимир Валерьевич	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт космических и информационных технологий, магистерская программа «Информационно-управляющие системы»</i>	
Научный руководитель Добронев Борис Станиславович – доктор физико-математических наук, профессор	
 <i>ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНТЕЙНЕРОВ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ ГЕРМАНИЯ МЕТОДОМ VGF</i>	133
Васильева Татьяна Александровна	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, магистерская программа «Современные методы исследования процессов и материалов»</i>	
Научный руководитель Васильева Мария Николаевна – кандидат химических наук, доцент	

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КОНЦЕНТРАТОВ МЕТАЛЛОВ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ	137
--	------------

Шайморданова Индира Халельевна

Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, магистерская программа «Металлургия цветных металлов»

Научный руководитель Белоусова Наталья Викторовна – доктор химических наук, профессор

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТОНОСНОЙ РУДЫ.....	139
---	------------

Астаева Анна Николаевна

Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, магистерская программа «Металлургия цветных металлов»

Научный руководитель Колмакова Людмила Петровна – кандидат технических наук, доцент

ОБЗОР МЕТОДОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ	142
--	------------

Кучкина Алена Валерьевна

Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, магистерская программа «Обработка давлением металлов и сплавов

Научный руководитель Бер Владимир Иванович – кандидат технических наук, доцент

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА	145
---	------------

Руйга Ирина Рудольфовна

Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, магистерская программа «Современные технологии в управлении наукоемким производством металлургического комплекса»

Научный руководитель Баранов Владимир Николаевич – кандидат технических наук, доцент

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОВОЛОКИ ИЗ НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ AL-РЗМ, ПОЛУЧЕННОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СОВМЕЩЕННОЙ ОБРАБОТКИ.....	148
--	------------

Мотков Михаил Михайлович

Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, магистерская программа «Обработка давлением металлов и сплавов»

Научный руководитель Довженко Николай Николаевич – доктор технических наук, профессор

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КРИСТАЛЛИЗАЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ГЕРМАНИЯ В КВАРЦЕВЫХ КОНТЕЙНЕРАХ С БАРЬЕРНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ.....	153
---	------------

Сивашова Надежда Константиновна

Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, магистерская программа «Современные методы исследования процессов и материалов»

Научный руководитель Васильева Мария Николаевна – кандидат химических наук, доцент

<i>ПОСЛЕДСТВИЯ РАДИАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....</i>	157
Чижевская Ольга Сергеевна	
<i>Сибирский федеральный университет, Политехнический институт, магистерская программа «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»</i>	
Научный руководитель Журавлев Валентин Михайлович – доктор физико-математических наук, профессор	
 <i>ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СПЛАВОВ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ МОКУМЕ ГАНЕ</i>	158
Желобаев Александр Владимирович.	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, магистерская программа «Обработка давлением металлов и сплавов»</i>	
Научный руководитель Беляев Сергей Владимирович – доктор технических наук, профессор	
 <i>АНАЛИЗ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ГЛИНОЗЕМА ОТ РАЗНЫХ ПОСТАВЩИКОВ.....</i>	163
Ворыльченко Ольга Геннадьевна	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, магистерская программа «Металлургия цветных металлов»</i>	
Научный руководитель Исаева Любовь Алексеевна – кандидат химических наук, доцент	
 <i>НАДДИСЦИПЛИНАРНЫЙ УРОВЕНЬ НАУЧНОГО ЗНАНИЯ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ НОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ</i>	166
Грудинина Наталья Владимировна	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения, магистерская программа «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»</i>	
Научный руководитель Меркулова Галина Александровна – кандидат технических наук, доцент	
 <i>СПОСОБЫ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ПОТОКЕ ПЛАЗМЫ</i>	168
Рыжов Дмитрий Ринатович	
<i>Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева» (СибГАУ), магистерская программа «Метрологическое обеспечение контроля качества свойств и состава веществ, материалов и изделий»</i>	
Научный руководитель Трифанов Иван Васильевич – доктор технических наук, профессор	
 <i>ЭКОНОМИКО-ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ МАГИСТРОВ: ЛОКАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ.....</i>	170
Макарчук Иван Юрьевич	
<i>Сибирский федеральный университет, Институт экономики, управления и природопользования, магистерская программа «Управление общественным сектором»</i>	
Научный руководитель Двинский Михаил Борисович – кандидат экономических наук, доцент	

Уважаемые коллеги!

Для решения задач инновационного развития России Президентом Российской Федерации определены основные приоритеты модернизации экономики, к которым, в частности, относятся повышение энергоэффективности и ресурсосбережения, развитие ядерных, космических, медицинских и стратегических информационных технологий.

Для реализации этих задач необходимо наличие высокопрофессиональных инженерных кадров.

Магистратура является самым динамично развивающимся уровнем образования в России, отвечающим этим вызовам.

В Сибирском федеральном университете в 2012 г. принята Рабочая концепция программы специального инженерного образования.

Реализация программы позволит в том числе:

- создать необходимые условия для профессионального развития участников программы;*
- разработать новую технологию подготовки современных инженеров.*

В общей рамке проекта, при поддержке Красноярского краевого фонда науки, в международный день студенчества в СФУ состоялась первая региональная конференция магистрантов инженерных направлений подготовки.

Магистранты выступили с научными проектами, с отчетами по научной работе и поделились современными инженерными мыслями с экспертной аудиторией.

Конференция вызвала живой интерес. Было заявлено около 50 докладов, в качестве участников конференции слушателями-экспертами собрались руководители магистерских программ и преподаватели магистерского уровня подготовки. Организаторы мероприятия выражают глубокую признательность руководителям магистерских программ, экспертам Сидельникову Сергею Борисовичу, Пантелееву Василию Ивановичу, Тремясову Владимиру Анатольевичу, нашедшим возможность принять участие в конференции.

В рамках конференции организаторами был проведен круглый стол по проблемам современного инженерного образования. С основными докладами выступили Баранов Владимир Николаевич, директор института Цветных металлов и материаловедения, Осипова Светлана Ивановна, научный

консультант, профессор наставник названного института и Бойко Евгений Анатольевич, директор Политехнического института.

Обсуждение строилось вокруг главных проектов: инженерное образование в идеологии международной инициативы CDIO и элитарная подготовка магистрантов инженерных направлений.

В ходе круглого стола были обозначены промежуточные результаты проектов и предложены концептуальные идеи в развитие.

Главное, на чем сошлись участники круглого стола, среди которых руководители магистерских программ проекта «Специальное инженерное образование» (Сидельников С. Б., Чеботарев В. Е., Конев Д. В., Головин М. П., Шишацкая Е. И.), директора институтов (Баранов В. Н., Бойко Е. А., Сапожников В. А.), что в части обеспечения современного инженерного образования необходимо обеспечить:

- специальную подготовку преподавательских коллективов конкретной программы;
- изменить учебные планы, обеспечив освоение принципиально важных компетенций, таких как командное проектирование, управление;
- создавать англоязычную среду студентов и преподавателей для эффективной языковой подготовки будущих специалистов.

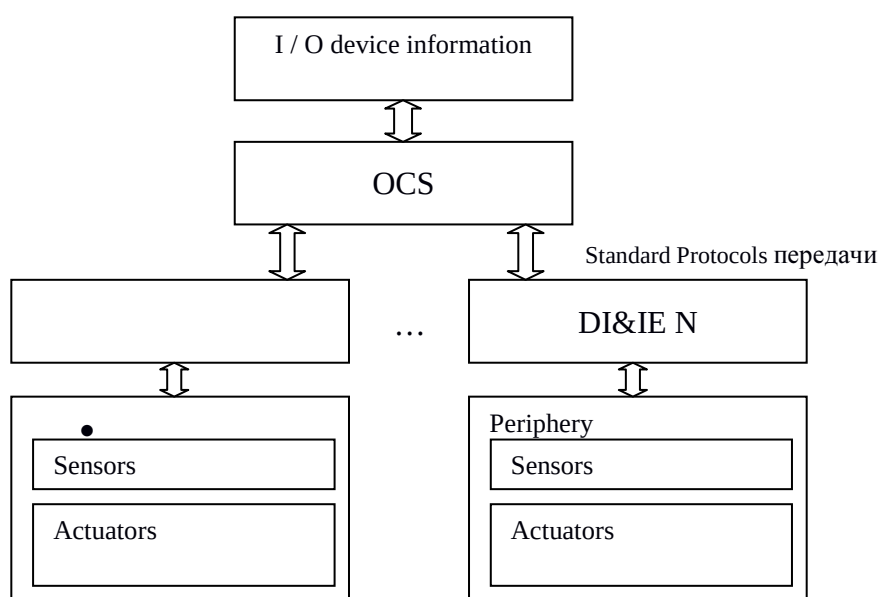
Организаторы надеются, что данное мероприятие необходимо как для апробации научных результатов магистрантов, так и в качестве дискуссионной площадки для участников из числа управленцев и преподавателей, реализующих магистерские программы по инженерным направлениям.

Осипенко Ольга Анатольевна
заместитель проректора по учебной работе,
руководитель проекта «Специальное инженерное образование»

NEW WAYS FOR HIGH-LEVEL DESIGN SOC FOR PROSPECTIVE SPACECRAFTS

A. V. Khnykin

Onboard computer system (OCS) is the integral part of modern on-board control (OBC) of the spacecraft. OBC design is reduced to conduct a difficult task in modular distribution subsystems between the performers that make it impossible to test the fully assembled system and imposes a number of restrictions on the development of these modules, such as the standardization of data transfer protocols, the overall performance of the budget executed subsystem. Besides the restrictions imposed, based on the medium in which to operate the device for space equipment critical parameter in this case is resistant to radiation. Also an important requirement is the life of the unit.



The stages of the OBC in accordance with the stages of development of electronic components are the following:

1. Fully custom development based on analog component system of the first generation (Argon);
2. Custom computing systems based on the hierarchical bus-modular, second generation systems (Argon-16, Salyut-5B);
3. Computer systems based on pre-built components based on the network structure multemachine: three-level organization of data processing and computing systems of the third generation (composition of modern ISS);
4. Computer systems based semicustom processing elements (radiation-resistant FPGAs).

At each stage, the attention is paid to various constraints imposed on the design of subsystems. In the early development of space technology budget is allocated indefinitely by the prospects and less scrutiny of the art in low requirements for the functioning period of the device, so a fully custom analog and digital solutions is quite consistent with costs. At the moment, there is a tendency to reduce the budget by increasing the service life, resulting in a more cost effective solutions are required in this area on the basis of ready-made components.

The use of prefabricated commercial integrated circuits leads to some risk due to the fact that most of them are not applicable in space at a rate of about 10 krad failures by the total cumu-

lative dose. Therefore, in the field of commercial integrated circuits (ICs) are isolated area of radiation-resistant IC.

One way to reduce the budget for the design of computing subsystems of an advanced spacecraft is to use custom and semicustom elements, namely radiation-resistant programmable logic integrated circuits (FPGAs). Sustainability of such IP reaches 1 Mrad on total accumulated dose.

OBC main site is a digital computing node (CCD), which is most often performed on the basis of custom integrated circuits ASIC due to the uniqueness of the various spacecraft. In today's advanced spacecraft being developed in Russia, as the CWU used three-channel PC-101 digital computer, the main feature of which is the fault-tolerance. Attached subsystems use standard protocols, consists of a device to collect and process information, and peripherals – sensors and actuators. Device for collecting and processing information, in turn, is a specialized computing device adapted to the tasks performed by the subsystem. Ideal basis of such a device can be a FPGA.

The main producers of radiation-resistant FPGA, supplying its products to Russia, are Xilinx iActel. There are a lot of radiation-resistant of Xilinx FPGAs include Virtex-4QV, Virtex-IIXQR, VirtexXQRiVirtex-5QV, the most modern of them is the Virtex-5QV. FPGA in this series are the most efficient and designed to withstand the hard radiation exposure – the total cumulative dose of radiation for these FPGAs is 1Mrad that with better performance than the last in a series of 3 to 10 times. Besides data FPGAs have a high level of integration, which allows their use for the design of high-performance aerospace system. One of the features of the IP is triple modular redundancy (Triple Modular Redundancy – TMR), equipment to protect memory from single failures. The basis of this method is three-fold increase in the number of memory cells, and selecting the correct stored value based on majority logic. However, this does not guarantee the absence of failures, so the manufacturer recommends to recover the correct value of a mechanism. The disadvantage of triple redundancy is a significant increase in the area. To restore the correct value schemes with feedback are used.

Actel company produces radiation-resistant single and multiple programmable FPGA. The family of one-time programmable FPGAs is RTAX-S/SL, RTAX-DSP (300 krad), RTSX-SU (100 krad). By repeatedly programmable chips are RTProASIC3, which retain the ability to reprogram the system when the absorbed radiation dose to 15kRad and keep working at the absorbed dose 25kRad.

RTAX-DSP feature is the large number of built-in hardware multiplier with accumulation, resulting in better performance when implementing arithmetic functions needed in DSPIP-blocks. Family RTSX-SU is an improved version of a series of commercial SX-A. To improve the radiation resistance of all registers RTSX-SU specialists use triple redundancy (TMR).

To sum it up we would like to say that we prototype of the board computing system which is designed to control the impulse voltage stabilization based on the evaluation board AlteraDE1 CycloneIIEP2C20. Major computing node in the system is a microcontroller core Leon3 firm Aeroflex Gaisler, based on the architecture SPARCV8. Also, there is a stable version of the kernel to crash Leon3ft. Since unification HDL languages on different platforms, the system with minor changes can be transferred to the FPGA Actel or Xilinx. Taking into consideration the results of research described in our article, we can say about possibility to build a specialized radiation-resistant onboard computer for a prospective spacecraft in near future.

**DEVELOPMENT OF THE PROGRAM AND ESTIMATION PROCEDURE
FOR ELECTRICAL POWER CONVERT EQUIPMENT TECHNICAL RATE
OF SPACECRAFT ELECTRICAL POWER SUBSYSTEM TO COMPARE
THE DIFFERENT ELECTRICAL POWER CONVERT EQUIPMENT FOR MAXIMUM
EFFICIENCY OF SPACECRAFT ELECTRIC POWER SUBSYSTEM**

P. V. Kiselev

Electrical power convert equipment (EPCE) is a complex set of devices which work is energetically connected to each other. Used as parts of the electric power subsystem (EPS) solar array wings (SAW), chemical energy storage batteries, and the spacecraft load have different laws of changing of electrical characteristics which depend on the voltage. This requires mutual agreement, implemented in EPS EPCE with the help of appropriate scheme of power spacecraft organization.

In modern spacecraft power supply with shared buses between chemical batteries, SAW and load is used. Load voltage regulation in the circuit with separated power buses is implemented in two ways: parallel and sequential.

In the parallel SAW control method SAW is directly connected to the load preventing loss of voltage stabilizing. There are three types of parallel regulators of SAW energy: with the sequential switching shunt regulator (S3R), with the transistor switch and throttle, with ballast load.

In sequential way a serial regulator is installed between the SAW bus and the load bus.

The method of control influences the energy losses in EPCE. These EPCE losses are classified into two types:

- management schemes losses;
- power circuit elements losses.

Losses of the first group don't depend on EPS load power, but losses of the second group depend on it. Thus, according to the power load the EPCE efficiency can vary widely. In this sense, from the point of view of a spacecraft design both the efficiency and EPCE heat generation in all modes are important. In this situation it is necessary to conduct a valid comparison between EPCEs in energy efficiency and to choose the best solution.

According to information written above, the purpose of the research is to develop and to define efficiency of electrical power convert equipment with different structures and power conversion principles, which describes the sequence of measurements of input and output EPCE parameters in different modes for its objective evaluation.

For comparative analysis of different types and EPS schemes we use equations that link the SAW and the load power and the equations that link the EPS mass with the load power, which are the specific efficient of EPS power in normal operation of a spacecraft.

Typically, the EPCE efficiency is not constant. The coefficient of efficiency is affected by the relation between the EPS parameters, such as the current payload power, the battery voltage, the battery charge and discharge currents, SAW currents change with the glance of SAW degradation. Therefore, the EPCE efficiency measurement program should include the efficiency measurement of its separate components – the SAW energy converter (the shunt regulator, the load voltage regulator, the battery charge regulator), the battery energy converter (the battery discharge regulator). For the SAW energy converter it is necessary to value the efficiency in the volt-ampere characteristic change range due to SAW degradation processes, when its current and voltage are being changed. For the battery energy converter it is necessary to value the efficiency in acceptable range of battery voltage. The more difficult task is measuring the battery charge regulator efficiency, because not only input parameters are changed (SAW current and voltage), but output are too (battery voltage). In the efficiency calculation of the above parts it is also ne-

cessary to consider the payload powers change from zero to nominal value. Methodology should also include methods for assessing the EPCE integral efficiency in various combinations of parts described above.

In determining the efficiency of multi-channel parallel SAW regulators it is necessary to consider mode of each regulator: short circuit, pulse-width modulation (PWM) mode, open state. However, the efficiency calculation is different from the calculation of EPCE heat generation that the efficiency calculation takes into account the energy of those generators that power the load only.

During the experimental tests of EPS to determine the EPCE efficiency there are both stationary and dynamic EPS modes. Since the dynamic processes take a little time in the life cycle of EPS, it is obvious that the efficiency should be measured in stationary modes of EPS. Therefore it is necessary to formulate requirements to determine steady state. This is mainly due to changes in temperature of EPCE units in EPS mode changing (charge – discharge, the solar section of the orbit – the shadow section of the orbit, switching on – off the load).

The experimental efficiency determination involves holding precise measurements that can be performed by measuring electrical values or calorimetric measurements. However calorimetric measurements do not provide high accuracy. Mainly they are used for objects associated with the accumulation of internal energy, such as a chemical battery. Usage of calorimetric methods for static converters is impractical, since the measurement of the input and output energy can be made by taking electrical parameters – current and voltage.

At the same time, the analog static converters in EPS of the spacecraft are hardly used. To obtain a high specific energy transformation, achieve high efficiency, pulsed (key) converters are mainly used, the work of which is accompanied by periodic processes in a wide range of frequencies. This imposes some constraints for high accuracy measurements. Therefore, in time of methodology developing it is necessary to schedule the preliminary work using a reasonable combination of oscilloscope measurement methods and measurement of precision direct current instruments.

Thus, the development of estimation procedure for electrical power convert equipment technical rate of spacecraft electrical power subsystem, taking into account all of the above limitations and characteristics is topical. Its solution has rather complicated scientific and technical problems, requires a deep knowledge of the spacecraft EPS and its components. This methodology will increase the objective comparison of different EPCE.

INCREASING THE LENGTH OF SPACEWIRE CABLE FOR THE BIG SPACECRAFTS

M. A. Ivanov

Nowadays expansion of SpaceWire cable is quite topical, because data transmission interfaces which are used on spacecraft's board are not sufficient for new requirements. Moreover standard SpaceWire cable has limited length.

Transmission data are essential to the success of every space mission. SpaceWire technology is one of the most perspective technologies for improving data transmission on the board.

Change to SpaceWire technology for designing of informational communication channels on the board of domestic satellites creates a new question set. For example, European standard ECSS-E-ST-50-12C sufficiently detailed determine requirements for cables with standard length from 1 to 10 m., however there aren't the same requirements for exceeding this length distances. At the same time for a large satellite design we need possibility to create systems with length of cable more than 10 meters.

Where can the high-length SpaceWire cable be used in large satellites? First of all it is interfaced between payload, for example high-resolution cameras. Also it can be used for radar sensor equipment, mass-memory unit and telemetry subsystem interconnections.

At present, there aren't domestic manufacturers of cables for SpaceWire on the market and there aren't firms, which apply it actively. Therefore it's reasonable to use foreign company data for analysis of more than 10m length cable application possibility. From foreign manufacturers of SpaceWire equipment we can mark out GORE company, because cable, which it produces are actively applied by American and European agencies.

American space agency specialists tested cables GORE GSC-05-81757, which correspond to SpaceWire standard requirements and GSC-05-82730, which have little more diameter of core in comparison to one required in SpaceWire standard. Characteristics of this cable are shown in table 1.

For some tests 20m cascade of cables was used, that is joined with Twinax connectors, as is shown on fig. 1.

Table 1

Cable characteristics

Characteristic	GSC-05-81757	GSC-05-82730
Core diameter	0,32	0,40
Operation temperature	from - 200 °C to + 180 °C	From - 200 °C to + 180 °C
Maximum temperature for small periods	200 °C	200 °C
Maximum weight, g/m	85	100
Signaling rate	400 Mbit/s	to 3 Gbit/s
Conductor to conductor maximum capacity pF/m	50	45
Conductor to screen maximum capacity, pF/m	90	79

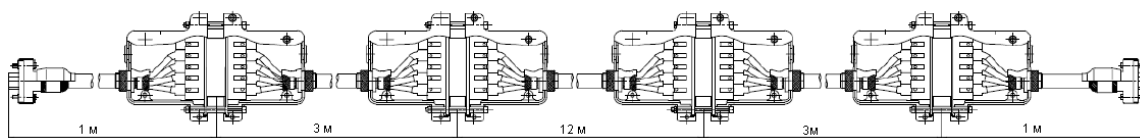


Fig. 1. 20 m cascade of cables with Twinax connectors

Results of comparison were carried out on data signaling rate 100 Mbit/s (fig. 2) and 200 Mbit/s (fig. 3). Dependence of losses bringing with cable from frequency is shown on fig. 4.

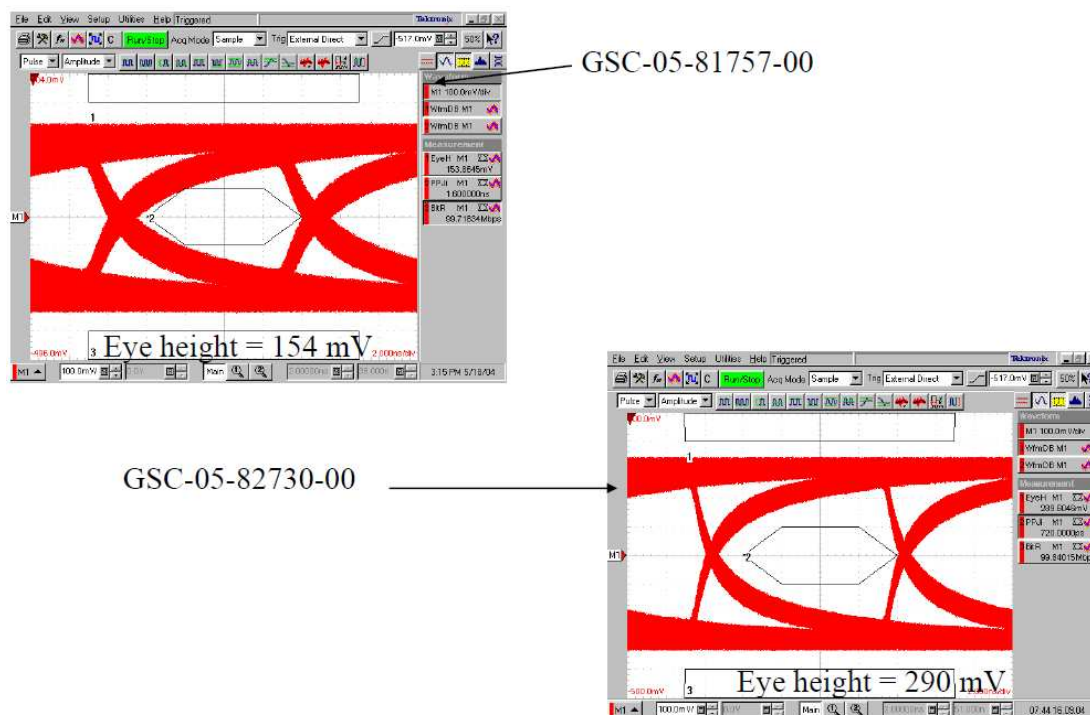


Fig. 2. Signals diagramm on 100 Mbit/s signaling rate

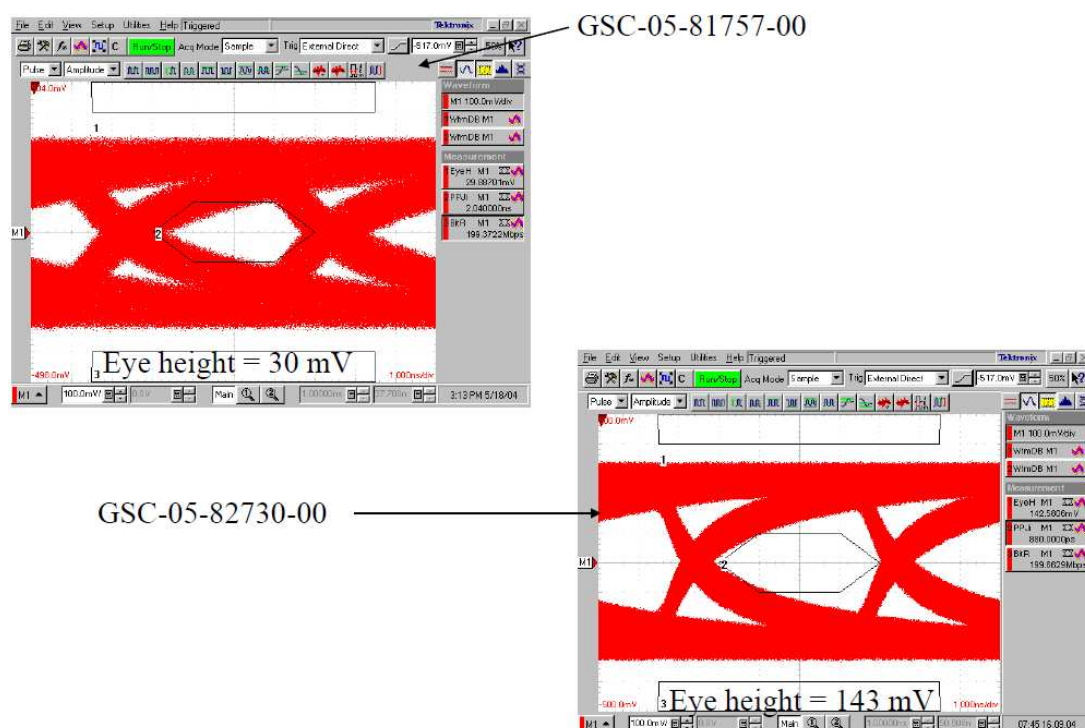


Fig. 3. Signals diagramm on 200 Mbit/s signaling rate

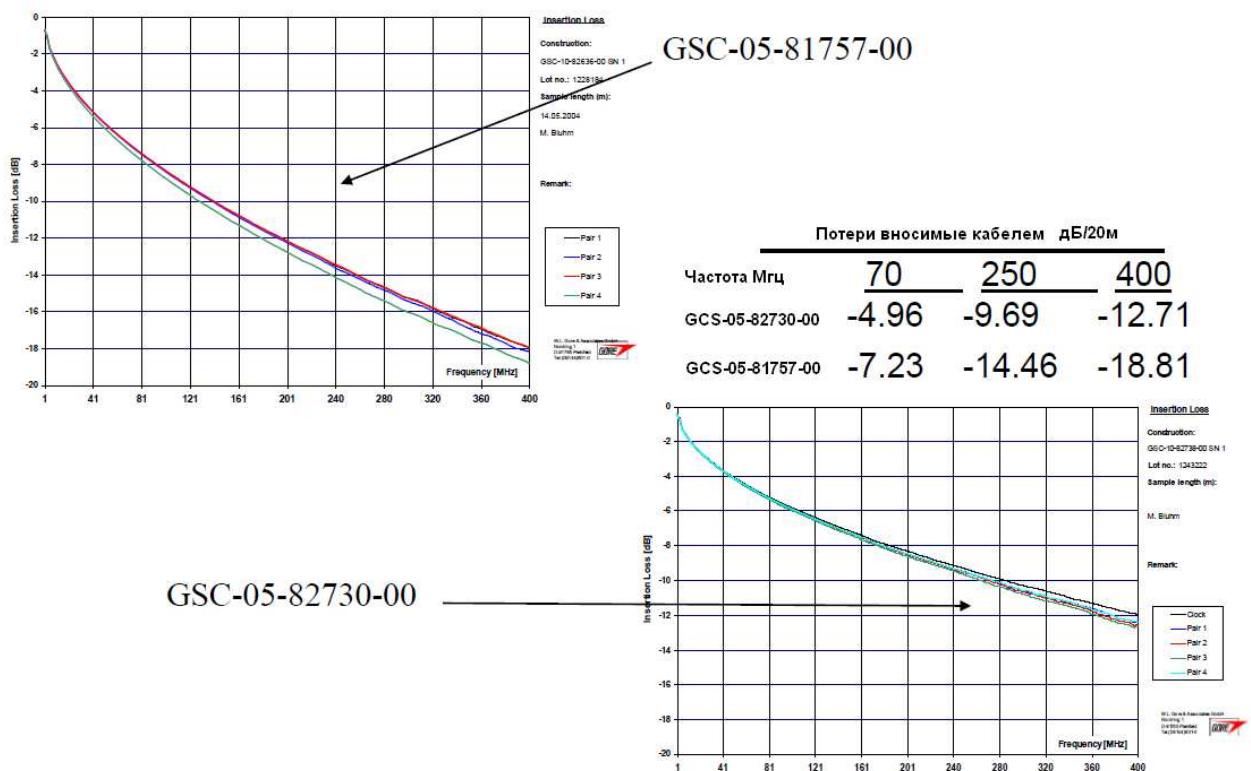


Fig. 4. Dependence of losses bringing with cable from frequency

Thereby using core with 0,4 mm diameter instead of standard one with diameter 0,32 improves channel electric characteristics greatly, notably signal quality and losses bringing with cable. Results of same tests give possibility to use SpaceWire for lengths, which exceed determined in standard even in case of cascade cable connection. In addition such cable has better skew, attenuation, electromagnetic performance and improved reliability from rugged materials used in construction.

In conclusion we'd like to say that we should find a compromise between electric characteristics of cable and its weight for design of large satellites. By changing core diameter of Spacewire cable we can get improved electrical characteristics and oblong cable. However the volume of innovative technologies experienced with spacecrafts must be justified.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЮВЕЛИРНЫХ ЦЕПЕЙ ИЗ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ И ИХ СПЛАВОВ

Ю. Д. Гайлис

Исследование технологических процессов обработки металлов давлением связано с рядом проблем. В их числе невозможность проведения ряда измерений в производственных условиях, высокая стоимость подобных экспериментов, неточность воспроизведения процесса в лабораторных условиях, а также высокая стоимость самих обрабатываемых материалов, когда речь идет об изготовлении ювелирных изделий. В связи с этим, моделирование с помощью ЭВМ, в том числе – 3D-моделирование, как способ исследования процесса, нашло самое широкое распространение.

Однако разработанные программные продукты, как показал анализ научно-технической литературы, не предназначены для моделирования процессов технологии ювелирного производства. Кроме того, необходим предшествующий этап проектирования, позволяющий получить детальную информацию для моделирования инструмента. Существующие расчетные программы, в основном, предназначены для горячей обработки сталей и алюминиевых сплавов, и также непригодны для ювелирного производства. При изготовлении ювелирных изделий ключевыми являются операции листовой, сортовой прокатки и волочения. Таким образом, целесообразна разработка программного обеспечения для анализа и проектирования этих технологических процессов изготовления ювелирных изделий, позволяющая далее переходить к моделированию этих процессов.

Для решения этой задачи в среде программирования Delphi была в рамках САПР «Ювелир» создана подсистема автоматизированного проектирования «PROVOL». Она разделена на три модуля – «Листовая прокатка», «Сортовая прокатка», «Волочение», – каждый из которых может работать автономно или в комплексе, и включают в себя блоки анализа и проектирования деформационных режимов обработки [1]. Кроме того, программа содержит базу данных, в которой хранится информация по техническим и геометрическим параметрам современного оборудования, использующегося в ювелирном производстве, и механическим характеристикам наиболее распространенных цветных металлов и сплавов, подвергающимся прокатке и волочению. Это драгоценные металлы и их сплавы, а также сплавы алюминия, меди, никеля и др.

Структурная схема программы представлена на рис. 1.

Отработка функционирования разработанной программы была проведена для производственных условий ОАО «Красноярский завод цветных металлов имени В. Н. Гулидова» (ОАО «Красцветмет»), где были получены экспериментальные данные по технологии изготовлению проволоки для ювелирных цепей. В качестве примера представлено проектирование процесса сортовой прокатки нового сплава белого цвета на основе серебра 925 пробы, состав которого разработан учеными кафедры ОМД института цветных металлов Сибирского федерального университета [2]. В соответствии с заводской технологией прутки диаметром 10 мм подвергают сортовой прокатке в три этапа: на стане «Flamog TL 12T» до стороны раската квадратной формы 4,6 мм и станах типа BILER. Далее полученная заготовка с целью изготовления проволоки диаметром 0,25 мм подвергается холодному волочению на стане типа 10NFS COMEVI.

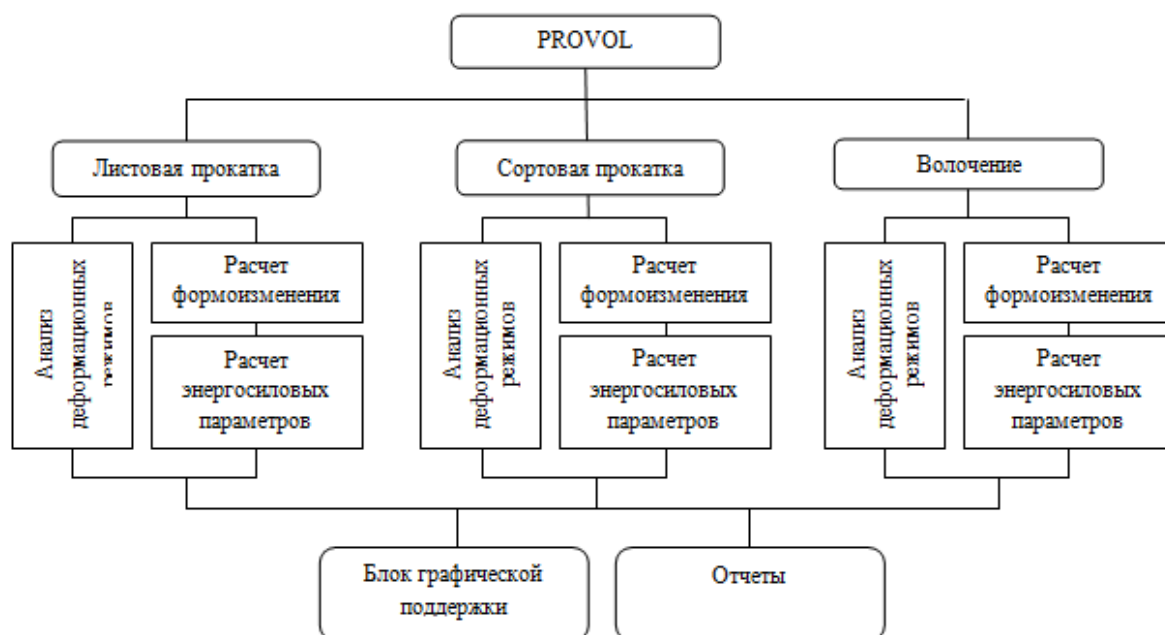


Рис. 1. Структурная схема программы «PROVOL»

Последовательность проектирования технологического процесса заключалась в следующем. Для расчета в окне работы с программой выбирали вкладку «Сортовая прокатка», блок «Проектирование», а затем задавали начальные и конечные геометрические параметры, из баз данных выбирали оборудование и свойства материала заготовки, после чего назначали коэффициенты вытяжки по проходам прокатки (рис. 2).

Путь	Сторона калибра, мм	Высота калибра, мм	Ширина калибра, мм	Площадь сечения калибра, мм²	Вытяжка	Степень деформации, %	Ущирение	Степень заполнения калибра	Приведенный диаметр валков, мм	Площадь контактной поверхности, мм²
1	7,89	8,03	9,07	60,42	1,29	20,63	1	0,82	9,85	150,72
2	7,39	7,85	8,5	52,21	1,15	30,38	1,06	0,76	11,34	132,25
3	7,18	7,3	8,26	50,29	1,03	34,32	1,09	0,84	10,83	125,11
4	6,78	7,2	7,8	43,95	1,14	41,35	1,07	0,76	12,35	112,83
5	6,27	6,37	7,23	38,75	1,13	49,87	1,08	0,87	12,4	98,7
6	5,67	6,03	6,53	30,84	1,25	58,91	1,03	0,77	14,76	84,52
7	5,27	5,35	6,09	27,37	1,12	64,58	1,08	0,87	14,75	76,01
8	4,98	5,29	5,72	23,69	1,15	68,37	1,07	0,76	16,82	70,46
9	4,58	4,65	5,32	20,75	1,14	73,2	1,08	0,88	16,95	63,54
10	4,18	4,44	4,81	16,75	1,23	77,66	1,04	0,76	20,02	57,24
11	3,99	4,05	4,64	15,63	1,07	79,69	1,09	0,86	19,48	54,4
12	3,6	3,82	4,14	12,39	1,26	83,49	1,03	0,77	23,28	49,11

Рис. 2. Окно проектирования процесса сортовой прокатки

Результаты расчета автоматически выводятся на экран в виде таблицы. Также при необходимости формируются графики изменения рассчитанных параметров прокатки. Например, на рис. 3 представлено окно визуализации зависимости усилия прокатки от номера прохода. Все данные экспортируются в программный продукт MS Excel, где формируется отчет для удобства дальнейшей обработки количественной информации.

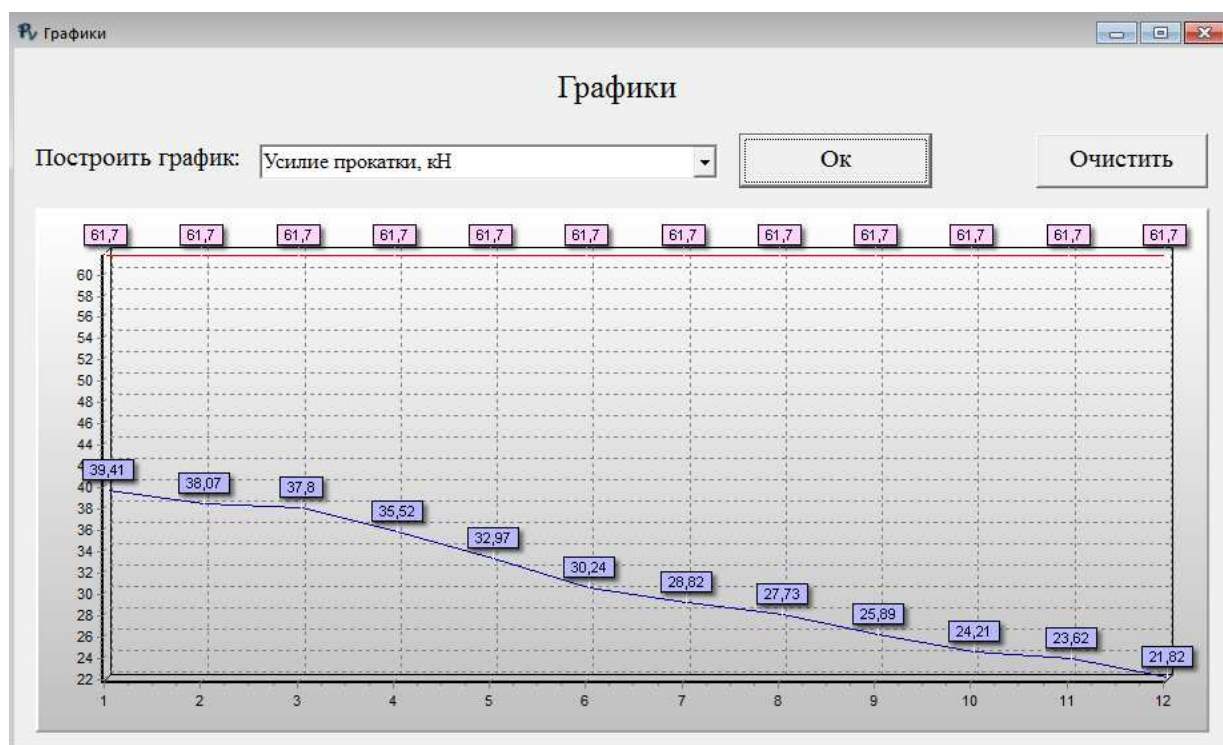


Рис. 3. Окно визуализации графика изменения рассчитанного усилия сортовой прокатки по проходам

На основании рассчитанных геометрических характеристик строятся чертежи калибров, и проектируется калибровка валков. Перейти к следующему этапу исследования процесса позволяет блок программы, генерирующий на основании определенных параметров калибровки макрос, при экспорте и обработке которого в специализированной системе FeatureCAM (Delcam PLC, Великобритания) строится модель прокатного валка, а также моделируется его токарно-фрезерная обработка. Создание такой модели позволяет не только охватить вспомогательный процесс технологической цепочки – изготовление инструмента, но и перейти к моделированию сортовой прокатки, например, в программном пакете DEFORM 3D (SFTC, США), и получить детальные данные, компенсируя дорогостоящий и трудно организуемый эксперимент.

Аналогичным образом работает блок расчета параметров волочения [2]. Рассчитанные деформационные режимы волочения и изменение усилия волочения по переходам представлены на рис. 4 и 5.

Таким образом, подсистема автоматизированного проектирования «PROVOL» позволяет определять технологические параметры изготовления деформированных длинномерных полуфабрикатов из широкого ряда известных и новых цветных металлов и сплавов, в том числе драгоценных металлов и их сплавов. С помощью этой программы можно осуществить многооперационные расчеты для анализа и проектирования деформационных и энергосиловых режимов обработки методами листовой, сортовой прокатки и волочения, а также подготовить все необходимые данные, в том числе модель прокатного инструмента, для дальнейшего моделирования, исследования и совершенствования процесса.

PROVOL

Справка База данных Выход

Главная Листовая прокатка Сортная прокатка Волочение

Анализ Проектирование

Ввод данных

Введите исходные данные

Начальный диаметр: 1,12 мм

Конечный диаметр: 0,25 мм

Средняя вытяжка: 1,355 мм

Оборудование: Сплав: Ок

Вытяжки по проходам

Введите значения вытяжек по проходам:

1: 1,56 6: 1,23

2: 1,27 7: 1,27

3: 1,31 8: 1,31

4: 1,36 9: 1,36

5: 1,44 10: 1,44

Результаты расчетов

	Диаметр, мм	Вытяжка ед.	Степень деформации, %	Напряжение волочения, МПа	Коэффициент запаса	Усилие волочения, Н	Диаметр тяговой шайбы, мм	Скорость проволоки, м/с	Скорость шайбы, м/с	Скорость скольжения абс., м/с
1	0,89	1,56	35,89	230,26	1,34	145,34	80	0,07	0,33	0,25
2	0,79	1,27	49,52	161,24	2,13	80,14	89,99	0,09	0,37	0,27
3	0,69	1,31	61,46	195,78	1,93	74,28	101,99	0,12	0,42	0,29
4	0,59	1,36	71,66	238,01	1,72	66,4	116	0,17	0,48	0,3
5	0,49	1,43	80,32	298,64	1,47	57,85	130	0,25	0,54	0,28
6	0,44	1,22	84	198,88	2,27	31,32	146,99	0,31	0,61	0,3
7	0,39	1,27	87,4	227,55	2,04	28,22	166	0,39	0,69	0,29
8	0,34	1,31	90,38	256,89	1,85	24,32	188	0,51	0,78	0,26
9	0,29	1,36	92,93	292,55	1,66	20,36	211,99	0,7	0,88	0,17
10	0,25	1,41	95,01	333,99	1,48	16,38	239,99	1	1	0

Очистить Расчет Графики Отчет

Рис. 4. Окно проектирования процесса волочения

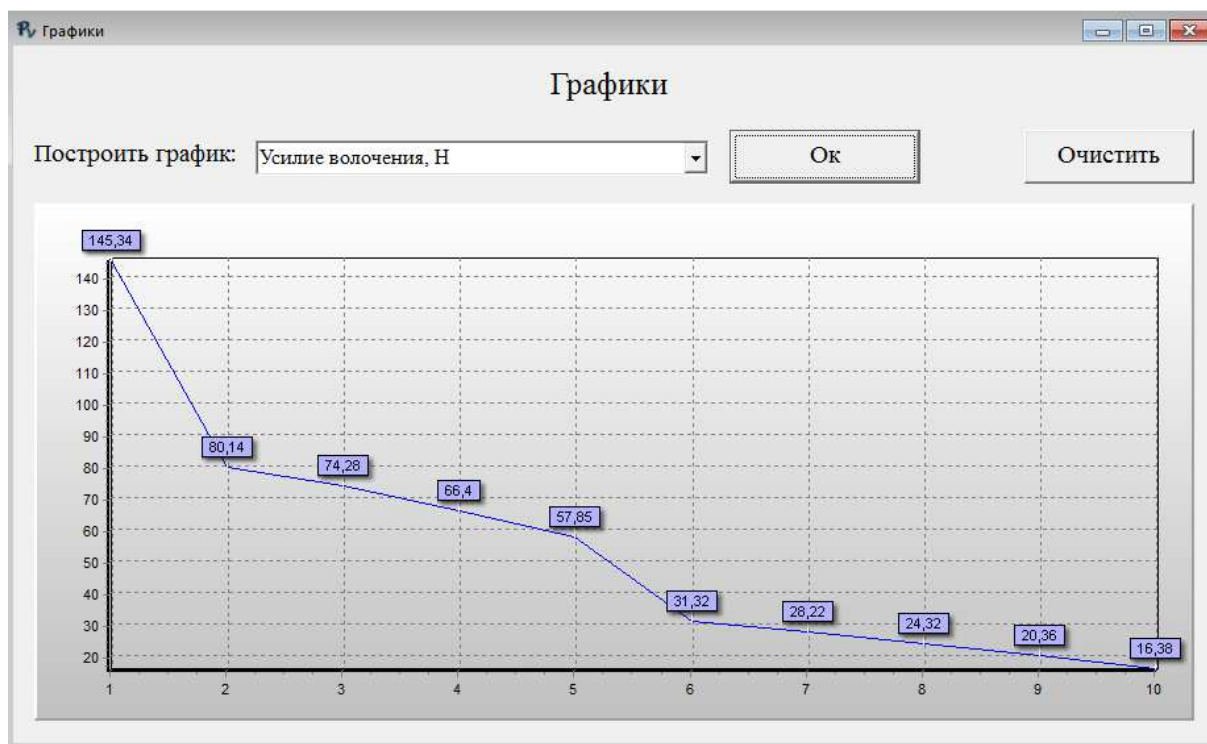


Рис. 5. Окно визуализации графика усилия волочения

Апробация работы программы проведена для производственных условий ОАО «Красцветмет», при этом с использованием результатов расчета по спроектированному режиму обработки методами сортной прокатки и волочения получена опытная партия ювелирных цепей из красного золота 585 пробы. Экономическая эффективность результатов исследований подтверждается тем, что выход годного по диаметру проволоки 0,25 мм составил 79,65 %, что на 9,73 % выше заводских показателей для аналогичных сплавов.

Список литературы

1. Сидельников С. Б., Довженко Н. Н., Гайлис Ю. Д., Лебедева О. С. Разработка подсистемы САПР технологических процессов производства ювелирных изделий // Известия МГТУ «МАМИ». Научный рецензируемый журнал. Серия 2. Технология машиностроения и материалы. М.: МГТУ «МАМИ», № 2(16), 2013, т. 2. С. 216–220.
2. Сидельников С. Б., Беляев С. В., Столяров А. В., Гайлис Ю. Д. и др. Сплав белого цвета на основе серебра 925 пробы. Заявка на изобретение № 2013117674. Приоритет от 16.04.2013 г.

РАЗРАБОТКА НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ШТАМПОВКИ ЗАГОТОВОК ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ИЗ МЕДНЫХ СПЛАВОВ

А. В. Вагнер

Задачей научно-исследовательской работы было создание новой технологии получения заготовок для токосъемных колец из сплава бериллиевой бронзы БрБ2 с заданными размерами и свойствами, а также разработка штамповой оснастки для их изготовления.

Целью работы являлось увеличение коэффициента использования металла, уменьшение количества брака при получении заготовок с высокой износостойкостью.

Токосъемные кольца широко применяются во многих областях промышленности. Однако требования к их изготовлению и свойствам зависят от многих факторов и определяются назначением этих деталей. Особенно они ужесточены при производстве элементов летательных аппаратов в авиа- и космическом машиностроении. Одним из примеров таких деталей служат токосъемные кольца, изготавливаемые из сплава БрБ2 (рис. 1).



Рис. 1. Вид токосъемного кольца

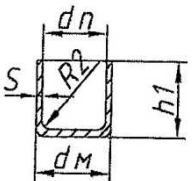
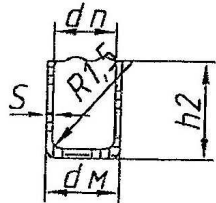
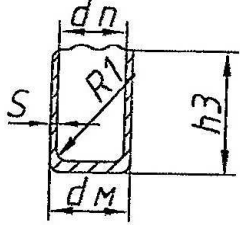
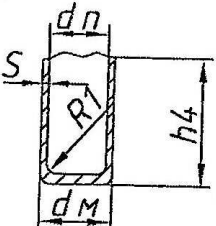
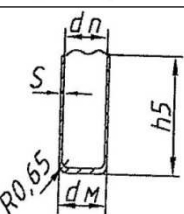
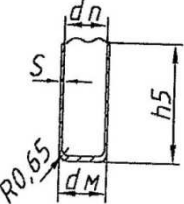
Сплав БрБ2 является весьма специфичным, отличным от других медных сплавов, так как бериллиевые бронзы относятся к классу так называемых дисперсионно-упрочняемых сплавов. Особенностью таких сплавов является зависимость растворимости легирующих компонентов от температуры, что позволяет управлять свойствами бронз, как при производстве проката, так и при изготовлении изделий методами листовой штамповки.

В качестве основного метода для изготовления колец был предложен метод листовой штамповки, в результате чего получали открытое сверху, полое изделие (стаканчик) с заданными (или близкими к заданным) размерами [1].

В процессе работ проведены расчеты переходов при вытяжке без утонения и с утонением, определены размеры полуфабрикатов по переходам, составлена схема раскроя, вычислен диаметр плоской заготовки, определены усилия деформации и выбрано оборудование [2]. Расчеты показали, что для получения такого изделия требуется несколько переходов вытяжки (табл. 1).

Таблица 1

Технологические расчеты переходов при вытяжке

№ операции	Вид полуфабриката	Размеры, мм
1		$S = 1,3$; $D = 27$; $d_n = 13,26$; $d_m = 15,86$; $d_{cp1} = 14,56$; $m_1 = 0,52$
2		$S = 1,3$; $d_{cp1} = 14,68$; $d_n = 10,4$; $d_m = 13,0$; $d_{cp2} = 11,2$; $m_2 = 0,77$
3		$S = 1,1$; $d_{cp2} = 10,5$; $d_n = 10,0$; $d_m = 12,2$; $d_{cp3} = 11,1$; $m_3 = 0,86$
4		$S = 0,8$; $d_{cp3} = 11,1$; $d_n = 9,8$; $d_m = 11,4$; $d_{cp4} = 10,2$; $m_4 = 0,95$
5		$S = 0,65$; $d_{cp4} = 10,5$; $d_n = 9,5$; $d_m = 10,8$; $d_{cp5} = 10,15$; $m_5 = 0,97$
6		$S = 0,65$; $d_{cp4} = 10,15$; $d_n = 8,8$; $d_m = 10,1$; $d_{cp5} = 9,45$; $m_6 = 0,87$; $R = 0,65$; $h_{max} = 23,0$ мм

Для определения возможности осуществления данной технологической схемы была спроектирована штамповая оснастка и проведены экспериментальные исследования по получению опытных образцов [2]. В качестве примера на рис. 2 приведен рабочий чертеж штампа для вытяжки.

Перед деформацией были проведены измерения механических свойств плоской заготовки и проведена термообработка по режиму: нагрев под закалку при температуре $780\text{ }^{\circ}\text{C}$, время выдержки 8–10 минут и последующее охлаждение в воду. Закаленное состояние заготовки обеспечило высокую пластичность бериллиевой бронзы. Операции термообработки произведены в заводских условиях, и материал имел необходимые для

последующей деформации пластические свойства (относительное удлинение δ достигало 40 %). Термообработка, проведенная в лабораторных условиях, привела к ухудшению пластичности на 5 % по сравнению с заводской.

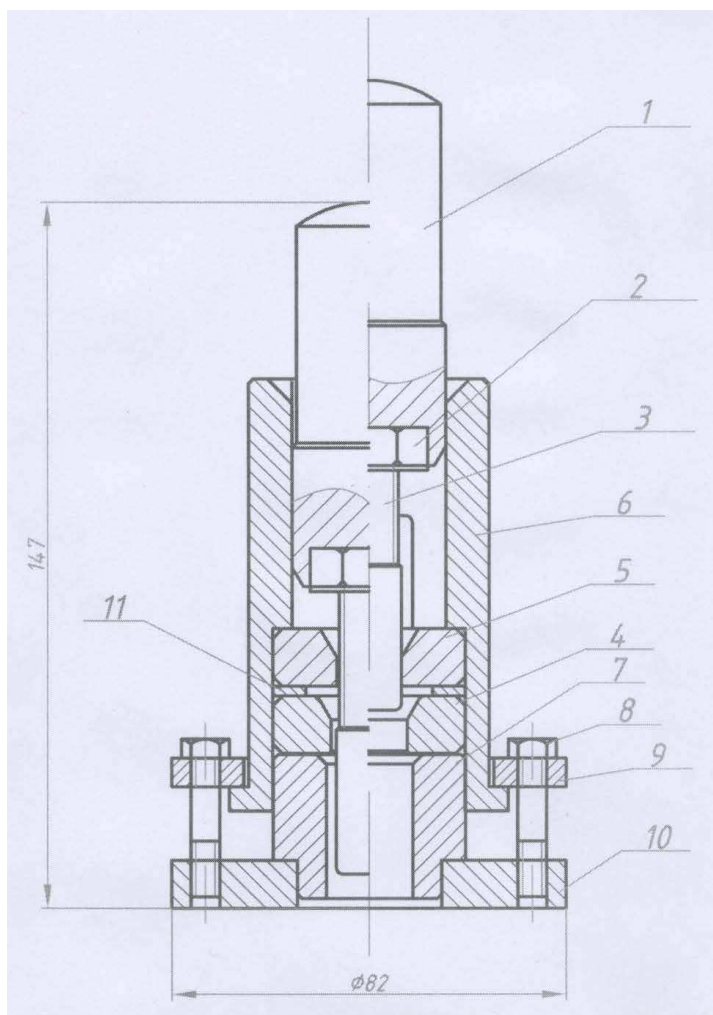


Рис. 2. Штамп для вытяжки

Результаты замеров механических свойств заготовок (временного сопротивления разрыву σ_b и относительного удлинения δ) представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты замеров механических свойств

Образец	σ_b , МПа	δ , %
1	436	42,3
2	461	19,7
3	477	37,3
4	432	20,3
5	466	30,0

С использованием спроектированной и изготовленной экспериментальной оснастки провели техническое опробование технологического процесса по получению экспериментальной партии штампованных заготовок (рис. 3).



а



б

Рис. 3. Вид полученных полуфабрикатов: а – сверху; б – сбоку

В результате проведенных исследований разработана и опробована технология получения штампованных заготовок для изготовления токосъемных колец. С ее использованием получена опытная партия заготовок и проведены металлографические исследования структуры, величины зерна и твердости по переходам вытяжки [2]. Разработаны также чертежи штампов для реализации новой технологии и проект технического регламента на изготовление штампованных заготовок в соответствии с предъявляемыми техническими требованиями.

Предварительные расчеты показали, что при реализации новой технологической схемы существенно снижается трудоемкость изготовления колец, а коэффициент использования металла увеличивается более чем в 10 раз по сравнению с обработкой резанием и составляет 88,8 %.

Список литературы

1. Технология листовой штамповки: учеб. пособие / В. И. Бер, С. Б. Сидельников, Р. Е. Соколов, Е. В. Иванов. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. 168 с.
2. Сидельников С. Б., Бер В. И., Орелкина Т. А., Вагнер А. В., Коробкин А. Н. Разработка технологической схемы получения токосъемных колец из бериллиевой бронзы с помощью методов листовой штамповки Известия МГТУ «МАМИ». Серия 2. Технология машиностроения и материалы. М.: МГТУ «МАМИ», № 2 (16), 2013, т. 2. С. 45–48

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ РК-ПРОФИЛЬНЫХ ОТВЕРСТИЙ

В. Е. Кондратенко

Разъемные соединения типа «вал-ступица» являются важнейшими соединениями элементов конструкций машин и предназначены для передачи крутящего момента.

В современном машиностроении для передачи крутящих моментов наиболее широкое применение находят шпоночные и шлицевые соединения, благодаря своей относительной технологичности, удовлетворительным эксплуатационным свойствам и наличием развитого технологического обеспечения их изготовления.

Профильное соединение – соединение деталей машин по поверхности их взаимного контакта, имеющей плавный некруглый контур (без шпонок, зубьев и т. п.). В настоящее время в мире наибольшее распространение получили соединения с профильными кривыми «равноосный контур» (РК-профиль).

Профильные бесшпоночные соединения могут быть использованы в силовых механизмах для передачи больших крутящих моментов, а также в кинематических механизмах для точной передачи вращательного движения при относительно небольших значениях крутящего момента без использования дополнительных деталей, что обеспечивает множество технологических и эксплуатационных преимуществ, в сравнении со шлицами и шпонками: эти соединения в несколько раз долговечнее, обладают меньшими шумовыми характеристиками, меньшей металлоемкостью, имеют более высокий КПД при передаче крутящего момента, обеспечивают лучшее центрирование деталей, не имеют острых углов и резких переходов сечения, вследствие чего здесь нет концентрации напряжений и опасности возникновения трещин при термообработке.

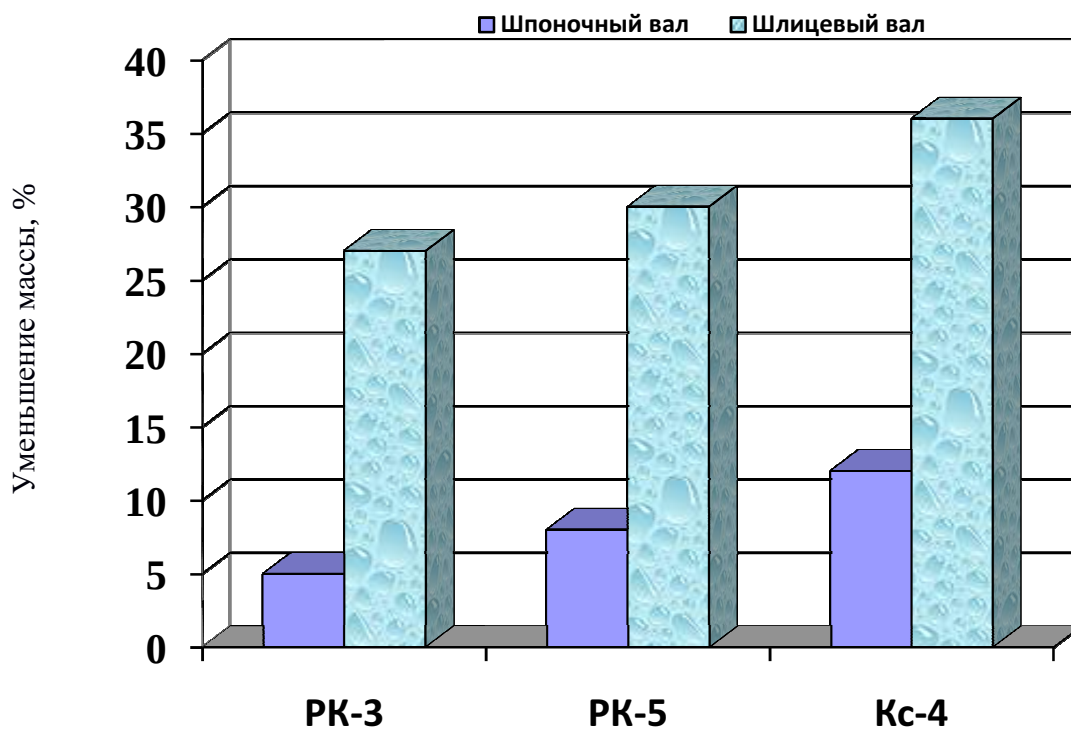


Рис. 1. Типы профилей

Наибольшее распространение ПБС получили за рубежом, где они используются в режущих инструментах и гибких модульных инструментальных системах фирм Sandvik-Coromant (Швеция), прецизионных зажимных приспособлениях фирмы Schunk

(Германия), в необслуживаемых приводах фирмы Lenze (Германия), передачах, промышленных шуруповертах фирмы Boellhoff (Германия), в коленчатых валах судовых двигателей Scania (Швеция), в устройствах отбора мощности коробок передач ZF (Германия) и др. [1, с. 4] Расширение использования ПБС в машинах, является одной из тенденций современного машиностроения, способствует повышению конкурентоспособности его продукции.

На основные размеры профильных соединений регламентированы немецкими стандартами DIN 32711 и DIN 32712 на трехгранный и четырехгранный профили соответственно; российского стандарта на подобные изделия не существует.

Однако более широкому применению в современном машиностроении бесшпоночных соединений препятствует ряд нерешенных задач. К ним относятся несовершенство технологии их изготовления (особенно ступиц) и отсутствие методики оценки точности.

Одним из самых распространенных методов обработки профильных соединений в серийном, крупносерийном и массовом производстве на сегодняшний день является шлифование. Обработку производят на шлифовальных станках фирмы «Fortuna». Точность обработки достигает 6 квалитета, что соответствует стандарту DIN 32711 для трехгранных профилей. Обработка четырехгранных профилей невозможна. Внутреннее шлифование ступиц затруднено. Из-за размеров оправки шлифовального круга, невозможна обработка отверстий меньше 13 мм. Использование метода шлифования в мелкосерийном и единичном производствах экономически не обосновано в виду высокой стоимости оборудования и технологической оснастки, а также высокой трудоемкости настройки и поднастройки станка.

Ротационное точение – метод при котором сообщают движение обрабатываемому валу, а инструменту сообщают продольную подачу и гармоническое поперечное перемещение. [4] На сегодняшний день метод ротационного точения является наиболее эффективным способом обработки профильных валов, не требующим специальной оснастки и специального режущего инструмента. При обработке профильных отверстий задается движение обрабатываемой заготовке, а инструменту сообщают движение вокруг собственной оси. Обработка профильных отверстий точением не находит широкого применения в связи с высокой трудоемкостью настройки и переналадки оборудования, а также необходимостью использования специальной оснастки.

Фрезерование элементов профильных соединений выполняют на универсальных горизонтально-фрезерных, расточных и многоцелевых станках. Возможно получение как профильных валов, так и профильных ступиц. Фрезерование является более производительным методом, чем точение. Однако находит ограниченное применение в связи с необходимостью использования специальных фрез и оснастки.

Наконец, самым популярным методом обработки профильных ступиц, в настоящее время является метод протягивания. Данный метод дает достаточно высокую точность, соответствующая 6...7 квалитету и шероховатость поверхности $Ra\ 0,32...0,63\ \mu\text{м}$. Применение метода протягивания не оправдано для мелкосерийного и единичного производства в связи с высокой стоимостью изготовления инструмента (протяжки). Метод протягивания непригоден для изготовления профильных валов, а также глухих отверстий и отверстий в коническом исполнении.

Профильные отверстия в деталях из труднообрабатываемых материалов могут быть изготовлены электроэрозионной обработкой с достаточно высокой точностью, но очень низкой производительностью. Однако нецелесообразность изготовления деталей профильных соединений из труднообрабатываемых материалов делает метод электроэрозионной обработки неактуальным.

Как мы видим, практически каждый способ обработки элементов профильных соединений связан с высокой трудоемкости изготовления, использованием оснастки, дорогостоящего режущего инструмента и т. д. Однако в связи с появлением современного обо-

рудования открываются перспективы для нового способа получения профильных отверстий. Способ основан на фрезеровании профильного отверстия в системе угловой и линейной координат. Данный метод позволит изготавливать профильные отверстия с использованием стандартного режущего инструмента и без применения специальной технологической оснастки.

Список литературы

1. Зенин Н. В. Технологическое обеспечение качества трехгранного профиля бесшпоночных соединений в условиях серийного производства. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, 2007. 132 с.
2. Коржова О. П. Технология формообразования и сборки профильных неподвижных и подвижных соединений. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Омск, 2008. 138 с.
3. Тимченко А. И. Профильные бесшпоночные соединения с равноосным контуром, их достоинства, недостатки, область применения и этапы внедрения. // Вестник машиностроения. 1990. № 11. С. 43–50.
4. Рыжов Э. В., Индаков Н. С., Петровский З. А., Конных О. П., Петровская. А. И. Способ лезвийной обработки валов с профилем «равноосный контур» (Патент SU 1126375).

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОВОЛОКИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ПОВЫШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ

О. В. Федорова

Современные проводниковые материалы должны иметь высокую прочность при эксплуатационных нагревах и низкое удельное электрическое сопротивление, что позволит увеличить пропускную способность проводов.

Ранее проведенные исследования показали, что для повышения термостойкости проводов алюминиевые сплавы необходимо легировать элементами, повышающими температурный порог рекристаллизации. Цирконий, как переходный металл с высокой температурой плавления и низкой диффузионной подвижностью в алюминии, значительно задерживает процессы рекристаллизации и способствует сохранению деформационного упрочнения при эксплуатационных нагревах деформируемых полуфабрикатов. Термостойкость алюминиевых сплавов обеспечивается дисперсной метастабильной фазой Al_3Zr , выделяющейся при отжиге.

Цирконий способен образовывать пересыщенный твердый раствор при литье, однако температура приготовления расплава должна быть существенно выше по сравнению с обычной технологией. Литье исследуемых сплавов должно обеспечить полное растворение циркония в твердом растворе.

Целью работы, таким образом, являлось изучение структуры и свойств новых сплавов системы $Al-Zr$, использующихся для изготовления деформированных полуфабрикатов электротехнического назначения, полученных по новым технологиям совмещенной обработки [1].

На первом этапе работы исследовали влияние температуры плавки и заливки расплава на структуру и свойства деформированных полуфабрикатов из сплавов системы $Al-Zr$ [2]. В плавках исследуемых сплавов с концентрацией циркония 0,3 масс. % варьировали концентрацию железа от 0,15 до 0,2 масс. %. Литье заготовок осуществляли при температуре плавки 800 и 900 °С и температуре заливки – 740, 800 и 900 °С. Исследовали литые заготовки, катанку и проволоку из сплавов $Al-0,3\%Zr-(0,15-0,2\%)Fe$.

Катанку диаметром 9 мм получали совмещенной прокаткой-прессованием (СПП). Совмещенную прокатку-прессование осуществляли на экспериментальной установке совмещенной обработки, смонтированной на базе прокатного стана ДУО 200 с диаметром валков 200 мм. В процессе холодного волочения из катанки изготавливали проволоку различного диаметра.

Металлографический анализ литых образцов позволил установить, что при температуре 900 °С цирконий полностью растворяется в твердом растворе. При температуре плавки 800 °С не весь цирконий входит в состав твердого раствора, в микроструктуре образцов обнаружены в большом количестве первичные кристаллы фазы Al_3Zr в виде ограниченных кристаллов игольчатой и пластинчатой формы, расположенные по границам зерен и дендритных ячеек. Наличие фазы Al_3Zr свидетельствует о неэффективном легировании цирконием твердого раствора и недостаточно высокой температуре плавки. В областях скопления интерметаллидных включений Al_3Zr выявляются литейные дефекты в виде окисных плен, усадочной пористости и микротрещин. Литая структура наследуется катанкой и проволокой, однако в доле сечении деформированных полуфабрикатов наблюдается ориентированность частиц железосодержащих фаз и включений Al_3Zr в направлении оси деформации (рис. 1, а). Волочение проволоки приводит к измельчению включений Al_3Zr и вытягиванию скоплений частиц в строчки. Строчечность и оксидные пленки являются причиной расслоения при деформации (рис. 1, б, в).

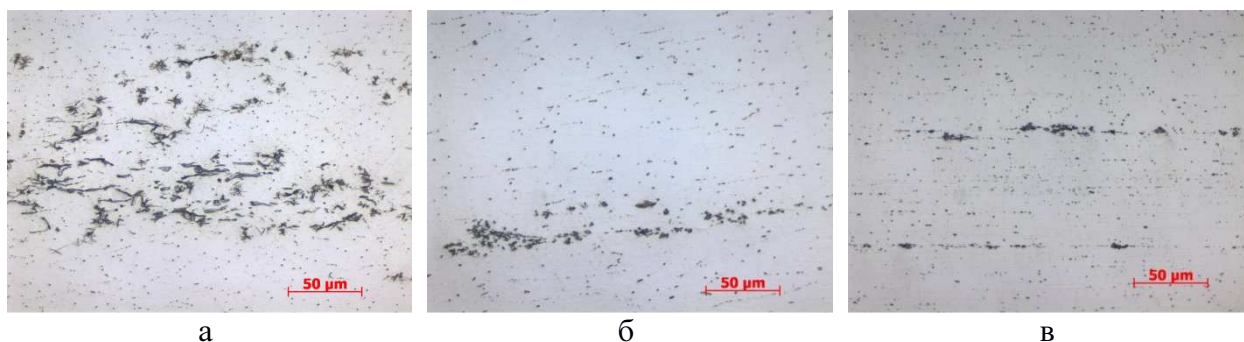


Рис. 1. Микроструктура сплава Al-0,3%Zr-0,2%Fe, полученного при температуре литья 800 °С, $\times 500$: а – пруток $\varnothing$ 9 мм; б – проволока $\varnothing$ 4,5 мм; в – проволока $\varnothing$ 2 мм

Предел прочности катанки составляет 136–150 МПа, проволоки 177–252 МПа. Относительное удлинение катанки 16–24 %, проволоки 2–17 %. Температура плавки и заливки в исследуемом интервале не оказывает существенного влияния на механические свойства катанки.

УЭС катанки соответствует значениям 0,0284–0,0334 Ом·мм²/м, проволоки 0,0316–0,0339 Ом·мм²/м. С увеличением температуры плавки с 800 до 900 °С УЭС возрастает. В соответствии с МЭК 62004–09 к проволоке, применяемой в проводах ЛЭП, основными регламентируемыми свойствами являются УЭС, предел прочности, относительное удлинение и термостойкость.

На втором этапе работы проводили определение термостойкости проволоки на соответствие типам АТ1 (с максимально допустимой длительно действующей рабочей температурой 150 °С) и АТ3 (с максимально допустимой длительно действующей рабочей температурой 230 °С) в лабораторных условиях СФУ осуществляли на образцах проволоки диаметром 2–4,3 мм, изготовленной из катанки сплава Al-0,3%Zr-0,2%Fe.

Для снижения удельного электрического сопротивления катанку перед волочением подвергали отжигу по режиму: первая ступень – нагрев до температуры 350 °С, выдержка 48 ч + вторая ступень. В катанке после двухступенчатого отжига существенно уменьшилось УЭС до значения 0,02819 Ом·мм²/м, что соответствует требованиям ASTM B941–05, однако, предел прочности упал ниже регламентируемого уровня до 110 МПа.

Таблица 1

Результаты испытаний на термостойкость проволоки из сплава Al-0,3%Zr-0,2%Fe

Диаметр проволоки, мм	Деформированное состояние		230°C (АТ1)		280°C (АТ3)	
	ρ_{20} , Ом·мм ² /м	σ_B , МПа	σ_B , МПа	Остат. коэф. напряжения при растяж. %	σ_B , МПа	Остат. коэф. напряжения при растяж. %
4,3	0,02839	161	150	93,2	139	86,3
3,6	0,02839	165	152	92,1	142	86,1
2,0	0,02867	172	158	91,9	150	87,2

Проволока в деформированном состоянии удовлетворяет требованиям МЭК 62004–09. Термостойкость проволоки оценивали по изменению временного сопротивления разрыву при комнатной температуре и после нагрева до температур 230 °С (тип АТ1) и 280 °С (тип АТ3) и выдержке в течение часа. Остаточный коэффициент напряжения при рас-

тяжении после нагрева не должен быть менее 90 %. Результаты определения термостойкости приведены в табл. 1.

По результатам испытаний на термостойкость при температуре 230 °С определено, что проволока различного диаметра из сплава Al – 0,3 % Zr – 0,2 % Fe, соответствует типу АТ1, что подтверждает величина остаточного коэффициента напряжения 92 %. После испытания при температуре 280 °С, с выдержкой 1 час проволока имеет остаточный коэффициент напряжения 86–87 % и находится на границе требований по типу АТ3.

По результатам работы можно сделать следующие выводы:

- установлено, что при температуре плавки 900 °С цирконий полностью растворяется в твердом растворе, образуя максимально пересыщенный твердый раствор, снижение температуры плавки до 800 °С приводит к нежелательному выделению первичных кристаллов фазы Al_3Zr ;

- по результатам испытаний на термостойкость определено, что проволока диаметром 2–4,5 мм из сплава Al – 0,3% Zr – 0,2 % Fe соответствует термостойкости типа АТ1 с максимально допустимой длительно действующей рабочей температурой 150 °С.

Список литературы

1. Сидельников С. Б., Довженко Н. Н., Загиров Н. Н. Комбинированные и совмещенные методы обработки цветных металлов и сплавов: монография. М.: МАКС Пресс, 2005. 344 с.

2. Сидельников С. Б., Довженко Н. Н., Трифоненков Л. П. и др. Исследование структуры металла и оценка свойств опытных образцов из сплава системы Al-Zr для производства электропроводников с помощью методов литья и обработки давлением // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова. Магнитогорск, 2012. № 1. С. 51–55.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ГИБКИ ВОЛНОВОДОВ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ ДЛЯ НУЖД КОСМИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

А. Г. Иванов

В последнее время неизменно растет интерес крупных промышленных предприятий к технологиям гибки труб и профилей. Виды гибки и принципы работы оборудования изучают специалисты, занимающиеся развитием производства в судостроении, энергетическом машиностроении, автомобилестроении, авиа- и космическом машиностроении. Наиболее высокие требования к изогнутому профилю или трубе предъявляют автомобильная и аэрокосмическая промышленности.

В настоящий момент при изготовлении деталей космического машиностроения необходимо осуществлять плавные гибы прямоугольных полых изделий из алюминиевых сплавов (волноводов). Эту проблему решают с помощью использования громоздких угловых вставок и пайки (рис. 1), в результате чего увеличивается трудоемкость процесса, возникают дополнительные экономические затраты, а качество сварного шва ухудшает распространение СВЧ-волн внутри волновода, что ведет к его разогреву.

Таким образом, актуальным является разработка новых технологий гибки волноводов, имеющих малую толщину стенки и сечение прямоугольной формы.

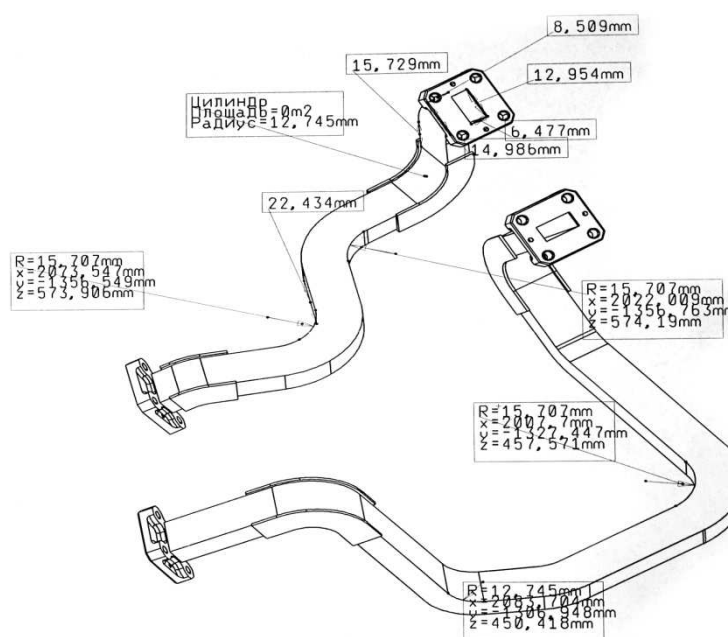


Рис. 1. Форма волноводов

В процессе выполнения научно-исследовательской работы проведен анализ научно-технической литературы и сравнение эффективности существующих на данный момент способов гибки.

Одной из наиболее распространенных является схема гибки с шарнирной оправкой (рис. 2, а). Данный способ предназначен в большей степени для гибки волноводов круглого сечения.

Перспективной для гибки волноводных труб с сохранением жестких допусков на внутренние размеры является схема гибки в закрытой штампе с постоянной матрицей (рис. 2, б), с помощью которого возможно осуществлять гибы как круглого, так и прямоугольного сечения.

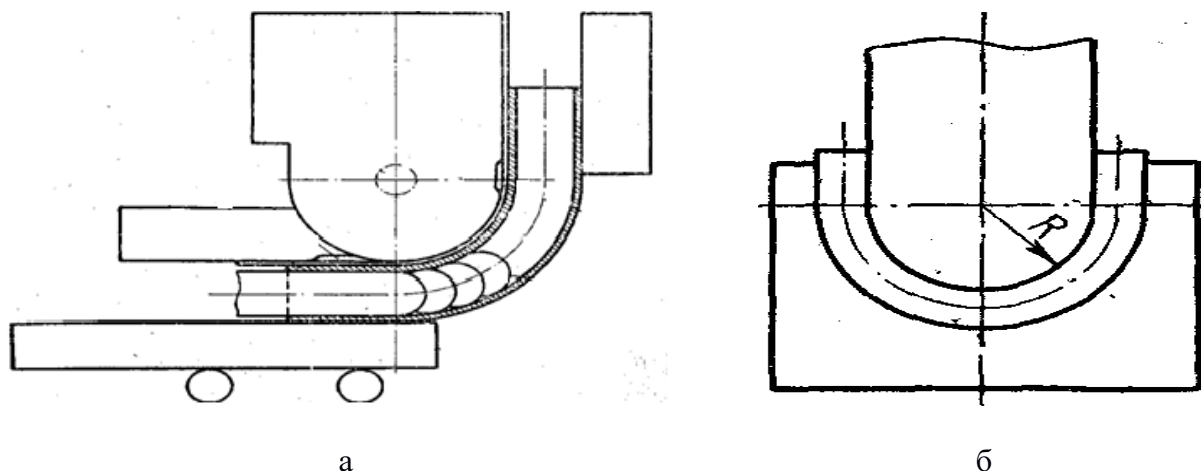


Рис. 2. Схемы гибки: а – волноводной трубы в закрытом штампе с постоянной матрицей; б – с шарнирной оправкой

На основе рассмотренных схем в работе был предложен способ осуществления данной операции, который даст возможность осуществлять гибку прямоугольных волноводов на угол 90–120 градусов и исключить недостатки существующих методов.

Для уменьшения величины неоднородности, вносимой изгибом, необходимо обеспечить постоянство геометрии полости волновода и высокую чистоту токонесущих поверхностей по всей длине изгиба.

Получение плавных изгибов осуществляется двумя методами. В первом методе гибки не используют наполнители, а во втором в качестве заполнителя объема заготовки используют сыпучие и пластические материалы, металлы и сплавы с низкой температурой плавления, упругие стальные пластины, шарнирные оправки, жесткие калибрующие оправки и т.п.

На рис. 3 представлена конструкция установки, которая была разработана и собрана в лаборатории кафедры ОМД ИЦМиМ СФУ в ходе выполнения исследовательских работ и на которой осуществлялись поисковые исследования.

Проведенные исследования позволили выявить основные технологические параметры для осуществления процесса гибки, типы наполнителей и способы их удаления из готового изделия, а также деформационные режимы обработки тонкостенных заготовок. Пример полученного изделия приведен на рис. 4.

Однако исследования показали, что осуществить гибку волновода на угол 90 градусов при такой схеме и достаточно маленькой толщине заготовки (до 0,6 мм) не представляется возможным. Поэтому следующим этапом исследований будут разработки в области применения способов гибки с растяжением или с использованием методов раскатки (рис. 5).



а



б

Рис. 3. Установка для гибки волноводов: а – верхнее положение пуансона; б – нижнее положение пуансона



Рис. 4. Вид экспериментального образца волновода

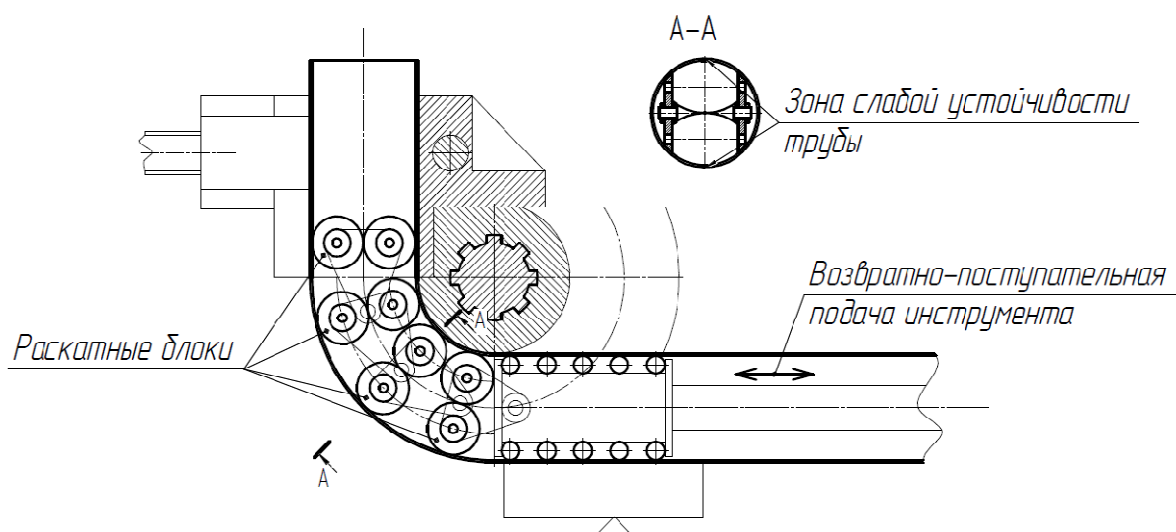


Рис. 5. Способ гибки методом продольного раскатывания

Таким образом, проведенные исследования показали, что гибку прямоугольных заготовок из алюминиевых сплавов типа АД31 с малой толщиной стенки (до 0,6 мм) можно проводить лишь на угол до 120 градусов. Для получения углов порядка 90 градусов необходимо проводить дополнительные исследования и, возможно, использовать более пластичные сплавы, либо применять варианты гибки с растяжением или раскаткой, либо штамповки отдельных частей с последующей их пайкой.

СНИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛОЕМКОСТИ ЛОПАСТИ МИКРОГЭС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ЕЁ ГЕОМЕТРИИ

Э. И. Лепп, М. П. Головин

1. Проблема неравномерности их распределения и равнопрочности в лопасти

Перед тем как проводить оптимизацию внутренней структуры лопасти, рассмотрим исследование [1] которое имитирует поток, в котором находится лопасть микроГЭС. На рис. 1 изображено распределение давления на поверхности лопасти, создаваемое встречным потоком воды.

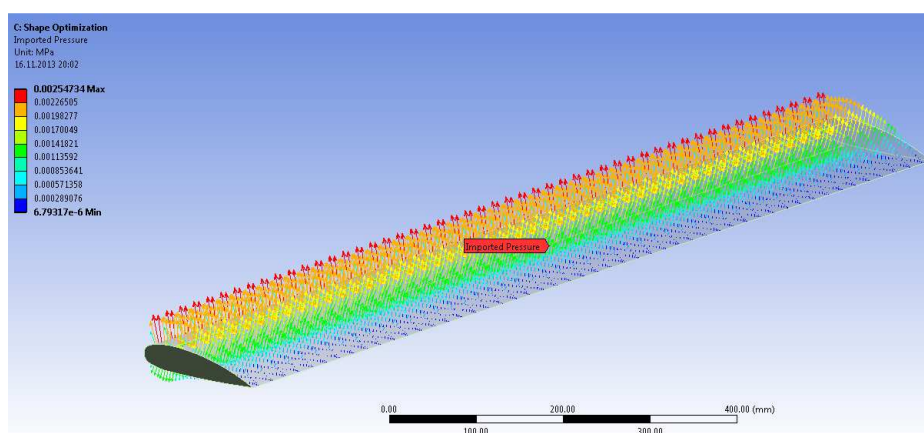


Рис. 1. Распределение давления на лопасть

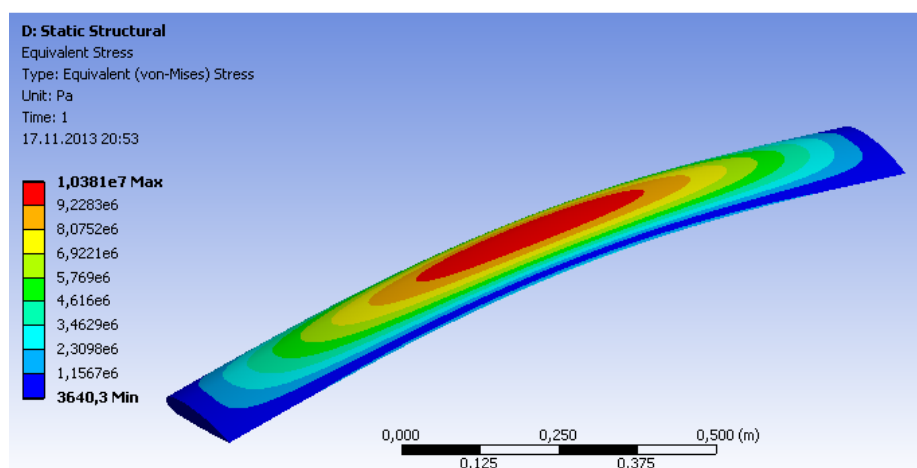


Рис. 2. Эквивалентные напряжения в лопасти микроГЭС

На рис. 2 изображена лопасть. Так можно анализировать напряжения, возникающие в лопасти, во время рабочего цикла. В результате, отметим, что лопасть имеет области, в которых материал не находится в напряженном состоянии. Также, оценивая величину диапазона напряжений, максимальные и минимальные значения, можно сделать вывод, что лопасть имеет низкие показатели равнопрочности. Для повышения данной характеристики и снижения массовых характеристик целесообразно провести оптимизацию геометрии детали, в частности внутреннего объема.

Стоит отметить, что первоначально, профиль лопасти был рассчитан [2] и оптимизирован с применением генетических алгоритмов [3]. Оптимизация была нацелена на формирование оптимальной геометрии профиля лопасти. Массовые характеристики и свойства материала в модели не учитывались. На данном этапе исследований свойства материала не подвергались изменениям.

2. Оптимизация

Так как оптимизация внешней поверхности уже была проведена, теперь, для дальнейшего повышения технологичности, необходимо провести оптимизацию внутреннего объема изделия, для формирования геометрии с оптимальными массовыми и прочностными характеристиками.

В данной работе предложено применение топологической оптимизации геометрии. Применение данного метода сводится к удалению объема материала, наименее вовлеченного в работу, что в свою очередь должно повысить показатели равнопрочности. На рис. 3, представлен алгоритм работы [4] топологической оптимизации геометрии.

В целом данный вид оптимизации используется на стадии разработки первоначальной концепции конструкции. Полученное оптимальное решение затем модифицируется и «доводится» с учетом функциональных и технологических требований. Это позволяет сэкономить время на первоначальном этапе проектирования, в рассматриваемом случае топологическая оптимизация применяется к лопасти, изготовленной в качестве опытного образца. Результатом принято считать не геометрическую модель, полученную в результате исследования, а топологию объекта, его структуру, а уже исходя из нее, формировать конструкцию и исследовать конечную модель на нагрузки во время рабочего цикла.

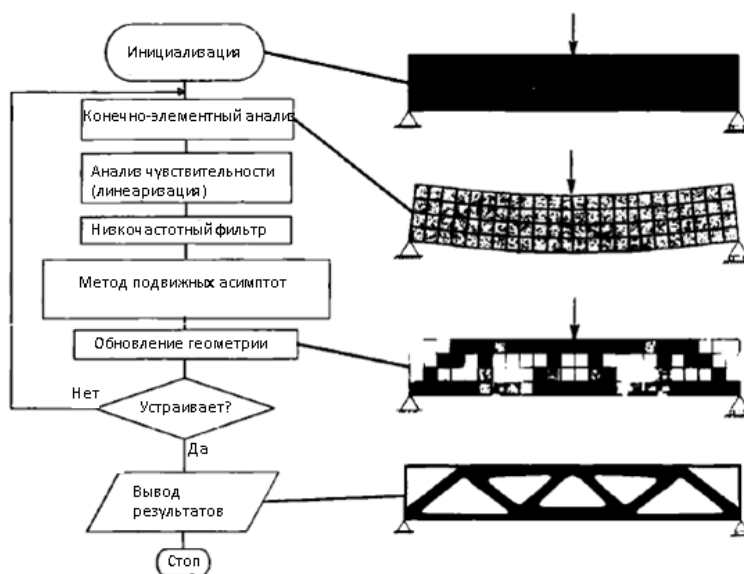


Рис. 3. Алгоритм работы топологической оптимизации

Стоит учесть, что зачастую, полученные в результате оптимизации, конструкции, хотя и являются оптимальными, могут быть слишком дороги или сложны в производстве. Сегодня эта проблема может быть решена применением современных технологий производства изделий, таких как трехмерная печать. Главным достоинством этой технологии является:

- возможность создание изделий со сложной геометрией;
- высокий показатель использования материала;
- возможность применения композиционных материалов.

Фактически, оптимизация сводится уменьшению веса конструкции путём удаления наименее вовлеченного в работу материала.

3. Методика построения топологической модели

Рассмотрим подробней механизм, по которому реализуется процедура топологической оптимизации геометрии. Все нижеизложенные вычисления выполнялись в сертифицированном конечно-элементном программном комплексе ANSYS.

Перед тем как формировать задачу топологической оптимизации методом критерия оптимальности, мы должны корректно сформировать модель объекта с заданными нагрузками и местами крепления. Эти условия будут образующими при решении. Помимо этого необходимо задать характеристики материала объекта исследования.

Основной метод определения топологии конструкции использует элементы метода, основывающегося на численных вычислениях общего оптимума по материалу.

Последовательность постановки, решения и анализа результатов задачи топологической оптимизации имеет следующую последовательность:

- формирование подходящего домена, который позволяет определить поверхности, к которым будут приложены граничные условия, нагрузки и т. д. (рис. 4);

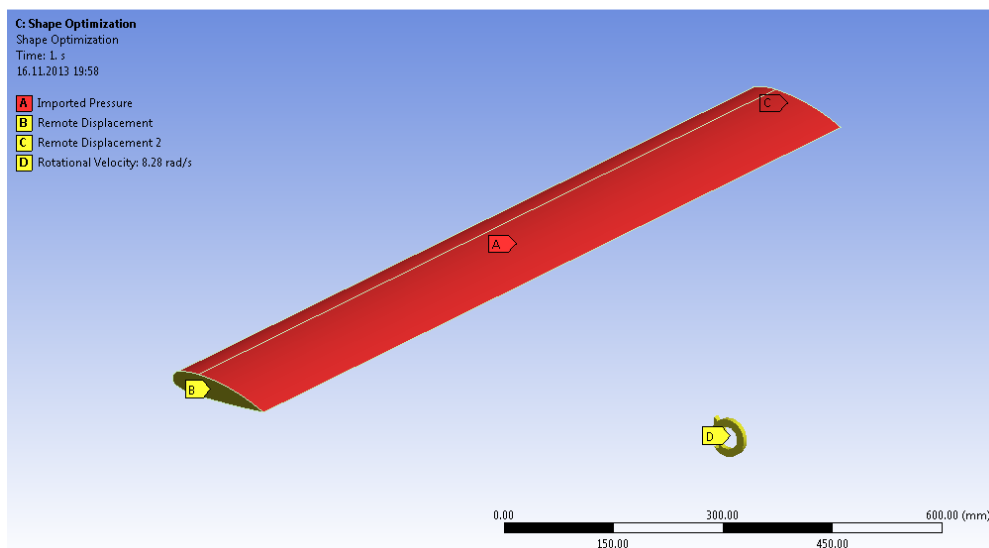


Рис. 4. Математическая модель лопасти микроГЭС

- выберите части, исходного домена, которые будут оптимизированы, а которые должны остаться в неизменном виде;

- создание конечно-элементной сетки (рис. 5). Необходимо, чтобы сетка была регулярной и достаточно мелкой. Это напрямую скажется на достоверности и точности результата. Качество сетки можно оценивать по графику сходимости задачи, по его характеру;

- запуск итерационного решателя;

- результатом решения будет являться диаграмма топологии геометрического объекта, на которой будет показано распределение материала в заданном объеме под заданными нагрузками и ограничениями;

- формирование твердотельной модели на основе диаграммы топологии. На этом шаге необходимо определить, какое количество материала оставить, какая будет нижняя граница действующего напряжения на деталь.

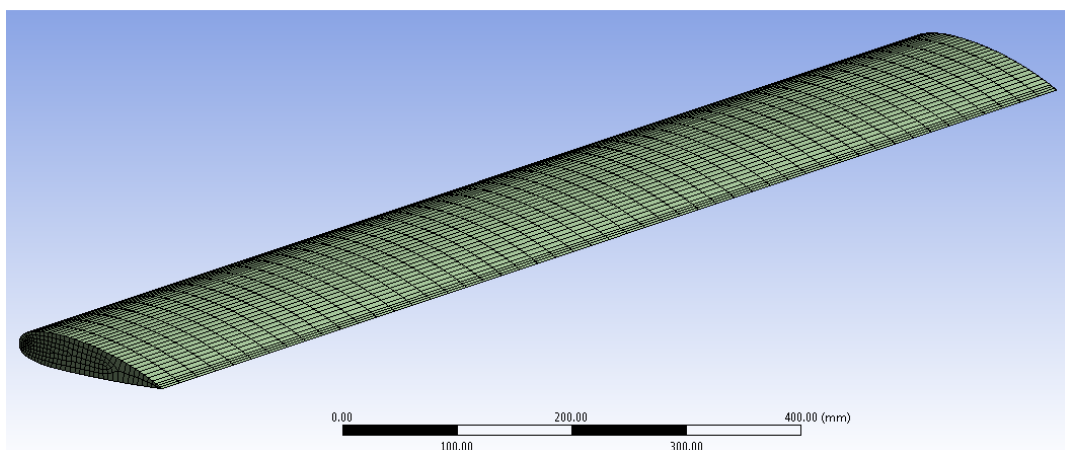


Рис. 5. Конечно-элементная сетка объекта исследования

В результате, после решения задачи оптимизации была получена лопасть с оптимальной внутренней структурой. Масса лопасти (рис. 6) снижена на 13 кг до 9 кг.

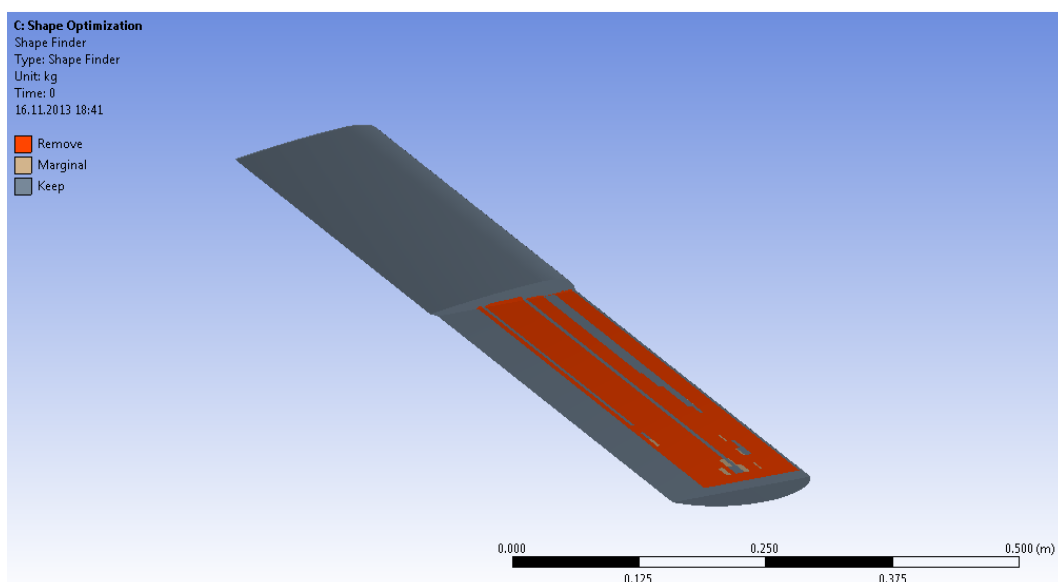


Рис. 6. Диаграмма используемого материала лопасти микроГЭС

Как показано на рис. 7, в результате оптимизации был удален материал, который находился в красной зоне диаграммы (рис. 8).

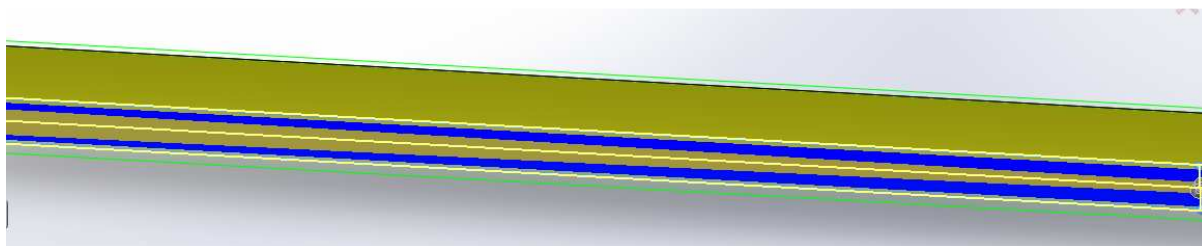


Рис. 7. Продольное сечение лопасти микроГЭС

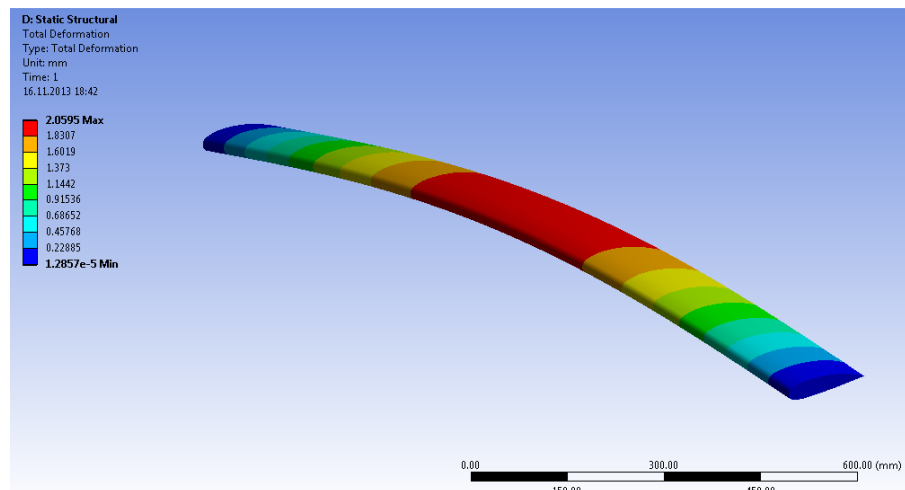


Рис. 8. Проверочный расчет оптимизированной лопасти микроГЭС

Список литературы

1. Спирин Е. А. Исследование процесса обтекания потоком воды ортогональной турбины // Сборник материалов Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2008.
2. Спирин Е. А. Головин М. П. Повышение технического уровня свободнопоточной микроГЭС на основе расчетных моделей ортогональной турбины // Сборник материалов V Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Красноярск, 2009. 200 с.
3. Спирин Е. А. Теория и методы проектирования ортогональной турбины: дис. ...канд. техн. наук : 05.02.02 : защищена 22.03.13; утв. 17.09.13. Томск, 2013. 130 с.
4. Bendsoe M. P.: Topology optimization : theory, methods and applications / M. P. Bendsoe; O. Sigmund. Berlin ; Heidelberg ; New York ; Barcelona ; Hong Kong ; London ; Milan ; Paris ; Tokyo : Springer, 2003 (Engineering online library) ISBN 3-540-42992-1.

THE ANALYSIS OF THE MECHANICAL DRIVE SYSTEM AND ITS IMPACT ON THE PERFORMANCE OF A PARABOLIC ANTENNA UNIT (APU) AT THE DESIGN STAGE

M. S. Bogorad, G. N. Limarenko

Abstract describes stages of The analysis of the mechanical drive system and its impact on the performance of a parabolic antenna unit (APU) at the design stage.

Keywords: antenna, precision, vibrations.

Fist, the object of this certain resarch should be chosen. This is antenna system, whis is currently under development at the "Radiosvyaz" plant. The aim of work is to To develop methods for calculating dynamic characteristics of the drive APU and to choose optimal values for improved product quality.

Topicality can be described the follhowing way:

- Among requirements antenna mechanisms accuracy is of prime importance. The accuracy of the radio parameters depends on displacements of antenna systems.
- Using ways, connected with radio system to increase the accuracy of the results usually more complicated and more expensive in comparison with the using high-precision gears.
- Decreasing the bandwidth, the requirements for the form and position increazing, and that can be solved analytically at the design stage or through the technology.

For the research following tasks wew specified:

1. Perform information-analytical review of the research topic.
2. Develop dynamic models of mechanical drive systems APU in elevation and horizon directions.
3. Determine the inertial mass and the elastic characteristics of the drives APU in generalized coordinates, which adopted in the models, for specific positions of the mirror in elevation.
4. Perform the calculation of the eigenvalues of dynamical systems APU.
5. Develop a methodology for the calculation of the amplitude-frequency characteristics of a dynamic system with the APU external high-impact and inertial characteristics of the antenna dish.
6. Evaluate the reliability of the results obtained by numerical simulation of a «ANSYS».
7. Development of proposals to improve the design of APU by the dynamic quality.

Fig. 1–3 shous the part of reseach – investigation of rigidity of the antenna base.

Also there are important part is to include rewiew of the technological factors, because they can affect antenna precision. To control the roughness operation program was created using DelcamPowerMill.

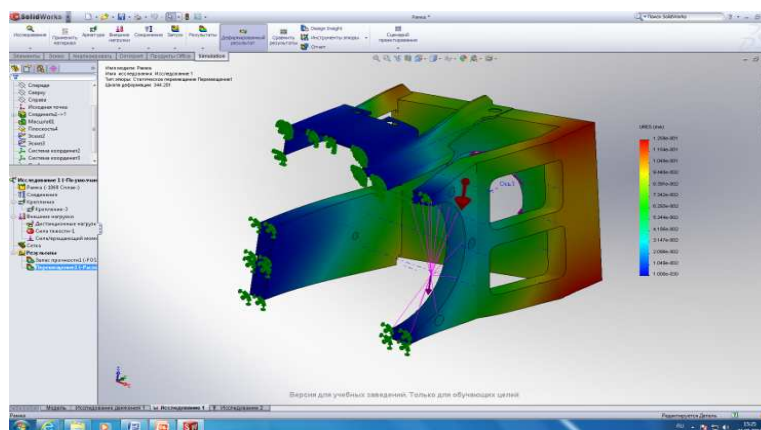


Fig. 1. Part of rigidity investigation

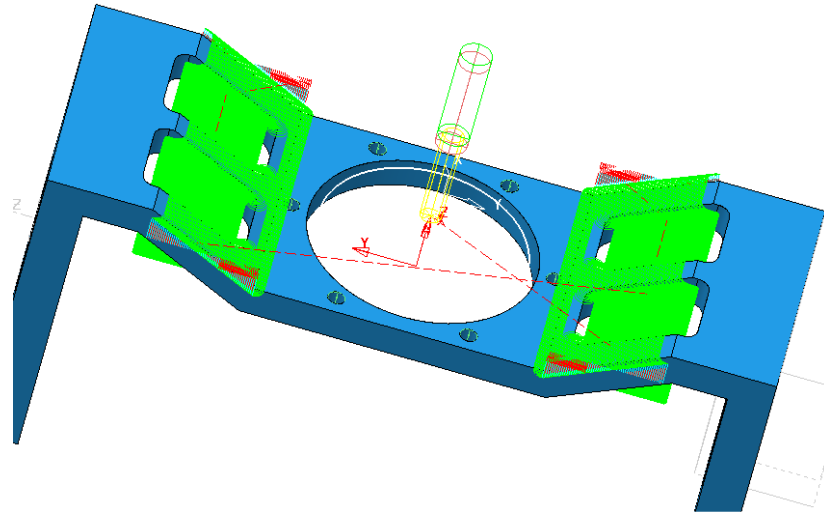


Fig. 2. Finishing of the top surface

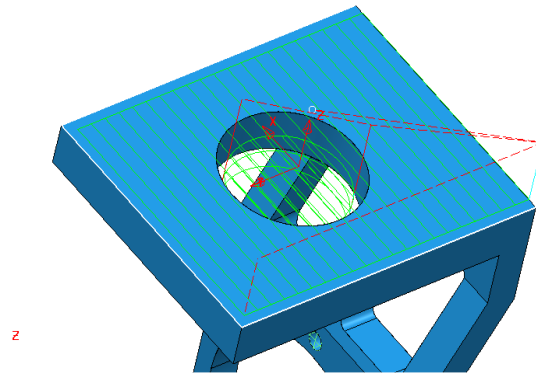


Fig. 3. Processing of the base side.

Using these and other results eigen frequencies can be calculated. That can give us an information about antenna mechanisms behavior, which is needed for the improving of precision. The determining of the inertial mass and the elastic characteristics of the drives APU in generalized coordinates should be performed before finding natural frequencies. It is necessary to determine it precisely, because all others values are depending of these.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ РИСКОВ НА ОСНОВЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ГРАНИЦ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИИ

М. И. Тетянечко

В последние годы возникало много разнообразных кризисов и противоречий, касающихся безопасности пищевых продуктов, здоровья животных и экологических рисков. Это привело к признанию того, что оценка рисков должна стать более строгой.

В работе рассмотрены подходы оценки экологического риска от применения пестицидов.

Существует два подхода оценки экологического риска: вероятностный, который полностью соответствует классическому определению понятия риска, и детерминированный.

Вероятностный подход позволяет учесть вариабельность распределения пестицида в окружающей среде и неопределенности, связанные с ограниченным количеством испытуемых видов организмов. Для оценки вероятностного риска используются распределения экологических показателей (например, концентраций пестицида в воде и его токсичности для гидробионтов), которые охватывают весь их возможный диапазон. Результатом оценки такого риска является рассчитанная вероятность наступления неблагоприятного события при применении пестицида, например, гибели или угнетения развития водных организмов. Существенный недостаток оценки вероятностного риска – слишком большой объем требуемых экспериментальных данных, что ограничивает применение данного подхода в практике регулирования обращения пестицидов. Однако за последнее время методология оценки вероятностного риска пестицидов постепенно совершенствуется.

Оценка детерминированного экологического риска пестицидов значительно проще, так как она использует фиксированные значения токсичности и концентраций пестицидов в природных объектах. Показателем детерминированного риска является отношение токсичности и концентрации (TER – Toxicity/Exposure Ratio).

Будем рассматривать вероятностные методы, которые были предложены для оценки риска.

Для начала дадим определение оценке рисков. Это процесс, который включает следующие элементы: выявление источников опасности, оценка воздействия и оценка характеристики риска.

На практике, в отношении неопределенности, в анализ могут быть включены параметры выбранного распределения, чтобы обеспечить нижнюю и верхнюю границы чувствительности видов распределений.

Для включения параметра неопределенности, используются точечный метод Байеса или непараметрические p-box.

Точечный метод Байеса

В работе [1] разработан метод, основанный на точечном методе Байеса для определения параметров нормального распределения. Этот метод может только использоваться для нормальных распределений.

Для более сложных моделей с несколькими случайными величинами распределения, отличных от нормальных распределений может быть использован двухмерный моделированный метод Монте-Карло.

Непараметрические P-box

Некоторые p-box [2] не нуждаются в большом количестве информации, например некоторые типы могут быть построены, основываясь на минимуме, максимуме, среднем и дисперсии данных или сочетании этих данных.

Методы, основанные на максимальных и минимальных значениях, не моделируют осуществление выборки неопределенности отдельно, когда осуществление выборки является неопределенным и возникает от наличия только одного небольшого выбора из большого числа населения. Например, если второй образец был взят эмпирического распределения, для первой пробы это уже не подойдет. Аналог параметра неопределенности называется выборки неопределенность, потому что у нас нет специфических распределений и параметров. Пределы достоверности Колмогорова-Смирнова (КС) могут использоваться для включения неопределенности осуществления выборки. Эти границы полагаются на расчет примера КС критических статистик $D(\alpha, n)$ для уровня доверия $100(1 - \alpha)\%$ и размер выборки n .

Колмогоров доказал, что эти границы доверительного интервала могут быть использованы для всего распределения, Смирнов [3] подготовил формуле для расчета $D(\alpha, n)$. Пределы достоверности КС без распределений границы для эмпирической функции распределения, таким образом, они являются границами распределения вероятностей, как целое.

Миллер [4] улучшил формулировку для $D(\alpha, n)$ и предоставил обширную таблицу для $D(\alpha, n)$. Пределы достоверности КС будут полностью заключать истинное эмпирическое распределение функции в 95 % из заданного числа попыток. Пример для иллюстрации КС доверительного предела для случайной выборки, включая и исключая неопределенности измерений, даны Ферсоном и др. [5]. В теории левые хвосты пределов КС продолжаются в сторону отрицательной бесконечности, и правые хвосты пределов КС продолжаются в сторону положительной бесконечности. На практике они могут быть усечены в разумные значения, которые зависят от данных или любой другой доступной информации.

Преимущество пределов достоверности КС в том, что никаких дистрибутивных предположений делать не надо. Недостатки пределов достоверности КС, которые они разделяют с другими непараметрическими методами, заключаются в том, что для малых n , зачастую, границы слишком широкие для практического использования. Однако, если нет другой имеющейся информации, эти хвосты бесконечности полезны, потому что они выражают отсутствие знаний риск-менеджера.

Выбор того, какой метод и комбинации использовать, будет зависеть от многих факторов, таких как размер выборки, достаточно ли информации, чтобы сделать распределения предположений и есть ли в наличии экспертов информация, чтобы выбрать классы предварительного распределения.

Список литературы

1. Aldenberg T. and Jaworska J.S. (2000). Uncertainty of the Hazardous Concentration and Fraction Affected for Normal Species Sensitivity Distributions. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 46 (1). P. 1–18.
2. Kolmogorov A. (1941). Confidence limits for an unknown distribution function. *The Annals of Mathematical Statistics*, 12 (4). C. 461–463
3. Smirnov N. (1939). On the estimation of the discrepancy between empirical curves of distribution for two independent samples. *Bulletin University of Moscow*, 2: 3–16
4. Miller L. (1956). Table of percentage points of Kolmogorov statistics. *Journal of the American Statistical Association*, 51 (273). P. 111–121.
5. Ferson S. and Tucker W.T. (2003). Probability Bounds Analysis in Environmental Risk Assessments. Technical report, Applied Biomathematics, Setauket, New York. Available at www.ramas.com/pbawhite.pdf.

ВИРТУАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

С. Ф. Заграбчук, С. В. Курнаева, В. Н. Тимофеев, Г. Ф. Лыбзиков

На кафедре «Электротехнология и электротехника» Политехнического института СФУ ранее был разработан комплект электронных плат для лабораторного практикума по дисциплинам «Электротехника и электроника», «Теоретические основы электротехники», включая и теорию поля [1]. Целью этого проекта являлось расширение экспериментальных возможностей лабораторных станций NI ELVIS II, а также адаптация лабораторного практикума к учебным программам по вышеуказанным дисциплинам. Для того чтобы более эффективно использовать лабораторное время, авторы предлагают концепцию, в которой исключается (или сводится к минимуму) время на подготовку к исследованию.

Схема, предназначенная для исследования, уже собрана на печатной плате. Подготовка к работе включает в себя подсоединение этой платы к лабораторной станции через плату-переходник. Переходная плата оснащена более надёжным и долговечным электрическим разъёмом (в сравнении с используемым в лабораторной станции). Примеры рассматриваемых плат приведены на рис. 1.

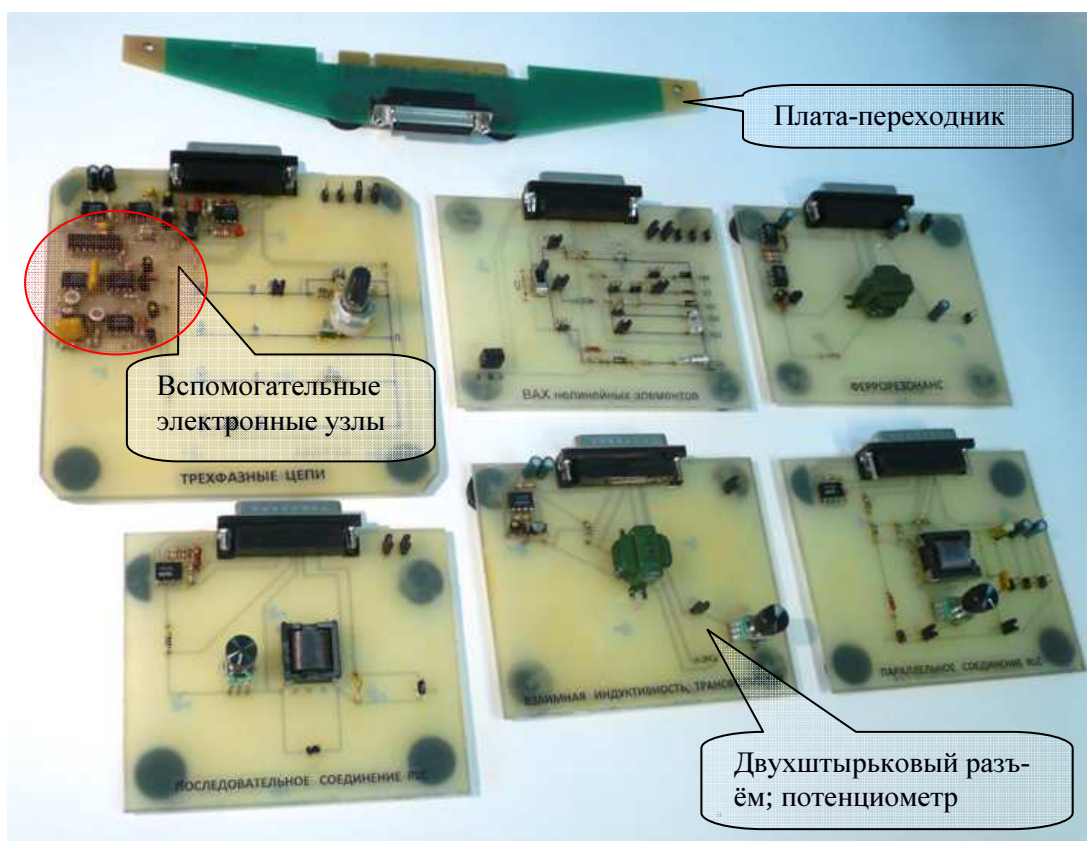


Рис. 1. Часть из комплекта электронных плат для лабораторного практикума и плата-переходник

В итоге, был разработан комплект, состоящий из 12 электронных плат, каждая из которых предназначена для выполнения определённого блока лабораторных работ (см. табл. 1). Каждая плата в отдельности является относительно простым, и, следовательно,

но, недорогим устройством, то есть разработка новой платы может быть осуществлена без больших финансовых затрат.

Таблица 1

Краткое описание комплекта плат

Краткое наименование платы с блоком лабораторных работ	Число работ
Плата № 1. Последовательное соединение RC, RL, RLC элементов	6
Плата № 2. Параллельное соединение RC, RL, RLC элементов	3
Плата № 3. Взаимная индуктивность. Трансформатор	2
Плата № 4. Исследование явления гистерезиса в ферромагнетиках	1
Плата № 5. Феррорезонанс напряжений	2
Плата № 6. Трёхфазные цепи. Соединение нагрузки звездой	2
Плата № 7. ВАХ нелинейных элементов	3
Плата № 8. Выпрямители	2
Плата № 9. Транзисторы: биполярные, полевые	4
Плата № 10. Схемы на операционных усилителях с ООС	5
Плата № 11. Схемы на операционных усилителях с ПОС	2
Плата № 12. Элементы цифровой логики	7

Для наглядности, на лицевую сторону плат нанесены электрические схемы соединения элементов исследуемых цепей. Обозначены и коммутирующие элементы – двухштырьковые разъёмы и переключатели, а также регулировочные потенциометры. Такие элементы позволяют оперативно менять режимы работы исследуемой схемы в соответствии с заданиями выполняемой лабораторной работы.

Входной сигнал, подаваемый на электронную плату, формируется при помощи функционального генератора из состава лабораторной станции. Для согласования исследуемой схемы с функциональным генератором (повышение его мощности и т. п.) на плате кроме основных элементов могут располагаться и вспомогательные электронные узлы, которые размещаются в левом верхнем углу платы без маркировки. Например, для платы «Трёхфазные цепи» необходимы формирователи трёхфазного напряжения. Это отмечено на рис. 1 в верхнем левом углу. Измеряемые напряжения с исследуемой схемы подаются на входы АЦП при установке платы на лабораторную станцию без каких-либо дополнительных соединений.

Программное обеспечение (ПО) NI ELVISmx 4.3.0f2, используемое для станции NI ELVIS II, основано на технологии виртуальных инструментов (ВИ) и входит в комплект станции. Это ПО включает в себя такие виртуальные приборы, как «Функциональный генератор», «Осциллограф», «Построитель АЧХ и ФЧХ» и другие ВИ.

Для применения разработанного комплекса в учебном процессе издано методическое пособие [2], в котором рассмотрены платы №№1..6 (см. табл. 1). Часть лабораторных работ, для которых разработаны платы №№9..12, описаны в методическом пособии [3] для классического стенда с наборным полем и требуют адаптации для использования в рамках технологии ВИ.

При практическом применении лабораторных станций NI ELVIS II для изучения электротехнических дисциплин выяснилось, что *полное* использование возможностей этих станций невозможно по ряду причин. Прежде всего, измерительный потенциал станции для изучения указанных дисциплин излишен по своему составу. Со стороны же программного обеспечения, напротив, можно отметить некоторую функциональную упрощённость части виртуальных приборов (например, построителей ВАХ для 2- и 3-х проводных цепей, и не только). Фирма-разработчик не переводит лицевые панели ВИ на русский язык, в основном мотивируя отказ от локализации малой распространённостью обо-

рудования. Это вызывает трудности при освоении технологий ВИ студентами 3–4 го семестров обучения, а также школьниками.

В конечном счёте, завышенные возможности и, соответственно, завышенная цена станции NI ELVIS II мешает её широкому распространению – как в ВУЗах, так и в средних школах, несмотря, в целом, на явную полезность изучения технологий ВИ и цифровых технологий на её основе. Следует отметить, что недорогой «аналог» станции NI ELVIS II – устройство NI myDAQ, наоборот, обладает заниженной для наших целей функциональностью, и это не позволяет его использование в лабораторном практикуме (хотя, возможно, прибор NI myDAQ эффективен при самостоятельном изучении цифровых технологий).

Чтобы разрешить указанную проблему, была поставлена цель – создать относительно недорогую лабораторную станцию, являющуюся, в определённой мере, аналогом NI ELVIS II (или NI myDAQ), и обладающую как требуемыми нам возможностями, так и использующую уже разработанный комплект плат. Для этого надо было решить несколько задач:

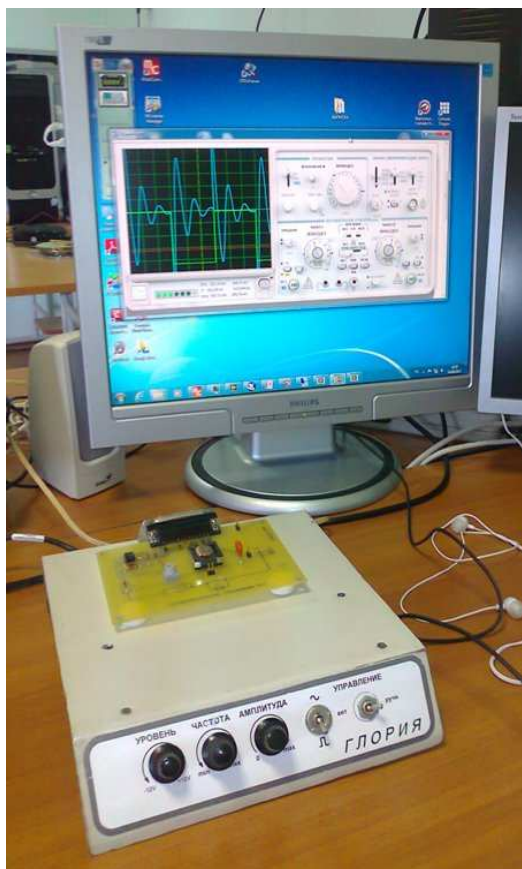
- найти готовую плату сбора данных с АЦП, ЦАП и цифровыми каналами;
- разработать и изготовить (или найти готовый) функциональный генератор;
- разработать и изготовить общую схему станции;
- разработать соответствующее программное обеспечение;
- провести конструкторско-дизайнерские разработки панелей и корпуса.



Рис. 2. Состав макетного образца лабораторной станции «Глория»
(вид на макет снизу)

В результате был разработан макетный образец устройства, названного нами «Глория», состав которого представлен на рис. 2. Цифрами обозначены: 1 – функциональный генератор; 2 – передняя панель станции (вид снизу), оснащённая элементами регулирования – потенциометрами

Общий вид станции «Глория» показан на рис. 3, а. Выполнена дизайнерская проработка корпуса, результаты которой представлены на рис. 3, б. На панели указаны логотипы и наименования организаций-разработчиков: СФУ и ОАО «НПП «Радиосвязь».



а)



б)

Рис. 3. Лабораторная станция «Глория»: а) макетный образец с разработанным ВИ – осциллографом; б) дизайнерская проработка корпуса с наименованиями организаций-разработчиков, предназначенная для его изготовления на 3D-принтере

При разработке ПО для лабораторной станции «Глория» применялось программное средство LabVIEW 8.6.1, основанное на технологии виртуальных инструментов National Instruments. В настоящее время завершена разработка виртуального осциллографа, передняя панель которого представлена на рис. 4.

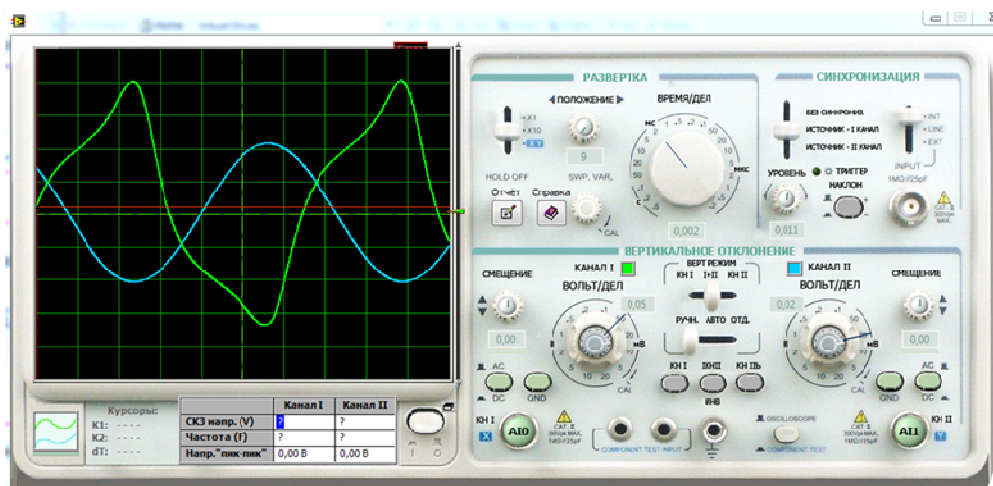


Рис. 4. Внешний вид виртуального осциллографа, разработанного для использования с лабораторной станцией «Глория»

Важной стороной разработки было встраивание драйверов платы сбора данных ЛА-2USB-12 в виртуальные инструменты LabVIEW. Созданная библиотека ВИ для управления платой ЛА-2USB-12, при необходимости, может быть достаточно быстро адаптирована для другой доступной платы сбора данных, что расширяет возможности

развития проекта. Ведётся разработка других необходимых ВИ, а также интегрирующей оболочки для набора ВИ. Отметим, что разработка ВИ – функционального генератора не требуется, так как используется ручное управление генератором, а программное управление не предусмотрено.

На рис. 5 представлена часть разработанной технической документации для лабораторной станции «Глория».

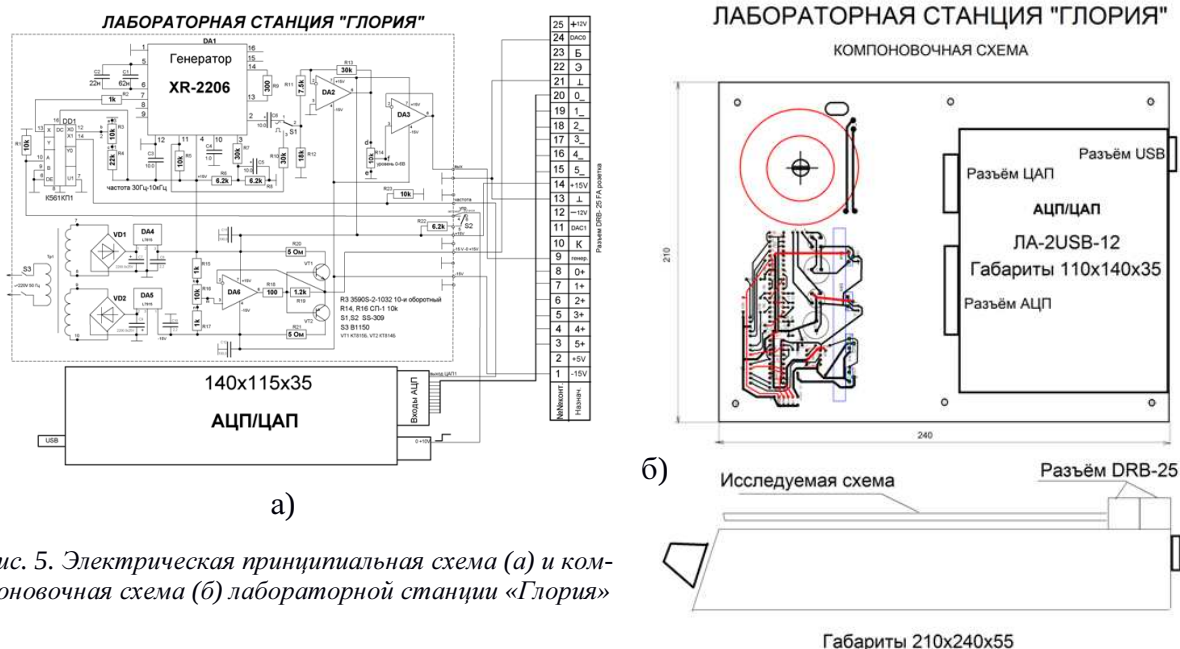


Рис. 5. Электрическая принципиальная схема (а) и компоновочная схема (б) лабораторной станции «Глория»

Данный проект является частью основного Проекта инженерной подготовки кадров по схеме «Школа-ВУЗ-Предприятие». Предполагается, что найденные технические решения позволят расширить экспериментальные возможности лабораторной станции «Глория» не только в области изучения электрических цепей с сосредоточенными параметрами, но и линий с распределёнными параметрами, а также практическим изучением статических и динамических электромагнитных полей.

Список литературы

1. Тимофеев В. Н., Заграбчук С. Ф., Иванова С. Г., Лыбзи́ков Г. Ф. Комплект электронных плат для лабораторного практикума по дисциплинам «Электротехника и электроника», «Теоретические основы электротехники», рассчитанный на использование лабораторных станций NI ELVIS II // Инженерные, научные и образовательные приложения на базе технологии National Instruments – 2011: Сборник трудов X Международной научно-практической конф. М.: ДМК-пресс, 2011. С. 286–288.
2. Теоретические основы электротехники : лаб. практикум. / С. Г. Иванова, Г. Ф. Лыбзи́ков, С. Ф. Заграбчук, В. Н. Тимофеев. Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2013. 104 с.
3. Электротехника и электроника : Метод. указания к выполнению лабораторных работ для студентов укрупнённой группы направлений подготовки специалистов 220000, 230000 / сост. Г. Ф. Лыбзи́ков. Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2005. 55 с.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ И УСТАНОВКА ДЛЯ ИХ ИЗУЧЕНИЯ

А. П. Самчук

В настоящее время у потребителей электротехнической продукции появился интерес к новым алюминиевым сплавам, имеющим наряду с высокими механическими свойствами и удовлетворительной электропроводностью повышенную термостойкость. К таким сплавам можно отнести сплавы алюминия с переходными и редкоземельными металлами. Добавка переходных или редкоземельных металлов в алюминий благоприятно влияет на механические характеристики сплава и повышает его работоспособность при повышенных температурах, что очень важно для проводов высоковольтных линий в зимний период времени. Также получение продукции с повышенными механическими характеристиками достигается за счет новых схем обработки металлов давлением с высокими степенями и скоростями деформации. Для создания новых технологий обработки могут применяться совмещенные методы, такие как СПП (совмещенная прокатка-прессование) и СЛИПП (совмещенное литье и прокатка-прессование) [1]. Характеризуя актуальность, следует отметить также, что представленные в статье результаты получены при выполнении договора Минобрнауки России №13.G25.31.0083, связанного с созданием высокотехнологичного производства совместно СФУ и ООО «РУСАЛ ИТЦ» по теме «Разработка технологии получения алюминиевых сплавов с переходными и редкоземельными металлами и высокоэффективного оборудования для производства электротехнической катанки», а также госбюджетной темы СФУ №ТЗ «Исследование реологических характеристик деформированных полуфабрикатов из сплавов цветных металлов с использованием новых технологий совмещенной обработки и модифицирования», выполняемой в рамках «Государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации».

Проведенный анализ патентной и научно-технической литературы показал, что деформируемые алюминиевые сплавы [2] различных систем легирования условно делят на термически неупрочняемые и термически упрочняемые, а также сплавы низкой, средней или высокой прочности, повышенной пластичности, жаропрочные, ковочные и т. д. Наиболее распространенные сплавы систематизированы по данным признакам и сведены в табл. 1, при этом их маркировка дана по ГОСТ 4784 – 97 и международной классификации ИСО 209 – 1.

За рубежом принята четырехзначная цифровая маркировка для обозначения деформируемых сплавов, в которой первая цифра служит для обозначения серии (группы) и основного легирующего элемента в этой серии сплавов (табл. 2).

Термически упрочняемые сплавы содержат один или несколько элементов, в качестве которых могут быть медь, магний, кремний или цинк, так как они при повышенных температурах растворимы в алюминии в значительных количествах. В связи с этим имеется возможность их упрочнения с помощью операций термической обработки. К ним относят в основном сплавы серии 2XXX, 6XXX и 7XXX. Для прессованных полуфабрикатов, изготавливаемых из этих сплавов, установлены определенные пределы механических свойств (табл. 3) в зависимости от состояния: мягкое (О – отожженное) и твердое (Т4 – закаленное с последующим старением).

Таблица 1

Алюминиевые сплавы				
Характеристика сплавов	Маркировка		Система леги-рования	Примечание
	в России	за рубежом		
Термически неупрочняемые				
Сплавы низкой прочно-сти и высокой пластич-ности, свариваемые, коррозионно – стойкие	АД0	1050А	Технический алюминий	АД, А5, А6, А7
	АД1	1230		
	АМц	3003	Al-Mn	
	Д12	3004		
Сплавы средней проч-ности и высокой пла-стичности, свариваемые, коррозионно – стойкие	АМг2	5251	Al-Mg (магналии)	АМг0.5, АМг1, АМг4 и т.д.
	АМг3	5754		
	АМг5	5056		
	АМг6	–		
Термически упрочняемые				
Сплавы средней проч-ности, высокой пластич-ности и свариваемые	АД31	6063	Al-Mg-Si (авиали)	АВ (6151)
	АД33	6061		
	АД35	6082		
Сплавы нормальной прочности	Д1	2017	Al-Cu-Si (дюрали)	В65, Д19, ВАД1
	Д16	2024		
	Д18	2117		
Свариваемые сплавы нормальной прочности	1915	7005	Al-Zn-Mg	–
	1925	–		
Высокопрочные сплавы	В95	–	Al-Zn-Mg-Cu	В93
Жаропрочные сплавы	АК4-1	–	Al-Cu-Mg-Ni-Fe	АК4
	1201	2219	Al-Cu-Mn	Д20
Ковочные сплавы	АК6	–	Al-Cu-Mg-Si	–
	АК8	2014		
Сварочные и литейные сплавы низкой пластич-ности	АК5	–	Al-Si (силумины)	–
	АК12	–		

Таблица 2

Обозначение промышленных деформируемых сплавов	
Обозначение	Основной легирующий элемент
1XXX	Примеси меньше 1 %
2XXX	Медь
4XXX	Марганец
3XXX	Кремний
5XXX	Магний
6XXX	Магний и кремний
7XXX	Цинк
8XXX	Элементы, не указанные выше

К термически неупрочняемым сплавам относят алюминий и те сплавы, упрочнение которых достигается путем образования твердых пересыщенных растворов и нагартовкой. Разница в свойствах зависит от состава легирующих элементов или примесей, в качестве которых могут использоваться медь, хром, железо, магний, марганец, кремний и цинк. К термически неупрочняемым сплавам в основном относятся сплавы серий 1XXX, 3XXX, 4XXX и 5XXX. Их механические свойства для прессованных полуфабрикатов приведены в табл. 4 в зависимости от состояния: мягкое (О – отожженное) и твердое (Н18 – полунагартованное при степени деформации 75 %).

Таблица 3

Механические свойства термически упрочняемых алюминиевых сплавов

Марка	Основные легирующие элементы, %	Состояние	$\sigma_{\text{в}}$, МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	НВ, кг/мм ²
2014	0,8Si; 4,4Cu; 0,8Mn; 0,5Mg	Мягкое	185	95	18	45
		Твердое	425	290	20	105
2017	0,5Si; 4,0Cu; 0,7Mn; 0,6Mg	Мягкое	180	70	22	45
		Твердое	425	275	22	105
2117	2,6Cu; 0,35Mg	Твердое	300	165	27	70
2024	4,4Cu; 0,6Mn; 1,5Mg	Мягкое	180	76	20	–
		Твердое	440	290	19	–
6063	0,4Si; 0,7Mn	Мягкое	90	50	–	25
		Твердое	170	90	22	–
6061	0,6Si; 0,28Mn; 1,0Mg; 0,2Cr	Мягкое	125	55	25	30
		Твердое	240	145	22	65
7005	0,45Mn; 1,4Mg; 0,13Cr; 4,5Zn	Мягкое	195	80	20	–
		Твердое	350	290	13	–

Таблица 4

Механические свойства термически неупрочняемых алюминиевых сплавов

Марка	Основные легирующие элементы, %	Состояние	$\sigma_{\text{в}}$, МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	НВ, кг/мм ²
1199	99,99 Al	Мягкое	45	10	50	–
		Твердое	115	110	5	–
1350	99,5 Al	Мягкое	85	30	23	–
		Твердое	185	165	2,5	–
3003	0,12 Cu; 1,2Mg	Мягкое	110	40	30	28
		Твердое	200	185	4	55
3004	1,2Mn; 1,0Mg	Мягкое	180	70	20	45
		Твердое	295	285	2	–
5056	0,12Mn; 5,0Mg; 0,12Cr	Мягкое	290	150	35	65
		Твердое	435	405	10	105
5252	2,5Mg	Мягкое	180	85	23	46
		Твердое	285	240	5	75

Таким образом, для большинства алюминиевых сплавов, из которых изготавливают деформированные полуфабрикаты, сведения о механических свойствах в научно-технической литературе имеются. Однако для реализации технологий совмещенной обработки необходимо знание реологических характеристик новых, ранее не изученных, сплавов алюминия с редкоземельными и переходными металлами. Такие сплавы были

предложены и запатентованы учеными кафедры ОМД и сотрудниками ООО «РУСАЛ ИТЦ» [3, 4].

Традиционные методы изучения механических свойств материалов не позволяют получить для них данные в широком интервале скоростей и степеней деформации, которыми характеризуются совмещенные методы обработки, так как при прессовании, например, вытяжки могут достигать значений от 20 до 50. Имеющиеся установки для изучения реологических свойств (пластометры) имеют большую стоимость, поэтому их приобретение затруднительно. Известно, что среди методов для определения механических свойств [2] наибольшее распространение получили следующие: растяжение, кручение, сжатие, ударный изгиб и др. Однако высокие степени деформации, характерные для прессования, ограничили применение этих методов и в настоящее время для определения реологических характеристик алюминиевых сплавов целесообразно использовать в основном метод кручения.

Для решения данной проблемы на кафедре ОМД института цветных металлов и материаловедения СФУ была разработана и запатентована испытательная машина на кручение [5]. Данная установка создана на базе сверлильного станка и позволяет получить реологические характеристики исследуемого материала в широком диапазоне скоростей деформации от 0,001 до 27 с⁻¹. С целью изучения характеристик материала, присущих процессам ОМД, установка снабжена печью, позволяющей проводить исследования при различных температурах. Общий вид установки в виде 3D-модели представлен на рис. 1.

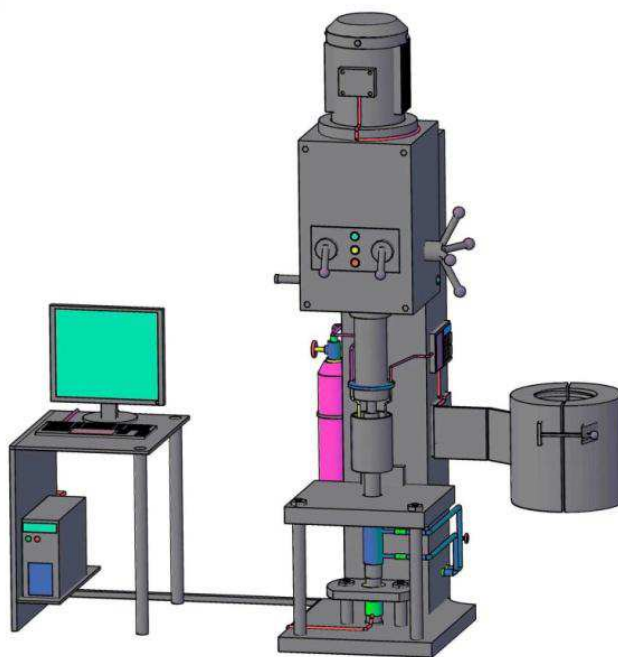


Рис. 1. Испытательная машина на кручение

Предложенная конструкция испытательной установки позволяет достаточно точно регулировать температуру испытаний за счет нагрева образца в стакане пассивного захвата с расплавом солей и исключить силы инерции, действующие на образец при циклических нагрузках, за счет тормозных колодок активного захвата.

Конструктивно установка состоит из активного захвата, связанного с регулируемым приводом вращения и пассивного захвата, соосно расположенного с активным захватом, при этом пассивный захват снабжен стаканом с системой продувки аргоном.

Методика проведения исследований реологических свойств предусматривает скручивание поочередно двух образцов разных диаметров при одинаковых температурно-скоростных параметрах.

Значения момента, возникающего в момент скручивания образца и отображающегося на датчике установки, используются при расчетах сопротивления металла деформации по следующей формуле

$$\tau = \frac{3(M_1 - M_2)}{2\pi(\rho_1^3 - \rho_2^3)},$$

где M_1, M_2 – момент силы, возникающий при скручивании соответственно 1 и 2-го образцов; ρ_1, ρ_2 – радиус образцов.

Для пересчета числа скручиваний в деформацию сдвига используют соотношение

$$\gamma = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2l} \varphi,$$

где l – длина рабочей части образца, мм; $\varphi = 2\pi n$ – угол скручивания (угол поворота шпинделя), рад.

Скорость деформации определяют по формуле

$$\xi = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2l} \omega,$$

где ω – угловая скорость шпинделя, с^{-1} .

В рамках совместных работ с ООО «РУСАЛ ИТЦ» с помощью предложенной методики планируется дальнейшее исследование реологических свойств новых алюминиевых сплавов систем AL–PЗМ, AL–ПМ и др. с применением разработанной испытательной установки.

Полученные данные будут использоваться при расчетах энергосиловых параметров проектируемых установок совмещенной обработки, в частности для проектирования технологии получения катанки на установке совмещенной обработки, внедряемой в настоящее время на Иркутском алюминиевом заводе.

Список литературы

1. Сидельников С. Б., Довженко Н. Н., Загиров Н. Н. Комбинированные и совмещенные методы обработки цветных металлов и сплавов: монография // М.: МАКС Пресс, 2005. 344 с.
2. Грищенко Н. А., Сидельников С. Б., Губанов И. Ю. и др. Механические свойства алюминиевых сплавов: монография // Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. 196 с.
3. Алюминиевый сплав. Патент РФ № 2458151. Опубл. 10.08.2012, Бюл. № 22.
4. Алюминиевый сплав. Патент РФ № 2458170. Опубл. 10.08.2012, Бюл. № 22.
5. Установка для испытания на скручивание. Патент РФ №130708. Опубл. 27.07.2013, Бюл. № 21.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ГОРЯЧЕЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

И. О. Астрашабов, Н. А. Белан, Д. В. Клеменкова

В качестве конструкционного материала алюминиевые деформируемые сплавы широко используются в различных отраслях промышленности. Одним из основных способов получения заготовок для деталей из этих сплавов является горячая объемная штамповка. Благодаря высокой пластичности заготовкам из алюминиевых сплавов деформированием можно придать сложную форму с резкими переходами сечения и такими элементами, как ребра жесткости, борта и т. д. Но усложнение формы ведет к удорожанию технологии штамповки и получение поковок для таких деталей требует повышенного расхода металла на припуски и напуски, проведения штамповки в нескольких переходах и т. д. При этом изготовление деталей из поковок требует большого объема последующей механической обработки и поэтому в целом изготовление готовой детали из штампованных поковок характеризуется низким коэффициентом использования металла.

Для объемной штамповки алюминиевых сплавов используют такое мощное деформирующее оборудование, как гидравлические штамповочные прессы и крупногабаритный инструмент – штампы из жаропрочных легированных сталей. В связи с этим для производства конкурентоспособной продукции очень важную роль играет рациональное построение технологического процесса, т. е. ошибки в назначении количества переходов, в подсчете массы заготовки, расчетах, относящихся к инструменту, выбору оборудования и другие могут отрицательно сказаться на экономических показателях процесса.

В настоящее время в обработке металлов давлением, а в частности и в горячей объемной штамповке, находит широкое применение виртуальное компьютерное моделирование технологических процессов, основой которого служит комплексное использование современного программного обеспечения. Для конструкторского построения моделей и создания чертежей применяются следующие системы 3-х мерного проектирования: SolidWorks, «Компас 3D», AutoCAD и др.

При этом для моделирования процессов ОМД и прогнозирования поведения металла под воздействием деформирующих нагрузок и условий деформирования все шире распространяются специализированные программные комплексы, например QForm 3D (КванторФорм, Россия), Deform (Scientific Forming Technologies Corporation, США) PAM-STAMP, AutoForm и др., основанные на методе конечных элементов. При подготовке данных для моделирования по этим программам необходимы сведения о сопротивлении деформации материала заготовки, характеристиках применяемой смазки, а также технических параметрах деформирующего оборудования.

Основными причинами создания и активного использования в ОМД этих компьютерных программ являются:

- необходимость сокращения сроков разработки технологических процессов, времени проектирования рациональной конфигурации штампованных поковок, штамповой оснастки и проведения опытных работ при внедрении процессов в производство;
- снижение стоимости затрат на ошибочные или нерациональные технические, проектные и технологические решения еще до начала промышленных экспериментов;
- повышение надежности разрабатываемых технических мероприятий, в том числе для технологических процессов ОМД, связанных с изготовлением заготовок для уникальных деталей, не имеющих технологических процессов-аналогов.

В отечественных работах отражены возможности применения компьютерного моделирования для горячей объемной штамповки. Например, в работе [1] анализировался

процесс штамповки одноплоскостной панели со сложным рельефом из алюминиевого сплава АМг6, сопоставленный с экспериментальным опробованием, но в этой работе рассматривался процесс изотермической штамповки, пока мало распространенный в отечественных технологиях штамповки алюминиевых сплавов.

В данной работе была поставлена цель, провести компьютерное моделирование с помощью компьютерных программ QFORM и DEFORM-3D технологических процессов горячей объемной штамповки поковок из алюминиевых сплавов из номенклатуры продукции действующего предприятия.

Первая программа QFORM применяется для моделирования, анализа и оптимизации объемной штамповки, и предназначена для использования технологами и конструкторами штампов. Принцип работы программы основан на взаимодействии с технологическими цепочками. В этой программе все операции от заготовительных до непосредственно переходов штамповки и далее до обрезки облоя, калибровки и термообработки моделируются с автоматической передачей данных, которая производится без участия пользователя.

Программа DEFORM-3D также предназначена для анализа пластического течения металла и является модулем программного комплекса DEFORM, позволяющего моделировать практически все процессы обработки металлов давлением, а также термообработки и механообработки. Использование программы дает возможность предсказать характер формоизменения металлов при обработке давлением, за счет чего заметно снижаются затраты на экспериментальное исследование. Эффективность применения DEFORM-3D при решении задач обработки металлов давлением подтверждена многими исследователями. Программу позволяет сочетать высокую универсальность при решении разного рода технологических задач с возможностью использования разных видов инструмента, основных температурных, деформационных и других факторов.

При работе программы создается сетка конечных элементов, размеры которых отличаются в разных частях модели и оптимизируются в зависимости от специфики моделируемого процесса. Это значительно снижает объем поставленной задачи и требования к аппаратным средствам для ее решения. Особенность программы DEFORM-3D также состоит в том, что пользователь самостоятельно (в ручном режиме) может настраивать плотность сетки и соотношение размеров конечных элементов.

Для исследований были выбраны штампованные поковки «Кронштейн» и «Крышка» обе из сплава АК6. Моделирование технологического процесса первой поковки проводили в программе QFORM, а второй поковки в программе DEFORM-3D. На рис. 1 показано формоизменение поковки «Кронштейн», технология штамповки которой включала операции осадки плашмя (плющение), деформирование в окончательном ручье открытого штампа и обрезку облоя.

На рис. 2. показаны основные этапы штамповки поковки крышка в программе DEFORM-3D.

Программы позволяют также показывать в динамике картину изменения таких параметров процесса, как, интенсивность скоростей и деформаций, распределение скоростей деформации и температуры по объему поковки и т.д., что также очень важно для своевременной корректировки технологического процесса штамповки.

На рис. 3 приведены поковка в текущий момент штамповки с распределением температуры по объему заготовки и графиком изменения усилия от времени штамповки.

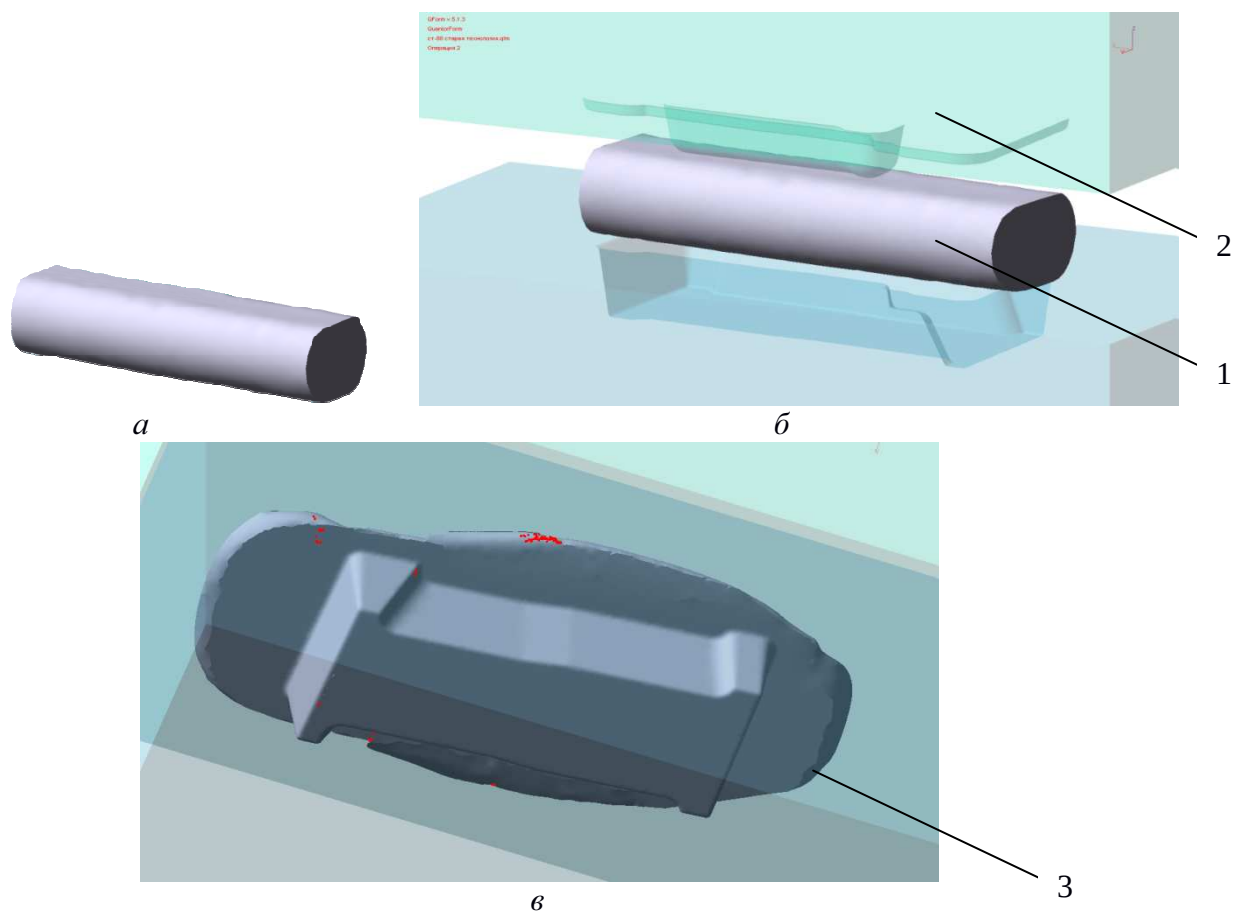


Рис. 1. Моделирование формоизменения заготовки в программе QFORM при объемной штамповке поковки «Кронштейн»:
 а – заготовка после расплющивания; б – заготовка в штампе;
 в – заготовка после штамповки перед обрезкой облоя; 1 – заготовка;
 2 – штамп; 3 – облой

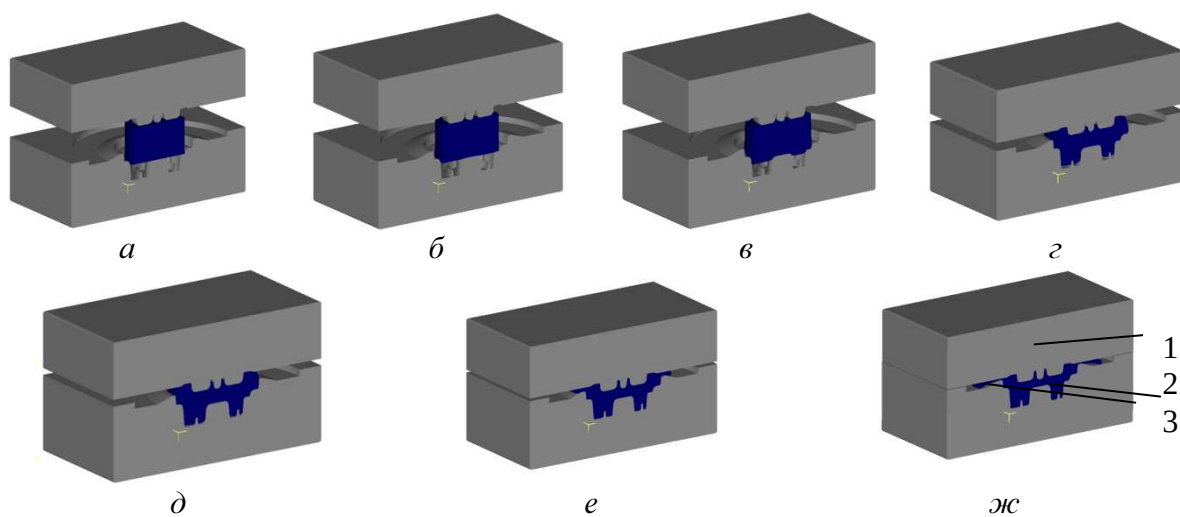


Рис. 2. Моделирование формоизменения заготовки в программе DEFORM-3D при объемной штамповке поковки «Крышка»:
 1 – штамп; 2 – заготовка в штампе; 3 – облой

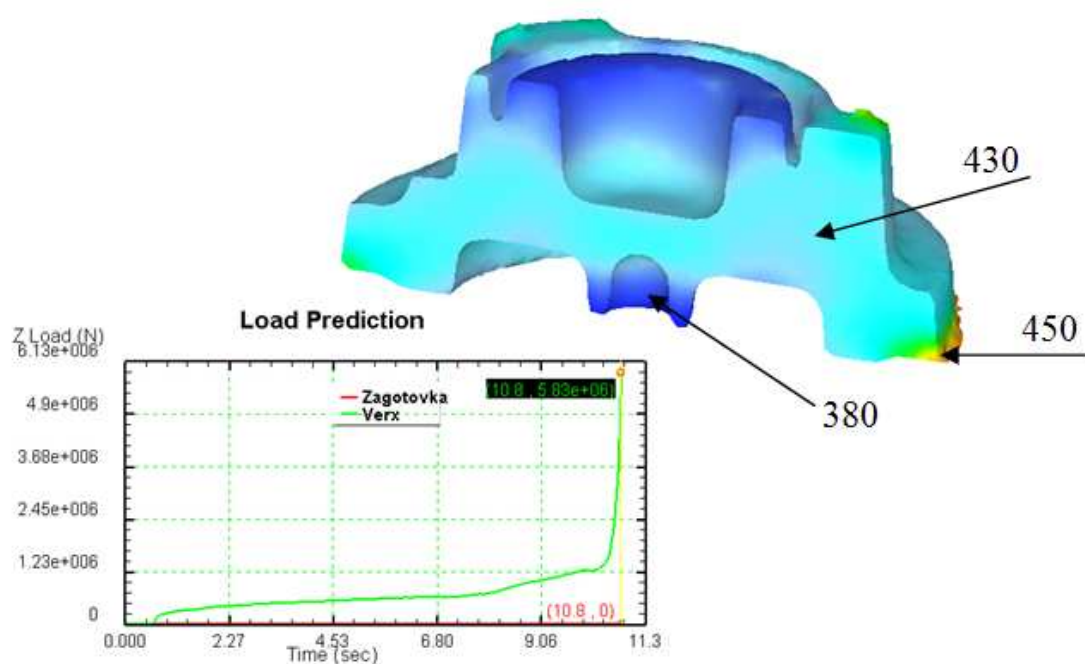


Рис.3. Форма поковки «Крышка» в момент штамповки с распределением температуры по объему заготовки (указаны стрелками в °С) и графиком изменения усилия от времени штамповки

Таким образом, можно заключить, что компьютерное моделирование при разработке технологического процесса горячей объемной штамповки позволяет следующее.

1. Подсчитать объем заготовки, а, следовательно, оптимизировать расход металла.
2. Определять энергосиловые затраты на штамповку, что важно для рационального выбора деформирующего оборудования и штампового инструмента.
3. Выявлять зоны заготовки, в которых может возникнуть нежелательное повышение температуры, т.е. прогнозировать перегрев или пережог металла при штамповке.

Список литературы

1. Константинов И. Л., Губанов И. Ю., Горохов Ю. В. // Изв. вузов «Цветная металлургия», 2013, № 2. – 46 с.

ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА С ФОРМИРОВАНИЕМ СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ И ИХ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Е. А. Душкин, М. Ю. Хацаюк

В данной работе рассмотрены электротехнологические установки со свободной поверхностью металла в электромагнитном поле. Рассмотрены методы математического моделирования и программное обеспечение. Выполнена постановка задачи для магистерской работы, а также освещены результаты уже проделанной работы.

Введение

Возможности математического моделирования связанных физических процессов ранее были ограничены в виду малодоступности вычислительных мощностей. Но с появлением новых методов решений, а также с ростом вычислительных ресурсов, появилась возможность решения таких задач. Одной из них является задача моделирования свободной поверхности металла в электромагнитном поле.

Рассмотрим установки, где решение данной задачи особо актуально [1].

Индукционная плавка в холодном тигле

Индукционная плавка в холодном тигле [2] представляет собой разновидность плавки, при которой энергия электромагнитного поля передается расплаву через металлический охлаждаемый тигель, см. рис.1, а

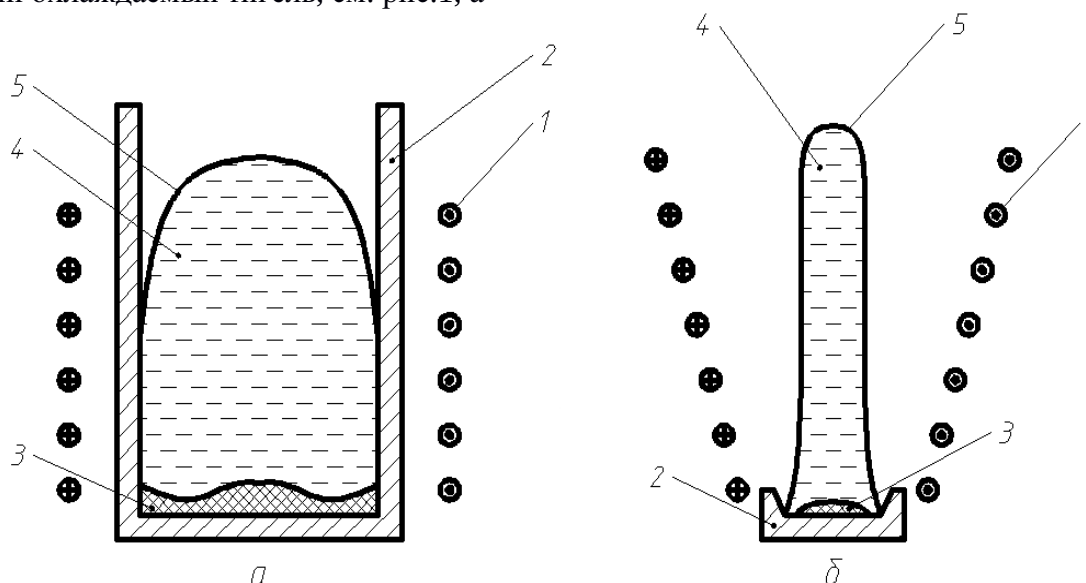
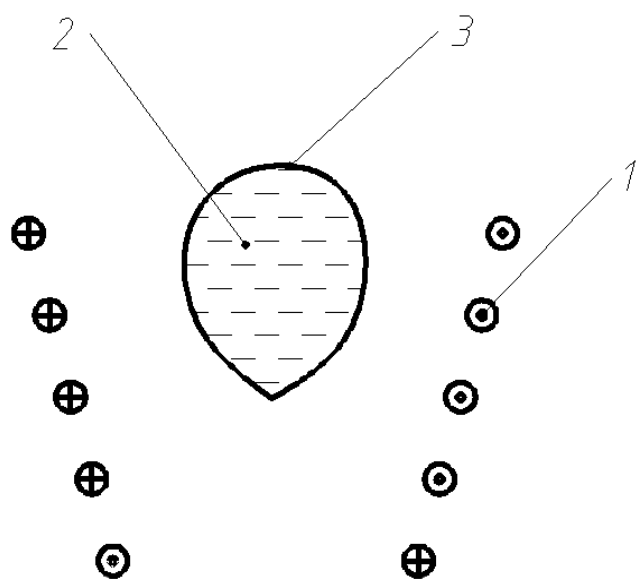


Рис. 1. Индукционные установки с холодным тиглем: а – с частичным касанием стенок тигля, б – с тиглем без боковых стенок; 1 – обмотка индуктора, 2 – тигель, 3 – металл в твердом состоянии, 4 – металл в жидком состоянии, 5 – свободная поверхность металла

Температура тигля в процессе плавки поддерживается достаточно низкой для исключения взаимодействия расплава с материалом тигля, при этом сам тигель выполнен секционным для препятствия замыкания по нему вихревых токов, экранирующих рабочее тело. Для снижения тепловых потерь расплав отжимают от стенок тигля с помощью магнитного поля. В принципе можно вообще отказаться от боковых стенок тигля, оставив лишь охлаждаемое основание, см. рис. 1, б.

Плавка во взвешенном состоянии

Для достижения наибольшей чистоты расплава используют устройство, в котором жидкий металл свободно висит в пространстве, удерживаемый электромагнитными силами [2, 3]. В индуктор или в систему индукторов, создающих переменное магнитное поле определенной конфигурации помещают кусок металла, подлежащий плавлению. При включении питания индуктора и достаточно большой силе взаимодействия между токами, индуцированными в металле, и магнитным полем индуктора возникает состояние парения металла в магнитном поле, см. рис. 3. При этом металл стремится занять зону с минимальной напряженностью магнитного поля — потенциальную яму. Если мощность, подводимая к индуктору, достаточна, металл расплавляется в высокочастотном поле и продолжает парить в потенциальной яме без соприкосновения с какими-либо поддерживающими конструкциями.



с. 2. Индукционная установка для плавки металла во взвешенном состоянии:
1 – обмотка индуктора,
2 – металл в жидком состоянии,
3 – свободная поверхность металла

Одной из основных особенностей метода, с которыми приходится считаться при его практическом осуществлении, является то обстоятельство, что независимо от конструкции индуктора, в силу вихревого характера поля, существует зона ослабленного поля и так называемые особые линии или точки, в которых вес жидкого металла не может быть уравновешен электромагнитным давлением. Жидкий металл удерживается во взвешенном состоянии и не выливается через эти «щели» лишь благодаря силам поверхностного натяжения.

Вертикальная зонная плавка

Понятие «зонная плавка» охватывает совокупность методов, позволяющих перераспределять растворимые добавки или примеси в кристаллических решетках. Важнейшей областью применения зонной плавки является очистка материалов [2].

Для всех разновидностей метода зонной плавки характерно медленное перемещение узкой расплавленной зоны через сравнительно длинный твердый образец, см. рис 3.

На рис. 3 представлен метод вертикальной бестигельной плавки. При этом методе индуктор создает расплавленную зону, которая удерживается на месте электромагнитными силами и силами поверхностного натяжения, в результате возникает свободная поверхность металла.

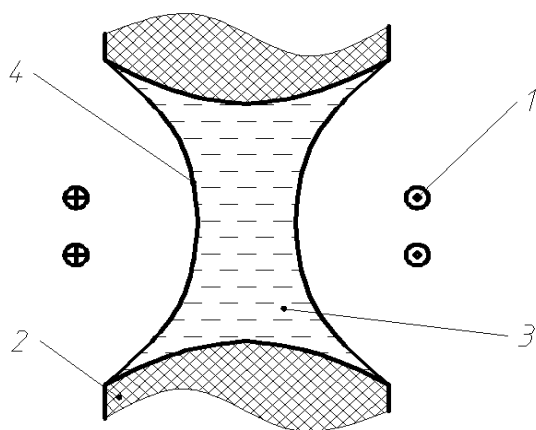


Рис. 3. Индукционная установка для зонной плавки металла: 1 – обмотка индуктора, 2 – металл в твердом состоянии, 3 – металл в жидком состоянии, 4 – свободная поверхность металла

Литье в электромагнитный кристаллизатор

Жидкий металл, находящийся в пульсирующем электромагнитном поле индуктора, испытывает силовое воздействие. В результате жидкий металл приобретает форму индуктора, с геометрическими размерами, определяющими напряженностью магнитного поля. Удерживаясь электромагнитными силами от растекания жидкометаллическая масса непрерывно затвердевает под действием охлаждающей воды, превращаясь в слиток и отводится вниз, см. рис. 4 [2, 4, 5].

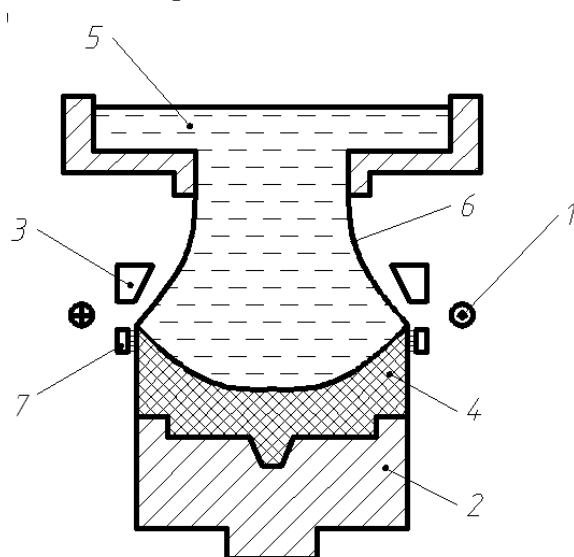


Рис. 4. Установка для литья слитков металла: 1 – обмотка индуктора, 2 – литейный стол, 3 – электромагнитный экран, 4 – металл в твердом состоянии (слиток), 5 – металл в жидком состоянии, 6 – свободная поверхность металла, 7 – охладитель

В данной установке свободная поверхность формируется от летки до охладителя.

Математическое моделирование свободной поверхности

Проектирование данных установок требует определения геометрии свободной поверхности металла в различных режимах работы. Одним из путей решения данной задачи является математическое моделирование. Однако единого инструмента для выполнения моделирования связанных электромагнитных и гидродинамических процессов в данный момент нет.

Основная идея магистерской работы — создание инструмента для математического моделирования свободной поверхности металла в электромагнитном поле, и исследование, оптимизация и проектирование электротехнологических установок на его основе.

При моделировании свободной поверхности в электромагнитном поле требуется учитывать одновременно несколько связанных физических процессов — электромагнитные, тепловые и гидродинамические. При этом каждая из этих задач решается различными методами и реализована в разных программах [6].

Для решения перечисленных задач был произведен анализ численных методов и обзор программного обеспечения применяющего данные методы.

Электромагнитная задача достаточно точно решается с применением метода конечных элементов, а остальные задачи с применением метода конечных объемов.

Данные методы реализованы во многих программных продуктах: FLUX, Maxvel, ANSYS, Autodesk Simulation, STAR-CD, OpenFOAM и т. д. Для создания инструмента моделирования было выбрано два продукта — ANSYS, для решения электромагнитной (далее ЭМ) задачи [7] и CFX, для решения тепловой (ТД) и гидродинамической (ГД) задач с учетом динамики свободной поверхности.

Выполнение работы было разбито на два этапа.

Первым этап – решение ЭМ задачи с передачей результатов для решения ГД и ТД задач без дальнейшего перерасчета ЭМ задачи, см. рис 5, а. Данное решение позволяет выполнять корректное моделирование свободной поверхности до попадания границы раздела фаз в зону электромагнитного поля.

Второй этап – решение ЭМ задачи с учетом попадания границы раздела фаз в зону электромагнитного поля, при этом требуется на каждом шаге решения ГД и ТД задач выполнять перерасчет электромагнитного поля, см. рис 5, б.

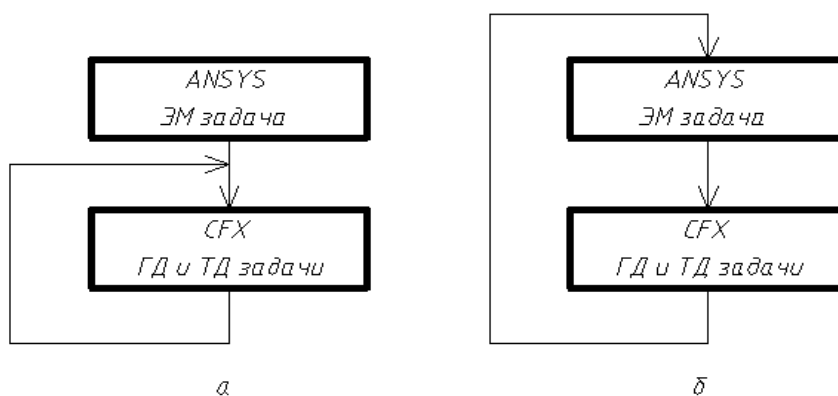


Рис. 5. Алгоритм взаимодействия модулей программ математического моделирования

Результатом решения ЭМ задачи является силовое и тепловое воздействие на металл. Решение ГД и ТД задачи дает форму свободной поверхности и векторное поле скоростей в жидком металле.

На рис. 6 представлена модель системы с магнитогидродинамическим перемешиванием, для решения задачи моделирования соответствующей первому этапу.

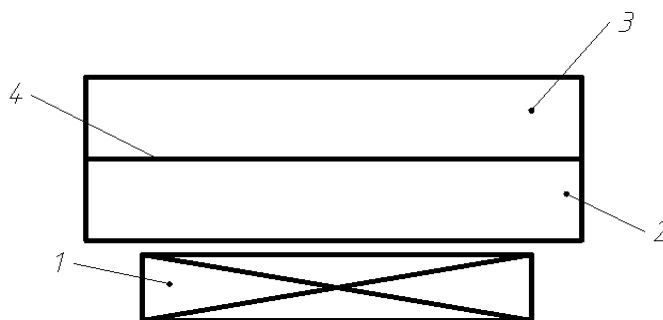


Рис. 6. Модель устройства с магнитогидродинамическим перемешиванием:
1 – МГДП, 2 – зона жидкого металла, 3 – зона воздушного пространства,
4 – свободная поверхность

При реализации связки ANSYS и CFX, без перерасчета ЭМ задачи, были получены результаты, приведенные на рис. 7.

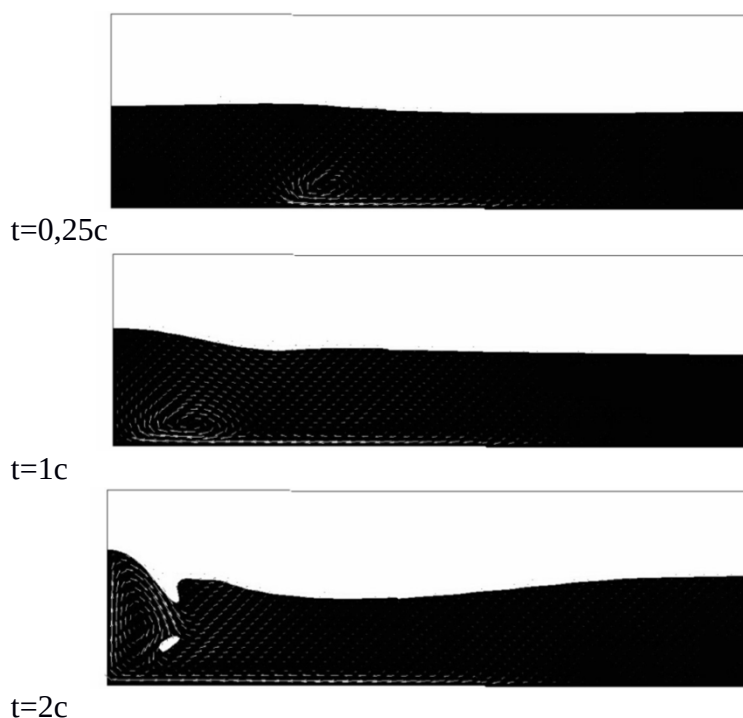


Рис. 7. Свободная поверхность и поле векторов скорости в математической модели без перерасчета ЭМ задачи

Дальнейшая работа будет сосредоточена на создании связки ANSYS и CFX с перерасчетом ЭМ задачи на каждой итерации. Обеспечение такой связки позволит выполнять математическое моделирование свободной поверхности в электромагнитном поле.

Список литературы

1. Тимофеев В. Н., Хацаюк М. Ю., Первухин М. В. Магнитогидродинамические технологии в плавно-литейном производстве алюминиевых сплавов. Индукционный нагрев. 2012. № 4. С. 15–21.
2. Фомин Н. И., Затуловский Л. М. Электрические печи и установки индукционного нагрева. М.: «Металлургия», 1979.
3. Spitans S., Jakovics A., Baake E., Nacke B. Numerical Modeling of Free Surface Dynamics of Melt in an Alternate Electromagnetic Field: Part I. Implementation and Verification of Model. Metallurgical and Materials Transactions B. 2013. № 3. P. 593–605.
4. Гецелев З. Н., Балахонцев Г. А., Квасов Ф.И., Черепок Г. В. Варга И. И., Мартынов Г. И. Непрерывное литье в электромагнитный кристаллизатор. М.: «Металлургия», 1983.
5. Первухин М. В., Хацаюк М. Ю., Сергеев Н. В. Электромагнитный кристаллизатор для получения непрерывно литых слитков с высокими скоростями охлаждения. Известия РАН. Энергетика. 2013. № 3. С. 3–14.
6. Первухин М. В., Хацаюк М. Ю., Минаков А. В., Сергеев Н. В. Математическое моделирование электромагнитных и термогидродинамических процессов в системе «индуктор-слиток» электромагнитного кристаллизатора. 2011. № 1. С. 3–11.
7. Хацаюк М. Ю., Первухин М. В. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011611973. Программа для расчета параметров системы «индуктор – слиток» в среде ANSYS. Регистр. 04.03.2011.

МЕТОД РАСПРОСТРАНЕНИЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКОВ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИИ

А. В. Никитин

Ключевые слова: Риски, распространение неопределенностей, границы вероятности, экономическая неопределенность, принятие решений, неполная информация, распространение неопределенностей, принятие решений.

Экономические риски напрямую связаны с понятием неопределенности. Оценивая важность и специфические особенности неопределенности в задачах принятия экономических решений, многие исследователи смогли выделить особый класс неопределенности, который получил название «экономическая неопределенность» [1–4]. Сложность исследования и специфика экономических систем напрямую связана с рядом факторов, которые можно отнести к трем основным группам [5]. Первая группа обусловлена внутренней сложностью системы как таковой. Вторая группа обусловлена внешней неопределенностью и случайным характером явлений и процессов, влияющих на систему и взаимодействие с ней. Третья – факторами, связанными с разрабатываемыми и применяемыми методами анализа систем и численными методами оценки ее экономических показателей, которые в настоящее время отличаются достаточной сложностью.

На сегодняшний день актуальной проблемой является разработка эффективных численных методов в условиях неполной или неточной информации и высокого уровня неопределенности. Это является очень сложной проблемой, так как при разработке численных методов расчета характеристик системы, могут быть установлены дополнительные неопределенности, которых нет в изначальной экономической постановке [5]. Для того что бы получить возможность лучше справляться с экономическими неопределенностями, рассматривались различные процедуры представления экономической неопределенности, например, с помощью интервалов, нечетких множеств и вероятностей [4]. В данной работе рассматриваются подходы, которые позволяют получить на основе неполной, неточной информации или ее отсутствия дополнительные основания для принятия экономических решений. Основными из них являются:

- Вероятностные границы (Probability bounds);
- Р-боксы (P-box);
- Облака Неймаера (Neumaier's clouds).

Основная идея метода вероятностных границ приводится в работе [1], и состоит в следующем:

«Есть нечто, что можно сказать о неизвестном распределении. В частности, его функция распределения вероятностей или CDF (Cumulative Distribution Function) должна лежать в области – ящике (box), ограниченная нулем и единицей по вертикали и от мин. и макс. по горизонтали. Истинная функция распределения, какой бы она ни была, должна находиться в этой области». Ниже на рис. 1 представлен графический пример такой области – ящика.

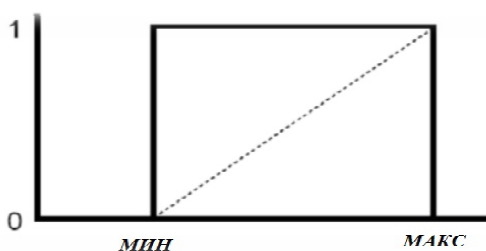


Рис. 1

Границы области (сплошные линии) интегральной функции распределения (CDF) любой для которой носитель колеблется в пределах от мин. и макс. Пунктирная линия соответствует равномерному распределению, которое отвечает критерию максимальной энтропии или принципу недостаточной причины.

В более общем виде, это означает, что существуют две монотонные функции d и u на $[0, 1]$, которые являются верхней и нижней границей для обратной неизвестной функции распределения, где p – уровень вероятности.

$$d(p) \geq F^{-1}(p) \geq u(p).$$

Идея построения вероятностных границ оказалась весьма продуктивной и нашла свое применение в следующей рассмотренной нами форме как представления неопределенности, как Р-боксы (P-box) [3].

В работах Ferson Scott [3] для распространения неопределенностей используется метод Р-боксы (P-box) который в своей основе реализует идею вероятностных границ.

Р-бокс определяется левой и правой границей функции распределения вероятности $[\underline{F}, \bar{F}]$.

Это означает, что, если $[\underline{F}, \bar{F}]$ является р-бокс для случайной величины X с неизвестной функцией распределения F . Тогда $\underline{F}(x)$ является нижней границей вероятности того, что случайная величина X меньше, чем x . $\bar{F}(x)$ является верхней границей для той же вероятности. В некоторых случаях для случайной величины X , можно построить меру Pr (рис. 2), которая позволяет вычислить верхнюю и нижнюю границы функции распределения.

$$\underline{F}(x) = Pr(X > x),$$

$$\bar{F}(x) = 1 - Pr(X > x).$$

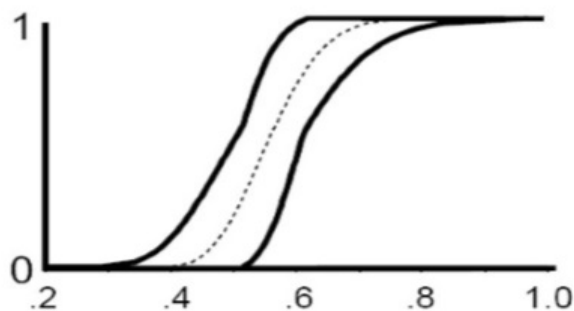


Рис. 2

Еще одним методом к распространению неопределенностей являются Облака Неймаера (Neumaier's clouds) [2], которые позволяют представить неполную стохастическую информацию четким, понятным и вычислительно приятным способом, а так же позволяют визуализировать неопределенность.

Формально облако описывается интервально – значимым нечетким множеством (ИНМ)

$$(0,1) \subseteq \bigcup_{x \in X} F(x) \subseteq [0,1],$$

где $F(x)$ – интервал $[\delta(x), \pi(x)]$.

Приведем неформальное определение понятию «Облака Неймаера»:

- Облака позволяют представить неполную стохастическую информацию четким, понятным и вычислительно привлекательным способом.
- Облака позволяют визуализировать неопределенность, обладают четкой семантикой, выступая посредником между понятием нечеткого множества и вероятностным распределением.
- Непрерывный потенциал интервала F определяет каждому x сценарий к потенциальной функции $F(x)$, в конечном счете, определяет форму облака.
- Более низкие вероятности $\underline{\alpha}(U)$ и более высокие вероятности $\bar{\alpha}(U)$, определяют границы неопределенностей выходящих из облака, такие, что для всех (U) ,

$$\underline{\alpha}(U) \leq \Pr(F(x) < U) \leq \Pr(F(x) \leq F) \leq \bar{\alpha}(U).$$

Вероятности $\underline{\alpha}$ и $\bar{\alpha}$ должны быть строго возрастающей непрерывной функцией U отображающей диапазон F в $[0, 1]$

Это соответствует уровню функции $x(\delta)$ которая определяется по формулам:

$$\underline{x}(\delta) = \underline{\alpha}(F(\delta)), \bar{x}(\delta) = \bar{\alpha}(F(\delta))$$

Ниже приводится графическая интерпретация данного определения рис. 3.

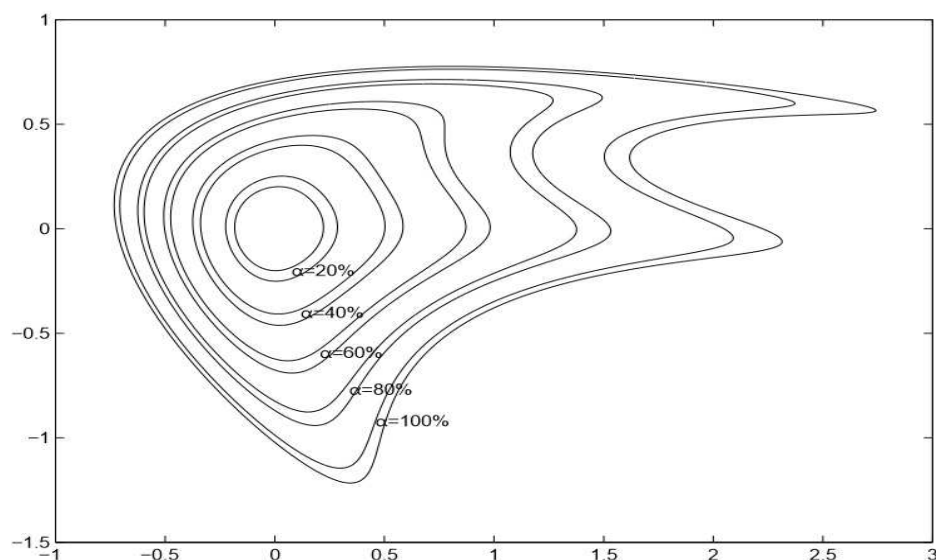


Рис. 3

Все методы распространения неопределенности являются эффективным инструментом для финансовых и других специалистов. В качестве такого примера можно привести оценку инвестиционных проектов на основе расчета показателей NPV и IRR.

Оценка инвестиционных проектов представляет собой сложный процесс, в основе которого лежат определенные методики расчета финансово-экономических показателей привлекательности проекта на основе количественной и качественной информации, представленной в бизнес-плане. Оценка этих показателей осуществляется по определенным расчетным формулам и как, правило, без учета анализа неопределенностей, содержащихся во входной информации. Расчетные методы, используемые планировщиками, не включают в себя современный математический аппарат, направленный на оценку вероятностных факторов по причине сложности их реализации. В итоге оценка рисков зачастую на практике ограничивается тремя составляющими:

1. Качественный анализ всех возможных рисков, с которыми может столкнуться предприятие в ходе реализации проекта.

2. Анализ безубыточности проекта, включающий определение точки безубыточности.

3. Анализ чувствительности финансовых результатов предприятия к изменению основных параметров проекта (цена реализации продукции, цена на сырье и материалы и т. д.) на момент выхода на полную мощность.

Приведем пример формул, которые используются для оценки инвестиционных проектов предприятия производящий товары. Это, прежде всего оценка денежных потоков CF_z , далее чистый дисконтированный доход NPV и внутренняя норма доходности IRR.

$$CF_z = \sum_i G_i P_i (1 - AV_{G_i}) - \sum_j E_j (1 - AV_{E_i}) - \\ - \sum_k S_k W_k T_{W_k} - \sum_p H_p (A_p + T_{H_p}) - \\ - \sum_q T_q - \sum_n C_n R_n + Fin_z - Fout_z$$

где G_i – количество продаж i -го товара; P_i – цена i -го товара; AV_{G_i} – налог на добавленную стоимость на i -ый товар; E_j – расходы j -го вида; AV_{E_i} – налог на добавленную стоимость на приобретаемые товары по j -му виду расходов; S_k – численность персонала k -ой категории; W_k – средняя заработная плата работников k -ой категории; T_{W_k} – коэффициент отчислений во внебюджетные фонды по k -ой категории работников; H_p – основные фонды p -го вида; A_p – норма амортизации по p -му виду основных фондов; T_{H_p} – ставка налога, базой для расчета которого выступает p -ый вид основных фондов (налог на имущество); T_q – сумма q -го налога; C_n – сумма n -го кредита; R_n – процент по n -ому кредиту; TPR_z – ставка налога на прибыль в z -ом году; Fin_z – прочие операционные, финансовые и инвестиционные поступления средств; $Fout_z$ – прочие операционные, финансовые и инвестиционные выплаты средств.

NPV – это сумма приведенных к текущему моменту времени чистых денежных потоков по инвестиционному проекту. Данный показатель определяется по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{z=1}^t \frac{CF_z}{(1 + d)^z}$$

где T – расчетный срок инвестиционного проекта в годах; d – ставка дисконтирования. Инвестиционный проект признается эффективным в случае, если $NPV > 0$. IRR – расчетная ставка дисконтирования, при которой чистый дисконтированный доход (NPV) равен нулю. IRR определяется из уравнения:

$$\sum_{z=1}^t \frac{CF_z}{(1 + IRR)^z} = 0$$

Инвестиционный проект признается эффективным в случае, если $IRR > d$. Как правило, для оценки инвестиционных проектов необходимо рассчитывать показатели на несколько лет вперед. В условиях высокой рыночной неопределенности такие показатели, например, как G_i , P_i , имеют, существенно, стохастический характер. Однако при расчетах, как правило, используют только детерминированные оценки. Такая методика расчета, как

на теоретическом, так и на практическом уровне не учитывает вероятностный характер входных и результирующих показателей инвестиционного проекта, делает невозможным управление проектом в ходе его реализации, и соответственно затрудняет принятие эффективных управленческих решений.

Методы «распространения неопределенности» позволяют оценивать экономические риски в условиях неполной или неопределенной информации.

Список литературы

1. Ferson S., and W. Troy Tucker Probability bounds analysis in environmental risk assessments (2003) 4. P. 25–27.
2. Ferson S., Ginzburg L. Different methods are needed to propagate ignorance and variability. Reliability Engineering and System Safety (1996) 54. P. 133–144.
3. Neumaier A. Clouds. Fuzzy Sets and Probability Intervals. Reliable Computing (2004) 10, pp. 249–272.
3. Dempster A. P. Upper and lower probabilities induced by a multi-valued mapping. Annals of Mathematical statistics (1967) 38. P. 325–339.
4. Hans Schjaer-Jacobsen. Representation and calculation of economic uncertainties: Intervals, fuzzy numbers, and probabilities. Int. J. Production Economics (2002) 78. P. 91–98.
5. Попова О. А. О подходах к построению дополнительных оснований в принятии экономических решений. VII Moscow International Conference on Operations Research (2013) 2. С. 15–17.

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГИРОСТАБИЛИЗИРОВАННОГО АНТЕННОГО УСТРОЙСТВА

Т. Е. Симович, Н. А. Колбасина, В. В. Воног

The topicality of theme is explained by necessary of providing precision characteristics of the gyrostabilized scanner, taking into account dynamic characteristics of system.

The Gyroscopic Systems (GS) are used for various mobile objects to the solution of problems of control, orientation and navigation. In particular, are widely used in navigation devices and control systems of the ships and aircraft, and also the orientation of the antenna systems, telescopes and other devices installed on moving objects.

The main element of any gyroscopic system it is gyroscope with two or three degrees of freedom, including freedom degree concerning its main axis.

According to the principle of the gyroscopic systems are divided into:

1) The direct – the devices that are used directly stabilizing properties of three-stage gyroscope.

2) The power — the electromechanical devices containing besides the gyroscopes, special engines for overcoming of impact on the stabilized object of the external revolting moments.

3) Indicator – the systems of automatic control in which the gyroscopic devices installed on stabilized object (for example, platform), are the sensitive or setting the elements that determine the object's position and control the watching systems. Stabilization of object (platform) is carried out by means of watching systems.

In this work the element of watching system, namely the navigation antenna (the antenna-feeder unit of the AK-20M device, ship-based) is considered, which uses a gyroscopic system indicator type.

The design of antenna-feeder unit of the device AK-20M, considered as a part of this dissertation is a double reflector antenna with a diameter of reflector of 1800 mm.

Precision characteristics of the GS – are the main factor is that determine the effectiveness of the task, set for orientation or navigation system. However, the basic property of the gyroscope is broken by the action of the harmful moments concerning axes of subweight and leads to a significant increase in the errors of the measurements.

To assess the accuracy of stabilization is the determining angle stabilization.

With the following discussion as a basis method of logarithmic amplitude characteristics (l.f.h.) is assumed, as one of the most advanced methods of engineering synthesis of automatic control systems.

The logarithmic amplitude characteristic, which should have a system that is desired, should be located in the low frequency region is not below a control point A_k (Fig.1).

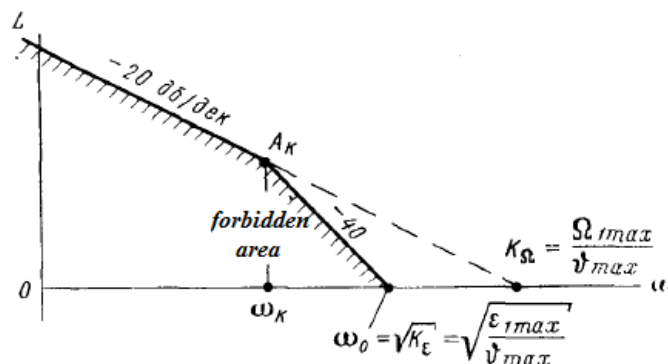


Fig. 1. Forbidden area

Where ω_0 – the minimum resonant frequencies, rad/s;

$\varepsilon_{1\max}$ – the maximum angular acceleration of operating influence;

$\Omega_{1\max}$ – the maximum speed;

K_Ω – goodness on the speed of system, s^{-1} .

In figure 1 it is shown that below a control point indicators of system worsen, and use of this area isn't relevant to high-quality work of system. If l.a.h. won't come into forbidden area, the error of reproduction of an angle in system does not exceed the specified amount of a dynamic mistake.

By the results of the calculations the basic frequency of system, is equal to:

$$f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = 5.8\text{Hz}.$$

The resonant frequencies of own fluctuations on all axes of rotation of the antenna should be $\geq 3 \cdot f_0$, that is $\geq 17,3\text{Hz}$.

The platform considered above is an element of the first step of stabilization – a vertical axis of targeting. On it in separate cardano subweight the second platform which is stabilized in space with higher precision in addition is established, than the first, and goes further the third platform. Therefore, further calculations of speeds and angular accelerations, it is necessary to carry out taking into account transformation of coordinates.

To solve this problem it is proposed to use the finite – element method of simulation by means of the software product ANSYS Workbench.

In conclusion I'd like to say that the resulting finite – element model of the gyrostabilized antenna device has been analyzed and investigated on the resonance frequencies, for the purpose of ensuring the required accuracy of the guidance system.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ

Н. А. Кучеренко, Я. Ю. Пикалов

Одной из главных задач любого машиностроительного предприятия является изготовление качественного, конкурентоспособного продукта. Для выполнения данной задачи требуется не только современное технологическое оборудование, но и организованная структура метрологического обеспечения, в том числе оснащение современными средствами измерения. На сегодняшний день большинство предприятий осуществляют обработку на современных станках с ЧПУ. С другой стороны, проблемы современного метрологического обеспечения предприятиями практически не решаются. Одной из таких проблем является неудовлетворительное состояние парка средств измерений [1]. До сих пор многими предприятиями используются устаревшие неэффективные методы контроля и средства измерения.

С целью упрощения выбора, современные средства измерения (СИ) были классифицированы (рис. 1).



Рис. 1. Классификация современных средств измерения

Классификация является условной, так как многие СИ имеют смешанный тип, например, координатно-измерительные машины с лазерной измерительной головкой и т. п.

В последнее время интенсивно развивается производство бесконтактных средств измерения. Разработка новых технологий обеспечивает создание довольно точных лазерных и оптических измерителей. Данное оборудование имеет широкую область применения: машиностроение, строительство, горная промышленность и т. д. Главное преимущество лазерных и оптических измерителей заключается в том, что они позволяют не только контролировать геометрические параметры объектов, но и производить оцифровку объектов с последующим созданием его трехмерной модели.

Рассмотрим первый тип бесконтактных СИ – лазерные сканеры, которые также называются объемными (3D) сканерами. В соответствии с конструктивными признаками объемные сканеры бывают разных типов: а) измерительная часть устанавливается на манипулятор или станок и движется вдоль детали; б) измерительная часть стационарна, а контролируемая деталь устанавливается внутрь сканера; в) сканер вручную устанавливается в требуемом месте, измерительная часть и деталь стационарны.



Рис. 2. Общий вид переносного лазерного сканера

Принцип работы 3D-сканера заключается в проецировании лазерного луча на сканируемый объект с целью определения трехмерных координат множества точек.

Основным элементом конструкции современных сканеров является импульсный лазерный дальномер. Отклонение лазерного луча в вертикальном направлении осуществляется шаговым электромотором с закрепленным на нем зеркалом. В горизонтальном направлении луч лазера отклоняется путем вращения самого сканера. Такая схема позволяет охватить все окружающее сканер пространство. Например, в лазерном сканере Leica Scan Station поле зрения составляет 360° по горизонтали и 270° по вертикали. Угловая точность шаговых электромоторов, управляющих вращением сканера и зеркала, наряду с точностью лазерного безотражательного дальномера, являются важной составляющей точности получаемых координат точек [2].

Определив дальномером расстояние и зная угол отклонения лазерного луча в горизонтальной и вертикальной плоскостях, можно получить трехмерные координаты каждой точки. Таких точек может быть от ста до миллиона. Группы полученных точек называется облаком точек, которое будет находиться в системе координат сканера. С помощью программного обеспечения полученные облака точек привязываются к требуемой системе координат, после чего можно приступать к созданию математической модели.

Основным преимуществом лазерных сканеров является высокая скорость измерений. Например, Laser Scanner Focus 3D компании FARO имеет максимальную скорость сбора данных до 967000 точек в секунду.

Существуют лазерные измерители, основанные на применении оптических методов. В классификации мы выделили их отдельным типом и назвали оптическими средствами измерений. Не вдаваясь в подробности работы лазера, отметим, что оптические СИ являются менее точными (от 200 до 1000 мкм) в сравнении с лазерными сканерами (от 10 до 100 мкм).

Стремительное развитие цифровой вычислительной техники и появление персональных компьютеров в 80-х годах прошлого века привело к появлению стационарных координатно-измерительных машин (КИМ) с числовым программным управлением (ЧПУ), оснащенных контактными датчиками. Данное оборудование позволяет проводить комплексный контроль как геометрических характеристик, так и отклонений допусков формы и расположения всех параметров детали. По сравнению с традиционными специальными средствами измерений, стационарные КИМ при высокой точности измерений обладают большей степенью универсальности, так как возможна их быстрая перенастройка для измерения деталей разной формы [3].

По принципу перемещения рабочей части для измерения КИМ бывают горизонтальные, вертикальные, мостовые, порталные.

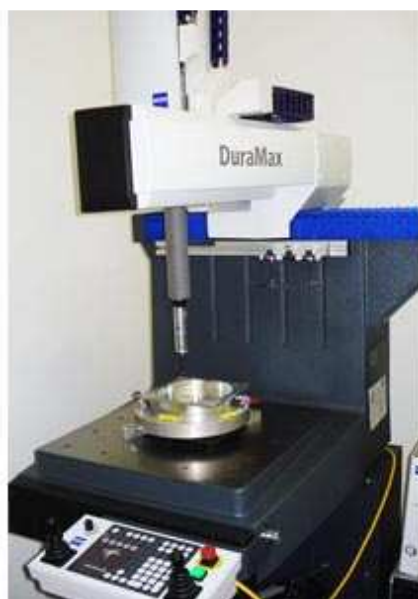


Рис. 3. Вертикальная (слева) и порталная (слева) КИМ

Принцип работы КИМ заключается в передвижении узлов машины посредством высокомоментного двигателя с плавным регулированием скоростей. Автоматическое управление процессом измерения производят при помощи персонального компьютера, обеспечивающего обработку результатов измерений и их выдачу в удобной для потребителя форме.

Универсальность КИМ достигается за счет развитого программно-математического обеспечения с большим набором модульных программ для измерения деталей с простыми и сложными поверхностями; системой измерительных головок касания с большим набором щупов различной конфигурации. Программное обеспечение современных КИМ также производит измерения с помощью CAD-модели, сравнивая результат измерения с номинальным значением математической модели.

На предприятиях, где применяются стационарные контрольно-измерительные машины, невозможно произвести измерения трудно передвигаемых и крупногабаритных объектов или сделать замеры в ходе технологического процесса. В связи с этим получить желаемый экономический эффект от столь дорогих измерительных приспособлений в ряде случаев весьма затруднительно [5]. Следует отметить, что высокая точность стационарной КИМ (2–3 мкм) бывает необходима крайне редко. К тому же, большинство российских предприятий не имеют обрабатывающего оборудования такой точности. Поэтому такие организации стали проявлять большой интерес к портативным машинам типа «рука».

Такая портативная КИМ имеет конструкцию, схожую с человеческой рукой и состоит из основания (плиты или магнитного основания), которое крепится к любому подходящему месту, и нескольких колен, соединенных между собой шарнирами (рис. 4). В каждом шарнире есть датчик контроля угловых перемещений, который в режиме реального времени следит за углом поворота колена, в результате чего программное обеспечение просчитывает координаты откалиброванного щупа, с помощью которого производятся касания в измеряемых точках. Рабочей зоной КИМ является сфера, причем щуп может попасть практически в любую точку этой сферы. Диаметр рабочей зоны определяется длиной руки (от 1,2 м до 4,5 м).



Рис. 4. Портативная координатно-измерительная машина

Все перемещения колен и фиксация точки измерения производятся оператором вручную. Автоматизация процесса и измерений осуществляются с помощью специального программного обеспечения.

Современные КИМ типа «рука» оснащены специальным противовесом, который облегчает проведение измерений под любым углом. Система температурной компенсации, технология смены щупов без повторной калибровки способствуют повышению точности измерений. Для материала несущих конструкций выбирается нетермочувствительный углепластик.

Точность «руки» зависит от исполнения, количества осей и длины. Чем больше длина руки, тем больше погрешность линейных измерений. Наиболее высокую точность имеет КИМ FARO Platinum 4 – 0,018 мкм при длине руки 1,2 м. Однако, из-за воздействия внешних факторов, на практике точность КИМ ниже, чем указанная точность в паспорте средства измерения. Суммарная погрешность измерений складывается из следующих составляющих: погрешность из-за трудности попадания измерительным наконечником в ту же точку при повторном измерении (погрешность возникает при проведении нескольких измерений одного размера с вычислением среднего значения); погрешность от колебаний измерительного усилия, создаваемого рукой оператора.

Важное изменение в области координатно-измерительного оборудования, которое можно назвать революционным и непосредственно затрагивающим производственный процесс, связано с появлением измерительных головок, устанавливаемых на станок с ЧПУ вместо режущего инструмента. Исследования компании Renishaw, одного из лидеров в области производства измерительных головок, показывают, что точность современных станков с ЧПУ вполне соизмерима с точностью стационарных КИМ и достаточна для целей межоперационного контроля [6].

Межоперационный контроль позволяет обнаружить дефект детали на различных стадиях ее обработки: проконтролировать базы, припуск под чистовую обработку сложных пространственных поверхностей, предварительно обработанные геометрические элементы. Таким образом, можно практически исключить возможность брака продукции.

Для контроля на станках с ЧПУ с измерительными головками необходимо специальное программное обеспечение, которое сравнивает полученные координаты точек с математической моделью. Существует ряд компаний, разрабатывающих подобные программные продукты. Например, PowerInspect OMV (Delcam plc), PC DMIS (Hexagon), Metrolog XG (Metrologic Group).

Подводя итоги всему вышеизложенному, можно отметить, что в настоящее время существует огромное количество измерительной техники, соответствующего программного обеспечения, существует возможность совместного использования измерительного и обрабатывающего оборудования. С появлением новых разработок, точность каждого из типов оборудования увеличивается, что приводит к альтернативной замене самых точных на сегодняшний день измерительных машин – КИМ. Но пока в таких отраслях, как космическое машиностроение КИМ являются незаменимым средством контроля. В завершении, в табл. 1 приведены основные достоинства и недостатки рассмотренных типов современного измерительного оборудования.

Анализ современных средств измерения

Подкласс СИ	Достоинства	Недостатки	Область применения
Координатно-измерительная машина	- высокая точность измерений; - высокая производительность измерений; - возможность выполнения цикла контроля по программе ЧПУ; - совместимость с программным обеспечением различных производителей.	- необходимость специальной термостатированной лаборатории с контролируемой влажностью; - измерения крупногабаритных деталей представляет собой сложную технологическую задачу; - нерациональность использования для проведения межоперационного контроля; - высокая стоимость	Измерения размеров, отклонений формы и расположения поверхностей сложных корпусных деталей
Координатно-измерительная машина типа «рука»	- мобильность; - возможность измерения крупногабаритных деталей; - возможность измерений в труднодоступных местах деталей; - совместимость с программным обеспечением различных производителей; - возможность измерения деталей сложной конфигурации.	- процесс измерения осуществляется вручную; - средняя точность измерения составляет 35–45 мкм; - износ шарниров, приводящий к потере точности обводования	Измерение размеров, отклонений формы и расположения поверхностей деталей сложной формы, крупногабаритных деталей
Лазерный сканеры и оптические средства	- возможность измерения на больших расстояниях; - высокая скорость измерения и оцифровки; - высокая точность получения трехмерной модели реального объекта; - мобильность; - возможность сканирования в недоступных для других типов местах; - высокое разрешение (точность массива точек не ниже чем на КИМ, задаваемая точность)	- необходимость многократного сканирования из-за наличия мертвых зон объекта; - дороговизна моделей высокой точности измерений (5–10 мкм)	Измерение геометрических параметров объектов; реверс-инжиниринг
Межоперационный контроль на станке с использованием измерительных головок Renishaw	- обработка и контроль с сохранением базирования; - возможность выполнения цикла контроля по программе ЧПУ; - минимизация временных затрат на транспортировку детали; - возможность оперативной выработки решения по результатам измерения.	- невысокая точность измерения (30–40 мкм); - потеря станочного времени; - требуется высокая точность позиционирования инструмента станка с ЧПУ	Измерение размеров, отклонений формы и расположения поверхностей деталей, обрабатываемых на станке

Список литературы

1. Зеленин М. В. Место и роль метрологического обеспечения на современном машиностроительном предприятии // Мир измерений. 2012. № 7.
2. Фрейдин А. Я. – Трехмерный лазерный сканер: принцип работы и область применения // Мир измерений. 2007. № 10.
3. Зорин А., Злотский М., Евченко К. Решения для комплексной модернизации КИМ от компании Delcam и Renishaw // РИТМ. 2012. № 8.
4. Пекарш А. И., Феоктистов С. И., Колыхалов Д. Г., Шпорт В. И. Координатно-измерительные машины и комплексы // Наука и технологии в промышленности. 2011. № 3.

5. Челноков В. Передовые технологии в области геометрических измерений // САПР и графика. 2003. № 11.
6. Евченко К. Применение технологий OMV и адаптивной механообработки при производстве изделий из композиционных материалов // САПР и графика. 2009. № 11.

ГУМАНИТАРНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ АНТРОПНОГО ПРИНЦИПА

М. В. Иванович, Д. В. Клеменкова

Антропный принцип – один из фундаментальных принципов современной космологии, который фиксирует связь между крупномасштабными свойствами нашей Вселенной (Метагалактики) и существованием в ней человека, наблюдателя. Термин «антропный принцип» предложил английский космолог и математик Б. Картер 1973 г. [1].

Главный вопрос, который волнует на сегодняшний день большинство теоретиков – это вопрос, зачем нужен антропный принцип. До появления и оформления понятия антропного принципа в науке ставились другие вопросы: как устроена вселенная, как она эволюционирует. Однако вопрос, почему она такова, какой мы ее наблюдаем, появился только на очень поздней стадии развития науки. Рассмотрим истоки его возникновения. Всем известен тот факт, что наша вселенная расширяется. Процесс расширения вселенной был предсказан в работах А. Фридмана и подтвержден наблюдениями Э. Хаббла – открытием им явления «разбегания галактик» и «красного смещения» [2]. Характерные для науки прежние системы описывали одну модель для одного объекта, тогда как теория А. Фридмана – Э. Хаббла допускала бесчисленное множество, континуум моделей для нашей расширяющейся вселенной. Много раз пытались объяснить это – почему этих моделей много? Как выбрать начальное условие для расширяющейся вселенной? Ответ был таковым, что нужно выбрать начальные условия, чтобы они были совместимы с фактом существования человека. Такова первоначальная постановка проблемы. Антропный принцип призван ответить на вопрос, почему вселенная такова, какой мы ее наблюдаем. Есть два подхода к решению этого вопроса. Первый звучит так: если бы вселенная была бы другой, если бы ее свойства были немного иными, чем мы их наблюдаем, мы просто не существовали бы. И некому было бы судить о вселенной. Это первый подход [3]. Его придерживаются очень многие космологи и астрофизики. Другой подход: вселенная такова, какой мы ее наблюдаем, потому что существует человек.

Брендон Картер, обсуждая эти проблемы, предложил две формы антропного принципа – слабую и сильную. Слабый АП звучит так: то, что мы ожидаем наблюдать во вселенной, должно быть совместимо с условиями нашего существования как наблюдателей. Но сильный АП звучит уже более определенно: «Вселенная должна быть такой, чтобы в ней на некотором этапе ее эволюции было возможным появление человека» [4]. Именно из-за сильного антропного принципа и развернулись те дискуссии, которые продолжались многие десятилетия, и только сейчас начинают утихать. Уоллес выдвинул два типа объяснений. Почему вся вселенная, которую мы наблюдаем, необходима для того, чтобы мы с вами могли существовать. Он сказал, что и материалист, и человек верующий, каждый по-своему легко справится с этой проблемой. Материалист будет говорить, что все есть дело случая. Человек верующий, к каковым Уоллес относил себя самого, будет считать, что «человек это есть цель, предзаложенная наблюдателем», цель, ради которой и развивается вселенная, потому в ней все так хорошо подогнано [4].

Но в 60-е гг. XX столетия эта проблема перешла в некий новый план, в план проблемы фундаментальных физических констант. Был установлен такой физический принцип, согласно которому ряд фундаментальных констант, установленных современной наукой, так тонко подогнаны друг к другу, что малейшее изменение хотя бы одной из них привело бы к абсолютно другой вселенной. Вселенная оказалась бы совершенно иной, чем мы ее наблюдаем. Получалось некое возвращение к пифагорейской идее о том, что в основе мира лежит число. В этой другой вселенной человеку бы не было места. Это тонкая грань, по которой прошла наша вселенная. Никто никогда не думал, что эта игра констант

может быть столь тонкой. И космологи, физики, астрономы задумались над этой проблемой.

Отсюда следует, что мы можем наблюдать не всякую по своим свойствам вселенную потому, что только в такой вселенной мы можем существовать. Второе объяснение – вселенная такова, потому что существует человек – как некая цель или, возможно, по некоторым другим причинам. В отсутствие человека вселенная была бы другой.

Пассионарная теория этногенеза Л. Н. Гумилева сводится к тому, что этнос, как всякое явление природы, развивающееся по законам этой самой природы в связи с ландшафтом и под влиянием природных факторов [5]. При этом этнос также сам влияет на ландшафт и другие элементы окружающей среды, главным образом разрушительно. Различные стадии развития этноса характеризуются разным уровнем пассионарности (т. е. «разной долей людей, обладающих этим наследуемым качеством»), что приводит к последовательному изменению этноса от первоначального зарождения через фазы подъема и перегрева к обскурации и затем к гомеостазу либо агонии (распаду)» [5].

Антропный принцип предлагает науке более глубокое и всестороннее понимание окружающей нас реальности, являясь ключом к научному познанию. Каким же образом может быть решена задача его внедрения и с чего необходимо начать процесс его реализации? Объективная реальность такова, что люди привыкли воспринимать окружающий мир на базе представлений, заложенных в них с раннего детства. Изначально это происходит под влиянием родителей, затем школы, общества – так выкладываются пазлы, из которых формируется личность, способная не только на восприятие, но и передачу, генерацию и регенерацию информации. Таким образом, необходимо с самого первого этапа формирования личности начать внедрять представления о существовании фундаментальных принципов, главным из которых должен стать антропный принцип. При этом, задача стоит не в простом реформотворчестве, а в изменении смысла и содержания образовательного процесса. В подтверждение тому, что устоявшаяся система образования себя исчерпала как эффективная и продуктивная система, выступают проводимые многочисленные реформы, которые в итоге не дают качественного результата, а лишь приводят к отдалению учащихся от учебного процесса, нежеланию учиться и абсолютному не пониманию перманентной цели образования. Внедрение фундаментальных принципов должно иметь сквозной характер, то есть эти принципы, а именно законы сохранения и диссипации, должны быть положены за основу всех преподаваемых в учебных заведениях дисциплин. А весь смысл образования должен сводиться к выполнению антропного принципа, основанного на законах божественного мироздания, из которого становится понятно, кто мы и зачем мы есть на этой земле, зачем необходимо знание и как им правильно воспользоваться, чтобы не навредить ни себе, ни окружающим. Азбукой современного ребенка становятся компьютерные игры и интернет, когда им должно стать Священное писание.

Рассмотрим, каким образом изменятся гуманитарные науки со внедрением всех трех принципов. Во-первых, гуманитарные знания должны стать полноценным теоретическим знанием с мощным логическим фундаментом, логической системой и комплексом эмпирически доказанных следствий. Во-вторых, в существующих дисциплинах необходимо выделение перманентной сущности, в результате качественных превращений которой выполнялся бы закон сохранения энергии. Третьим, на наш взгляд, самым важным изменением, станет трансформация истинного назначения научного знания – из абстрактных задач к задачам, направленным на решение глобальных проблем человечества [6].

Примером этому может служить концепция, сформулированная Гумилевым в своей теории этногенеза, который раскрыл пути формирования у разных этносов различающегося стереотипа поведения [7]. Теоретическая база основана на таких науках, как география и история, однако в ее основе лежат истинные причины формирования этноса, который рассматривается не просто как группа людей со схожими внешними чертами, но и как особый менталитет, играющих особую роль в развитии человечества.

В каждой области знаний, которую мы будем называть теоретической дисциплиной мы должны выделить перманентную сущность. Проблема в том, что большинство современных теоретических дисциплин лишены этого свойства. Например, такой сущностью в психологии можно считать моральные требования. Мораль – как иммунитет общества, а совесть иммунитет человека – они работают на благо человека и оттого, как он заботится о своем иммунитете, будет зависеть, здоровье его, как индивида, и всего общества в целом. Однако современная психология не отвечает фундаментальным принципам, от того решение многих психологических проблем человека видит в таких сомнительных манипуляциях как самообман, лицемерие, потакании своим прихотям. Принцип возрастания энтропии компенсирует здесь особая деятельность, присущая только человеку – творчество. Душа человека должна непрерывно осуществлять деятельность, приносить благо, работать на самопознание и саморазвитие – эта работа и служит источником энергии. По этому же принципу устроена человеческая плоть. Так, чтобы согреться, можно выпить чашку горячего чая, и получить временный тепловой эффект, а можно интенсивно двигаться, работать, тогда полученное тепло окажется более устойчивым во времени, а вместе с тем, вместо одного качества потребления будет произведено и качество отдачи.

Аналогичную картину можно наблюдать и в юриспруденции. Мы полагаем, что для данной сферы теоретического знания также необходимо в качестве перманентной сущности выделить моральные нормы. Когда моральные принципы лягут в основу закона, тогда отпадет надобность в многочисленных законоведениях и их поправках, а затем поправках этих же поправок. Насколько кажется нелепым отнесение к научной сферы деятельности, направленной на защиту тех, которые нарушают право, законы, основанные на Священном писании. Как и в психологии, здесь вступают в силу изъяны государственного права, которое можно обойти, не выполнить либо же применить в своих корыстных целях. Фундаментальные принципы предполагают, что всеобщее право будет служить на благо всему человечеству, поэтому не возможна его интерпретация только в интересах отдельно взятой личности. В подтверждение закона сохранения энергии и в ответ на диссипативные процессы в данной теоретической дисциплине будет выступать общее действие, направленное на соблюдение норм и законов в обществе, а также на создание всеобщего блага.

Таким образом, гуманитарные дисциплины будут носить не просто описательный характер, но также смогут обеспечить решение глобальных проблем человечества, с которыми мы сталкиваемся уже сегодня, и с которыми неизбежно будут вынуждены столкнуться наши потомки. Почему же современная наука не решает данных проблем или решает их неэффективно. Ответ на этот вопрос прозвучал в работах Д. Медоуза [8]. Согласно его представлениям «у современных проблем нет технологического либо технического решения... Решение кроется в изменении критериев прогресса». Данный тезис вытекает из того, что главный бич современного общества – это стремление потреблять, и чем больше, тем более развитым считается государство, тем более эффективно работает экономика. Таким образом, какие бы ни велись научные разработки по изысканию альтернативных источников энергии, создании геномодифицированных продуктов или клонировании человеческих органов, рано или поздно растущее и прямо пропорционально увеличивающее свои потребности население опустошит планету, сделав даже такие минимально необходимые ресурсы, как хлеб и вода, на вес золота. Развивая концепцию Д. Медоуза, стоит добавить необходимость признания морального авторитета, и прежде всего, авторитета государственного правителя. Во главе огромной страны должен стоять мощный духовно-политический лидер, которому будет верить духовно развитый народ. И как бы эти два понятия определения не противоречили друг другу, они будут взаимосвязаны, если мы говорим об управлении государством, в котором отражены фундаментальные принципы реальности.

Подводя итог, еще раз отметим, что внедрение фундаментальных принципов необходимо с самых первых шагов образовательного процесса. С изменением фундаменталь-

ных основ, в том числе внедрения антропного принципа, изменится назначение науки, которая отвечая данным принципам, станет истинным благом для человечества. А источником данных фундаментальных принципов станет Священное писание. И, на наш взгляд, только данным курсом возможны какие-либо позитивные сдвиги в глобальном сообществе, которое уже начало осознавать неотвратимость грядущих катастроф, но еще не готово принять действенное решение.

Список литературы

1. Картер Б. Совпадение больших чисел и антропологический принцип в космологии // Космология. Теории и наблюдения. М., 1978. С. 369–370.
2. Новейший философский словарь [Электронный ресурс]; Режим доступа: http://dic.academic.ru/contents.nsf/dic_new_philosophy/
3. Философская энциклопедия [Электронный ресурс]; Режим доступа: http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_philosophy/7896/АНТРОПНЫЙ
4. Уоллес А. Р. Место человека во Вселенной. СПб, 1904. С. 267–290.
5. Гумилев Л. Н. // Большая российская энциклопедия, т.8. М., 2007. 155 с.
6. Глобальная экологическая перспектива: ГЕО 4. Окружающая среда для развития. Программа ООН по окружающей среде. ЮНЕП. 2007. 540 с.
7. Райбекас А. Я. Философия науки и техники: конспект лекций. – Красноярск: СФУ. 2011. 375 с.
8. Жереб В. П. Философские проблемы науки и техники. Красноярск: СФУ, 2012. 121 с.

РОЛЬ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРАКТИК В ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ ВУЗОВ

Т. П. Категорская

Подготовка в вузах инженерного профиля специалистов строительных специальностей имеет свою специфику, которая не позволяет качественно сформировать в полном объеме профессиональную компетентность выпускника, так как строительство существенно отличается от других отраслей материального производства.

Строительство представляет собой отрасль производства, отличающуюся в своем существе, по принципам и условиям деятельности от других отраслей материального производства.

Отрасль строительства предопределяет процесс и развитие всех отраслей народного хозяйства и не имеет, поэтому единообразно выраженного продукта. Даже в пределах одного вида сооружаемых объектов нет полностью повторяющихся сооружений и поэтому каждый строительный объект в известной мере индивидуален, что вызывает необходимость применения различных механизмов, приспособлений, транспорта, изготовления широкой номенклатуры конструкций и изделий, технологий производства работ, подготовки рабочих кадров и инженерно-технических работников соответствующих профилей.

Кооперирование в строительстве осуществляется не только в сфере поставок, где предъявляются требования только указанных обязательств по поставкам, но и в сфере самого процесса производства, где методы, технология и сроки выполнения строительномонтажных работ всеми участниками строительства непосредственно влияют на всю организацию строительных работ.

В этих условиях организация строительства требует координации совместной деятельности всех участников строительного производства, согласования последовательности, способов, применяемых технических средств и сроков при выполнении работ каждым соисполнителем.

Из анализа следует, что всю перечисленную совокупность используемых и взаимосвязанных между собой элементов системы строительного производства невозможно перенести в академические лабораторные аудитории вуза для глубокого масштабного осмысления студентами комплексного взаимодействия всех элементов этого производственного процесса.

Отсюда следует необходимость переноса непосредственно в производственную сферу процесса обучения студентов с целью получения ими профессиональных навыков комплексного решения всей совокупности задач и, таким образом формирования у них профессиональных компетенций.

В ФГОСТ ВПО третьего поколения заявлено, что результатом освоения основных образовательных программ являются компетенции [1]. В результате анализа структуры компетенций, заявленных в ГОСТ ВПО по направлению подготовки 270800 «Строительство» было выявлено, что компетенции делятся на два больших блока: общекультурные и профессиональные компетенции (рис. 1).

Отсюда следует необходимость переноса непосредственно в производственную сферу процесса обучения студентов с целью получения ими профессиональных навыков комплексного решения всей совокупности задач и, таким образом формирования у них профессиональных компетенций.

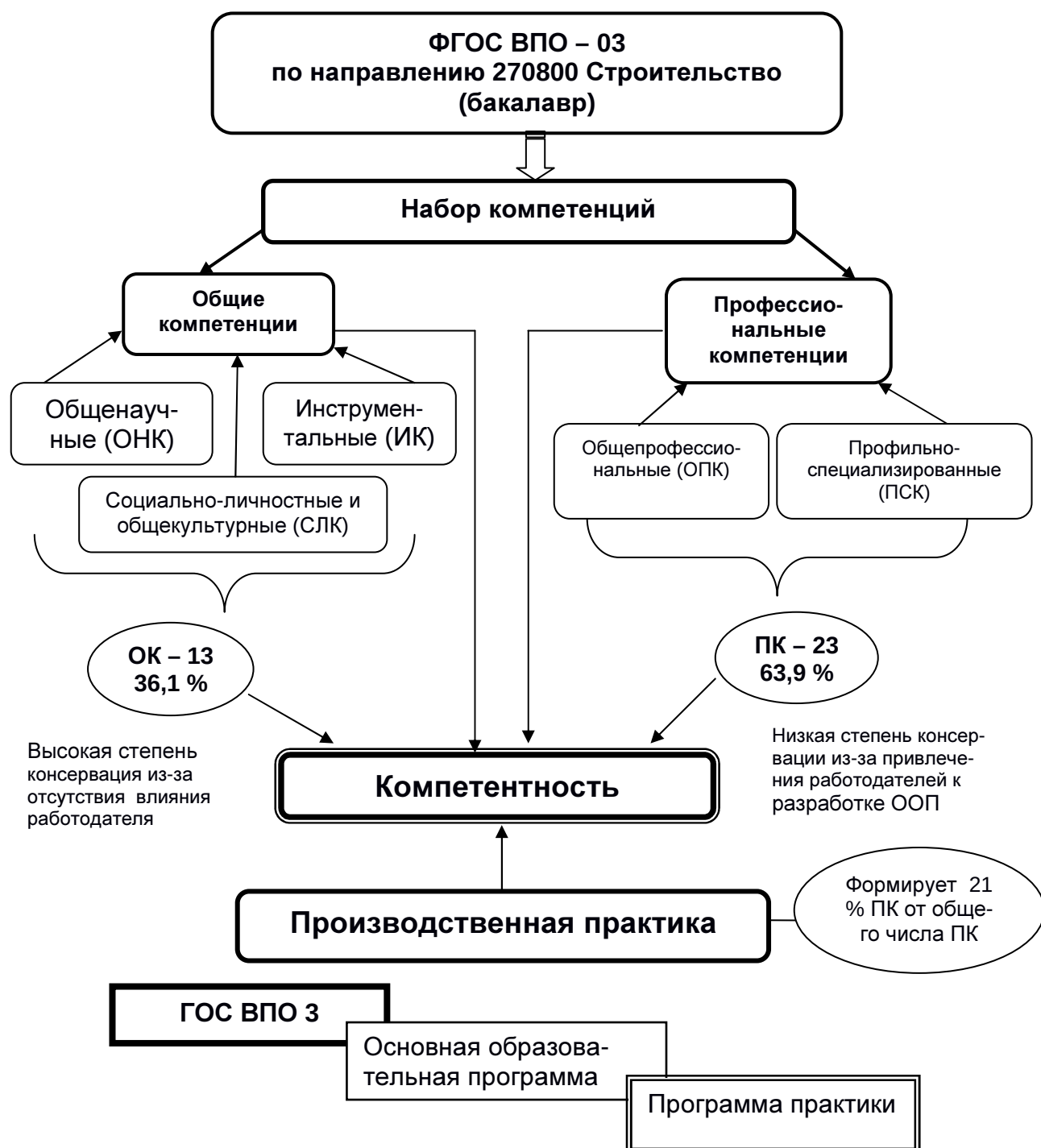


Рис. 1. Структура компетенций, формируемых за весь цикл обучения

Анализ практики как сегмента образовательной программы профессиональной подготовки специалистов инженерного профиля по направлению подготовки 270800 «Строительство» показал, что основная образовательная программа бакалавриата состоит из учебных циклов и разделов, таких как:

- Б1 – гуманитарный, социальный и экономический цикл;
- Б2 – математический, естественнонаучный и общетехнический цикл;
- Б3 – профессиональный цикл;
- и разделов:
- Б4 – физическая культура;
- Б5 – учебная и производственные практики;
- Б6 – итоговая государственная аттестация.

Общая трудоемкость основной образовательной программы составляет 240 зачетных единиц, в пересчете на временной параметр – 8640 часов на весь период подготовки специалиста.

Производственная практика является структурным элементом ООП по направлению подготовки 27080 «Строительство», и входит в состав циклов и разделов образующих ее. На рис. 2. представлена структура ООП.

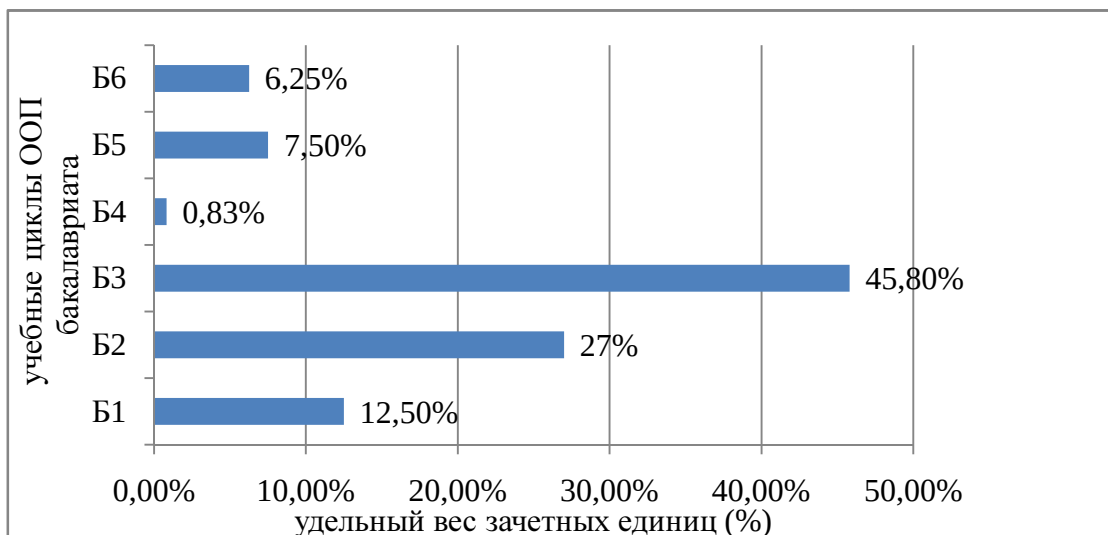


Рис. 2. Структура основной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 270800 «Строительство»

В ходе анализа основной образовательной программы было выявлено, что раздел «Учебная и производственная практика» составляет 7,5 % в общем объеме основной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 270800 «Строительство».

Структура компетенций, заявленных в ФГОС ВПО по направлению подготовки 270800 «Строительство»

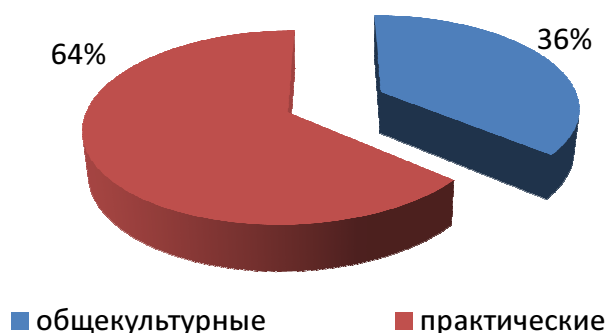


Рис. 3. Структура компетенций, заявленных ФГОС ВПО по направлению подготовки 270800 «Строительство»

Проведенный нами анализ структуры компетенций заявленных в образовательном стандарте по данному направлению подготовки показал, что больший удельный вес занимают практические компетенции 64 %, доля общекультурных компетенции почти в два раза меньше и составляет 36 %.

В то же время наши исследования позволили нам выявить, что из общей доли всех практических компетенций, учебный цикл Б.5 – «Производственная практика», несмотря на то, что его временной интервал во всем учебном процессе занимает лишь 7,5 % форми-

рует 21 % практических компетенций. На наш взгляд это доказывает очень весомый вклад данного учебного цикла в практическую подготовку обучающегося. При этом уровень формирования этих 21 % практических компетенции трудно переоценить, тем более, что он является основным востребованным качеством при трудоустройстве и в профессиональной деятельности специалиста.

Удельный вес ПК, формируемых во время производственной практики от общего числа ПК формируемых за весь период обучения

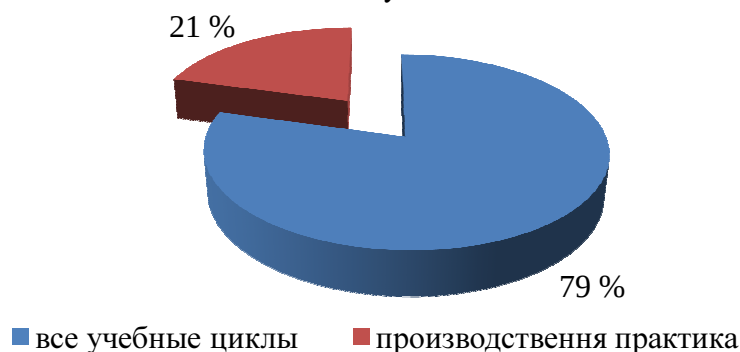


Рис. 4. Удельный вес ПК, формируемых во время производственной практики, от общего числа ПК, формируемых за весь период обучения

Анализ востребованности выпускников показал, что работодатели в первую очередь оценивают практическую подготовку кандидата на вакантную должность [2].

В учебном же процессе производственная практика является частью основной образовательной программы, которая непосредственно направлена на формирование профессиональных практических компетенций, следовательно, можно сделать вывод, что удельный вес в 7,5% для такого важного сегмента образовательного процесса явно недостаточен. Помимо этого качество организации производственных практик в вузе носит в большей степени формальный характер, чем и объясняется низкая эффективность данного процесса.

Согласно требованиям к структуре ООП бакалавриата раздел «Учебная и производственная практики» является обязательным и представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся.

Конкретные виды практик определяются ООП вуза. Цели и задачи, программы и формы отчетности определяются вузом по каждому виду практики.

Для повышения эффективности участников процесса производственной практики необходима разработка алгоритма их взаимного участия. Основным элементом, которого должен являться механизм их совместной оценки уровня сформированных профессионально-практических компетенций формирующихся у студентов в процессе прохождения ими производственной практики.

Список литературы

1. ФГОС ВПО – 03 направление подготовки 270800 «Строительство»
2. Высшее профессиональное образование – Данные статистики// Вопросы образования. 2011. № 1. С. 172–191.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КИСЛОРОДА В МОНОКРИСТАЛЛАХ ГЕРМАНИЯ

Л. С. Евдокимова, С. В. Карасёв, Н. О. Голубовская, В. В. Курако

Первое применение германий нашел около полувека назад как полупроводниковый материал для изготовления транзисторов. Сегодня область его использования включает космическую технику, полупроводниковые детекторы, инфракрасную аппаратуру и тепловизоры, катализаторы, люминофоры, медицинские и фармацевтические препараты. В последнее время становится перспективным использование монокристаллов германия с низкой плотностью дислокаций в связи с развитием полупроводниковых нанотехнологий в фотоэлектронике, где они используются в качестве подложек для эпитаксиальных $A^{III}-B^V$ оптико-электронных структур GaInP/GaInAs/Ge, являющихся основой солнечных элементов с высоким КПД – до 39 %. В связи с этим исследование свойств германия, а также анализ способов его получения является весьма актуальным. Как правило, монокристаллы выращивают методом Чохральского. Одной из проблем производства ОЧГ является необходимость контроля содержащихся в нем примесей, основной из которых является кислород.

Кислород может находиться в составе квазимолекулы Ge–O–Ge, а также присутствовать в связанном состоянии в виде различных преципитатов GeO_x .

Растворенный кислород, в свою очередь, ухудшает электрофизические свойства кристаллов и их температурную стабильность, способствует дефектообразованию при распаде пересыщенного твердого раствора. Исходя из этого, концентрация кислорода в кристаллах германия, используемых для производства современных полупроводниковых приборов, по оценкам авторов работ не должна превышать «порог» 10^{15} см^{-3} . Согласно проведенному нами термодинамическому расчету для достижения концентрации кислорода в германии $< 10^{15} \text{ см}^{-3}$, парциальное давление кислорода в газовой фазе должно быть ниже значения $1,53 \cdot 10^{-23} \text{ атм}$.

В монокристаллическом германии оптически активный кислород присутствует в атомарно-диспергированном состоянии. Растворенные атомы кислорода занимают междоузельные позиции $[O_i]$, образуя квазимолекулу Ge–O–Ge.

Атомы кислорода, входящие в состав квазимолекулы Ge–O–Ge, имеют ряд собственных частот колебаний. Известно, что кислород в кристалле германия при комнатной температуре дает две основных полосы поглощения 856 и 1264 см^{-1} , наблюдаемые в ближней ИК-области, как показано на рис. 1 [1].

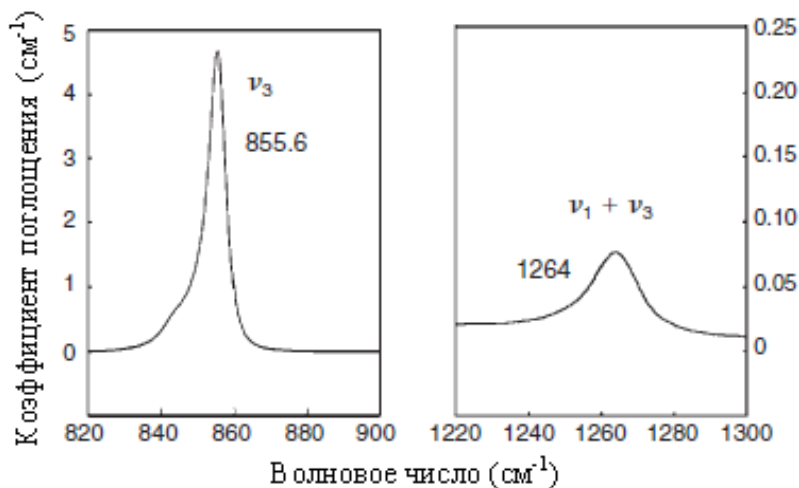


Рис. 1. ИК-спектр монокристаллического германия

Наиболее интенсивной полосой ИК-поглощения является полоса 856 см^{-1} , которая отождествляется с антисимметричными колебаниями трехатомной квазимолекулы Ge–O–Ge, – ν_3 (рис. 2), поэтому концентрация кислорода в кристаллах германия традиционно определяется по интенсивности ИК-поглощения в максимуме полосы на волновом числе 856 см^{-1} при комнатной температуре. Следует отметить, что концентрация кислорода в исследуемых таким образом кристаллах составляет, как правило, 10^{17} см^{-3} и более, т. е. германий в достаточной степени обогащен кислородом.



Рис. 2. Схематическое изображение нормальных колебаний квазимолекулы Ge_2O [2, 3]

В работе [4], в которой отмечается, что поглощению излучения кислородом в собственном Ge соответствует полоса $11,8\text{ мкм}$, т. е. 847 см^{-1} . Отмечается, что для германия п-типа, с повышенной концентрацией примеси порядка 10^{15} см^{-3} она смещается на длину волны $11,6\text{ мкм}$ (т. е. 862 см^{-1}).

Согласно данным авторов работы [5] колебание ν_3 кислорода в кристаллическом германии отвечает волновому числу 865 см^{-1} .

В соответствии с квантово-химической моделью, предложенной К. Sueoka, J. Vanhellomont, следствием колебаний междоузельного кислорода в бездефектном кристалле является полоса, которая может находиться в диапазоне волновых чисел от 843 до 849 см^{-1} [6].

С учетом приведенных данных, нами выдвинута гипотеза, согласно которой «кислородная полоса» в спектре поглощения германия может находиться в диапазоне от 841 до 861 см^{-1} в зависимости от содержания кислорода, вида и концентрации примесей в кристалле. Подтверждением данной гипотезы являются результаты исследований оптических свойств бездислокационных кристаллов, проведенных авторами работы [7].

Результаты наших исследований [8] коррелируют с результатами работы [7]. По нашим данным «кислородный» пик в ИК-спектре германия при содержании кислорода и примесей $\leq 10^{16}\text{ см}^{-3}$ отвечает волновому числу $843,0\text{ см}^{-1}$. В связи с этим целью данной работы является исследование содержания кислорода в монокристаллах германия.

Для проведения экспериментов применяли ИК-Фурье спектрометр Nicolet 380. Концентрацию кислорода рассчитывали по формуле

$$[O_i] = 1,05 \times 10^{17} \left(\frac{2,3D \times \cos 10,08^\circ}{2d} \right),$$

где D – оптическая плотность, соответствующая «кислородной» полосе; d – толщина образца; $10,08^\circ$ – угол, под которым ИК-излучение проходит через кристалл германия.

На рис. 3 представлен типичный спектр поглощения исследованных нами образцов монокристаллического германия, выращенных на предприятии ОАО «Германий» (г. Красноярск). Установлено, что концентрация оптически активных атомов кислорода в исследуемых кристаллах германия изменяется от $0,20 \cdot 10^{16}\text{ см}^{-3}$ до $1,30 \cdot 10^{16}\text{ см}^{-3}$, и при данном содержании $[O_i]$, положение «кислородной» полосы в ИК-спектре германия отвечает волновому числу 842 см^{-1} .

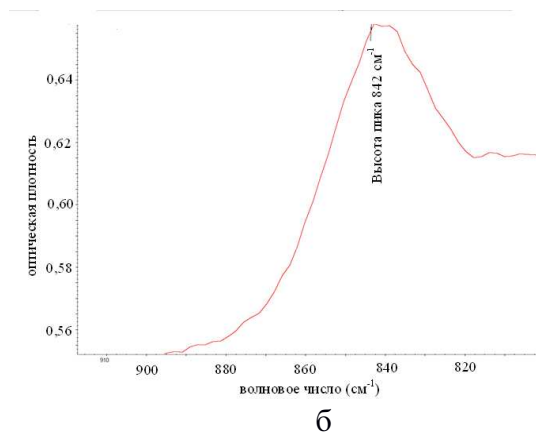
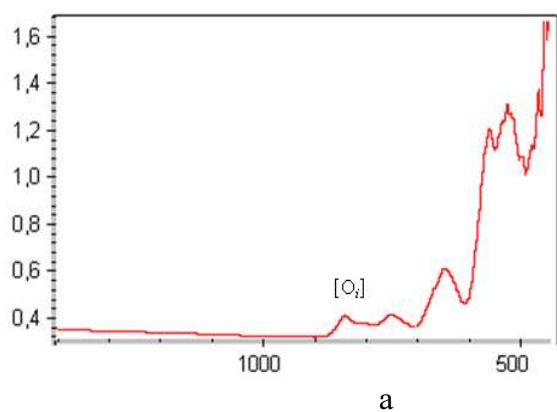


Рис. 3. ИК-Фурье спектр монокристалла германия в диапазонах $500 - 1500 \text{ см}^{-1}$ (а) и $800 - 900 \text{ см}^{-1}$ (б)

С учетом данного экспериментального факта и результатов работ [1, 2, 5, 7] можно предположить, что максимум полосы, отвечающей колебаниям связи «германий – кислород», изменяется в зависимости от содержания кислорода в кристалле.

Для проверки гипотезы, согласно которой при увеличении концентрации кислорода может изменяться положение максимума «кислородной» полосы, монокристалл, выращенный в атмосфере азота, был подвергнут отжигу в среде аргона с остаточным давлением кислорода $P_{O_2} = 10^{-8}$ атм (10^{-3} Па) при температуре 673 К в течение 4 ч. ИК-спектр данного образца после отжига приведен на рис. 4.

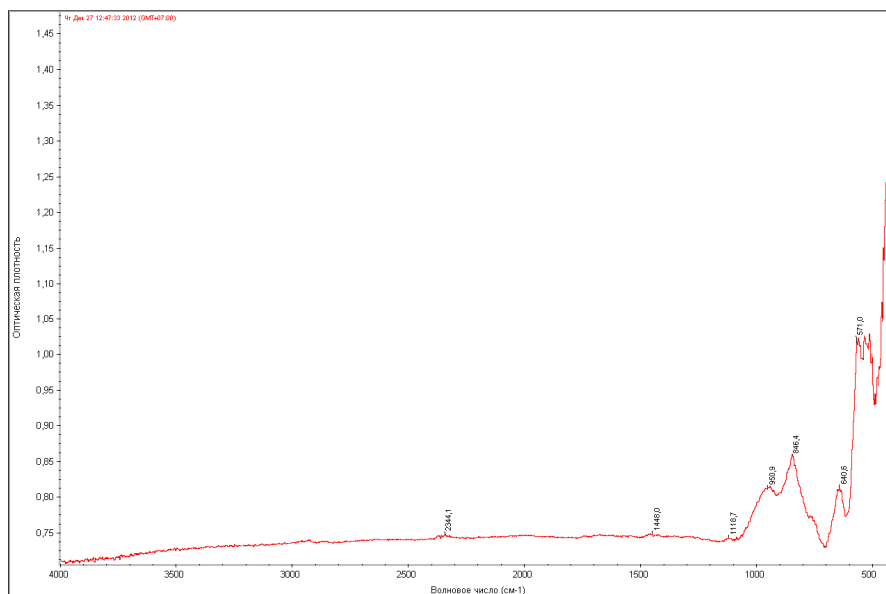


Рис. 4. ИК-Фурье спектр образца Ge после отжига в кислородосодержащей среде ($P_{O_2} = 10^{-3}$ Па) при температуре 673 К в течение 4 ч

Результаты исследования влияния диффузионного отжига кристалла Ge в газовой среде, содержащей кислород, на положение максимума кислородного пика представлены на рис. 5.

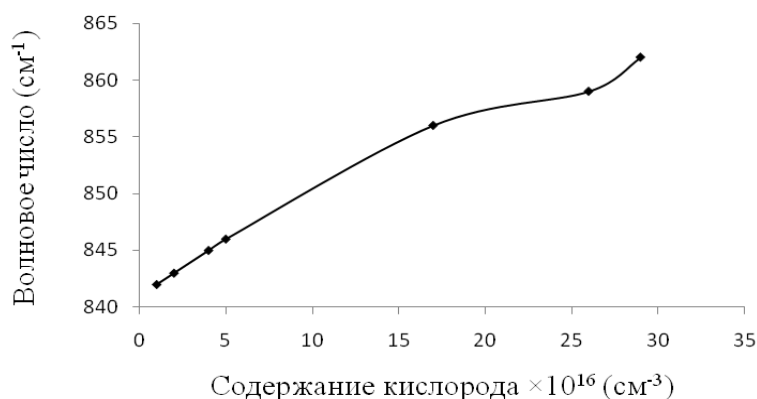


Рис. 5. Зависимость волнового числа, отвечающего колебаниям кислородной связи германия, от содержания кислорода

Установлено, что после отжига, например, в течение 4 ч максимум кислородной полосы смещается до $846,4 \text{ см}^{-1}$. Далее при увеличении длительности отжига «кислородная» полоса смещается в длинноволновую область все больше, и концентрация $[O_i]$ в Ge увеличивается от $1,0 \cdot 10^{16}$ до $3,0 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$. При длительности отжига ~ 10 ч достигаются наибольшее содержание $[O_i]$ и максимум пика достигает наибольшего значения и составляет 856 см^{-1} . В недавних работах было отмечено, что кислородная полоса имеет плечо, причем, высокочастотная составляющая дублета на волновом числе 843 см^{-1} также отвечает антисимметричному растягивающему колебанию кислородного димера в германии с симметрией B_1 [9]. Таким образом, при увеличении концентрации кислорода в германии происходит перераспределение максимумов кислородной полос, при низком содержании доминирует полоса 843 см^{-1} , при высоком – 856 см^{-1} .

Список литературы

1. Claeys Cor, L. Germanium-based technologies: from materials to devices / L. Cor Claeys, E. Simoen. Berlin [etc.]: Elsevier, 2007. 449 p.
2. Clauws P. Oxygen related defects in germanium // Materials science and Engineering. 1996. 36. P. 213–220.
3. Бабич В. М., Блецкан Н. И., Венгер Е. Ф. Кислород в монокристаллах кремния. Київ: Інтерпрес ЛТД, 1997. 240 с.
4. Влияние легирования сурьмой и галлием на оптическое пропускание монокристаллов германия / Д. Ю. Воронович, А. В. Шелопаев, А. Б. Залетов, И. А. Каплунов // Вестн. ТвГУ. Физика. 2010. Вып. 8. С. 48–56.
5. Decay mechanism of the ν_3 865 см^{-1} vibration of oxygen in crystalline germanium / Davies Gordon, K. K. Kohli, P. Clauws, N.Q. Vinh // Physical Review. 2009. Vol. 80. Issue 11.
6. Sueoka, K. Ab initio studies of intrinsic point defect, interstitial oxygen and vacancy or oxygen clustering in germanium crystals / K. Sueoka, J. Vanhellomont // Materials science in semiconductor processing, 2006. – 9. P. 494–497.
7. Seref, K. Optical characterization of dislocation free Ge and GeOI wafers / K. Seref, I. Romandicb, A. Theuwisb // Materials Science in Semiconductor Processing 9, 2006. P. 753–758.
8. Влияние содержания оптически активного кислорода на дефектную структуру монокристаллического германия / О. И. Подкопаев, А. Ф. Шиманский, П. С. Бычков, В. В. Вахрин // Вестн. Сиб. гос. аэрокосм. ун-та имени акад. М. Ф. Решетнева. 2012. Вып. 1 (41). С. 129–132.
9. Pajot B., Clerjaud B. Optical absorption of impurities and defects in semiconducting crystals electronic absorption of deep centres and vibrational spectra. Springer, Berlin. (2013). 510 p.

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ СВЯЗУЮЩЕГО ПЕКА НА ВЫБРОСЫ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ПЕРЕСТАНОВКЕ ТОКОПРОВОДЯЩИХ ШТЫРЕЙ АЛЮМИНИЕВОГО ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА

А. А. Казанцев, А. И. Кашкевич

Проблема загрязнения окружающей среды при производстве алюминия является одной из важнейших, с ней пытаются бороться по всему миру. В России для производства алюминия широко используются аноды Содерберга, на которых в процессе перестановки штырей и обжиге анодов происходит значительное выделение органических соединений, полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), а так же смолистых веществ. ПАУ, которые являются канцерогенами, вызывающими мутации и образование раковых опухолей, представляют особый интерес, поскольку именно они считаются основным источником загрязняющих атмосферу выбросов.

На данный момент для производства анодной массы используется каменноугольный пек. При этом выделен наиболее значимый источник канцерогенной опасности электролизера Содерберга – технологическая операция перестановки штырей, когда при смене токопроводящих штырей подштыревая анодная масса помещается в лунки. Вклад этого источника в атмосферные выбросы канцерогенных ПАУ составляет порядка 80 % от общего объема, притом, что подштыревая масса занимает всего 6–7 % массы от всего тела анода. Остальные 20 % выбросов приходятся на поверхность анодной массы.

Многими исследователями доказано, что каменноугольный пек содержит более высокое содержание ПАУ в отличие от нефтяного, компаундного, гибридного и др. пеков, но в цене заметно выигрывает у других, при стоимости в 2–3 раза меньше аналогов. Однако, при меньшем содержании ПАУ, недостатком нефтяных пеков является практическое отсутствие α_1 -фракции и, связанная с этим, низкая механическая прочность изделий. В конце XX века были предприняты разработки комбинированных пеков, основной концепций разработки нового продукта являлось использование совместимых по своим свойствам каменноугольного и нефтяного пеков для создания пригодного нефтекаменноугольного, гибридного пека. На сегодняшний момент выпуском гибридного пека занимаются только заграничные, с соотношением 40 % нефтяного пека к 60 % каменноугольного. По финансовым причинам полный переход на изготовление анодной массы из гибридного пека не целесообразен. Но при частичном замещении каменноугольного пека, только в подштыревой анодной массе (ПАМ), на гибридный, который способствует снижению выбросов ПАУ на 40 %, можно увидеть следующую картину:

Таким образом, ожидаемое снижение выбросов при замене каменноугольного пека только в ПАМ составляет 32 % от общих выбросов. Для подтверждения расчетных данных был разработан план лабораторного эксперимента. Готовая подштыревая масса помещалась в разогретую до 800° С печь, в которой происходило коксование и выделение ПАУ. Выделяющиеся вещества при коксовании отводились из печи в систему ловушек, последовательно соединенных трубками и наполненных толуолом (рис. 2). ПАУ, как ароматические вещества, полностью растворяются в толуоле.

По окончании процесса коксования, толуол со всех пробирок сливался в мерный стакан, предварительно взвешенный, а пробирки тщательно промывались. Стакан помещался и выдерживался в сушильном шкафу при температуре 40 °С до полного испарения жидкости. Количество смолистых веществ определяли по разнице пустого стакана и стакана с остатком. Далее сухой остаток на стенках стакана растворяли в ацетонитриле до необходимой концентрации бенз(а)пирена, после чего раствор анализировался на хроматографе Shimadzu.

Выбросы ПАУ при
использовании каменноугольно
пека



Выбросы ПАУ при использовании
гибридного пека только в ПАМ

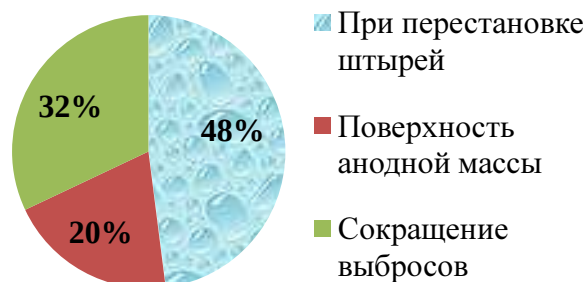


Рис. 1. Выбросы ПАУ

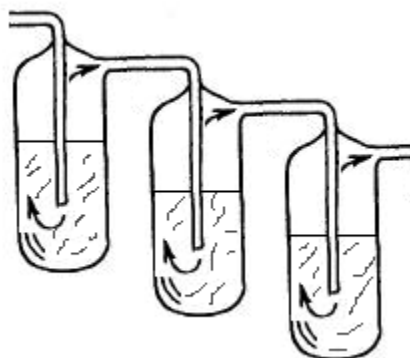


Рис. 2. Система ловушек

На данном этапе, была анализирована подштыревая анодная масса, используемая на производстве. Полученные результаты послужат для сравнения с результатами испытаний подштыревых анодных масс на компаундном и гибридном пеках зарубежных изготовителей.

Данная работа очень важна для заводов РУСАЛа, ее результатом может стать замещение каменноугольного пека на альтернативный, что благоприятно повлияет на экологическую обстановку прилегающих территорий к заводам и снизит выбросы канцерогенных веществ в окружающую среду.

Список литературы

1. Euel Cutshall, Linda Maillet Vertical stud soderberg emissions using a petroleum pitch blend // Light Metals. 2006. С. 547–552
2. Trygve Eidet, Alf-Yngve Guldhav, Atle Olsvik and Morten Sorlie Pah emissions from soderberg anodes with standard and pah-reduced binder pitches // Light Metals. 2004. С. 527
3. Аншиц А. Г., Куртеева Л. И., Цыганова С. И., Суздорф А. Р., Аншиц Н. Н., Морозов С. В. Сравнительная оценка эмиссии канцерогенных веществ при использовании средне- и высокотемпературных пеков в производстве алюминия в электролизерах Содерберга // Химия в интересах устойчивого развития. № 9. 2001. С. 345–352

ТЕРМИЧЕСКОЕ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ И ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НГК

А. А. Леонтьев, Э. А. Петровский, В. В. Бухтояров

Сточные воды производств переработки нефти загрязнены веществами различного характера: нефть и нефтепродукты, серную кислоту и ее соли, щелочи (сульфиды и гидросульфиды натрия, меркаптаны и др.), спирты (метиловый, этиловый и бутиловый), растворенные минеральные соли и твердые механические примеси и другие органические соединения, жирные кислоты, парафин, фенол, эфиры, загрязняющие примеси от производства катализаторов, токсичные и ядовитые вещества (например, тетраэтилсвинец) и др. В основной массе стоков НПЗ наблюдается повышенный pH и разнообразные солевые составы.

Объем этих отходов измеряется многими миллионами тонн в год. На сегодняшний день значительную часть их складывают на полигонах, в шламонакопителях и сливают в канализацию. Это приводит к загрязнению почвы и воздуха, поверхностных и подземных вод. Использование установок сжигания и огневого обезвреживания отходов позволяет предотвратить загрязнение окружающей среды и (в результате переработки части отходов для повторного использования) более экономично использовать природные ресурсы.

Огневой метод является наиболее целесообразным, а зачастую единственно возможным для обезвреживания особо опасных, ядовитых и не утилизируемых отходов. Однако у данного метода есть существенный недостаток – это высокие затраты энергоресурсов и дороговизна, которые ограничивают масштабы его применения. Поэтому снижение себестоимости термического способа очистки сточных вод является весьма актуальным.

Несмотря на существование различных методов очистки сточных вод (механические, химические, биологические и др.), вследствие сложного состава и разнообразия химических веществ, относящихся к различным классам соединений, целый ряд промышленных стоков удастся обезвредить полностью только термическим способом.

В перечень стоков, подлежащих термическому обезвреживанию, относят:

1. Стоки, содержащие многокомпонентные органические и минеральные вещества.
2. Стоки, содержащие органические и минеральные вещества, характеризующиеся токсичностью того или иного характера.
3. Стоки, характеризующиеся высокой теплотой сгорания.
4. Стоки, которые не могут быть обезврежены иными методами.

При термическом методе обезвреживания промышленных сточных вод возможны три направления:

1. Регенерация минеральных, органических и других ценных веществ с последующим использованием последних и опресненной воды для нужд промышленности и сельского хозяйства.
2. Полное уничтожение сточных вод без регенерации ценных продуктов, содержащихся в них.
3. Существенное уменьшение объемов стоков при их предельном концентрировании и хранении этих растворов в естественных или искусственных хранилищах.

Следует отметить, что и второе, и третье направления применимы лишь для относительно небольших количеств сточных вод и рассматриваются как временные.

История развития термических способов обезвреживания сточных вод начинается с использования камерных и шахтных печей (например, конструкции, разработанные ВНИИТ и ГИЛИ), в которых осуществлялось подсушивание и сжигание распыляемой при помощи сопел сточной воды за счет сжигания топлива.

Основными их недостатками являются громоздкость, дороговизна и малая удель-

ная производительность.

Дальнейшее развитие техники сжигания сточных вод привело к созданию печей с псевдосжиженным слоем и печей многоподовых. Однако имеющиеся существенные недостатки – сложность технологической схемы подготовки и сжигания сточных вод и недостаточная стойкость футеровки – ограничили их широкое распространение.

В связи с огромным разнообразием и сложностью химических процессов, появлением сложных соединений различного класса, пластификаторов, синтетических материалов ядохимикатов и др. возросла необходимость в поиске путей эффективного обезвреживания сточных вод различных производств, содержащих токсичные органические и неорганические вещества. Описанные выше методы и способы термического обезвреживания сточных вод не могут обеспечить надежную их очистку и утилизацию содержащихся в них солей. В этих случаях наиболее надежным и экономически целесообразным является огневой способ обезвреживания в циклонных печах.

Циклонные печи для обезвреживания сточных вод применяются на Чебоксарском химкомбинате (разработчики НИОПИК совместно с ВТИ), Щекинском и Новокемеровском химкомбинатах (МЭИ и ОКБ ЭТХИМ) и др.

Циклонные топki по сравнению с камерными и шахтными обладают целым рядом преимуществ, связанных, в основном, с лучшей организацией смешения воздуха с топливом, что позволяет резко увеличить теплонапряжение топочного объема. В циклонных топках значительно удлиняется процесс сжигания во времени и сравнительно просто решается вопрос о выгрузке плава.

Недостатками циклонных печей являются частичный унос солевой массы газом (иногда до 60 %) и загрязнение поверхностей котлов – утилизаторов. Кроме того, недостаточная утилизация теплоты уходящих газов приводит к излишнему расходу топлива, а следовательно, увеличению затрат на обезвреживание сточных вод.

Наконец, в последние годы начали применяться установки как за рубежом (например, «Пренко Супер Е»), так и в нашей стране (например «Вихрь») для локального сжигания стоков небольшой производительности, использующие принцип барботажа (барботажные горелки).

К недостаткам установок типа «Вихрь» можно отнести возможность обезвреживания стоков с ограниченной влажностью (до 65 %), повышенным содержанием нефтепродуктов (30...50 %) и отсутствие рекуперации теплоты отходящих газов.

Однако, несмотря на столь существенные качественные преимущества метода термического обезвреживания и термической очистки сточных вод промышленных предприятий, его применение в современных условиях является достаточно ограниченным и несоответствующим потенциальным возможностям последнего и относится, главным образом, лишь только к области **обезвреживания** путем прямого сжигания небольших количеств высококонцентрированных по органическим примесям жидких отходов производств или сжигания с выпариванием небольших количеств высококонцентрированных по минеральным веществам сточных вод.

Основными недостатками методов термического обезвреживания и термической очистки сточных вод промышленных предприятий, препятствующих дальнейшему расширению применения последних, являются:

- 1) высокая стоимость процесса термического обезвреживания и термической очистки сточных вод промышленных предприятий, обусловленная, большой удельной затратой топлива в процессе обезвреживания в существующих промышленных установках;
 - 2) конструктивная сложность и большие размеры установок;
 - 3) высокая начальная стоимость установок;
 - 4) недостаточная надежность установок;
 - 5) сложность эксплуатации установок;
 - 6) трудность осуществления полной и высоконадежной автоматизации установок.
- Один из способов термического обезвреживания стоков основан на разделении на-

гретой под повышенным давлением сточной воды на паровую и жидкую фазы. Непрерывный процесс испарения воды в циклонном сепараторе сопровождается повышением концентрации примесей в потоке жидкости, циркулирующем в нагревательно-испарительном контуре установки. При эксплуатации предложенных установок для термического обезвреживания и очистки сточных вод требуется вести непрерывный контроль режимных параметров, в частности, за оптимальной величиной концентрации примесей (растворенных солей и газов, взвешенных веществ и др.), циркулирующих в нагревательно-испарительном контуре.

Проведенный анализ возможных факторов выявил, что наиболее удобными и простыми для этой цели параметрами, контролируя которые можно однозначно определять режим работы установки, являются:

- плотность для сточных вод, содержащих растворенные примеси (растворы);
- вязкость для сточных вод, содержащих взвешенные вещества (эмульсий, суспензий). Поэтому изучались плотностные свойства сточной воды представителя растворов (рис. 1) и вязкостные свойства сточной воды представителя эмульсий (рис. 2).

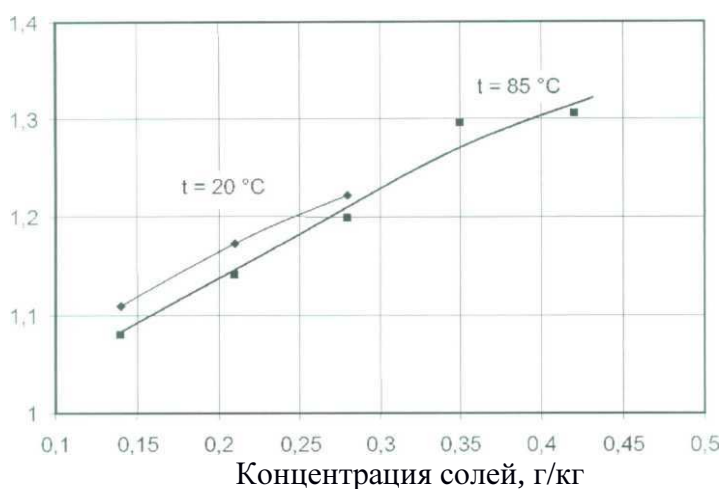


Рис. 1. Зависимость плотности от концентрации примесей на примере сточной воды производства аскорбиновой кислоты

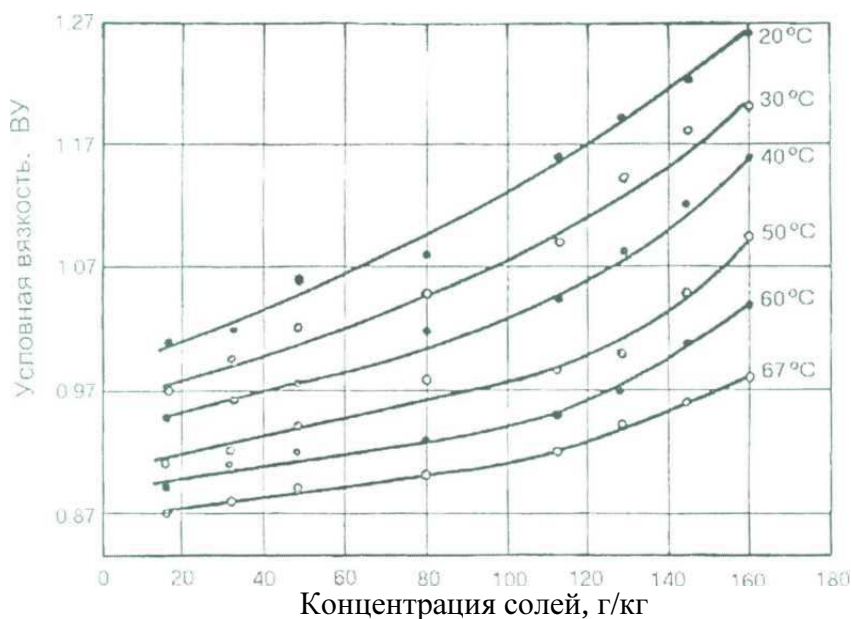


Рис. 2. Зависимость условной вязкости от концентрации примесей на примере сточной воды производства текстильного стекловолокна при различных температурах

Используя эти зависимости, измеряя плотность или вязкость, можно контролировать и управлять режимом работы установок.

Рассмотрим вариант конструкции рекуперативной печи для сжигания сточных вод (рис. 3), которая состоит из циклонной камеры сгорания (позволяющей полное термическое обезвреживание горючих веществ и вывод шлаков в жидком виде), радиационной (для высокотемпературного подогрева воздуха) и конвективной (для подогрева сточной воды под повышенным давлением) секций. Одновременно конструкция печи позволяет осуществлять грануляцию уносимых с газами примесей с целью предотвращения заноса теплообменных поверхностей.

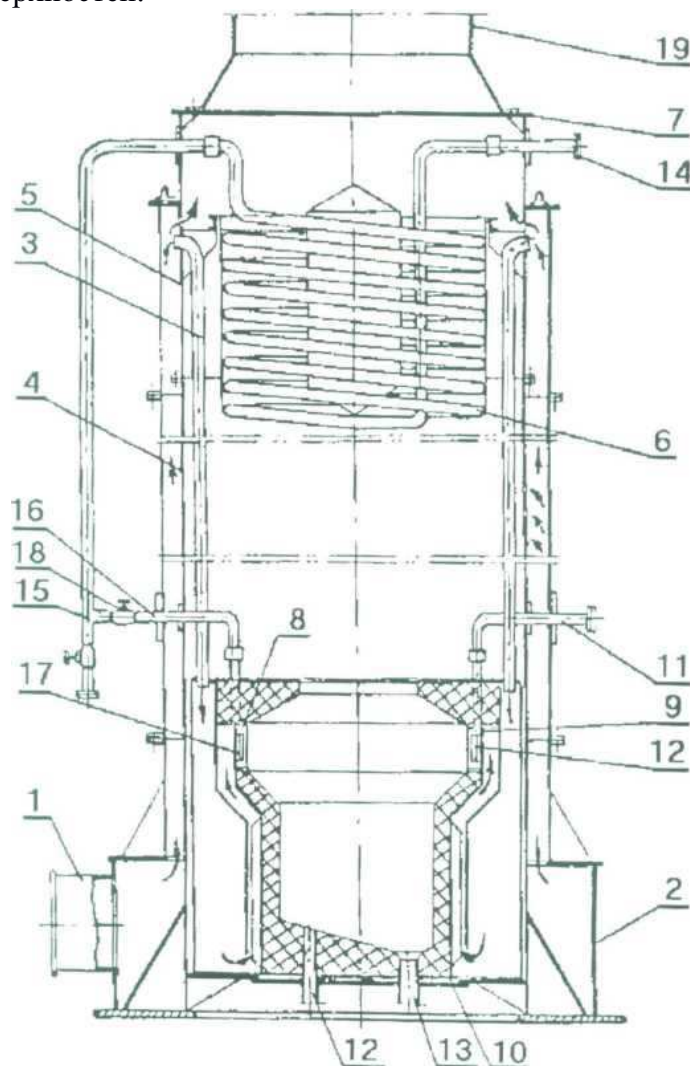


Рис. 3. Конструктивная схема печи для сжигания сточных вод:
1 – входной воздушный патрубок; 2 – кольцевой канал; 3 – воздухонагревательные трубы; 4 – нижняя часть обечайки печи; 5 – верхняя часть обечайки печи; 6 – змеевиковый теплообменник; 7 – верхний фланец печи; 8, 9 – воздушные сопла; 10 – камера сгорания; 11 – топливный патрубок; 12 – топливная форсунка; 13 – летка; 14 – входной патрубок в змеевиковый теплообменник; 15 – выходной патрубок из змеевикового теплообменника; 16 – продувочный патрубок; 17 – распиливающее устройство; 18 – регулировочный вентиль; 19 – патрубок для выхода дымовых газов

Рекомендации, направлены на развитие путей совершенствования термических методов обезвреживания и очистки сточных вод нефтеперерабатывающих, химических и нефтехимических производств. Установлено, что наиболее рациональным является подача сточной воды в камеру сгорания печи преимущественно в паровой фазе, получаемой путем высокотемпературного ее подогрева под повышенным давлением в газоходе печи и последующего фазового перехода за счет адиабатического сброса давления в паросепара-

торе. Таким образом, создается возможность глубокой рекуперации теплоты уходящих газов и снижения удельного расхода топлива.

Устройство обладает предельно простой конструкцией, не имеет калиброванных отверстий, требующих высокой точности изготовления. В существующих распыливающих устройствах в процессе эксплуатации появляются задиры, царапины калиброванного отверстия, ухудшающие распыливание жидкостей, содержащих механические включения. В предложенном устройстве шероховатости, являясь центрами парообразования, наоборот, способствуют получению гомогенного потока испаряющейся сточной воды при адиабатном снижении ее давления.

Для регулирования режимными параметрами установок для термического обезвреживания сточных вод путем определения плотности (для растворов) и вязкости (для эмульсий), используя для этого полученные в работе графические зависимости.

Рассмотрена возможность создания высокоэффективной установки для термического обезвреживания сточных вод с использованием теплоты уходящих газов технологической печи.

Список литературы

1. Нигматуллина Э. Р., Латыпов Р. Ш. Печь для термической очистки сточных вод // Материалы 48 науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых УГПТУ. Уфа, 1997. С. 198–199.
2. Басыров Д. З., Нигматуллина Э. Р. Латыпов Р.Ш. Принципиальная разработка форсунки для сжигания высоковязких топлив // Материалы 49 науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ. Уфа, 1998. С. 103–104.
3. Кузеев И. Р., Латыпов Р. Ш., Нигматуллина Э. Р. Эффективные способы и устройства для термического обезвреживания и очистки сточных вод // Научно-технические достижения в газовой промышленности: Сб. науч. тр. Уфа: УГНТУ, 2001. С. 433–440
4. Латыпов Р. Ш., Нигматуллина Э. Р. Материальный баланс технологического процесса установок термического обезвреживания жидких отходов промышленных предприятий // Промышленная и технологическая безопасность: проблемы и перспективы: Сб. науч. трудов. Уфа. 2002. С. 218–225.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ ОАО «НПП «РАДИОСВЯЗЬ»

Д. Я. Елисеев, Е. А. Шахура

В связи с необходимостью перевооружения и предстоящей модернизацией производственных мощностей, руководством ОАО «НПП «Радиосвязь» была поставлена проблема создания автоматизированной системы управления эффективностью использования производственных мощностей. В качестве результата работы указанной системы заказчик ожидает автоматизированное принятие решений о необходимости приобретения нового производственного оборудования, а также оптимизацию поиска из списка оборудования.

Мировой опыт создания автоматизированных систем для проектирования и управления в промышленности последних лет, так называемые CALS-технологии, в основу таких систем закладывает два неотъемлемых принципа.

Во-первых, единообразное описание и интерпретацию данных, независимо от места и времени их получения в общей системе

Во-вторых – персонификацию уровня доступа к данным каждому участнику процесса на всех стадиях жизненного цикла. Это, с одной стороны позволяет вести одновременную коллективную работу, распределенную в пространстве и времени, а с другой стороны, позволяет избежать несанкционированного изменения частей проекта на всех этапах жизненного цикла. В этих условиях, одна и та же документация может быть использована многократно, адаптирована практически к любым технологическим производствам, что существенно облегчает процесс эксплуатации, ремонта, обслуживания и утилизации.

Программное обеспечение (ПО), осуществляющее поддержку данной технологии, достаточно широко представлено, как отечественными, так и зарубежными разработками PLM-систем.

Существенным недостатком всех PLM-систем, в нашем случае, является то, что они, являясь программным средством, не учитывают организационный аспект производства. Любая «коробочная» система PLM от поставщика – набор модулей из каталога разработчика ПО, без связи с управленческими функциями.

В рамках поставленной задачи, имея информацию о текущем состоянии оборудования, текущей загруженности оборудования, объеме и сроках заказа, компетентности персонала, возможностях поставщиков, по сути, необходимо принять управленческое решение о том, насколько оптимальна текущая загрузка мощностей, необходимо ли приобретение нового оборудования, и какое именно оборудование необходимо приобрести.

При заказе оборудования, конечно, необходимо учитывать стоимость и сроки его поставки. Но, наряду с этим, важно учитывать и такие факторы, как стоимость приобретения нового ПО, его совместимость с уже функционирующими на предприятии программными продуктами, необходимость, стоимость и сроки обучения работников и другие неминуемые последствия такого рода шага.

Таким образом, помимо задач, которые решают типовые PLM-системы, требуется еще организация людей с учетом их опыта и возможностей, а также инструментов для обеспечения этих возможностей. Кроме того, необходимо решение ряда оптимизационных задач с учетом всевозможных рисков.

Для выполнения поставленной задачи планируется изучение международных стандартов в области управления активами на производстве и текущих отечественных разработок в этой области. После составления модели структуры данных автоматизированной системы управления эффективностью использования производственных мощностей запланирован анализ существующих PLM-систем, в частности, внедренных в данный мо-

мент на ОАО «НПП «Радиосвязь» с целью выявления возможности интеграции автоматизированной системы управления эффективностью использования производственных мощностей с указанным ПО и выбор средств реализации системы.

Научную и техническую новизну в этом проекте составляют модели оценки рисков и модели принятия управленческих решений, которые в конечном итоге станут частями полноценной модели производства.

Создание автоматизированной системы управления эффективностью использования производственных мощностей ОАО «НПП «Радиосвязь» обусловлено производственной необходимостью и будет способствовать не только оптимизации текущих бизнес-процессов, но и принятию наилучших решений в части модернизации производства. Кроме того, с небольшими доработками данная система сможет быть использована и на других производственных предприятиях той же отрасли.

Список литературы

1. Суханов А. А., Рязанцев О. Н., Артизов С. А., Бриндигов А. Н., Незаленов Н. И., Карташев А. В., Елизаров П. М., Судов Е. В. Концепция развития ИПИ-технологий для продукции военного назначения, поставляемой на экспорт. М.: НИЦ CALS «Прикладная логистика», 2013.

КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ СООТНОШЕНИЙ В БЕРНСАЙДОВЫХ ГРУППАХ

А. А. Шлепкин

Одной из известных проблем теории групп является проблема Бернсайда. Проблема Бернсайда о периодических группах фиксированного периода была поставлена английским математиком У. Бернсайдом в 1902 г. [1] в следующей форме: *Пусть G – группа, порожденная t элементами, в которой каждый элемент в степени n равен единичному элементу группы. Будет ли такая группа конечной?* Впоследствии эти группы получили название свободных бернсайдовых групп и обозначение $B(m, n)$. Перечислим известные к настоящему времени результаты по данным группам. Группа $B(m, n)$ конечна для $n=2$ (тривиальный случай), $n=3$ (У. Бернсайд, 1902 [1]), $n=4$ ($m=2$ Бернсайд, 1902 [1]), для $m>2$ – И. Н. Санов, 1940 [2]), $n=6$ (М. Холл, 1958 [3]). $B(m, n)$ – бесконечна для нечетных $n > 665$ (В.И. Адян, П. С. Новиков, 1975 [4]); для достаточно больших четных n (С.В. Иванов, 1994 [5] И.Г. Лысенко 1996 [6]). Для других же показателей, наименьший из которых $n=5$, вопрос о конечности остается открытым.

В 1950 г. В. Магнусом была поставлена еще одна проблема известная как «ослабленная проблема Бернсайда». В ней требовалось выяснить: существует ли максимальная конечная периодическая группа $B_0(m, n)$ с данным числом порождающих элементов m и фиксированным периодом n . Связь ослабленной проблемы Бернсайда с основной проблемой сводится к тому, что, если бы не существовало бесконечных периодических групп, $B(m, n)$ была бы максимальной конечной периодической группой при этих m и n . Решение ослабленной проблемы Бернсайда для периода 5 приведено в [7].

Наибольший интерес представляют двупорожденная группа периода пять (группа $B(2, 5)$), поскольку эта группа имеет наименьший показатель и наименьшее число порождающих элементов в сравнении с другими бернсайдовыми группами, конечность которых не определена. Отметим два вопроса о подгруппах группы $B(2, 5)$, поставленные Симсом [8], ответы на которые к настоящему времени не известны.

Вопрос 1:

Существуют ли в $B(2, 5)$ нециклические конечные подгруппы?

Вопрос 2:

Существуют ли в $B(2, 5)$, при условии ее бесконечности, бесконечная двупорожденная подгруппа периода пять неизоморфная $B(2, 5)$?

Симсом в [8] приведенные ниже соотношения длины 30 из табл. 1 были получены как необходимое условие существования в $B(2, 5)$ конечных нециклических подгрупп порядка 25. Однако сами эти подгруппы он не указывает. А.А. Кузнецовым в его докторской диссертации [9, Теорема 11] приведен ряд соотношений, минимальное из которых имеет длину 47, являющихся достаточными условиями существования в $B(2, 5)$ нециклических подгрупп порядка 25. Причем для каждого из данных соотношений указывается соответствующая группа. В нашей работе получено достаточное условие положительного ответа, по крайней мере, на один из упомянутых выше двух вопросов. Обозначим через $0, 1$ порождающие элементы $B(2, 5)$. Положим $v=01$, $w=10$ и рассмотрим в $B(2, 5)$ подгруппу $H = \langle v, w \rangle$. А.А. Кузнецовым и А.К. Шлепкиным в [10, 11] приведены все так называемые приведенные соотношения до длины 36 включительно, доказать которые в $B(2, 5)$ не удастся, и невыполнение любого из них влечет бесконечность $B(2, 5)$. В табл. 1 приведены все соотношения из [10, 11], которые являются соотношениями в подгруппе H в образующих v, w (табл. 2), с сохранением нумерации указанных соотношений из [12].

Теорема. Пусть в $B(2,5)$ выполнено хотя бы одно соотношение из табл. 1.

Тогда в $B(2,5)$ существуют двупорожденные подгруппы не изоморфные $B(2,5)$.

Доказательство. Если $B(2,5)$ – конечная группа, то как показано в [7], ее порядок равен 5^{34} , и, следовательно, $B(2,5)$ содержит нециклические конечные подгруппы. Пусть $B(2,5)$ – бесконечная группа. Положим $v=01$, $w=10$ и рассмотрим в $B(2,5)$ подгруппу $H=\langle v,w \rangle$. Тогда в H должно выполняться хотя бы одно соотношение из табл. 2.

Используя вычисления на основе алгоритма из [13], убеждаемся, что левая и правая часть любого соотношения из табл. 2 инвариантна (т.е. не меняется) по применению к ней указанного алгоритма. Последнее означает, что в $B(2,5)$ левая и правая часть любого соотношения из табл. 2, поскольку их длины в терминах образующих v и w не превосходят 29, – это различные элементы указанной группы [10, теорема 2]. Таким образом, H не изоморфна $B(2,5)$ и, следовательно, H – собственная подгруппа группы $B(2,5)$. Если H – бесконечная группа, то утверждение теоремы выполнено. Пусть теперь H – конечная группа. Покажем, что она отлична от циклической группы порядка пять. Предположим обратное. Тогда $H=\langle v,w \rangle=\langle v \rangle=\langle w \rangle$ циклическая группа порядка пять. Рассмотрим в $B(2,5)$ автоморфизм ϕ порядка 2, который на образующих 0,1 действует следующим образом: $\phi(0)=1$, $\phi(1)=0$. Нетрудно видеть, $\phi(v)=w$ и $\phi(w)=v$ и $\phi(H)=H$. Так ϕ – нетривиальный автоморфизм порядка 2 группы H , то $\phi(x)=v^{-1}=v^4$. Следовательно, $v^4=w$ и $01010101=10$. Домножив обе части последнего равенства слева на 01, получаем: $0101010101=0110=e$, где e – единица группы H . Следовательно, $0^{-2}=1^2$ и как легко видеть, что $01=10=e$. Таким образом, $B(2,5)$ – абелева, что невозможно.

Теорема доказана.

Таблица 1

Порядковый номер соотношения в массиве [12]	Вид соотношения до замены $v=01$, $w=10$
Длина 30: 2 соотношения	
1	$011010010110010101100101101001=101010011001101010011001101010$
2	$010101100110010101100110010101=100101101001101010011010010110$
Длина 32: 16 соотношений	
22	$01010110011010100110100101100101=10010110010110100110010101100110$
23	...

Таблица 2

Порядковый номер соотношения в массиве [12]	Вид соотношения после замены $v=01$, $w=10$
Длина 30: 2 соотношения	
1	$vwwvvvvvvvvvvvvv = wwwvvvvvvvvvvvvv$
2	$vvvvvvvvvvvvvvv = wvvvvvvvvvvvvvv$
Длина 32: 16 соотношений	
22	$vvvvvvvvvvvvvvvv = wvvvvvvvvvvvvvvv$
23	...

В данной работе, с использованием вычислений на ЭВМ, получен новый результат, дающий достаточные условия существования в $B(2,5)$ двупорожденных подгрупп не изоморфных $B(2,5)$.

Список литературы

1. Burnside W. On an unsettled question in the theory of distinctions groups: J. Pure Appl. Math., (33) 1902. С. 393–399.
2. Санов И. Н., Решение проблемы Бернсайда для периода 4: Учен. записки ЛГУ. Сер. Матем., (10) 1940. С. 166–170.
3. M. Jr. Hall, Solution of the Burnside problem for exponent six: J. Math., (10) 1958. В. 764–786.
5. Адян С. И. Проблема Бернсайда и тождества в группах: Москва, Наука. 1975. – 335 с.
6. Ivanov S. V., The free Burnside groups of sufficiently large exponents: Int. J. of Algebra and Computation. (2) 1994.
7. Лысенко И.Г. Бесконечные бернсайдовы группы четного периода: Изв. РАН. Сер. матем. (60) 1996. С. 4–5.
8. Кострикин А.И. Решение ослабленной проблемы бернсайда для показателя 5: Изв. АН СССР. Сер. Матем. (3) 1955, т. 19. С. 233–244.
9. Sims B. B., The Knuth–Bendix Procedure for strings as a substitute for coset Enumeration J. Symbolic computation (12) 1991. В. 438–442
10. Кузнецов А. А. Комплекс алгоритмов компьютерного моделирования дискретных алгебраических систем: Диссертация д-ра физ. –мат. наук, Красноярск 2009.
11. Кузнецов А. А., Шлепкин А. А. Сравнительный анализ бернсайдовых групп $B_0(2,5)$ и $B(2,5)$: Труды института математики и механики УрО РАН (2) 2010. С. 133–138.
12. Кузнецов А. А., Шлепкин А. А. О соотношениях в Бернсайдовых группах $B(2,5)$ и $B_0(m,n)$: Математические системы, вып. 9, Красноярск 2011. С. 95–148.
13. Арзуманян М. С., Симметричность в Бернсайдовой группе $B_0(2,5)$. Математические системы, вып. 9, Красноярск 2011 С. 3–85.
14. Кузнецов А. А. Шлепкин А. А. Сравнительный анализ соотношений Бернсайдовых групп $B_0(2,5)$ и $B(2,5)$: труды ИММ УрОРАН, том 15, №2, 2009. С. 125–132.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО СКРУЧИВАНИЯ ПРУТКА ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПРОЦЕССА ЭКСТРУЗИИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ПРЕСС-ИЗДЕЛИЙ ИЗ СТРУЖКОВОЙ СМЕСИ МЕДИ С ДВОЙНОЙ ЛАТУНЬЮ

А. А. Роговой

Одним из направлений развития технологий получения полуфабрикатов и изделий с применением в качестве исходного сырья сортных сыпучих стружковых отходов цветных металлов и сплавов, не предполагающих их переплав [1], является использование для их изготовления предварительно сформированных специальных композиций из отобранной стружки определенного химического и фракционного состава. Эти композиции в своем изначальном виде представляют собой механические стружковые смеси, выбор и процентное соотношение компонентов которых обусловлены в первую очередь механическими, эксплуатационными, а иногда и эстетическими характеристиками получаемого конечного продукта, например, прутка или проволоки. При составлении их обязательно должны учитываться те возможные процессы и явления, которые могут протекать на границах разнородных частиц используемых металлов при их совместной пластической деформации [2].

Подобно тому, как процесс схватывания проходит в компактных материалах, так и для качественного схватывания частиц дискретной среды при горячей и холодной обработке давлением, более целесообразно рассматривать стружковые системы компонентов без резко отличающихся друг от друга свойств. К таким системам вполне можно отнести и систему «медь – двойная латунь».

В работе для формирования определенного заданного состава медноцинковой стружковой композиции в качестве исходных компонентов использовали выюнообразную стружку латуни Л63, полученную механической обработкой прессованного прутка на токарном станке, и более мелкую сыпучую стружку меди марки М1, образующуюся в результате резки прессованного прутка на ленточной пиле. Перед смешиванием стружку латуни измельчали в шнековой дробилке, после чего осуществляли перемешивание компонентов, взятых в пропорции 50 на 50 (по массе), которое проводилось без размольных тел в специально подобранной для этого емкости за счет ее встряхивания и вращения, что в принципе в какой-то мере имитирует работу смесителя типа «пьяной бочки».

Поскольку процесс образования как стружки меди, так и стружки латуни, сопровождается определенной пластической деформацией, в результате которой фрагменты стружки существенно упрочняются, начальные этапы обработки сформированной стружковой смеси должны протекать в условиях горячей обработки. Ниже на рис. 1 приведена реализованная в работе схема изготовления из нее прутка круглого сечения с указанием наименования и параметров осуществления основных технологических операций.

На стадии осуществления горячей экструзии были опробованы два варианта, отличающиеся друг от друга только типом используемой матрицы (рис. 2, а), а следовательно, и характером истечения металла из матрицы.

Эффект дополнительного скручивания прутка по одному из вариантов достигался за счет нанесения на калибрующий участок матрицы нескольких неглубоких канавок в виде винтовых линий с определенным шагом и углом подъема φ , составляющем в нашем случае величину порядка 20° . Прутки после выдавливания через такую матрицу имели рифленую поверхность (рис. 2, б), а сообщаемую материалу дополнительную сдвиговую деформацию оценивали по формуле $\lambda = \operatorname{tg} \varphi$.

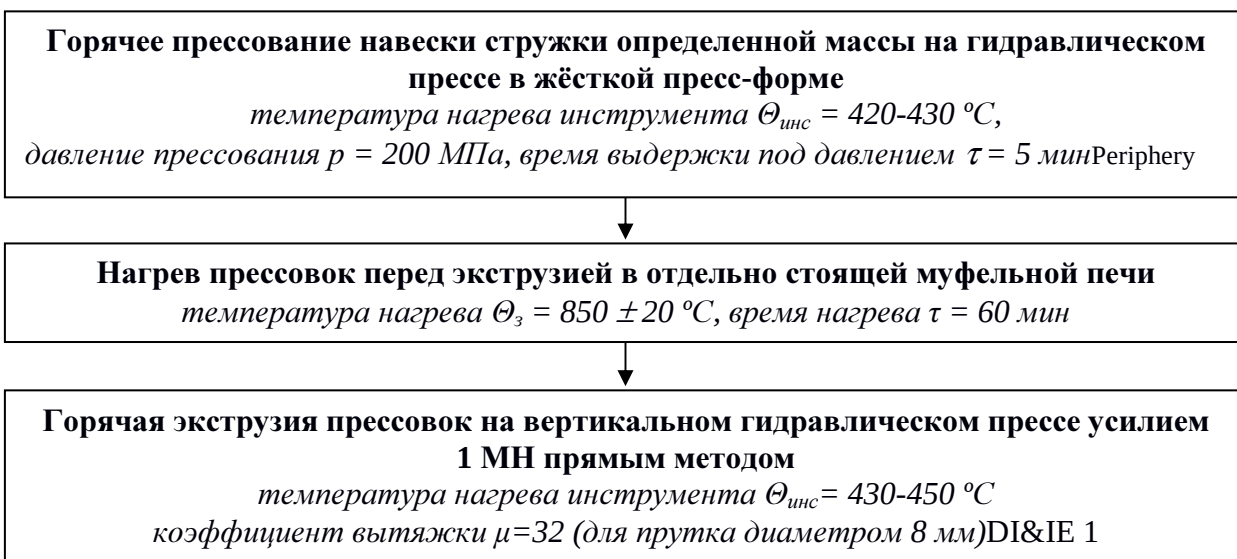


Рис. 1. Технологическая схема получения прутка из стружковой смеси меди с двойной латунью



Рис. 2. Типы матриц, используемых при горячей экструзии (а) и внешний вид прутков после выдавливания через матрицу с винтовыми канавками (б)

После осуществления с использованием той или иной матрицы процесса горячей экструзии, предполагающего в каждом случае образование небольшого по высоте пресс – остатка, недопрессованную часть прессовки разрезали по одной из диаметральных плоскостей пополам. Одну из половинок и использовали для изучения характера распределения микроструктуры и свойств по продольному сечению прессовки в ходе ее выдавливания через матрицу. В качестве показателя механических свойств материала была выбрана величина твердости по Бринеллю.

На рис. 3 приведен разрез недопрессованной заготовки из смеси стружки меди и дробленой стружки латуни Л63, полученной с использованием гладкой матрицы.

Анализ микроструктуры недопрессованной заготовки свидетельствует, что по мере перемещения металла стружки по очагу деформации в обжимающей части матрицы изменения в структуре происходят в соответствии со схемой течения металла, которая предполагает акцентированное вытягивание частиц стружки в направлении истечения металла из матрицы под действием приложенного напряжения. Общие особенности течения и напряженно-деформированного состояния при экструзии определяются в основном сопротивлением деформации отдельных составляющих в различных зонах прессуемого прутка, их взаимным расположением и размерами, а также условиями межслойного трения.

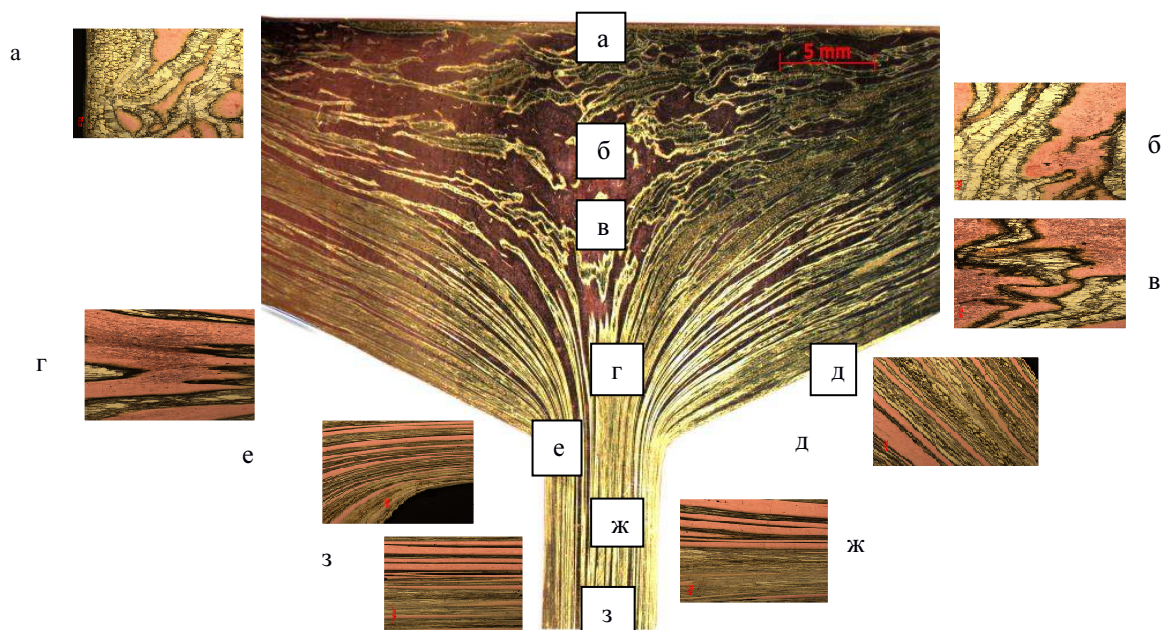


Рис. 3. Разрез (продольный макрошлиф) недопрессованной заготовки из смеси стружки меди и латуни Л63 после реализации процесса экструзии с использованием гладкой матрицы с указанием микроструктуры отдельных ее областей, $\times 50$

Если за средний по поперечному сечению показатель прочностных характеристик материала принять твердость вдоль оси представленного на рис. 3 сечения заготовки, то изменение ее, начиная от торца заготовки, контактирующего с пресс-шайбой, отражено на рис. 4.

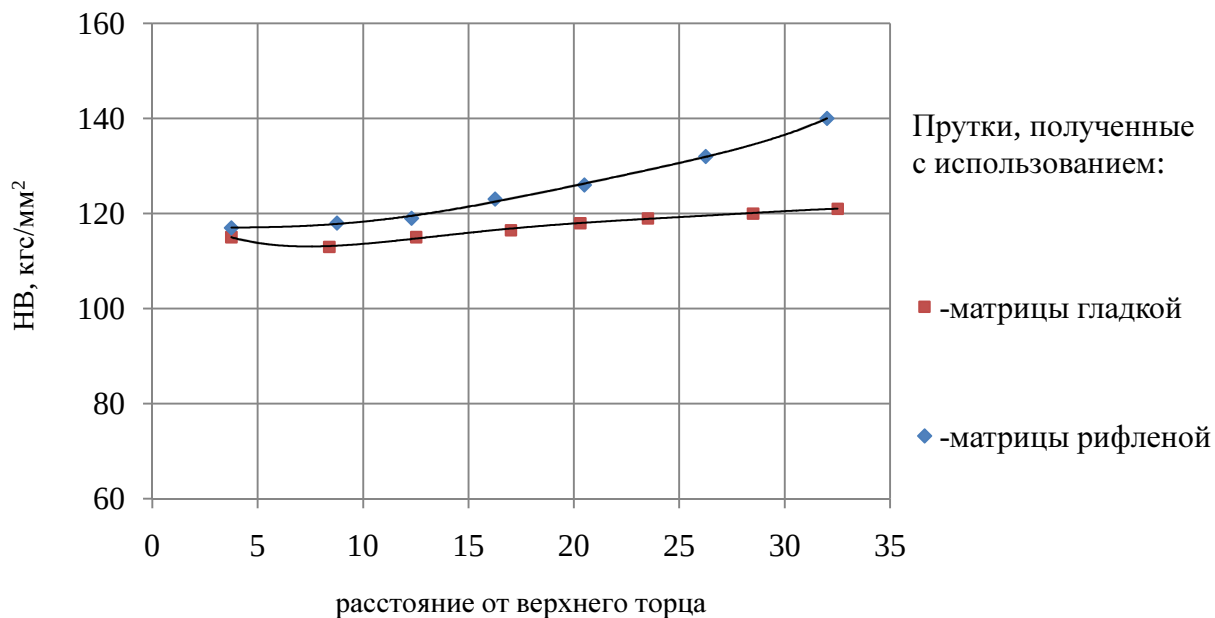


Рис. 4. Распределение твердости по оси выдавливаемого прутка, начиная от торца заготовки, контактирующего с пресс-шайбой

Для сравнения на рис. 5 представлен разрез недопрессованной заготовки из смеси той же стружки меди и сыпучей стружки латуни Л63 после осуществления процесса экструзии прутка через матрицу с винтовыми канавками.

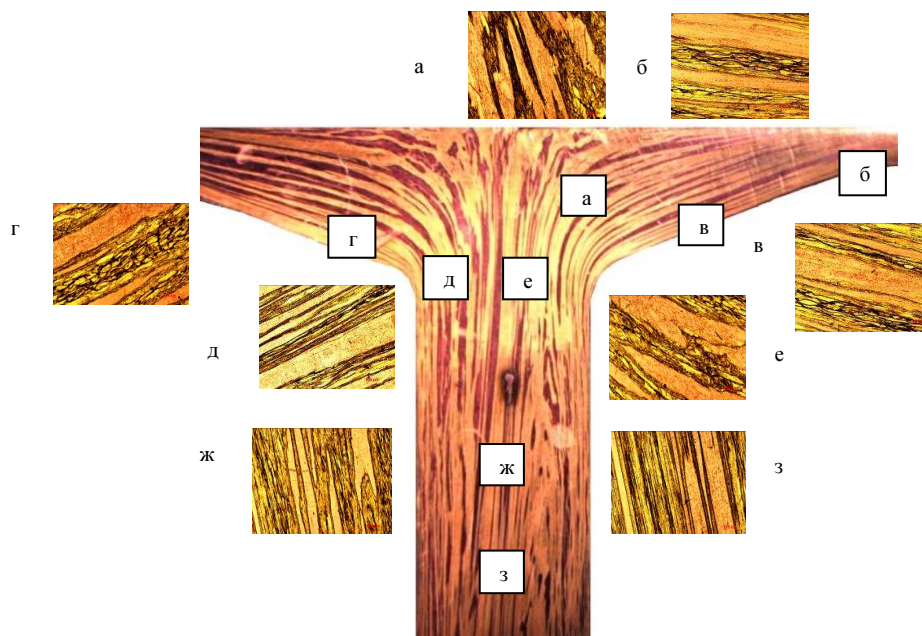


Рис. 5. Разрез (продольный макрошлиф) недопрессованной заготовки из смеси стружки меди и латуни Л63 после реализации процесса экструзии с дополнительным скручиванием прутка с указанием микроструктуры отдельных ее областей, $\times 50$

Установлено, что при сохранившемся четком разделении структуры на медную и латунную составляющие, вытягиваемые в направлении выдавливания отдельные фрагменты стружек, дополнительно приобретают спиралевидную форму. Структура становится более однородной, и при этом твердость материала в сходственных областях, по отношению с прямолинейно экструдированной заготовкой, будет несколько выше (рис. 4). Особенно заметно, как и следовало ожидать, это превышение проявляется на периферийных участках, где уровень сдвиговых деформаций за счет скручивания прутка будет гораздо выше, чем вдоль его оси.

В дальнейшем полученные горячей экструзией прутки подвергают, как правило, холодной обработке волочением с целью изготовления проволоки требуемого диаметра. Подчиняясь общим закономерностям формирования механических свойств металлов и сплавов с развитием степени деформации при холодной обработке, согласно которым прочностные характеристики в процессе деформирования должны повышаться, а пластические, наоборот, снижаться, было установлено, что характер изменения их в ходе волочения прутков и проволоки из стружковой смеси меди с латуни имеет некоторые специфические особенности. В частности, уровень прочностных и пластических характеристик проволоки из стружковой смеси, составленной в пропорции 50 % меди на 50 % латуни, занимает при любом суммарном относительном обжати промежуточное положение между уровнем свойств проволоки, изготовленной только из стружки меди или латуни Л63 по отдельности. Превышение по временному сопротивлению разрыву σ_b по сравнению с проволокой из стружки меди составляет от 40 до 60 % с одновременным снижением уровня величин относительного удлинения δ практически в 2÷3 раза. При этом разница в значениях механических характеристик стабильно сохраняется на всем отрезке холодного деформирования. По сравнению с проволокой, полученной из одной только стружки латуни Л63, прочность проволоки из стружковой смеси будет ниже в среднем на 10÷30 % с превышением уровня по пластическим свойствам в 1,5÷2 раза.

Реализация дополнительного скручивания прутка при осуществлении процесса горячей экструзии в дальнейшем на свойства получаемой волочением проволоки значимого положительного влияния практически не оказывает. При небольшом повышении прочностных характеристик проволоки, составляющем для разных величин суммарного относительного обжатия от 5 до 10 %, наблюдается заметное, в 1,5÷1,8 раза, понижение ее пла-

стических характеристик. Определяющим для формирования требуемых размеров и уровня механических характеристик получаемой продукции является рациональное сочетание процессов термообработки и холодной обработки давлением, проводимой с заданной величиной степени деформации.

Структура получаемой горячей экструзией и последующим холодным волочением проволоки состоит из чередующихся слоев, формируемых медной и латунной стружкой по отдельности, между которыми имеется промежуточная область, образованная путем взаимного проникновения указанных составляющих за счет протекания на границах стружек диффузионных процессов.

Список литературы

1. Биронт В. С., Аникина В. И., Загиров Н. Н. Материаловедение. Формирование структуры нового класса стружковых материалов. ГУЦМиЗ. Красноярск, 2005. 80 с.
2. Грачев С. В., Бараз В. Р., Богатов А. А., Швейкин В. П. Физическое материаловедение: учебник для вузов. Екатеринбург: Изд-во УГТУ-УПИ, 2001. 534 с.

НАНЕСЕНИЕ ПЛЁНОЧНЫХ УГЛЕРОДНЫХ ПОКРЫТИЙ НА КВАРЦЕВЫЕ КОНТЕЙНЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

И. В. Губерт, Т. А. Васильева, С. В. Карасёв

В полупроводниковой электронике широко применяют Ge. Монокристаллы германия с минимальным содержанием дефектов и примесей имеют колоссальную перспективу в связи с развитием полупроводниковых нанотехнологий. Они необходимы в фотовольтаике в качестве подложек для эпитаксиальных $A_{III}-B_V$ оптико-электронных структур [1]. Особо чистый германий (ОЧГ) с концентрацией электрически активных примесей на уровне $10^9-10^{11} \text{ см}^{-3}$ необходим в производстве радиационностойких гамма-детекторов. В последнее время всё больше возрастает потребность в ОЧГ, как в материале для изготовления современной инфракрасной оптики и высокочувствительных детекторов нейтрино, применяемых в исследованиях тёмной материи [2].

Важнейшая задача при его производстве – обеспечение максимальной чистоты на всех операциях получения. Особые требования предъявляются к материалу контейнера, используемого в процессе получения полупроводникового материала. В настоящее время при производстве германия широко используются графитовые лодки. Их проблема состоит в накоплении примесей бора, которые в последующем загрязняют германий, а также в сложности удаления примесей во время производства таких контейнерных материалов. В связи с этим было предложено получение плёночных углеродных покрытий на поверхности кварцевых контейнеров.

Пленки формировали на подложках из кварца в форме лодочек методом окунания с последующей сушкой и термообработкой в инертной атмосфере.

Качество пленок, осаждаемых из растворов, напрямую зависит от подготовки поверхности, которую в работе проводили в 4 стадии:

- пескоструйная обработка для создания микрошероховатостей;
- обезжиривание поверхности раствором щелочи путем обработки в растворе NaOH с целью удаления масел и других органических примесей с поверхности;
- химическое травление обрабатываемой поверхности путем их погружения в течение 1 часа в смесь концентрированных кислот HNO_3 и HF;
- очистка поверхности от травителя и продуктов травления осуществляли промывкой в кипящей дистиллированной воде.

Для повышения адгезии пироуглеродной пленки на подготовленную кварцевую пластину золь-гель методом тетраэтоксисилана (ТЭОС) наносили барьерный слой синтетического диоксида кремния.

В работе с целью получения углеродного покрытия на поверхности синтезированного диоксида кремния наносили органические соединения – полигексаметиленгуанидин гидрохлорид (ПГМГ), γ -аминопропилтриоксисилан (АГМ-9) и поливиниловый спирт (ПВС).

Рассмотрим формирование углеродного покрытия на примере использования ПГМГ. Поверхность кварца, модифицированного полигексаметиленгуанидин гидрохлоридом, изображена на рис. 1 [3].

Формирование покрытия на высокоразвитом слое диоксида кремния с использованием полигексаметиленгуанидин гидрохлорида происходит за счет донорно-акцепторных связей между кислородом SiO_2 и водородом ПГМГ.

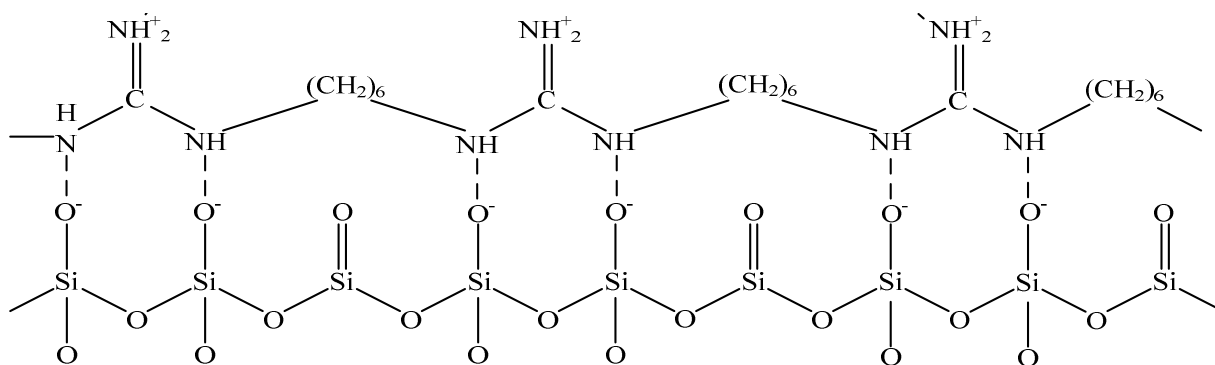


Рис. 1. Поверхность кварца, модифицированного полигексаметиленгуанидин гидрохлоридом

В молекуле полигексаметиленгуанидин гидрохлорида азот за счет высокой электроотрицательности смещает всю электронную плотность в соединении с водородом на себя, в результате водород заряжается положительно. При достаточном сближении молекулы SiO_2 и иона H^+ электронное облако кислорода в покрытии на основе диоксида кремния попадает в сферу притяжения иона водорода и становится общим и для атома кислорода, и для атома водорода, то есть возникает четвертая ковалентная связь $\text{O} - \text{Si}$. Все связи $\text{O} - \text{Si}$ в ионе SiO_4^- становятся равноценными и неразличимыми.

Слой полимера наносили на подготовленную подложку с предварительно нанесенным слоем диоксида кремния с высокоразвитой поверхностью. Нанесенный слой полигексаметиленгуанидин гидрохлорида высушивали на воздухе при комнатной температуре в течение 1 ч и отжигали при 1073K в течение 1 ч в инертной атмосфере.

В табл. 1 приведены данные, демонстрирующие влияние концентрации растворов, которые использовали для получения покрытий, на характер конечного продукта.

Таблица 1

Влияние концентрации растворов на основе полигексаметиленгуанидин гидрохлорида на толщину конечного продукта

Концентрация раствора ПГМГ, мас. %	Толщина пироуглеродного покрытия, мкм
2	9,01
10	10,55
15	13,76
20	25,00

Из табл. 1 видно, что с использованием полигексаметиленгуанидин гидрохлорида формируется слой пироуглерода, толщина которого при изменении концентрации раствора от 2 до 20 мас.% увеличивается от 9,01 до 25,00 мкм. Однако, с повышением концентрации раствора ПГМГ слой углерода наносится неоднородно. При использовании раствора концентрации 20 мас.% на поверхности пластины в результате сушки на воздухе образуются пузыри, которые после отжига оставляют неровности. Таким образом, целесообразно использовать раствор полигексаметиленгуанидин гидрохлорида концентрации ~ 2 мас. %. На рис. 2 приведены фотография и микрофотография с углеродным покрытием, полученном при использовании 2 мас. % раствора ПГМГ.

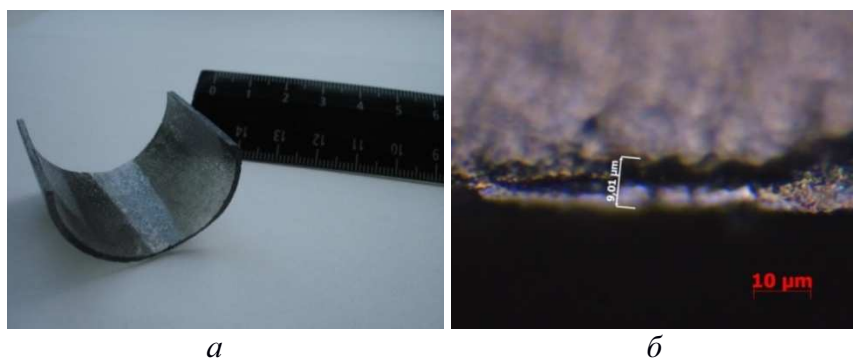


Рис. 2. Кварцевая пластина с углеродным покрытием:
а – фотография; б – микрофотография, $\times 780$

В табл. 2 приведены данные, демонстрирующие влияние концентрации растворов АГМ-9 и ПВС, которые использовали для получения покрытий, на характер конечного продукта.

Таблица 2

Влияние концентрации растворов на основе γ -аминопропилтриоксисилана и поливинилового спирта на толщину конечного продукта

Концентрация раствора, мас. %	Толщина пироуглеродного покрытия, мкм
γ -аминопропилтриоксисилан	
5	3,40
10	13,00
20	21,43
поливиниловый спирт	
1	16,75
3	17,73
5	20,00

Из результатов экспериментов следует, что при использовании растворов АГМ-9 и ПВС с концентрацией ~ 20 и 5 мас. %, слой углерода наносится неравномерно. В связи с этим целесообразно использовать раствор γ -аминопропилтриоксисилана концентрации ~ 10 мас. %, поливинилового спирта – 3 мас. %.

На рис. 3 и 4 приведены фотографии и микрофотографии с углеродным покрытием, полученном при использовании 10 масс. % раствора АГМ-9 и 3 мас. % ПВС.

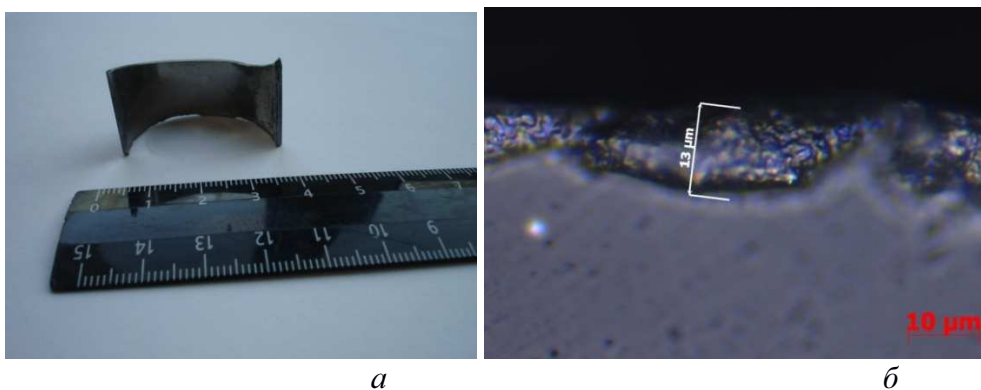


Рис. 3. Кварцевая пластина с покрытием, полученном при использовании 10 мас. % раствора γ -аминопропилтриоксисилана, толщиной 13 мкм:
а – фотография; б – микрофотография, $\times 1040$



Рис. 4. Кварцевая пластина с покрытием, полученном при использовании 3 мас. % раствора поливинилового спирта, толщиной 17,73 мкм:
а – фотография; б – микрофотография, $\times 900$

Для нанесения углеродных покрытий на контейнеры из плавленого кварца предложен метод, предполагающий использование пленкообразующих водных растворов полигексаметиленгуанидин гидрохлорида, γ -аминопропилтриоксисилана и поливинилового спирта. Контейнеры с синтезированным пироуглеродным покрытием могут быть рекомендованы для получения особо чистого германия.

Список литературы

1. Luque A., Hegedus S. Handbook of Photovoltaic Science and Engineering. – 1st ed. Wiley, New York, 2003, 176. P. 223–225.
2. Depuydt B., Theuwis A., Romandic I. Germanium: From the first application of Czochralski crystal growth to large diameter dislocation-free wafers. – Materials Science in Semiconductor Processing, August–October 2006, 9, Issues 4–5. P. 437–443.
3. Лосев В. Н., Дидух С. Л., Трофимчук А. К. Сорбционно-фотометрическое определение железа с использованием сорбентов на основе неорганических оксидов с функциональными группами 4,7-дифенил-1,10-фенантролина. – Изв. вузов. Химия и хим. технология, 2009, 52, № 7. С. 32–36.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДИСКОВ КОЛЕС ИЗ СПЛАВА АК7пч

А. В. Дубровская, Т. А. Богданова, Т. Н. Дроздов

Силумины системы Al-Si-Mg относятся к литейным термически упрочняемым сплавам. Упрочнение сплавов можно достигнуть, применяя закалку и искусственное старение. В работе исследовали влияние термической обработки на свойства сплава АК7пч. Сплав АК7пч подвергают термической обработке по режимам, указанным в табл. 1. Сплавы системы Al-Si-Mg нагревают под закалку до температуры 535 ± 5 °С, выдерживают 2–12 часов и охлаждают в воде с температурой 20–100 °С. Старение проводят при температуре $(150-250) \pm 5$ °С в течение 3–10 часов.

Термическая обработка силуминов вносит заметный вклад в формирование отливки в результате изменения морфологических параметров структуры, а также фазового состава. Закалка сплава АК7пч приводит к существенным изменениям исходной литой структуры. В процессе высокотемпературной выдержки перед закалкой растворяется неравновесный избыток фаз эвтектического происхождения (в частности Mg_2Si), соответственно, увеличивается легированность алюминиевого твердого раствора. В процессе изотермической выдержки происходит фрагментация и сфероидизация монокристаллов кремния внутри каждой колонии и последующая их коагуляция. Такое изменение структуры, как и уменьшение объемной доли хрупких избыточных фаз в результате их растворения, вызывает заметное повышение показателей пластичности закаленных отливок по сравнению с литым состоянием. Для повышения прочностных характеристик сплав после закалки подвергают старению. Температуру старения назначают ниже температуры солюса сплава, ориентируясь на требуемый уровень свойств.

В работе проводилось исследование влияния режимов упрочняющей термической обработки на микроструктуру и механические свойства дисков автомобильных колес из сплава АК7пч с целью получения максимальных прочностных свойств при удовлетворительной пластичности.

Исследованию подвергались автомобильные диски колес после упрочняющей термообработки. Влияние температуры закалки на микроструктуру различных зон колес и свойства спицы исследовали при температуре 540 °С, время выдержки 4 часа, охлаждение образцов после закалки осуществляли в воду с температурой 80 °С. Влияние температуры старения на свойства различных зон колес изучали в интервале 140–170 °С, длительность старения составляла 4 и 6 часов. После старения были определены механические свойства и построены графики зависимости временного сопротивления разрыву, предела текучести и относительного удлинения от температуры и времени выдержки при старении.

Прочностные свойства после всех режимов старения удовлетворяют требованиям ГОСТ 50511-93. С увеличением температуры старения временное сопротивление разрыву повышается. Увеличение времени выдержки от 4 до 6 часов приводит к снижению временного сопротивления разрыву в спице, а в ободе при высоких температурах, рис. 1.

Предел текучести исследуемых зон колеса после старения при 140 °С и времени выдержки 4–6 часов не удовлетворяет требованиям ГОСТ 50511-93. С увеличением температуры и времени выдержки старения предел текучести растет во всех зонах колеса, а относительное удлинение снижается за счет более полного распада пересыщенного твердого раствора, рис. 2, 3. Увеличение температуры старения выше 150–160 °С и длительности выдержки приводит к существенному снижению пластичности ниже требуемого предела.

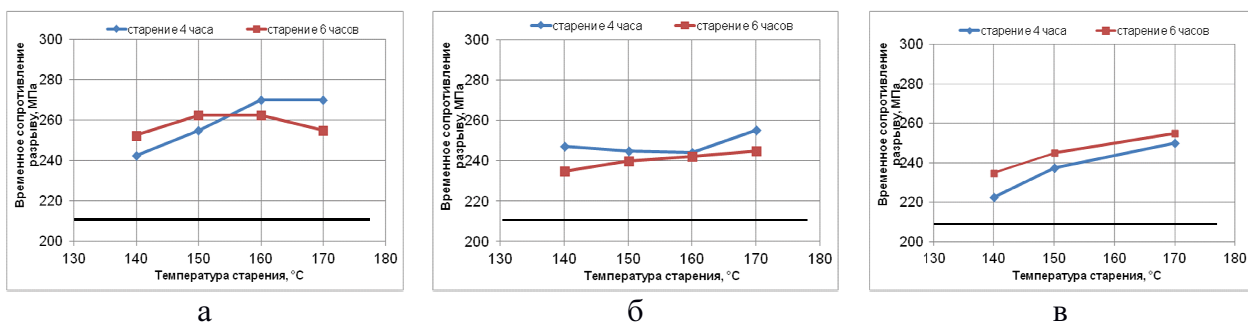


Рис. 1. Зависимость временного сопротивления разрыву от температуры старения и времени выдержки. а – обод; б – спица; в – ступица

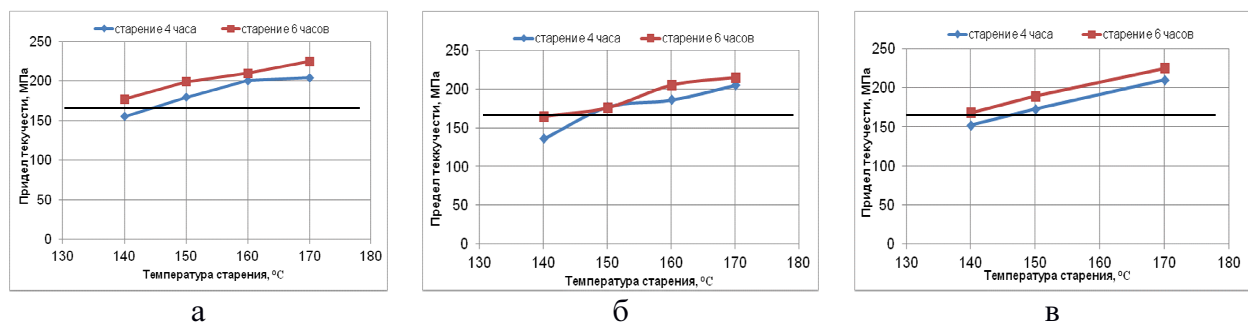


Рис. 2. Зависимость предела текучести от температуры старения и времени выдержки: а – обод; б – спица; в – ступица

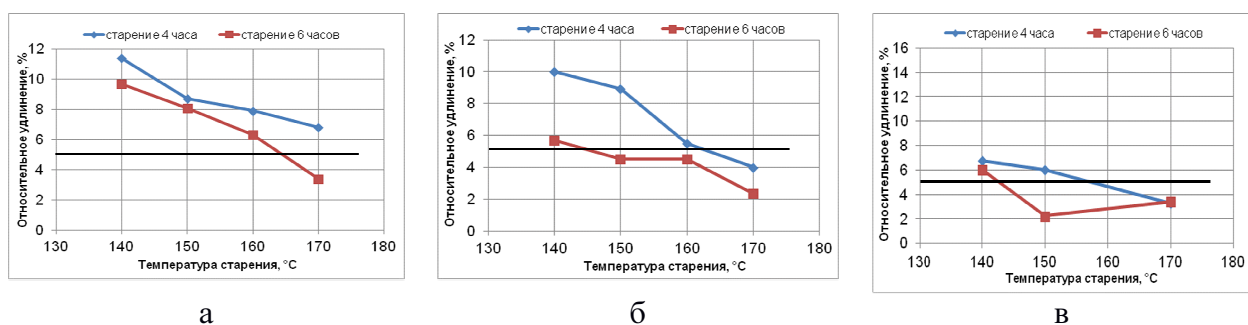


Рис. 3. Зависимость относительного удлинения от температуры старения и времени выдержки. а – обод; б – спица; в – ступица

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что для получения максимальных прочностных свойств при достаточной пластичности необходимо проводить старение при температуре 160 °С в течение 4 часов. Повышение времени выдержки приводит к снижению прочностных и пластических характеристик зон колес.

ГИСТОГРАММНЫЙ ПОДХОД К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

А. А. Пяткова

Введение

Для исследования процессов динамики различных явлений во времени, используются представления в виде временных рядов. Временные ряды в настоящее время являются информационной основой для задач прогнозирования. Они представляют большую практическую важность и востребованность в различных сферах человеческой деятельности: прогнозирование погоды в метеорологии, анализ функционирования организма человека в биомедицине, прогноз ценовых рядов на финансовых и сырьевых рынках, корректная обработка результатов социологических опросов и др. Для изучения временных рядов используются различные методы и подходы. В теории регрессионного анализа существуют различные методы анализа временных рядов, такие как трендовые модели, динамические модели, авторегрессионные модели, но все они носят статистический характер, не учитывая стохастический характер случайной составляющей. Для повышения эффективности точности прогноза предлагается использовать гистограммный подход. Гистограммы обеспечивают итоговые данные, которые являются более информативными, чем те, которые предусмотрены статистическими вычислениями, например как среднее значение. Гистограммы часто используют в экономике, экологии и т.п. Гистограммный анализ данных можно отнести к области символьного анализа данных, который работает над наборами данных [1]. В работе [1] можно более подробно рассмотреть гистограммные временные ряды с применением k-NN метода.

Ключевые слова: Гистограммные временные ряды, численный вероятностный анализ.

Понятие гистограммного временного ряда

В данной статье рассмотрим гистограммный подход как метод исследования временных рядов. Данный подход основан на использовании гистограммы. Это обусловлено, прежде всего, тем, что они позволяют достаточно точно представлять произвольные распределения. Вторая причина – развитая арифметика для работы с гистограммными переменными [2, 3]. В символическом анализе данных и Data Mining гистограммы используются для исследования множества различных процессов и применяются для описания изменчивости количественных признаков.

Суть данного подхода состоит в представлении случайных величин своими плотностями вероятности, поэтому будем рассматривать случайные величины, плотность распределения которых может быть представлена гистограммой [2].

Неопределённость, которая является неотъемлемым атрибутом случайных событий, называют элитерной (aleatory) неопределённостью. Теория вероятностей предназначена для моделирования, оценки и оперирования именно элитерными неопределённостями. В свою очередь, неопределённость самих вероятностных оценок называют эпистемической неопределённостью (epistemic uncertainty). Эпистемическая неопределённость прямо связана с объёмом и достоверностью информации, на основании которой получают эти оценки.

Каждый подход построения гистограммных временных рядов обусловлен целями исследования и спецификой исходной информации, которая, как правило, представляет собой числовой временной ряд, характеризующийся частотой и числом измерений.

Особенностью данного подхода является использование понятия *гистограммный временной ряд*, который представляет собой последовательность плотностей вероятности $P_{\eta}(t)$ наблюдаемых во время $t = 1, \dots, n$, где каждое распределение представляется в виде гистограммы P_i .

Для того, чтобы прогнозировать гистограммные временные ряды, будем адаптировать подходы и методы используемых для классических временных рядов. Например, в работе [1] рассмотрены методы экспоненциального сглаживания, получившие хорошие результаты, основанные на гистограммной арифметики.

Задача гистограммных временных рядов заключается в прогнозировании временных рядов, где прогноз наблюдаемого во времени распределения будет представлен гистограммой распределения. Гистограммные временные ряды применяются не только для получения прогнозов на следующий период внутри исходного временного ряда, но и на получение прогноза общего распределения на следующий период [2].

Построение гистограммных временных рядов

Рассмотрим пример построения гистограммного временного ряда на основе погодных данных о температуре в городе Красноярск с 1-го по 20 июня, собранных за 87 лет.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2			01.июн	02.июн	03.июн	04.июн	05.июн	06.июн	07.июн	08.июн	09.июн	10.июн
3		1923	22	27	17	24	27	22	23	28	29	30
4		1925	14	10	10	11	10	15	21	18	14	11
5		1926	7	11	20	21	24	21	16	17	17	19
6		1927	20	22	26	29	32	28	30	22	17	16
7		1928	25	26	15	26	24	18	18	21	24	28
8		1929	17	25	19	22	20	16	18	21	17	20
9		1930	14	21	26	28	29	23	28	12	17	11

Рис. 1. Температурные данные

Гистограммные временные ряды строятся с использованием расчета оценки плотности распределения. Для нахождения оценки плотности распределения P_i разобьем отрезок от минимальной до максимальной температуры в некоторый день на десять интервалов. Для каждого интервала, подсчитанное количество значений m_i , приходящееся на этот интервал, разделим на общее число наблюдений n . Формула расчёта оценки плотности распределения P_i : $P_i = \frac{m_i}{n}$. Получается 20 гистограмм оценки плотности распределения температуры, где одна гистограмма – это один день.

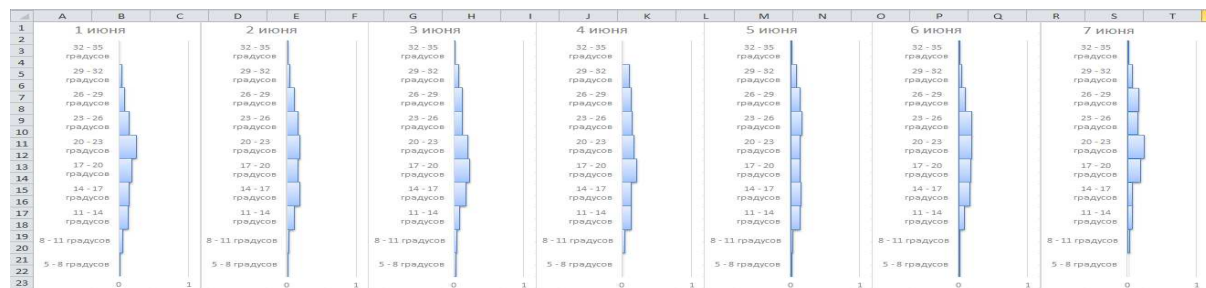


Рис. 2. Гистограммные временные ряды

Теперь спрогнозируем гистограммные временные ряды с использованием различных методов рис. 3.

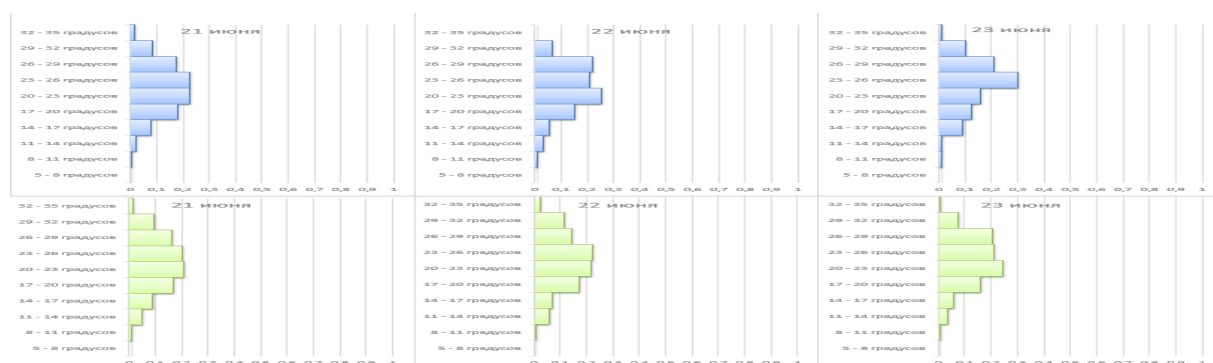


Рис. 3. Прогнозирование гистограммных временных рядов

В нижней половине рис. 3 построен спрогнозированный гистограммный временной ряд, в верхней половине рисунка построен гистограммный временной ряд из гистограмм истинного распределения. Точность прогноза примерно – 82,06 %, что является достаточно высоким показателем и показывает, что имеет смысл развития гистограммной арифметики для прогнозирования.

Заключение

Эффективным инструментом в решении задач прогнозирования временных рядов является гистограммный подход, который осуществляется с использованием гистограммных временных рядов. Из приведенного примера, можно сказать, что использование гистограммных временных рядов позволяет поднять точность прогнозов и открывает широкие возможности для использования современных методов анализа. Планируется дальнейшее развитие приведенного примера с использованием новых методов и улучшение его точности. Подводим итоги всего выше сказанного, почему использовался гистограммный подход. Во-первых, позволяет достаточно точно представлять произвольные распределения случайных величин, во-вторых позволяет описать изменчивость количественных признаков и в-третьих развитая арифметика для работы с гистограммными переменными. Возможно использование гистограммного подхода в Density Forecast.

Список литературы

1. Javier Arroyo, Carlos Mat'e, Forecasting histogram time series with k-nearest neighbours methods// International Journal of Forecasting 25, 2009.
2. Добронев Б. С., Попова О. А. Гистограммные временные ряды// Труды X международной ФАМЭБ'2011 конференции, 2011.
3. Мордвинов И. В., Добронев Б. С. Гистограммная арифметика и ее приложения для анализа временных рядов// IX Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии», 2011.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОКЛАВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ДЕЗАКТИВИРОВАННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ

Т. С. Буянова, Н. В. Белоусова

Одной из актуальных задач в области переработки вторичного сырья является разработка и совершенствование технологий извлечения металлов платиновой группы (МПГ) из отработанных катализаторов риформинга, изомерии, гидрирования и автокатализаторов. Существующие способы переработки дезактивированных катализаторов делят на две группы: пирометаллургические и гидрометаллургические методы. Для повышения степени извлечения металлов эти методы иногда комбинируют [1]. Каждый из них в отдельности имеет свои недостатки. В частности, пирометаллургические методы предполагают использование специального оборудования, достижение высоких температур, высокие энергозатраты, большие капиталовложения. Основные проблемы, встающие при гидрометаллургической переработке, связаны с многостадийностью и необходимостью утилизации большого количества кислых или щелочных растворов [2]. Попытки совершенствования технологий с целью повышения эффективности процессов и достижения лучших экологических показателей предпринимаются в отношении обоих методов. При этом среди гидрометаллургических способов можно выделить автоклавное вскрытие отработанных катализаторов [3], которое чаще всего проводят в щелочных средах.

Цель данной работы – изучение условий кислотного автоклавного вскрытия катализаторов разного типа.

Методики исследований. Эксперименты по вскрытию проводили в лабораторных титановых автоклавах с внутренними фторопластовыми вкладышами. Автоклавы герметизировали и помещали в воздушный термостат. Перемешивание содержимого автоклавов осуществлялось путем вращения вала термостата электродвигателем. Точность поддержания заданной температуры – 0,5°C.

Для определения состава фаз использовали рентгенофазовый анализ, атомно-адсорбционный анализ, масс-спектрометрию с индуктивно связанной плазмой, спектрофотометрию.

Результаты и обсуждение. В качестве объектов исследования были использованы активные и отработанные платинорениевые (R-98) катализаторы, а также катализаторы нейтрализации продуктов сгорания углеводородного топлива на керамическом носителе комплектации «Евро-3».

Платинорениевые катализаторы вскрывали в растворах хлористоводородной кислоты при температуре 160°C. Было установлено, что эффективности этого процесса способствует добавка диоксида марганца; растворение полностью заканчивается в течение часа.

Отработанные катализаторы этого типа содержат 1,5 мас. % α - Al_2O_3 – фазу корунда, которая при последующем автоклавном вскрытии осталась в нерастворимом остатке. В качестве инертной монолитной основы носителя в использованном типе автокатализаторов применяется кордиерит, представленный такими компонентами, как: MgO , FeO , Al_2O_3 , SiO_2 , с нанесенным на внутренние стенки каналов сотовой основы композита, содержащего оксиды Zr , Ce , La и др. В образцах отработанного катализатора рентгенофазовым анализом установлено наличие только одной фазы (основы катализатора) – кордиерита ($\text{Mg}_2\text{Al}_6\text{Si}_5\text{O}_{18}$).

Для глубокого разложения кордиеритовой матрицы автокатализаторов представляется целесообразным интенсифицировать процесс разложения и проводить его в более жестких условиях. В качестве подготовительной операции перед автоклавным вскрытием было проведено щелочное сплавление.

Спекание автокатализаторов с гидроксидом натрия в соотношении 1:2 проводили в диапазоне температур 400–700 °С с последующим выщелачиванием полученного плава. Установлен оптимальный температурный режим спекания для наиболее полного вскрытия образцов: 600–650 °С, при котором степень вскрытия образцов составляет 45–48 %. Анализ растворов водного и кислотного выщелачивания показал наличие в незначительных количествах МПГ.

С целью предотвращения потерь МПГ по стадиям обработки и наиболее полного концентрирования их в нерастворимом остатке перед автоклавным вскрытием, в качестве восстановителя на стадии щелочного сплавления и (или) на стадии водного выщелачивания вводили формиат натрия в количестве 10 % от массы образцов.

Полученные нерастворимые остатки выщелачивания с целью полного перевода МПГ в раствор направляли на автоклавное окислительное разложение. Разложение проводили в кварцевых автоклавах при $t = 160$ °С в течение 2 часов. В качестве реакционной смеси использовали 6М раствор соляной кислоты и окислитель – диоксид марганца.

Результаты распределения МПГ в растворах представлены в табл. 1.

Таблица 1

Распределение МПГ между растворами, образующимися
при комбинированном разложении катализаторов

Определяе- мый элемент	Содержание в растворах, %					
	Восстановитель от- сутствует		Восстановитель на ста- дии щелочного сплавле- ния		Восстановитель на стадии щелочного сплавления и вод- ного выщелачива- ния	
	ЩР*	АОР*	ЩР	АОР	ЩР	АОР
Pd	8,4	91,6	1,5	98,5	0,05	99,95
Rh	5,0	95,0	1,6	98,4	0,5	99,5
Pt	52,5	47,5	32,9	67,1	16	84

*ЩР – растворы отмывки щелочных спеков; АОР – растворы автоклавного окислительно-кислотного вскрытия

После автоклавного окислительного кислотного вскрытия в нерастворимых остатках МПГ не обнаружены.

Список литературы

1. Fornalczyk A. Platinum recovery from used auto catalytic converters in electrorefining process / A. Fornalczyk, M. Saternus // *Metalurgija*. 2013. V. 52, № 2. P. 219–222.
2. Переработка производственных отходов и вторичных сырьевых ресурсов, содержащих редкие, благородные и цветные металлы / В. И. Букин [и др.]; Отв. ред. и составитель проф. Сафонов В. В. М.: Издательство ООО Издательский дом «Деловая столица», 2002. 224 с.
3. Патент РФ № 2175266. Способ извлечения платины и/или палладия из отработанных катализаторов / Кадеева Н. Л., Кашеев А. Н., Шрагина Г. М. и др. 2000121825/04. Оpubл. 2001.10.27.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ СОЗДАНИИ ПРЕЦИЗИОННЫХ АНТЕННЫХ РЕФЛЕКТОРОВ

Е. А. Жирнова

В настоящее время во всем мире наблюдается повышенный интерес к применению полимерных композиционных материалов.

Основным направлением работ по созданию антенных рефлекторов является повышение точности формы отражающей поверхности прецизионных рефлекторов, увеличение жесткости и уменьшение массы для улучшения пользовательских свойств антенн космических аппаратов нового поколения.

Сравнительный анализ антенн телекоммуникационных космических аппаратов приведен в табл. 1 и показывает заметное отставание отечественных изделий по ключевым характеристикам от зарубежных аналогов.

Таблица 1

Сравнительные характеристики антенн телекоммуникационных космических аппаратов

Параметр	Отечественные объекты аналогичного назначения ОАО «ИСС»	Зарубежные объекты аналогичного назначения EADS Launch Vehicles (EC)
Размеры рефлекторов, имеющих летную квалификацию, м	До 1,25	До 3,8
Общее количество рефлекторов, имеющих летную квалификацию, шт	1	Более 100
Отношение массы рефлектора к площади, кг/м ²	4,7	2,8
Отношение среднеквадратичного отклонения формы поверхности к диаметру рефлектора с учетом длины волны, $\lambda/50 \cdot D$ мм/м	0,2	0,1

Актуальной задачей является разработка прецизионных антенных рефлекторов из полимерных композиционных материалов с обеспечением геометрической стабильности в условиях действия дестабилизирующих факторов космического пространства для телекоммуникационных космических аппаратов. При эксплуатации крупногабаритных космических антенн, платформ и других несущих конструкций для размещения прецизионной аппаратуры, корпусов спутниковых телескопов и фотоаппаратов, основным требованием, определяющим работоспособность конструкции, является сохранение заданных размеров при изменении характеристик окружающей среды, и в первую очередь – температуры. Известно, что конструкции космических аппаратов, такие как панели корпуса, рефлекторы антенн, штанги и мачты, должны обладать повышенной термостабильностью в условиях периодических теплосмен, вызванных движением через теневые участки орбиты.

Поэтому в последнее время для таких конструкций все чаще стали применять композиционные материалы, имеющие малые коэффициенты линейного температурного расширения. Конструкции с нулевыми или близкими к нулю коэффициентами линейного термического расширения в заданных направлениях в установленном температурном диапазоне называют размеростабильными.

Физико-механические свойства углеродных волокон и свойства металлов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Физико-механические свойства углеродных волокон [1]

Марка углеродного волокна	Удельная жесткость $E_{уд} \cdot 10^{-6} \text{ м}$	Удельная прочность $\delta_{уд} \cdot 10^{-3} \text{ м}$	Коэффициент линейного температурного расширения $\alpha \cdot 10^6$ К^{-1}
ЛУП 01, 02	16	180	-1.0
ЭЛУР-П01	15	190	-0.9
УКН-П500	13	200	-1.0
УКН-П500М	14	260	-0.7
АМг сплавы	2.68	12	200
Титан	2.55	20	85
Сталь	2.59	37	100

В настоящее время углепластики являются основным классом материалов для вновь создаваемых или модернизируемых ракетно-космических конструкций. Сочетание высоких жесткостных и прочностных характеристик с малой плотностью обеспечивает возможность их эффективного применения в таких изделиях, как силовые оболочки отсеков и обтекателей ракет, спутниковые платформы, антенны и несущие конструкции, корпуса баллонов давления и т. п. Основными углепластиковыми, применяемыми в настоящее время в отечественной ракетно-космической промышленности, являются:

- углепластик на основе ленты ЛУ-П и связующего ЭНФБ используется в ракетно-космических конструкциях, изготавливаемых методом выкладки;
- углепластик на основе волокон УКН5000 и связующего ЭХД_МК широко применяется в конструкциях, изготавливаемых намоткой.

При этом необходимо учитывать, что для углеволокон невозможно одновременно достичь максимально высоких характеристик жесткости и прочности [2]

. Используемые технологические процессы позволяют получать либо высокопрочные, либо высокомодульные волокна. Так, среди применяемых сегодня за рубежом углеродных волокон, производимых одним из мировых лидеров в данной области фирмой Тогау можно выделить две серии, ориентированные на достижение разных показателей:

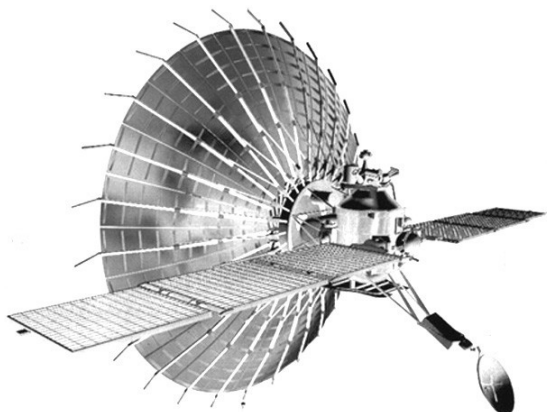
- волокна серии Т (Т300, Т400, Т700, Т800, Т1000) обладают высокой прочностью при умеренных значениях модуля упругости;
- волокна серии М (М35, М40, М46, М50, М55, М60) имеют очень высокую жесткость при сравнительно скромных показателях прочности.

Так, прочность волокон серии Т последовательно увеличивается от 3 530 МПа для волокна Т300 до 6 370 МПа для волокна Т1000 при том, что модуль упругости для всех волокон этой серии не превышает 230...295 ГПа. С другой стороны, модуль упругости волокон серии М также последовательно увеличивается от 343 ГПа для волокна М35 до 588 ГПа для волокна М60, а по прочности эти волокна, как правило, уступают серии Т.

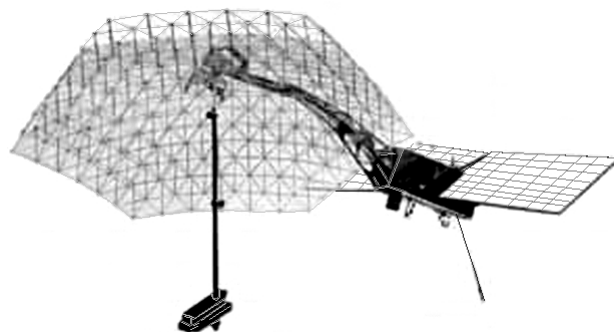
Примеры размеростабильных конструкций, изготовленных с использованием углепластика в отечественной ракетно-космической промышленности приведены на рис. 1 [3]

Углепластики серии М значительно превосходят прочие материалы по своим потенциальным возможностям при требованиях максимальной жесткости. Это требование актуально для космических конструкций, таких как раскрываемые антенны, фермы и панели для размещения высокоточной аппаратуры, на которые действуют сравнительно небольшие нагрузки, так что их качество определяется не прочностью, а жесткостью. Примером конструкции требования по жесткости к которой отсутствуют вовсе либо являются второстепенными являются силовые оболочки баллонов давления, для которых основным

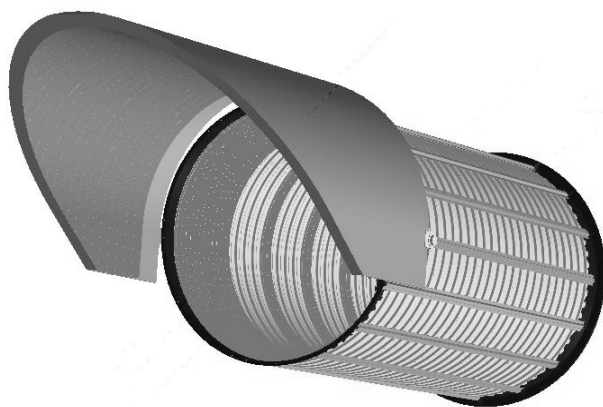
фактором, определяющим эффективность применения материала, является его прочность при растяжении. Для таких конструкций наиболее эффективными являются высокопрочные углепластики типа Т800 или Т1000.



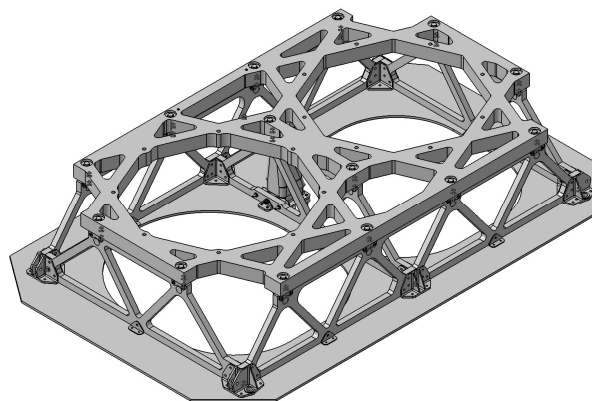
*Углепластиковые трубы каркаса
космического радиотелескопа
(НПО им. С.А. Лавочкина)*



*Штанги поворотного устройства
космического аппарата «Кондор»
(ОНПП «Технология» по заказу
НПО Машиностроения)*



*Размеростабильные профили корпуса
ультрафиолетового телескопа Т-170М
с гофрированной обечайкой
(НПО им. С.А. Лавочкина)*



*Платформа для размещения высокоточ-
ной оптической аппаратуры спутника
дистанционного зондирования Земли
(ГКНПЦ им. М.В. Хруничева)*

*Рис. 1. Примеры размеростабильных конструкций,
изготовленных из композиционных материалов*

В работе [3] «Разработка методов проектирования композитных материалов и конструкций ракетно-космической техники» А. А. Смердова рассматривается разработка методов проектирования композитных материалов и конструкций ракетно-космической техники, включающая:

- рациональное установление уровней требований к свойствам каждой проектируемой конструкции с учетом их связи между собой путем проведения анализа предельных возможностей;
- разумное сокращение и сужение пространств поиска за счет исключения заведомо неоптимальных структур и структур, содержащих необязательные варьируемые параметры;
- рациональный подбор математических моделей и расчетных алгоритмов для задач оптимизации, сочетающих быстроту и компактность вычислений с точностью расчета, адекватной точности исходной информации о проектируемом изделии;
- использование специальных типов структур (например, нечувствительных к

разбросам характеристик материала) при проектировании конструкций со специальными свойствами (размеростабильных, повышенного демпфирования и т. п.).

Проблемы проектирования и изготовления прецизионных антенных рефлекторов из полимерных композиционных материалов очень разнообразны, к ним относятся:

- формо и размеростабильность конструкции
- геометрическая точность
- предотвращение коробления, обусловленного влиянием остаточных напряжений и различного рода неравномерности свойств
- минимизация влажностных деформаций (изменения формы при влагопоглощении)
- обеспечение устойчивости к воздействию факторов космического пространства при эксплуатации.

Важной особенностью является недостаточная изученность физико-химических свойств связующих, препрегов и полимерных композиционных материалов и необходимость разработок методик для проведения квалификационных испытаний в соответствии с мировыми стандартами ASTM, AITM, EN, BMS и др.

Современное развитие ракетно-космической отрасли показывает, что дальнейший прогресс в ней невозможен без использования в перспективных конструкциях полимерных композиционных материалов, которые позволяют поднять на качественно новый уровень характеристики создаваемых спутников, увеличить их надёжность и срок службы. Однако разработанные с настоящее время конструкции и технологии изготовления антенных рефлекторов трудоемки и продолжительны и не в полной мере обеспечивают требуемую высокую точность конструкции, долговременную термостабильность термохимических и теплофизических свойств материала при эксплуатации в условиях действия дестабилизирующих факторов космического пространства. Поэтому вопросы технологии изготовления, контроля и испытаний композиционных изделий применительно к космической технике являются актуальными.

Список литературы

1. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. пособие / Кербер М. Л., Виноградов В. М., Головкин Г. С. и др.; под ред. Берлина А. А. СПб.: Профессия, 2008. 560 с., ил.
2. Смердов А. А., Буянов И. А., Чуднов И. В. Анализ оптимальных сочетаний требований к разрабатываемым углепластикам для крупногабаритных ракетно-космических конструкций МАШИНОСТРОЕНИЕ 2012. № 8.
3. Смердов А. А. автореферат докторской диссертации «Разработка методов проектирования композитных материалов и конструкций ракетно-космической техники» г. М., 2007 г.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЮВЕЛИРНЫХ ЦЕПЕЙ ИЗ СПЛАВОВ КРАСНОГО ЗОЛОТА

Е. С. Леонтьева, К. А. Биндарева

На сегодняшний день, наверное, самым распространенным ювелирным изделием является ювелирные цепи. Производство цепей является одним из сложнейших направлений в ювелирном производстве, так как здесь необходим комплексный подход при планировании и производстве этих изделий. Это изготовление и подготовка в качестве заготовки проволоки или ленты, сам процесс плетения, все этапы трансформации и модификации цепочек, финишной отделки.

Красноярский завод цветных металлов (ОАО «Красцветмет») занимает ведущее место в ряду производителей ювелирных изделий России, большую часть которых составляют ювелирные цепи. Цепи получают из сплавов золота, серебра, платины и палладия, а в качестве заготовок используется проволока тонких сечений диаметрами от 0,20 до 1,2 мм. В последнее время ювелирная промышленность внедряет в свое производство технологии получения полых цепей, характеризующихся внушительными размерами при малой массе драгоценного металла.

Существуют разнообразные виды плетения золотых цепочек (рис. 1). Они рассчитаны не только на разнообразные вкусы, но и разные материальные возможности потребителей.

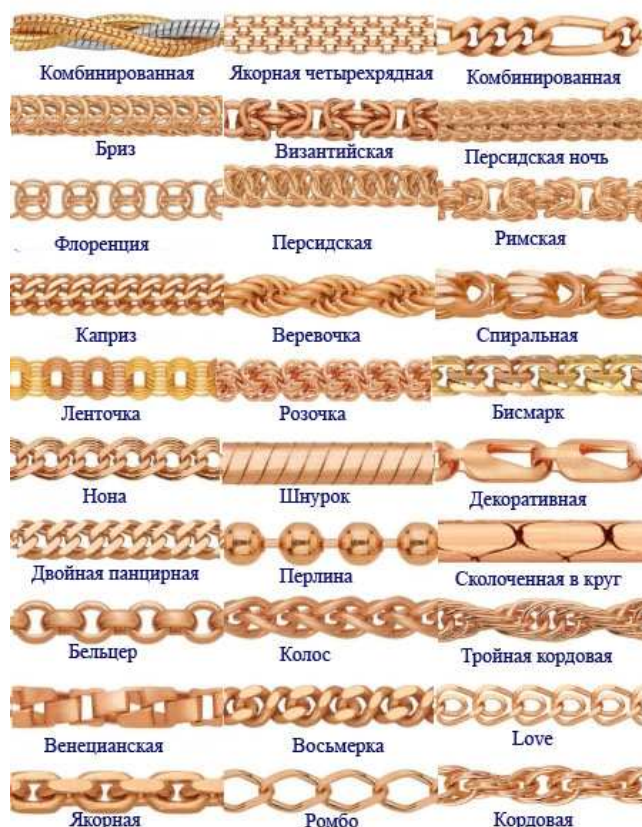


Рис. 1. Виды плетения ювелирных цепей

Цепи различаются диаметром проволоки, из которой они изготавливаются. Чем он больше, тем толще будет цепь. Для стандартных плетений, как правило, длина звена цепи

примерно в 2,5 раза больше диаметра проволоки. Немаловажную роль играет и правильный подбор длины самой цепочки.

На данный момент красное золото – это самый распространенный и доступный вид этого драгоценного металла в России. При этом ювелирные изделия изготавливают преимущественно из **золота 585 пробы, которое** содержит 58,5 % золота (лигатурные металлы – серебро, медь, палладий, никель), отличается твердостью, прочностью, не тускнеет на воздухе, отлично поддается ковке, поэтому широко используется в ювелирной промышленности [1]. Актуальным также является разработка новых сплавов красного золота более низкой пробы, имеющих удовлетворительную коррозионную стойкость.

Полный технологический цикл производства ювелирных цепей включает в себя подготовку лигатуры, литье, изготовление проволоки с требуемыми характеристиками методами прокатки и волочения, цепевязание, пайку цепочек, их обработку и финишную отделку. Типовая технологическая схема производства цепей различных видов плетения из сплавов драгоценных металлов представлена на рис. 2.

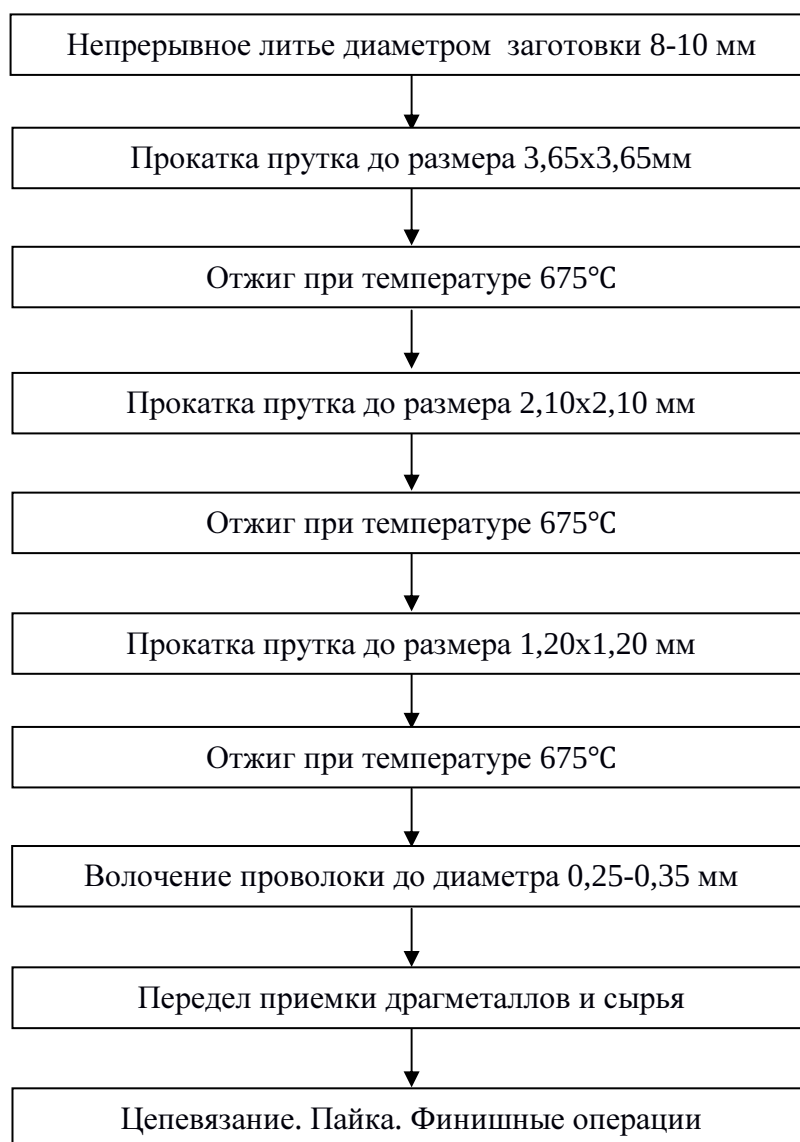


Рис. 2. Типовая технологическая схема производства цепей из сплавов драгоценных металлов

Методика расчета параметров деформации при получении заготовок для таких цепочек приведена в работе [2].

Технологии производства пустотелой заготовки для ювелирных цепей, а значит и расчеты режимов деформации, еще более сложны. Поскольку производство цепочек является капиталоемким и сложным процессом, поэтому необходимо правильно ориентироваться в выборе цепевязальных станков. За последние десятилетия произошла значительная эволюция станков. Расширился ассортимент применяемых полуфабрикатов разнообразной формы – круглой, плоской, полукруглой проволоки; проволоки и ленты в различных комбинациях. Цепочки изготавливаются как из массивной, так и из пустотелой заготовки с различными видами плетения (см. рис. 1) [3, 4]. В последнее время набирают популярность среди украшений пустотелые цепи, которые имеют небольшой вес, но выглядят очень объемно и красиво. Пустотелые цепи – это одна из возможностей уменьшить общую стоимость ювелирного изделия.

На первом этапе производства пустотелых цепей, сплавы драгоценных металлов раскатывают в пластину, которую помещают на стальной сердечник. Кроме сердечника внутрь пластины закладывается припой (специальный элемент, который понадобится на одной из следующих операций). Первоначально заготовка со стальным сердечником имеет достаточно большой диаметр, однако, в процессе производства она обрабатывается до нужных размеров (диаметра и толщины) и используется в том или ином типе вязания. Затем полученная заготовка попадает к мастеру ручного вязания цепей или на специальный цепевязальный станок. Связанная длинная цепь переходит на следующий технологический этап, где под воздействием значительных температур сплав соединяется с припоем, делая сцепление звеньев цепи прочным. Далее следует финишная обработка – цепь очищается от механической грязи и технических масел, а затем подвергается обработке с помощью прессы для создания плоских сторон полотна цепи. На следующем этапе цепь становится пустотелой, при этом запаянное, отбитое, очищенное полотно помещается в ванны со специальным раствором, который, благодаря химической реакции, растворяет стальной сердечник. В результате этого процесса, называемого травлением, цепь становится пустотелой. После травления цепь проходит еще два важных участка производства – нанесение алмазной грани (которая заставляет готовое ювелирное изделие блестеть) и конечную обработку, когда цепь разрезается на отрезки и к ней припаиваются звенья замка [5].

Способ производства проволоки для пустотелых цепей во многом зависит от технологии, применяемой для изготовления таких изделий. Существуют 4 основные системы производства пустотелых цепей: методами «обкрутки», «плакирования», «сцепки» и «окон» [6].

Для изготовления проволоки первым методом используется пластина шириной, достаточной для обкрутки вокруг сердечника (преимущественно железного). Обкрутка производится непосредственно на цепевязальном станке. Качество такой цепи довольно низкое. Вес цепи, изготовленной таким способом, самый высокий для категории подобных изделий.

При плакировании пластина из драгоценного сплава и пластина из металла сердечника соединяются друг с другом благодаря температуре и сжатию, причем происходит взаимная диффузия металлов из одной пластины в другую. При этом используются большие печи и мощные прессы. Цепи, изготовленные таким методом, имеют высокое качество и по сравнению с другими методами отличное отношение веса к длине. Недостатком является длинный производственный цикл и его сложность.

При реализации метода сцепки сердечник, имеющий определенный профиль, обматывается пластиной, а профиль позволяет зацепить пластину за сердечник. Существует ряд станков, позволяющих отфрезеровать сердечник, обмотать вокруг него пластину и вставить внутрь припой, предназначенный для пайки цепи. Изготовленная цепь имеет хорошее качество и легкий вес. Этот метод в настоящее время получил наибольшее распространение благодаря относительной простоте, качеству и отработанной технологии.

В производстве пустотелых цепей метод окон используется совсем недавно и немногими производителями. Цепь изготавливается из проволоки, состоящей из трех концентрических слоев, и не имеет щели. Внутренний сердечник состоит из золотого сплава с низкой температурой плавления, следующий слой из недорогого металла (железо, медь или латунь), а верхний – также из сплава драгоценного металла. Необходимо, чтобы сердечник был изготовлен при помощи непрерывного литья и затем раскатан, драгоценный металл может быть применен в виде трубки требуемого размера или в виде пластины, из которой при помощи профилегибочного станка изготавливается и сваривается подобная трубка.

Основной причиной возросшего интереса на пустотелые цепи стало значительное повышение цен на золото, так что желание покупателей приобрести недорогое, но эффектное украшение вполне объяснимо. Если раньше производители выпускали пустотелые цепи лишь крупных диаметров – от 1 мм и толще, то сейчас можно найти изысканные изделия диаметром всего 0,3–0,5 мм.

Таким образом, проведенный анализ научно-технической литературы и применяемых на производстве технологий показал, что актуальными направлениями исследований при производстве ювелирных цепей являются следующие:

- совершенствование существующих технологий производства пустотелых цепей, сокращения длительности производственного цикла;
- разработка новых сплавов красного золота для производства цепей с целью улучшения их технологичности и снижения себестоимости;
- поиск новых технологий производства пустотелых полуфабрикатов с целью уменьшения затрат и времени на производство готового изделия.

Список литературы

1. Бреполь Э. Теория и практика ювелирного дела. Санкт-Петербург, науч. М.: изд-во Соло, 2000. 528 с.
2. Sidelnikov S. B., Dovjhenko N. N., Lebedeva O. S., Belyaev S. V., Gailis J. D., Feskov E. V. Development calculation methods of technological parameters for receipt deformed semi-finished products of gold based alloys of probe 585 // Журнал Сибирского Федерального университета, №6 (5), 2012. С. 615–623.
3. Виды плетения золотых цепочек [электронный ресурс]// Информационный сайт о видах ювелирных цепей: сайт URL: <http://ialady.ru/vidyi-pleteniya-zolotyih-tsepochek>.
4. Виды плетения золотых цепочек [электронный ресурс]// Информационный сайт о видах ювелирных цепей: сайт URL: <http://ozolote.org/juvelirnye-ukrasheniya/pletenie-iz-zolota-tsepochek.html>.
5. Технология изготовления ювелирных цепей [электронный ресурс] // Информационный сайт о производстве ювелирных цепей: URL: <http://www.jewellerytech.ru/process/info.html?nid=319>.
6. Производство пустотелых цепей [электронный ресурс]// Информационный сайт о производстве пустотелых ювелирных цепей: сайт URL: <http://www.jewellerytech.ru/process/info.html?nid=186>.

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИКИ И ЭКОЛОГИИ НА ПРИМЕРЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ

Д. В. Ефимова

В современном мире в технике воплощается рациональная природа человека. Из этого следует, что технические средства позволяют при минимальной трате сил достигать максимального результата. То, что по мнению человека выглядит как рациональность, с технической точки зрения обретает форму экономичности, оптимальности и эффективности. Можно сказать, что как средство, техника аккумулирует и передает человеку власть. А это значит, что техника позволяет человеку доминировать и господствовать над природой. Это содержит в себе не только положительные, но и отрицательные моменты в виде разрушения эволюционно отработанных зависимостей и балансов природы. Любой технический процесс не обходится без выбросов вредных веществ в атмосферу, сбросов загрязнителей со сточными водами, захоронения твердых бытовых отходов в земле.

В последние годы, все больше и больше уделяют внимания экологическим проблемам современного мира. Но, не смотря на то, что технический прогресс не на мгновение не прекращается, большое количество технологических процессов осуществляется с помощью техники, срок службы которой уже истек. И нельзя не отметить, что данный факт значительно тормозит процесс достижения экологических норм. Разработка современных технологий полной утилизации отходов упирается в ряд причин.

Рассмотрим данную проблему на примере железнодорожной отрасли. Железнодорожный транспорт играет значимую роль в развитии и функционировании товарного рынка страны, а так же в удовлетворении потребности населения в передвижении. Особая роль железных дорог Российской Федерации определяется большими расстояниями перевозок, отсутствием внутренних водных путей в сообщениях Восток-Запад, отсутствием навигации на реках в зимний период, удалённостью размещения основных промышленных и аграрных центров от морских путей. В связи с этим на долю железных дорог приходится почти 50 % грузооборота и более 46 % пассажирооборота.

Для строения и ремонта железнодорожных полотен и всевозможных подъездных путей используют железобетонные и деревянные шпалы. Огромная часть России занимают Сибирь и Северные регионы, где преобладают морозные зимы с температурой до -40° и ниже. Перепад температур в таких климатических условиях в течение года достигает порядка 90°C , железобетонные шпалы в таких климатических условиях малопригодны. От морозов они сильно деформируются и лопаются. Поэтому в основном используются деревянные шпалы.

Поэтому в результате эксплуатации железнодорожных полотен образуется большое количество долгохранящихся отхода высокого класса опасности: железнодорожных деревянных шпал. Все негодные и отработанные деревянные шпалы пропитаны специальным раствором, который позволяет увеличить срок их службы. Это необходимо для того, чтобы избежать раннего процесса гниения. Чаще всего в качестве антисептической пропитки для шпал используют креозот. Согласно федеральному классификатору отходов, шпалы пропитанные креозотом, так же как и сам креозот относятся к 3 классу опасности для окружающей среды и человека.

Утилизация замыкает жизненный цикл продукта и одновременно может стать альтернативным источником энергии и ценных материалов, что позволило бы в значительной степени решить задачи энерго- и ресурсосбережения в масштабах страны. Научная разработка экономически эффективного, энергетически малозатратного и экологически чистого способа утилизации пока находится в тупике, так как если способ утилизации будет подходящим с экономической точки зрения, то с точки зрения охраны окружающей среды он

будет, категорически не приемлем. Примером может служить процесс прямого сжигания отработанных деревянных шпал пропитанных креозотом, где к основным загрязняющим веществам, свойственным процессу горения, суммируются токсичные вещества, входящие в состав креозота, что увеличивает нагрузку на окружающую среду. Если же способ утилизации будет полностью отвечать экологическим нормам и стандартам, то он будет дорогостоящим и не найдет широкого применения.

Проанализировав все выше изложенное можно сделать вывод, что проблема выбора оптимального способа утилизации шпал во много упирается в малое количество исследований в данном направлении и нехватки достаточного опыта переработки, а так же дефицита денежных средств. В то же время, приемлемое решение проблемы может дать ощутимы эффект для улучшения экологического состояния в целом.

Базовая кафедра «Техносферная безопасность» факультета энергетики политехнического института активно включилась в программу утилизации отработанных деревянных шпал. На базовой кафедре приступили к решению конкретно этой проблемы, соединив потенциал производства и научно-исследовательских разработок СФУ.

Список литературы

1. Интернет портал «Экологические проблемы» <http://ecologyproblems.ru/>
2. Интернет портал журнала «РЖД – партнер» <http://www.rzd-partner.ru>

СИМВОЛЬНЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ДАННЫХ

В. В. Акулов

Символьный анализ предоставляет широкий спектр методов анализа сложных наборов данных. Стандартные статистические методы не эффективны для больших наборов данных [1]. Символьные методы анализа данных были разработаны с целью извлечения знаний из таких данных. Символьные методы позволяют строить модели данных и делать прогнозы о будущих событиях.

Символьный (символический) анализ данных сравнительно новая область науки, основоположником которой стал французский ученый Edwin Diday, в 1980-х гг. он опубликовал несколько работ, в которых изложил основные принципы и понятия. Позже к нему присоединились другие ученые со всего мира.

Если данные об объекте содержат внутренние изменения и структуры, то такие данные называют символьными. Символьные значения могут быть представлены в виде интервалов [2], гистограмм, распределений, списков значений.

Символьные данные получаются при объединении больших наборов данных. Потребность такого объединения может появиться по разным причинам. Также символьные данные могут появиться после объединения в кластеры, чтобы при помощи начальных переменных, описать путь получения группы. Символические данные могут также быть получены из экспертной базы знаний, от распределения вероятности или диапазона любой случайной переменной, связанной с каждой ячейкой стохастической таблицы, данных временного ряда, представленных в виде гистограммы или описании интервалов времени.

Символьные таблицы являются главным источником данных символьного анализа. Они определяются следующим образом: столбцы входной таблицы являются «символическими переменными», которые используются, чтобы описать ряд единиц. Строки называют «символическими описаниями». Каждая ячейка «символьной таблицы данных» может содержать данные различных типов [3]:

- 1) Количественное значение: например высота $w = 3.5$.
- 2) Единственное значение: например, город $w = \text{London}$.
- 3) Набор значений: например, в случае высоты $w = \{3.5, 2.1, 5\}$, это значит, что высота w может быть или 3.5 или 2.1 или 5.
- 4) Интервал: например, высота $w = [3, 5]$, что означает, что высота w изменяется в интервале $[3, 5]$.
- 5) Многочисленное значение с весами: например, гистограмма

Пример символьной таблицы данных:

У нас есть две таблицы реляционной базы данных, определенные следующим образом. Первая таблица описывает пять видов доставок.

Таблица 1

«Доставка»

Delivery	Supplier	Company	Town
Liv1	F1	CNET	Paris
Liv2	F2	MATRA	Toulouse
Liv3	F3	EDF	Clamart
Liv4	F1	CNET	Lannion
Liv5	F3	EDF	Clamart

«Поставка»

Supplying	Supplier	Town
FT1	F1	Paris
FT2	F2	Toulouse
FT3	F1	Lannion
FT4	F3	Clamart
FT5	F3	Clamart

Из этих двух таблиц мы можем получить следующие данные, табл. 3. В этой таблице описывается каждый поставщик по его компании, его поставкам и городами:

Таблица 3

Supplier	Company	Supplying	Town
F1	CNET	FT1, FT3	½ Paris, ½ Lannion
F2	MATRA	FT2	Toulouse
F3	EDF	FT4, FT5	Clamart

Таблица «поставка» полученная, путем объединения таблиц «Поставка» и «Доставка».

Мы видим что, для того чтобы изучить список поставщиков, описанных переменными, связанными с этими двумя таблицами, мы обязаны принимать во внимание четыре следующих условия, которые характеризуют **символические данные** [4].

1) Многозначность: это происходит, когда у переменных «Поставка» и «Город» есть несколько значений как показано в табл. 3.

2) Многозначность с весами: Для городов с поставщиком F1. Веса ½ являются пояснением, городом поставщика F1 является Paris или London с частотой ½.

3) Условия: Условия должны быть описаны как входные данные, в дополнение к табл. 3. Например, если городом является Paris, и поставщик является CNET, то поставкой будет FT1.

4) Таксономия: с помощью областей мы можем заменить, например {Paris, Clamar} на «Paris region».

Символьные методы в отличии от стандартных:

- Используют символьную таблицу в качестве входных данных.
- Используют обобщение процессов, описывают алгоритмы получения символьных объектов.
- Представляют графическое описание, изменений символических объектов

Символический анализ данных намного лучше, чем классический анализ, в котором при агрегации данных не учитывается много информации [1]. Символический подход является довольно новым и следовательно хорошим инструментом для анализа данных. Набор методов анализа символических данных увеличивается со временем, затрагивая новые области и предлагая более новые подходы.

С. Э. Шноль использовал в своих экспериментах методы символьного анализа [5]. Суть эксперимента в следующем: если достаточно точно что-нибудь измерить и повторить измерение вновь, то никогда не получится тот же результат. Всегда появлялась какая-то разница, которая считалась случайной. С помощью методов символьного анализа Шноль обнаружил, что возникающая разница в измерениях носит не случайный характер, а представляет собой вполне закономерные колебания, повторяющиеся во времени с

периодом в 24 часа, около 27 и 365 суток для всех одновременных независимых измерений параметров процессов самой разной природы и удалением самих лабораторий друг от друга на тысячи километров [6]. Так же символьные методы успешно применяются в различных областях, таких как статистика, маркетинг, промышленность и финансы, и др.

Список литературы

1. Edwin Diday. An Introduction to Symbolic Data Analysis and the Sodas Software.
2. Добронец Б. С. Интервальная математика: учеб. пособие. Красноярский гос. ун-т. Красноярск, 2004.
3. Diday E. (1987) «The symbolic approach in clustering and related methods of Data Analysis», Proc. IFCS, Aachen, Germany.
4. Bock H. H., Diday E. (2000) «Analysis of Symbolic Data». Study in Classification, Data Analysis and Knowledge Organization. Springer Verlag.
5. «Эффект Шноля – Мифы и реальность».
<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/6959.html>.
6. «Камынин Юрий Андреевич. Качество, системность и эффект Шноля»
<http://www.x-libri.ru/elib/kamyn002/00000004.htm>.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНТЕЙНЕРОВ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ ГЕРМАНИЯ МЕТОДОМ VGF

Т. А. Васильева, Е. Ю. Подшибякина, А. А. Казанцев

В настоящее время в полупроводниковой промышленности широко применяют германий. Важнейшая задача при его производстве – обеспечение максимальной чистоты на всех операциях получения. Особые требования предъявляются к материалу контейнера для расплава германия.

Повышенные требования к чистоте, а также механическим характеристикам изделий обусловили выбор шликерного литья в качестве способа формования контейнеров, что предпринято также в работах [1, 2]. Использование шликерной технологии обеспечивает высокую плотность полуфабриката и, соответственно, более высокие механические свойства конечного продукта по сравнению с известными методами формования (такими, как сухое и полусухое прессование, термопластическое формование, термопластическое литье, электрофоретическое формование и т. п.). Жесткие требования к чистоте контейнеров обеспечиваются в процессе шликерного литья чистотой исходных компонентов литейной системы (кварца и воды), а также отсутствием необходимости использования связок, смазок, ПАВ и т. д.

Схема литья шликера в гипсовую форму представлена на рис. 1. Метод шликерного литья включает приготовление концентрированной водной суспензии (шликера) из порошка оксида кремния и заливку его в гипсовую форму, где осуществляется «набор» стенки тигля необходимой толщины за счет поглощения влаги формой. Далее (3) остаток шликера выливается, производится сушка и выемка (4) полуфабриката из формы. В заключение он подвергается высокотемпературной сушке до полного удаления влаги и обжигу. Подробная

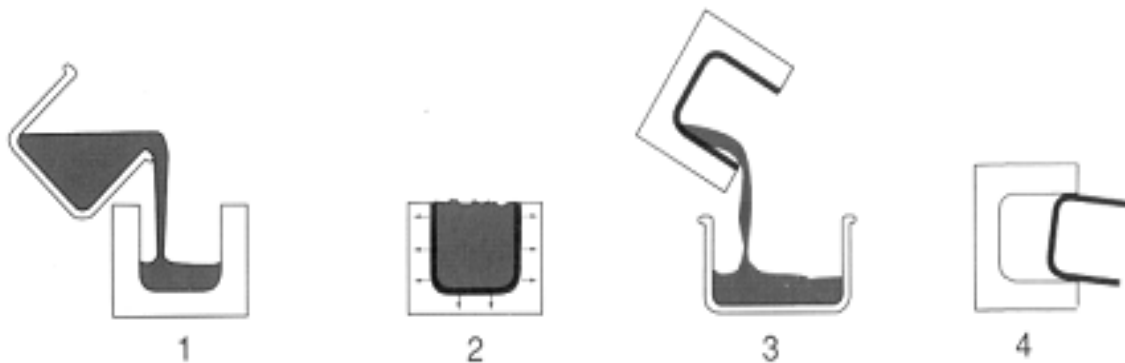


Рис. 1. Схема литья шликера в гипсовую форму

Для приготовления шликера на основе плавленного кварца использовали одностадийный метод. С этой целью в шаровую мельницу загружали дробленое кварцевое стекло (< 3 мм), добавляли воду, исходя из концентрации твердой фазы, равной 65 масс. %. Соотношение массы шаров и массы загрузки составляло $(2 \div 3):1$. Для стабилизации шликера добавляли однопроцентный раствор поливинилового спирта в количестве 3 % на 100 г сухой массы [3]. После помола в течение $24 \div 48$ ч получали готовый литевой шликер. Плотность шликера была не ниже 60 масс. %.

Гранулометрический состав твердой фазы в шликере на основе плавленного кварца представлен на рис. 2.

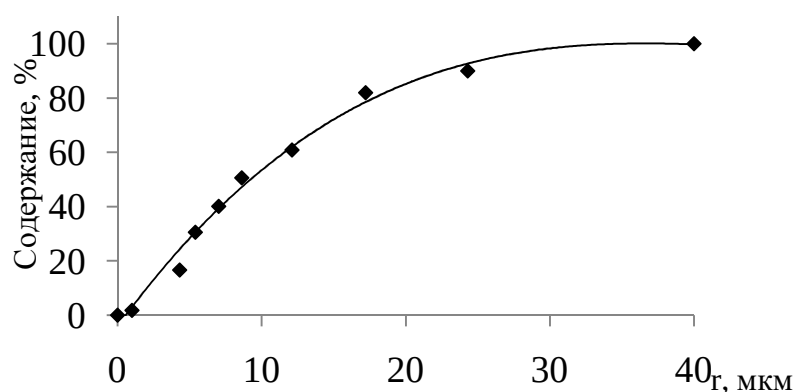


Рис. 2. Распределение частиц по размерам в порошке плавленого кварца

На основании данных, приведенных на рис. 2, можно заключить, что в порошке плавленого кварца преобладает фракция с размером частиц до 12 мкм. Ее содержание составляет ~ 50 %. Доля частиц с размерами ~ 1 мкм составляет 1,8 %. Относительное содержание частиц с размером более 12 мкм составляет ~ 38 %.

В соответствии с литературными данными полученный гранулометрический состав порошка плавленого кварца обеспечит пористость изделий 15 %, что соответствует закрытой пористости. Данная пористость в керамических кварцевых изделиях допустима и не приводит к разгерметизации контейнера.

Литье изделий осуществляли в гипсовые формы, с внутренним диаметром 50 мм. Для их изготовления использовали формовочный гипс марки Г–16.

Водопоглощение гипсовых отливок составляло не менее 30 %, соотношение между гипсом и водой «затворения» – 55:45.

Плотность полуфабрикатов изделий, полученных методом шликерного литья при разработанных режимах формования из порошка плавленого кварца составляла ~ 1,9 г/см³.

На заключительной технологической стадии проводили обжиг (спекание) изделий.

Технологические режимы обжига – скорость подъема температуры, температура конечной выдержки и продолжительность выдержки должны обеспечивать высокую плотность и механическую прочность контейнера.

При исследовании процесса спекания изучалось влияние температуры обжига на плотность и фазовый состав керамики из плавленого кварца, при изотермической выдержке в течение одного часа. Температура обжига изменялась в интервале от 1373 до 1573 К.

Исследования при более низких температурах не проводились, поскольку обнаружено, что выдержка в течение 48 ч при температуре 1323 К не приводит к уплотнению.

На процесс кристаллизации существенное влияние оказывает скорость нагревания. Керамика, нагретая до температуры обжига с повышенной скоростью, обладает более высокой устойчивостью к кристаллизации. В связи с этим подъем температуры осуществлялся с рекомендуемой в литературе [5] скоростью 303 К/ч.

По данным РФА установлено наличие кристобалита в образцах, отожженных при температуре 1523 К, в количестве до 10 масс. %, как показано на рис. 3. В связи с этим проведение обжига при более высокой температуре нецелесообразно (несмотря на увеличение плотности) вследствие протекания кристаллизационных процессов.

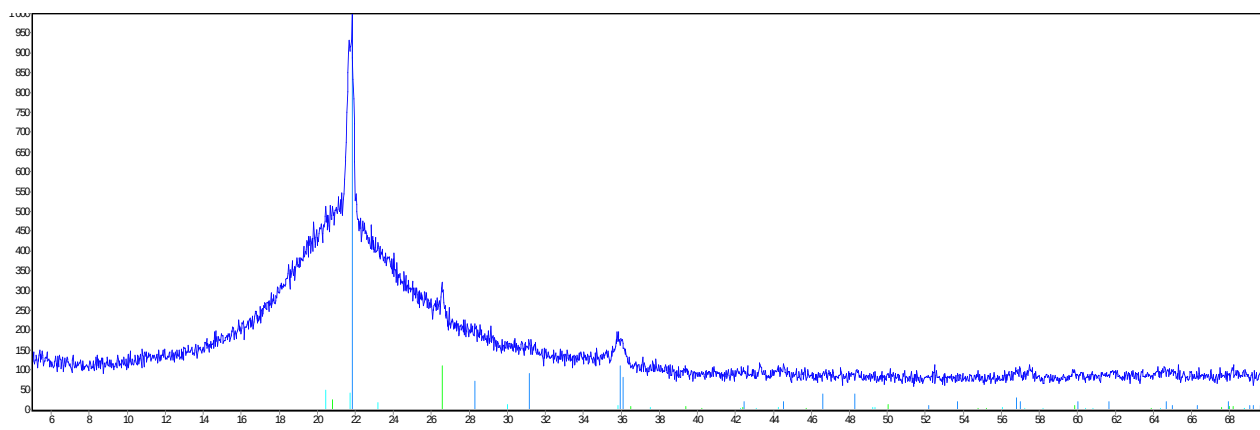


Рис. 3. Дифрактограмма керамического образца, спеченного при температуре 1523 К

Таким образом, технологические режимы изготовления контейнеров следующие:

- приготовление концентрированного шликера на основе кварцевого стекла (плавленного кварца) методом мокрого помола в течение 15÷24 ч с концентрацией шликера 65 масс. %;
- шликерное литье в гипсовую форму;
- сушка формы с изделием при температуре 293 К в течение 24 ч;
- сушка и обжиг изделия при 1473 К в течение 2 ч.

По представленным выше режимам изготовлены экспериментальные керамические образцы, представленные на рис. 5.



Рис. 5. Экспериментальные образцы керамических контейнеров

Представленные образцы предназначены для очистки германия методом замораживания в поле градиента температуры (VGF).

Суммарное содержание примесей в полученных образцах $\Sigma_{пр}$ составляет 0,120 масс. %, преобладают такие примеси, как Na, K, Mg и Fe, поэтому требуется проводить очистку исходного плавленного кварца в кислотах, в этом случае суммарное содержание примесей снижается до 0,050 масс. %.

Кардинальным способом очистки является нанесение покрытий на основу из плавленного кварца. В качестве материалов покрытий используют тетраэтоксисилан (ТЭОС) и полигексаметиленгуанидин гидрохлорида (ПГМГ).

В результате проведенных испытаний контейнеров, изготовленных по керамической технологии с покрытиями, направленные на получение кристаллов германия показали, что изделия из аморфного оксида кремния могут использоваться в качестве контейнеров для выращивания германия. Изделия, не смачиваются расплавом германия, пригодны

для выращивания монокристаллов германия методом замораживания в поле градиента температуры (VGF) при условии высокой чистоты материала контейнера.

Список литературы

1. Пивинский Ю. Е. Кварцевая керамика / Ю.Е. Пивинский, А.Г. Ромашин. М.: Металлургия, 1974. 264 с.
2. Пивинский Ю. Е. Теоретические аспекты технологии керамики и огнеупоров. СПб.: Стройиздат СПб, 2003. 544 с
3. Добровольский А. Г. Шликерное литье. М.: Металлургия, 1967. 173 с.
4. Суздальцев Е. И. Исследование процессов получения высокоплотных водных заготовок из стекла литийалюмосиликатного стекла. // Огнеупоры и техническая керамика. 2002. № 11. С. 10–23.
5. Суздальцев Е. И. Состояние и перспективы формования заготовок из водных шликеров неорганических материалов / Е. И. Суздальцев, Д. В. Харитонов // Огнеупоры и техническая керамика. 2002. № 12. С. 4–7.

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КОНЦЕНТРАТОВ МЕТАЛЛОВ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ

И. Х. Шайморданова, Н. В. Белоусова

Накопление неблагородных элементов отрицательно сказывается на показателях аффинажа благородных металлов, поэтому актуальной задачей является разработка методов получения более богатых селективных концентратов. В данной работе для ее решения предлагается использовать автоклавные технологии. Их роль в современной гидрометаллургии трудно переоценить; они не только дополняют традиционные пирометаллургические процессы, но и успешно конкурируют с ними.

Характерной особенностью многих процессов с участием металлов платиновой группы (МПП) и их соединений является кинетическая заторможенность. Помимо интенсификации процессов к ряду очевидных преимуществ автоклавных технологий можно отнести отсутствие потерь ценных элементов, экологическую безопасность, эффективное использование реагентов, простоту стандартизации процессов.

Цель данной работы – выбор и обоснование условий автоклавного обогащения концентратов МПП.

Методики исследований. Эксперименты по вскрытию проводили в лабораторных титановых автоклавах с внутренними фторопластовыми вкладышами. Автоклавы герметизировали и помещали в воздушный термостат. Перемешивание содержимого автоклавов осуществлялось путем вращения вала термостата электродвигателем. Точность поддержания заданной температуры – 0,5°C.

Для определения состава фаз использовали рентгенофазовый анализ, атомно-адсорбционный анализ, масс-спектрометрию с индуктивно связанной плазмой, спектрофотометрию.

Результаты и обсуждение. Объектами исследований были платиновые концентраты КП-1 и КП-2. На начальном этапе поисковых исследований установлены закономерности влияния температуры в диапазоне 120–180°C, продолжительности опыта (0,5–4 часа), концентрации реагентов (H_2SO_4 , NaOH), добавок восстановителей, окислителей, отношения т:ж на степень извлечения в раствор благородных металлов (БМ) и ПЭ.

Проведение предварительных экспериментов с КП-1 показало, что при соотношении твердое – жидкое 1/40 и $T=180^\circ$, без применения восстановителей масса концентрата уменьшается на 15–18 % за счет вывода в раствор As, Cu, Fe, Ni и Ag.

Близкими к оптимальным следует считать условия: 2 М серная кислота, температура 180°C и продолжительность 1 час.

Снижение температуры до 120 °C привело к существенному ухудшению показателей процесса выщелачивания ПЭ. Более глубокая степень разложения наблюдается при 180°C, причем основное изменение происходит в течение 30–60 минут, увеличение продолжительности эксперимента не приводит к заметному повышению степени разложения. При температуре 120°C для получения близких результатов требуется не менее 2–4 часов. Промежуточные показатели выщелачивания получены при температуре 150 °C.

В щелочных средах (20 % NaOH) без восстановителя в раствор заметно переходят платина и родий.

Введение в реактор недорогих и доступных восстановителей сульфита натрия и формиата натрия для кислых и щелочных сред, соответственно, практически предотвращает переход БМ в раствор. При этом убыль массы для КП-1 и КП-2 составляет 6–10 %.

При обработке концентрата 20 % раствором NaOH с добавкой (2 % от массы концентрата) формиата натрия, из примесных элементов в раствор в заметной степени переходят As (60 %), Se (25 %) и Sn (40 %).

Увеличение массы формиата натрия до 10 % приводит к тому, что практически предотвращается переход иридия и других благородных металлов в раствор.

Уменьшение температуры обработки до 120 °С отрицательно сказывается на переходе в раствор платины, родия и рутения.

Использованные платиновые концентраты не относятся к упорному типу сырья, в отличие от платино-палладиевых концентратов КПП, вариант переработки которых предложен авторами работы [1]. Они показали, что при царско-водочном растворении КПП в раствор переходит 59 % палладия, а при автоклавном выщелачивании в 20% растворе щелочи с добавкой формиата натрия – 82 % Pd. Упорность этого концентрата объясняется его предысторией: его получают при пирометаллургическом обогащении, и он содержит кремнезем и палладий в оксидной форме, отличающейся устойчивостью к воздействию кислот и плохой растворимостью даже в царской водке [2].

Отмеченное в работе [1] повышение степени растворения палладия при использовании автоклавного режима требует детального изучения этого процесса с целью его оптимизации, и на данном этапе исследований нами было изучено гидротермальное восстановление синтезированного оксида палладия формиатом натрия. Установлено, что количественное восстановление происходит в течение 60 мин. При этом образуются крупные частицы палладия, хорошо отделяющиеся от раствора при фильтровании. На рис. 1 показана рентгенограмма порошка, полученного после восстановления оксида палладия в течение 60 мин.

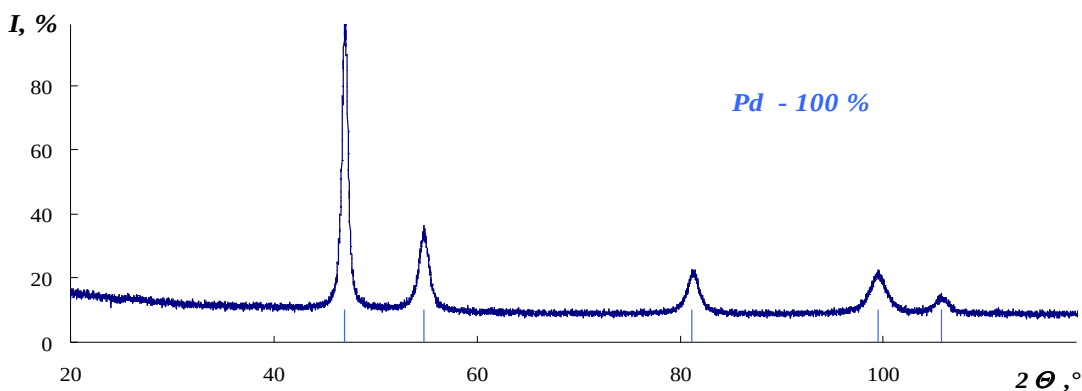


Рис. 1. Рентгенограмма продукта восстановления оксида палладия

Выводы:

1. Для предотвращения перевода в раствор (БМ) выщелачивание необходимо проводить в присутствии восстановителя.
2. Оптимальные показатели селекции примесных элементов от МПГ достигаются при температуре 180 °С, продолжительности 30–60 минут и отношении *ж:т* 4, концентрации H₂SO₄ или NaOH 2 моль/л.
3. В сернокислых средах в раствор на 50–90 % переходят Cu, Ni, Fe. В щелочных средах в раствор на 20–60 % переходят такие проблемные в аффинаже примесные элементы, как As, Sn, Se, Sb.
4. Преимуществом щелочной обработки КПП в присутствии формиата натрия является восстановление оксида палладия, что обеспечивает существенное улучшение показателей вскрытия концентрата при гидрохлорировании.

Список литературы

1. Обогащение концентратов благородных металлов в автоклавных условиях / О. В. Белоусов [и др.] – Материалы 5-го Международного конгресса «Цветные металлы» (Красноярск, 4–6 сент.) Красноярск, 2013. С. 434–436.
2. Реми Г. Курс неорганической химии / Г. Реми – Москва: Мир. 1966. 836 с.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОТОНОСНОЙ РУДЫ

А. Н. Астаева

Процесс кучного выщелачивания нерентабелен из-за низкого извлечения золота в цианистый раствор меньше (40–45 %), большого расхода реагентов (NaCN , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и NaOH) и малого объема перерабатываемого сырья.

В работе вскрыт ряд технологических проблем, возникших в период освоения и эксплуатации установки кучного выщелачивания. Для этого использован системный анализ с построением химических, графических, физических и математических моделей кучного выщелачивания золота из руды.

Исходными данными для анализа являлись химический и минералогический состав золотосодержащей руды, технология подготовки руды к выщелачиванию, реагентный набор процесса цианирования и литературные данные по технологии кучного выщелачивания в США и Канаде в условиях Крайнего Севера [1].

Золотоносная руда состоит в основном из кварца (47–53 %), слюдистых минералов (27–33 %), мусковита, хлорита, калиевого полевого шпата, оксидов железа (5 %) и небольших количеств сульфидов, меди, мышьяка. Содержание золота в руде находится в пределах 0,8–1,2 г/т, из них 1,9 % – трудновскрываемое.

Золото, по-видимому, ассоциировано со слюдистыми минералами, которые легко поддаются дроблению. В мелкой фракции руды ($- 0,16$ мм) содержится до (53–57 %) золота [2]. Слюдистые минералы в процессе кучного выщелачивания цианистым раствором могут разлагаться с образованием глины и илов, что может приводить к образованию в куче руды сквозных вертикальных каналов и выносу частичек золота в нижние горизонты руды, что приводит к его потерям при цианировании из-за низких концентраций реагентов (NaCN , O_2) в растворе.

Процесс растворения золота в цианистом растворе в условиях кучного выщелачивания может протекать по двум закономерностям. При протекании процесса во внешне-диффузионной области скорость растворения золота (j_{Au}) описывается уравнением [3]:

$$(j_{\text{Au}})_{\text{внеш.}} = (D_{\text{O}_2}/\delta) \cdot (C_0)_{\text{O}_2}, \quad (1)$$

Где D_{O_2} – коэффициент диффузии кислорода в воде, $D_{\text{O}_2} = 2,76 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с}$ [3];

$(C_0)_{\text{O}_2}$ – концентрация кислорода в исходном цианистом растворе, $(C_0)_{\text{O}_2} = 0,27 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$;

δ – толщина диффузионного пограничного слоя на границе раздела раствор – твердое, $\delta = D_{\text{O}_2}^{1/3} \cdot \nu^{1/6} \cdot \sqrt{x/u_0}$;

ν – кинематическая вязкость цианистого раствора, $\nu \approx 1,10 \text{ см}^2/\text{с}$ [4];

x – расстояние от точки набегания раствора на поверхность золота до измеряемой точки, характеризующей формы и размеры частиц золота. x изменяется в пределах от 2 мм до 0,074 мм.;

u_0 – касательная скорость движения раствора относительно твердой поверхности золота. Обычно u_0 изменяется в интервале от 5 см/час до 15 см/час.

Рассчитанные значения j_{Au} при различных значениях « x », u_0 и $(C_0)_{\text{O}_2}$ представлены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние характерных размеров «золотин»(х), скорости просачивания раствора через слой руды (u_0) и концентрации кислорода C_0 на скорость растворения золота (j_{Au})

№ п/п	Исследуемые параметры			Значения величин	
	х, см	$u_0 \cdot 10^3$, см/с	$C_0 \cdot 10^6$, моль/см ³	δ , см	$j_{Au} \cdot 1011$, моль/см ² ·с
1	0,2	1,3	0,27	0,41	1,82
2	0,1	3,0	0,27	0,27	2,75
3	0,0074	4,2	0,27	0,044	16,90
4	0,2	4,2	0,27	0,22	3,38
5	0,0074	1,3	0,27	0,079	9,40
6	0,0074	1,3	1,09	0,079	38,10
7	0,0074	1,3	2,83	0,079	98,90

Анализ данных табл. 1 показывает, что способность растворения золота при кучном выщелачивании увеличивается при снижении « δ » и увеличении концентрации кислорода в цианистом растворе до оптимального ($2,83 \cdot 10^{-6}$ моль/см³), определяемого диффузионным соотношением $C_{CN^-} : C_{O_2} \approx 6$ [3].

При протекании процесса растворения золота по закономерностям внутренней диффузии («золотинки» находятся в каналах-трещинах пустой породы) скорость описывается уравнением [3]:

$$(j_{Au})_{внутр.} = (C_0)_{O_2} / 2 \cdot \sqrt{D_{O_2} / (\pi \cdot \tau)}, \quad (2)$$

где τ – продолжительность кучного выщелачивания, с.

При $(C_0)_{O_2} = 0,27 \cdot 10^{-6}$ моль/см³ и $D_{O_2} = 2,76 \cdot 10^{-5}$ см²/с, зависимость j_{Au} от времени τ принимает вид:

$$(j_{Au})_{внутр.} = \frac{0,27 \cdot 10^{-6}}{2} \cdot \sqrt{2,76 \cdot 10^{-5} / (3,14 \cdot \tau)} = 0,40 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{1}{\sqrt{\tau}}. \quad (3)$$

Влияние продолжительности выщелачивания на скорость внутридиффузионного растворения золота представлено в табл. 2.

Таблица 2

Зависимость $(j_{Au})_{внутр.}$ от времени выщелачивания

τ , с	3600	18000	36000	$36 \cdot 10^4$	$36 \cdot 10^5$
$\sqrt{\tau}$	60	134	189	600	1890
$J \cdot 10^{11}$, моль/см ² ·с	0,67	0,30	0,21	0,06	0,021

При увеличении продолжительности выщелачивания до 100 часов снижается скорость растворения золота почти в 10 раз, а при $\tau = 1000$ часов j_{Au} снижается на 96,9% по сравнению с $\tau = 1$ час.

Сравнение скоростей растворения золота при различных закономерностях свидетельствует о значительном превосходстве внешедиффузионного процесса: скорость растворения золота по внутридиффузионной закономерности через 1 час уже в 14 раз меньше, чем $(j_{Au})_{внеш.}$, а через 100 часов в 45 раз меньше.

Выводы

1. Внешняя диффузия растворенного кислорода не будет лимитировать выщелачивание Au и извлечение золота из руды в раствор не снизится.
2. Наиболее медленно будет растворяться золото, находящееся в каналах-трещинах пустой породы, что приводит к существенному снижению извлечения золота в раствор.
3. Необходим перевод процесса растворения золота из внутридиффузионной области во внешнедиффузионную, что можно достичь более мелким измельчением руды и отдельной переработкой мелкой фракции.

Список литературы

1. Меретуков М. А., Орлов А. М. «Металлургия благородных металлов. Зарубежный опыт». М.: Metallurgia, 1991. 416 с.
2. Технологический регламент кучного выщелачивания руды месторождения «Эльдорадо». Иркутск, Ирриридмет, 2003. 109 с.
3. Вольдман Г. М., Зеликман А. Н. Теория гидрометаллургических процессов: Учебное пособие для вузов 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Интермет Инжиниринг. 2003.– 464 с.
4. Справочник химика, т. 1, под редакцией Б. П. Никольского. Москва – Ленинград, 1966. 1072 с.

ОБЗОР МЕТОДОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

А. В. Кучкина

Сильфонные компенсаторы представляют собой прочную асимметричную тонкостенную гофрированную оболочку. Предназначаются для компенсации несоосности в трубопроводных системах, возникших вследствие монтажных работ; изолирования вибрационных нагрузок от работающего оборудования и потока транспортируемой среды; предотвращения разрушения труб при деформации трубопроводов и компенсации их температурного расширения.

Конструкция компенсатора позволяет ему под действием продольных (ход), поперечных (сдвиг) и угловых (поворот) моментов растягиваться, сжиматься, деформироваться в поперечном направлении и изгибаться со значительными перемещениями (до десятков сантиметров и градусов), сохраняя герметичность.

Материалы для изготовления это стальная лента 08Х18Н10Т или 12Х18Н10Т по ГОСТ 5632-72; алюминиевые листы из АМг6 по ГОСТ 21631-76.

Основным местом применения являются системы с жидкими и парообразными средами, работающие при высоких давлениях и высоких температурах. Широко применяются в энергетике, химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей, газовой и других отраслях промышленности.

Из этого можно сделать вывод, что компенсатор- деталь ответственного назначения, поэтому должна обладать соответствующими прочностными, пластическими характеристиками и высокой прочностью сварного шва.

В зависимости от требуемых свойств детали, ее изготовление различно.

Если в конструкции допускается наличие сварного шва, то в данном случае для изготовления детали используется штамповая оснастка. Заготовка в виде листа за счет вытяжки, формовки и последующей сварки приобретает нужную форму.

Изготовление многослойных тонкостенных сильфонов из нержавеющей стали включает формирование трубной заготовки, вытяжку за несколько операций трубной заготовки до заданных размеров, гофрирование заготовки с образованием гофр и термическую обработку сильфона. В соответствии с этим способом трубные заготовки деформируют путем вытяжки с помощью пуансонов через матрицы с изменением диаметра, затем вставляют заготовки друг в друга (собирают пакет) и подвергают гофрированию с последующими операциями поверхностного деформирования и термической обработки дорекристаллизационного отжига.

Формообразование сильфонов взрывной штамповкой происходит следующим образом: в металлическую матрицу разъемной конструкции вставляется патрон с зарядом бездымного пороха. После воспламенения электрическим разрядом горение пороха происходит в замкнутом объеме; по мере его сгорания давление газов в этом объеме будет повышаться, и произойдет взрыв. Взрывной волной трубчатая заготовка пластически деформируется, образуя гофры сильфона по форме внутренних каналов матрицы. Избыток газа выходит через отверстие, для выхода воздуха служит отверстие.

Роликовые формовочные станки предназначены для изготовления сильфонов больших диаметров из сваренных вальцованных листов по принципу индивидуальной формовки гофр с рабочими ходами желобчатой и ролик для формовки, которые варьируются сменой оснастки. Положение оснастки относительно неподвижной плоскости станка определяет расстояние между гофрами. Другим инструментом, состоящим из дисковых ножей, происходит отрезка концов сильфона.

Немаловажную роль играют и размеры самого сильфона, ведь это также влияет на метод и последовательность изготовления изделия. При желании получить бесшовный сильфон, заготовкой может служить труба, но, допустим, в соответствии с ГОСТ 18482-79 «Трубы прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов», максимальный размер трубной заготовки составляет 300 мм. Как поступить, если внутренний диаметр изделия должен превышать 300 мм? В таком случае заготовкой может служить лист из нужного сплава, который следует преобразовать в трубную заготовку.

Рассмотрим два способа получения трубной заготовки из листа.

Первый это вытяжка стакана в штампах за несколько переходов (6-8 свёрток и 5-6 с утонением). Для каждого перехода штамповая оснастка проектируется и изготавливается согласно межоперационных размеров. С последующей обязательной доработкой штампов во время испытаний. Это достаточно трудоёмко и приводит к значительным затратам. Средняя стоимость одного штампа порядка 500 тысяч рублей, а это приводит к увеличению себестоимости готового изделия.

Второй – давяльная обработка.

В последние годы технология давяльной обработки получила значительное развитие и выдавливание стало одним из прогрессивный и экономичных методов ротационного формообразования [1]. При определенных условиях и масштабах производства этот способ превосходит по производительности и экономичности штамповку на прессах. Это объясняется разработкой новых схем деформирования, более глубоким изучением механики давяльных процессов, внедрением новых видов универсальной и специальной оснастки, созданием высокопроизводительного давяльного оборудования с системами автоматического, в том числе программного управления движением давяльного инструмента.

Обработку на давяльных машинах можно подразделить на два основных вида: изменение формы заготовки без преднамеренного изменения исходной толщины ($s_1=s_0$); изменение формы заготовки с преднамеренным уменьшением исходной толщины ($s_1 < s_0$).

Обкатка-процесс формообразования полых осесимметричных деталей на оправке 1, осуществляемый давяльным инструментом из листовой плоской или предварительно сформованной заготовки.

Давильная оправка имеет форму внутреннего контура изготавливаемой детали и вращается вместе с заготовкой. Диаметр заготовки обычно больше диаметра изделия. Процесс обкатки по своей цели сходен с процессом вытяжки без утонения на прессе, при котором вращение плоской заготовки в полую осесимметричную деталь также происходит без изменения толщины заготовки.

Сущность ротационного выдавливания цилиндрических деталей сводится к следующему. Трубчатая заготовка с внутренним диаметром, равным диаметру готовой детали, плотно надевается на давяльную оправку и деформируется на ней. При этом в результате локального воздействия перемещающимся в продольном направлении давяльным роликом(роликами), вызывающим течение металла, длина заготовки увеличивается, а толщина стенки уменьшается. Направление течения металла в зависимости от направления продольной подачи инструмента определяет способ выдавливания- прямой или обратный- независимо от числа давяльных роликов и их расположения относительно выдавливаемой детали.

Основными факторами при определении экономической эффективности выдавливания по сравнению со штамповкой являются размер партии, стоимость оснастки и трудоёмкость. С увеличением партии, особенно для цилиндрических гладких изделий, стоимость изделий, полученных вытяжкой, снижается значительно быстрее, чем стоимость изделий при выдавливании. Однако, до определенного размера партии (в данном случае 800-100 шт.) высокая стоимость вытяжных штампов является решающим фактором, определяющим экономическую целесообразность выдавливания. При этом следует учитывать и сроки подготовки производства изделий, которые при штамповке вытяжкой будут в не-

сколько раз больше, чем при обработке на давальном станке или машине, где не требуется длительного времени на конструирование и изготовление оснастки.

Список литературы

1. Гредитор М. А. Давильные работы и ротационное выдавливание. – Изд-во «Машиностроение», 1971. 239 с.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

И. Р. Руйга

Горно-металлургический комплекс (ГМК) России, являясь базовым, вносит существенный вклад в прирост ВВП и других макроэкономических показателей страны. Данное обстоятельство вызвано сложившейся в 2000–2008 гг. благоприятной внешнеэкономической ситуацией, связанной с высоким уровнем цен на металлопродукцию и возможностями наращивания ее экспорта. В настоящее время доля металлургической промышленности в ВВП страны составляет около 5 %, в промышленном производстве около 18%, в экспорте – 14 %. Уровень налоговых платежей, поступивших от предприятий металлургической промышленности в бюджеты всех уровней, составляет более 5 %.

В состав металлургической промышленности входит комплекс предприятий по добыче и обогащению руд черных и цветных металлов, нерудных материалов, по производству стали, чугуна, проката, метизов, труб стальных, ферросплавов, огнеупоров, кокса, алюминия, меди, никеля, кобальта, свинца, цинка, олова, сурьмы, ртути, вольфрама, молибдена, ниобия, тантала, редкоземельных металлов, обработке цветных металлов (алюминия, титана, магния, тяжелых цветных металлов), по переработке ломов и отходов, производству ряда видов химической продукции, по производству твердосплавной, углеродной, полупроводниковой продукции, большой комплекс предприятий вспомогательного назначения, а также научно-исследовательские и проектные организации.

Однако, несмотря на успешное развитие в последние годы предприятий металлургической промышленности, имеется ряд проблем и факторов, оказывающих негативное влияние, к основным из них относятся:

- высокий уровень износа основных производственных фондов;
- низкая конкурентоспособность рудно-сырьевой базы, а также ограниченность ряда видов сырьевых ресурсов;
- дефицит отдельных видов металлопродукции;
- дефицит предприятий малого и среднего бизнеса, производящих металлоизделия в соответствии с требованиями рынка металлопродукции, особенно при реализации инновационных проектов в машиностроении;
- повышенный уровень удельных расходов сырья, материальных ресурсов и энергоресурсов;
- низкий уровень производительности труда;
- проблемы, связанные с охраной окружающей среды на ряде производств;
- низкая восприимчивость предприятий к внедрению инноваций – прежде всего, отечественных.

Помимо указанных внутриотраслевых факторов развитию металлургической промышленности препятствуют и внешние факторы, а именно:

- низкий спрос на металлопродукцию на отечественном рынке, это касается, прежде всего, отраслей металлообработки и машиностроения;
- высокая доля российского импорта машин, механизмов и оборудования;
- отсутствие спроса со стороны внешних рынков на металлопродукцию высоких переделов отечественных производителей;
- резкое усиление экспансии азиатских стран (особенно со стороны Китая) на мировых рынках металлопродукции.

Указанные внутриотраслевые и внешние факторы дополняются проблемами, непосредственно касающимися деятельности горно-металлургических предприятий, в частности:

- наличие сложных горно-геологических и климатических условий расположения ряда объектов, что неминуемо приводит к затягиванию разведки и длительным срокам подготовки к их разработке;

- отсутствие необходимой энергетической, транспортной, электросетевой инфраструктуры;

- длительные сроки административного согласования проектов и получения специальных разрешений;

- общий рост капитальных затрат на строительство обогатительных комплексов (оборудование, строительство сооружений, дорожной инфраструктуры) в совокупности с дефицитом собственных свободных инвестиций и высоким уровнем за кредитованности некоторых горно-металлургических предприятий малого и среднего бизнеса.

Резюмируя выше изложенное можно утверждать, что основной проблемой предприятий горно-металлургического комплекса, ограничивающей его развитие, является низкий спрос на металлопродукцию на внутреннем рынке, а также неполное соответствие технического уровня производства обеспечению перспективного выпуска конкурентоспособной продукции, что, в свою очередь, противоречит целям и задачам высокоэффективного развития данной отрасли и экономики страны в целом.

Таким образом, основной задачей горно-металлургического комплекса России на ближайшие годы является его ускоренное инновационное обновление, повышение экономической эффективности деятельности предприятий, рост экологической безопасности, ориентация на ресурс- и энергосберегающие технологии, рост конкурентоспособности продукции, импортозамещение и сырьевое обеспечение. Реализация указанных направлений позволит увеличить спрос на металлопродукцию как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

В свою очередь, указанные направления требуют крупных инвестиционных вложений. В рамках принятого программного документа «Стратегии развития предприятий металлургической промышленности России на период до 2020 года» финансирование инновационного развития отрасли за счет федеральных целевых программ не предусмотрено. Инвестиции будут формироваться, в основном, за счет собственных средств компаний (амортизационных отчислений и прибыли), а также привлеченных ресурсов (кредитов отечественных и иностранных банков, облигационных займов, лизинга оборудования и продажи акций). Соотношение этих источников будет определяться каждой компанией с учетом конкретных условий.

Среди всех возможных источников финансирования инвестиций (собственных и заемных) по своему экономическому содержанию амортизационные отчисления являются наиболее выгодным источником, и их объем по мере насыщения отрасли новыми основными фондами будет последовательно увеличиваться.

Очевидно, что в условиях финансово-экономического кризиса, трудностей, возникших с получением дешевых кредитов в западных банках после 2008 года, высокой процентной ставкой и недостаточностью кредитных средств у российских банков, компании отрасли будут вынуждены ограничивать привлечение кредитных средств.

В соответствии со «Стратегией развития предприятий металлургической промышленности России на период до 2020 года» прогнозируется, что доля кредитных средств в общем объеме финансирования 2013–2015 гг. составит 22 % с последующим повышением к 2016–2020 гг. до 23 % (табл. 1).

За счет собственных источников финансирования – амортизационных отчислений и прибыли – инвестиции (в среднем по металлургической промышленности) в 2012–2015 гг. составят 150 млрд. руб., а в 2016–2020 гг. 162 млрд. руб.

При этом финансирование инвестиций за счет прибыли, доля которой в настоящее время преобладает, будет последовательно снижаться: с 59% в 2009–2011 гг. до 53 % в 2012–2015 гг. и до 49% в 2016–2020 гг. Соответственно будет увеличиваться доля финан-

сирования за счет амортизационных отчислений, в том числе благодаря принятию закона о льготной амортизации вновь вводимых основных фондов.

Таблица 1

Соотношение источников финансирования инвестиционного и инновационного развития предприятий металлургической промышленности, в % [1]

Периоды	Всего	В том числе		
		собственные средства		привлеченные средства
		всего	их амортизация	
2009–2011	100	80	21	20
2012 – 2015	100	78	25	22
2016 – 2020	100	77	28	23

Несмотря на практически полное отсутствие бюджетного финансирования отрасли, на наш взгляд, является целесообразным проведение эффективной государственной инвестиционной политики в отношении горно-металлургического комплекса с использованием определенного набора инструментов и методов стимулирования вложений в инновационные и инвестиционные проекты. Если конкретизировать, говоря о государственной финансовой поддержке предприятий горно-металлургического комплекса, то здесь опять же встает вопрос о размере предприятия. Так, например, крупные экспортоориентированные компании являются самыми прибыльными предприятиями. Данное обстоятельство обуславливает преимущественное использование в качестве источников финансирования инвестиционной и инновационной деятельности собственных средств. Но, тем не менее, для строительства важнейших объектов горно-металлургической промышленности, имеющих общегосударственное значение и определяющих принципиальные направления инновационного обновления производства, необходимы крупные инвестиции. В связи с этим одним из наиболее действенных институтов развития и основных источников средств для реализации проектов по финансированию инфраструктуры предприятий ГМК может стать использование средств Инвестиционного фонда Российской Федерации. Однако, реализуемые масштабные инвестиционные проекты со стороны предприятий крупного бизнеса в большинстве случаев ориентированы на собственные исследования и разработки и на приобретение импортного оборудования и технологий. Следовательно, региональные органы власти в рамках проводимой инвестиционной политики должны разработать такую систему стимулов, которая позволила бы перенаправить масштабные инвестиционные потоки предприятий крупного бизнеса и обеспечить значительный рост инвестиций и выпуск продукции в смежных отраслях (на предприятиях среднего и малого бизнеса).

Таким образом, в целях дальнейшего инвестиционного и инновационного развития предприятий горно-металлургического кластера необходимо совершенствовать систему финансовых инструментов, которые, в свою очередь, необходимо направлять на внедрение современных технологий добычи и обогащения сырья (в т. ч. комплексных руд), развитие высокотехнологичных производств на основе существующих и новых сырьевых переделов. Кроме того, необходимо использовать конкурентные преимущества не только в базовых направлениях специализации отечественных предприятий ГМК, но также предусмотреть формирование новых направлений, обеспечивающих потребности развития экономики России в наукоемких секторах.

Список литературы

1. Стратегия развития металлургической промышленности России на период до 2020 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minpromtorg.gov.ru/ministry/strategic/sectoral/2>

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОВОЛОКИ ИЗ НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ Al-PЗМ, ПОЛУЧЕННОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СОВМЕЩЕННОЙ ОБРАБОТКИ

М. М. Мотков

В связи с изменением требований предъявляемых к деформированным полуфабрикатам, использующимся в качестве электропроводников, актуальным направлением исследований в настоящее время является возможность повышения механических характеристик и термостойкости алюминиевой проволоки при удовлетворительных значениях электропроводности. Этой проблеме посвящено достаточно большое количество работ современных ученых, одной из которых является поиск новых составов алюминиевых сплавов и создание энергоемких технологий и оборудования для их обработки. Одним из наиболее перспективных является исследование совмещенных методов обработки [1] алюминиевых сплавов с редкоземельными металлами (РЗМ). Исходя из обзора научно-технической литературы, легирование алюминия РЗМ приводит к значительному увеличению жаропрочности, устойчивости к коррозии, повышает вязкость сплава и физико-химические свойства.

Целью данной работы является оценка влияния параметров процесса совмещенной обработки на механические и электрофизические свойства деформированных полуфабрикатов из сплавов системы Al-PЗМ.

Алюминиевые сплавы находят широкое применение в промышленности благодаря ценному для техники комплексу механических, физических, коррозионных свойств и высокой технологичности. При этом алюминий широко распространен в природе. Важным свойством алюминия является его высокая электропроводность, поэтому он главным образом применяется в тех областях, где это качество является основным. Электротехническая промышленность является крупнейшим потребителем алюминия в России и за рубежом. В частности, большие объемы алюминиевой проволоки используются для изготовления проводов высоковольтных воздушных линий электропередач (ЛЭП). Чаще всего алюминий применяют в кабельной промышленности, на которую приходится около 90% всего алюминия, потребляемого в электротехнике.

Установлено, что одним из путей решения проблемы повышения жаропрочности алюминиевых сплавов является легирование их редкоземельными металлами (РЗМ). В периодической системе Д. И. Менделеева редкоземельными металлами называются лантан и следующие за ним 14 элементов от церия (№ 58) до лютеция (№ 71). По своим свойствам к ним примыкают скандий (№ 21) и иттрий (№ 39).

РЗМ подразделяются на две подгруппы: цериевую (более распространенную) и иттриевую. В первую подгруппу входят металлы с относительно большим атомным радиусом – лантан, церий, празеодим, неодим, прометий, самарий и европий. Вторую подгруппу составляют остальные лантаноиды, в ряде случаев в эту группу включают и европий. Между цериевой и иттриевой подгруппами нельзя провести резкой границы, так как в зависимости от рассматриваемых свойств металлы европий, гадолиний и тербий можно причислить к разным группам.

Для РЗМ наблюдается обычное для металлов явление увеличения электросопротивления с повышением температуры. Из анализа имеющихся в научно-технической литературе данных о механических свойствах РЗМ следует, что тяжелые РЗМ иттриевой подгруппы обладают более высокими прочностными характеристиками, чем металлы цериевой подгруппы. При этом наблюдается тенденция по увеличению прочности металла с увеличением атомного номера РЗМ.

РЗМ характеризуются большим сходством химических свойств. Свойства РЗМ зависят исключительно от конфигурации трех внешних электронов, а эта конфигурация для всех них одинакова, и поэтому для РЗМ обычно характерна валентность, равная +3. Церий, празеодим и тербий могут выступать как одновалентные металлы, а самарий, европий, тулий и иттербий – как двухвалентные, что объясняется различием энергетических состояний этих элементов на электронном подуровне $4f$, т.е. особой стабильностью пустых либо целиком заполненных оболочек.

На воздухе легкие лантаноиды окисляются при комнатной температуре, остальные – при нагревании до 180-200°C. Наиболее сильно на воздухе окисляются лантан и церий. При комнатной температуре окисление церия и сплавов с большим содержанием церия сопровождается особым явлением – образованием искры при трении или ударе (пирофорность). Элементы иттриевой подгруппы значительно устойчивее по отношению к воздуху, чем элементы цериевой подгруппы. Для РЗМ наблюдается некоторое увеличение химической стойкости с ростом атомного номера элемента. Последний из них, лютеций по своей химической стойкости близок к платиновым металлам.

Являясь химически весьма активными веществами, РЗМ охотно вступают во взаимодействие со многими элементами. Многие соединения РЗМ образуют с большим выделением тепла. Почти все остальные элементы по величине теплоты образования соединений уступают РЗМ.

Ранее проведенные исследования [2] были посвящены изучению высоколегированных сплавов системы Al-РЗМ (содержание редкоземельных металлов составляло 5-9%), при этом были сделаны выводы о значительном повышении прочностных свойств и термостойкости таких сплавов. Опытные образцы были получены учеными кафедры ОМД института цветных металлов и материаловедения двумя методами: методом совмещенной прокатки-прессования (СПП) и метода совмещенного литья и прокатки-прессования (СЛИПП), заключающегося в заливке расплава металла в калибр вращающихся валков прокатного стана, перекрытый на выходе матрицей.

Аналогичные исследования проводились и в данной работе, но при этом основными материалами были низколегированные сплавы системы Al-РЗМ с содержанием редкоземельных металлов от 0,5 % до 3,5 % [3]. Технологические схемы совмещенной обработки представлены на рис. 1.

Процесс деформации металла осуществляли на экспериментальной установке совмещенной обработки, смонтированной на базе прокатного стана ДУО 200 (начальный диаметр валков составлял 200 мм), включающего электродвигатель переменного тока, мощностью 40 кВт со скоростью вращения 900 об./мин., коробку передач, двухступенчатый редуктор с передаточным числом $i = 40$ и максимальным моментом на выходном валу 10 кН·м, шестеренную и прокатную клетки, последняя для удобства загрузки заготовки в калибр была повернута на угол 90° и установлена на опору. Коробка передач и двухступенчатый редуктор обеспечивали скорости вращения валков от 4 до 14 об/мин. Принципиальная схема, предназначенная для реализации экспериментальных исследований, приведена на рис. 2.

После получения прутков диаметром 9 мм проводилось холодное волочение до диаметра проволоки 2 мм на цепном волочильном стане однократного действия. Маршрут волочения для получения проволоки приведен в табл. 1.

Исследование механических свойств сплавов систем Al-РЗМ проводили на испытательной машине Walter + Bai AG LFM400 («Walter + Bai AG», Швейцария) методом статических испытаний на растяжение.

Результаты исследований приведены на рис. 2.

После холодной деформации и получения проволоки диаметром 2 мм прочностные характеристики для низколегированных сплавов достигают 175-210 МПа, тогда, как для высоколегированных значения временного сопротивления разрыву достигают 275 МПа.

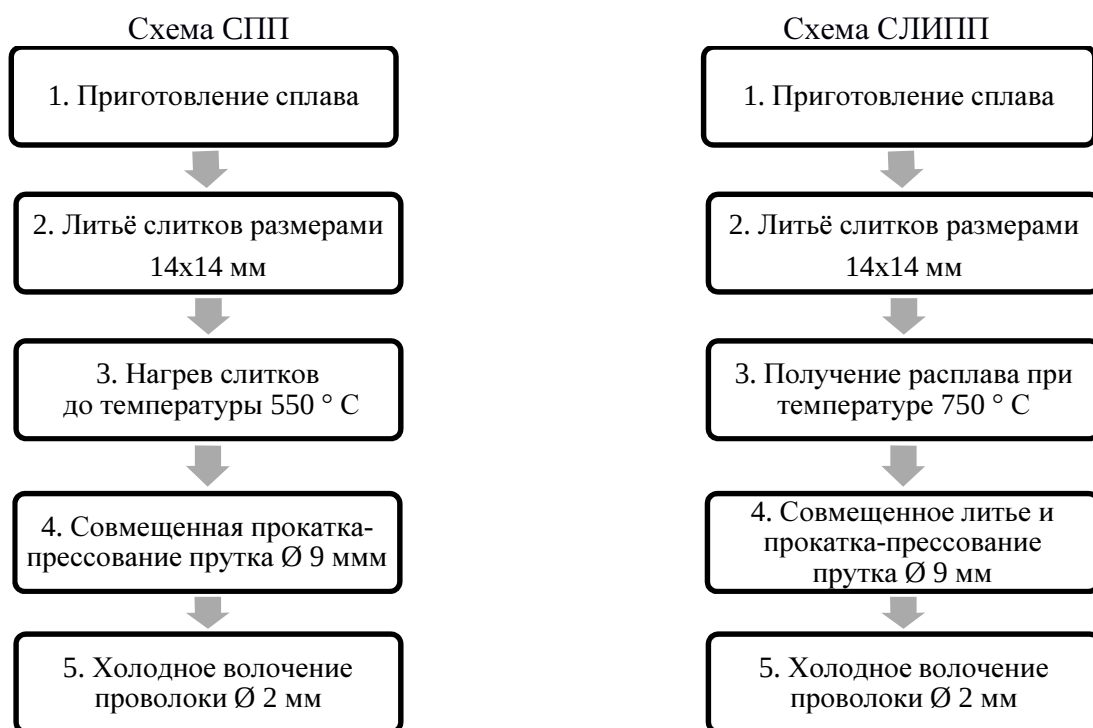


Рис. 1. Технологические схемы обработки сплавов

Таблица 1

Маршрут волочения проволоки

№ перехода	Диаметр канала волоки, мм	Площадь, мм ²	Единичная вытяжка	Суммарная вытяжка
1	10,5	77,704	1,089	–
2	10,0	74,325	1,045	–
3	9,50	70,846	1,049	–
4	9,0	63,585	1,114	–
5	8,9	62,180	1,023	1,023
6	8,50	56,716	1,096	1,121
7	8,00	50,240	1,129	1,266
8	7,00	38,465	1,306	1,653
9	6,44	32,557	1,181	1,953
10	5,9	27,326	1,191	2,327
11	5,4	22,891	1,194	2,778
12	4,8	18,086	1,266	3,516
13	4,27	14,313	1,264	4,443
14	3,86	11,696	1,224	5,436
15	3,6	10,174	1,150	6,250
16	3,25	8,292	1,227	7,669
17	3,0	7,065	1,174	9,000
18	2,750	5,937	1,190	10,711
19	2,480	4,828	1,230	13,170
20	2,180	3,731	1,294	17,044
21	2,010	3,171	1,176	20,049

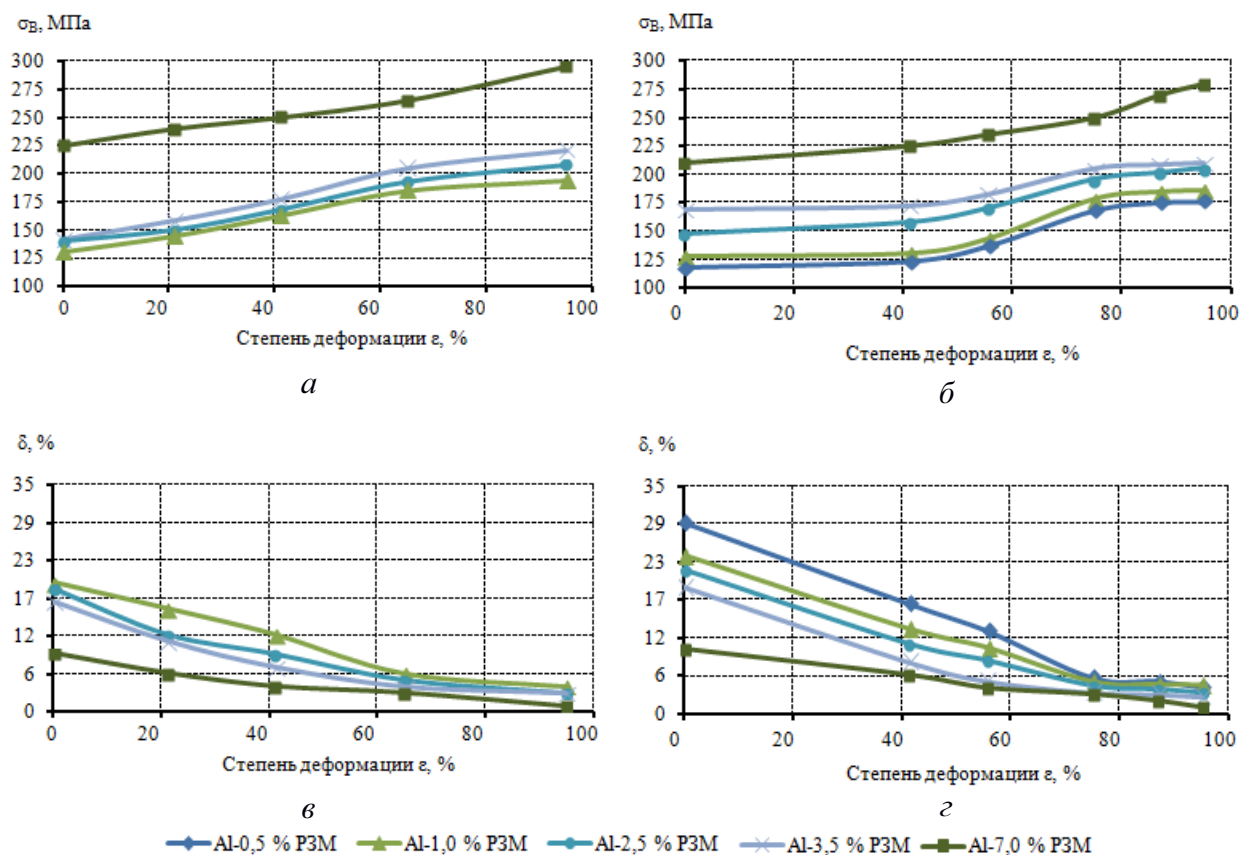


Рис. 2. Графики зависимости временного сопротивления разрыву (а, б) и относительного удлинения (в, г) от степени деформации для сплавов Al-P3M, полученных методом СПП (а, в) и СЛИПП (б, г) при температуре расплава 750 °С

На конечном этапе исследований замерялось электросопротивление полученных полуфабрикатов с помощью милливольтметра «Виток» в соответствии с ГОСТ 7229-76. Замеры электросопротивления на деформированных полуфабрикатах, полученных по представленным технологическим режимам, показали, что значения этого параметра для высоколегированных сплавов системы Al-P3M (7 % P3M) находятся в пределах 0,0314-0,0331 Ом·мм²/м, а для низколегированных сплавов – 0,0256-0,0312 Ом·мм²/м. Эти данные показывают, что электросопротивление проволоки значительно ниже для низколегированных сплавов, причем, чем меньше процентное содержание P3M, тем ниже электросопротивление.

После длительных испытаний проволоки при температуре $T = 200^{\circ}\text{C}$ и времени выдержки τ (рис. 3) значения удельного электросопротивления изменяются незначительно в среднем на 5% и составляют 0,0279-0,0317 Ом·мм²/м в зависимости от химического состава, который для приведенных данных варьировался от 0,5 до 3,5%.

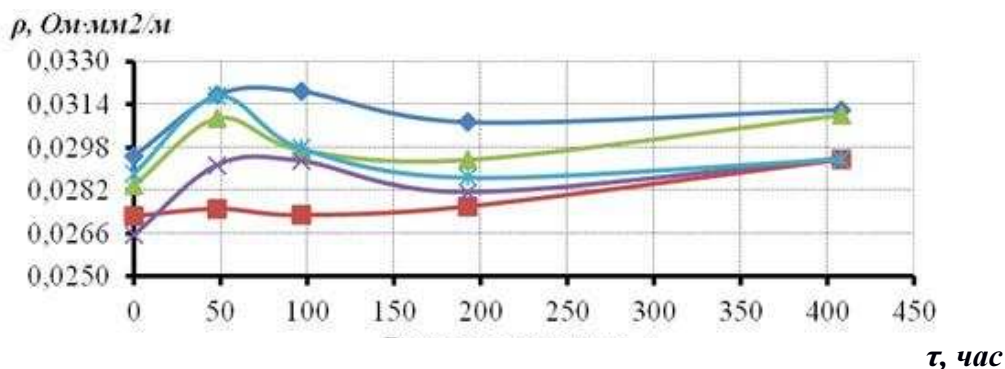


Рис. 3. Зависимость удельного электросопротивления проволоки из сплавов с различным содержанием Al-P3M (0,5 -3,5 %) от времени выдержки

Таким образом, проведенные исследования позволили определить уровень механических и электрофизических свойств новых алюминиевых сплавов с пониженным содержанием РЗМ и сравнить их с высоколегированными сплавами. При этом установлены закономерности изменения прочностных и пластических свойств металла в зависимости от химического состава этих сплавов, технологической схемы совмещенной обработки, степени деформации. Полученные данные позволяют прогнозировать свойства новых алюминиевых сплавов с редкоземельными металлами, а также использовать их для расчета энергосиловых параметров при проектировании нового оборудования. Следует отметить также, что представленные в статье результаты получены при выполнении договора Минобрнауки России №13.G25.31.0083, связанного с созданием высокотехнологичного производства совместно СФУ и ООО «РУСАЛ ИТЦ» по теме «Разработка технологии получения алюминиевых сплавов с переходными и редкоземельными металлами и высокоэффективного оборудования для производства электротехнической катанки», а также государственной темы СФУ №ТЗ, выполняемой в рамках «Государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации».

Список литературы

1. Сидельников С. Б., Довженко Н. Н., Загиров Н. Н. Комбинированные и совмещенные методы обработки цветных металлов и сплавов: монография // М.: МАКС Пресс, 2005. 344 с.
2. Сидельников С. Б., Довженко Н. Н., Ворошилов Д. С. и др. Исследование структуры металла и оценка опытных образцов из сплава системы Al-РЗМ, полученных совмещенными методами литья и обработки давлением // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова. Магнитогорск, 2011. № 2. С. 23–29.
3. Сидельников С. Б., Довженко Н. Н., Дроздова Т. Н. и др. Исследование процесса получения длинномерных полуфабрикатов из сплавов алюминия с различным содержанием редкоземельных металлов // Ц 27 Цветные металлы – 2013: Сб. научн. статей. Красноярск: Версо, 2013. С. 583–584.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КРИСТАЛЛИЗАЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ГЕРМАНИЯ В КВАРЦЕВЫХ КОНТЕЙНЕРАХ С БАРЬЕРНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

Н. К. Сивашова, Т. А. Васильева, А. И. Рожкова

Германий, полученный восстановлением высокочистого диоксида водородом, для применения в полупроводниковой электронике непригоден, поскольку значение его удельного электрического сопротивления ($УЭС$) обычно не выше $40 \text{ Ом} \times \text{см}$. Необходимым $УЭС$ обладают монокристаллы с содержанием примесей на уровне $10^9\text{--}10^{11} \text{ см}^{-3}$. Для очистки германия используют кристаллизационные методы, такие как направленная кристаллизация и зонная очистка. В ходе кристаллизации расплавленный германий контактирует с материалом контейнера, таким образом, степень чистоты последнего влияет на эффективность очистки.

В основном в качестве материала контейнера используют ультрачистый графит; при этом возникает проблема, связанная с накоплением в нем примесей (алюминий, бор), которые, в свою очередь, загрязняют Ge. Таким образом, поиск и разработка новых контейнерных материалов, пригодных к использованию в полупроводниковой промышленности особо чистого германия, на сегодняшний день является перспективным и актуальным.

К числу таких материалов относятся нитрид бора, материалы на основе оксида кремния, сапфир, стеклоуглерод, нитрид алюминия. Наиболее широкое распространение в технологии германия в качестве материала контейнера получил диоксид кремния в виде плавленого кварца, либо керамики и материалы на его основе с покрытиями [1–6].

В настоящей работе представлены результаты исследования процесса кристаллизационной очистки германия в кварцевых контейнерах с барьерными покрытиями из высокочистого оксида кремния и комбинированного типа.

Для проведения экспериментов изготавливали кварцевые контейнеры в форме лодочек длиной 250 мм и шириной 40 мм. С целью увеличения адгезии материала покрытия осуществляли холодную абразивную обработку поверхности лодочек. В качестве порошка абразива использовали корунд с размером частиц $100\div 150 \text{ мкм}$. Далее осуществляли травление плавиковой кислотой ($15\div 20 \%$). После травления контейнеры промывали деионизированной водой и сушили в атмосфере воздуха при температуре 400 К в течение 15 мин.

Получали два вида покрытия: из высокочистого диоксида кремния с использованием тетрахлорида кремния (SiCl_4) и комбинированное ($\text{SiO}_2 + \text{C}$) с использованием винилтрихлорсилана ($\text{C}_2\text{H}_3\text{SiCl}_3$).

Нанесение покрытия SiO_2 с использованием SiCl_4 осуществляли по нескольким схемам.

Согласно первой – внутреннюю поверхность контейнера однократно смачивали SiCl_4 в атмосфере воздуха. В результате на поверхности образовывалось покрытие в виде тонкой матовой пленки белого цвета.

Формирование покрытия «парофазным способом» заключалось в нанесении гидроксида кремния в присутствии газа-носителя аргона.

Лодочки с нанесенными таким образом покрытиями подвергали высокотемпературному отжигу в атмосфере воздуха при температуре 1253 К с выдержкой при максимальной температуре в течение $30\div 40$ мин. Обозначим образцы контейнеров с такими покрытиями $ТХК_{\text{смач}}$ и $ТХК_{\text{пар}}$ соответственно.

Третий способ заключался в нанесении методом однократного смачивания поверхности кварцевой лодочки насыщенного золя кремниевой кислоты, полученного известным способом [7] при соотношении компонентов $\text{SiCl}_4\text{:H}_2\text{O}$, равном 2:6. После нанесения покрытия лодочки сушили при комнатной температуре в течение $15\div 30$ мин и отжигали по-

этапно в атмосфере воздуха: нагрев со скоростью 2 град/мин до $T = 393$ К, далее нагрев со скоростью 20 град/мин до $T = 1433$ К с выдержкой на каждом этапе в течение 30 мин. Образцы контейнеров с таким покрытием обозначим $ТХК_{золь}$.

Формирование комбинированного покрытия (обозначим его $ВТХС$) на основе винилтрихлорсилана ($C_2H_3SiCl_3$) проводили по известному способу [5], в отличие от которого нами была исключена стадия нанесения промежуточного слоя на основе аморфного SiO_2 и увеличена температура обжига до $T=1123$ К. В качестве подложек использовали кварцевые лодки, не подвергавшиеся предварительной абразивной обработке поверхности.

Контроль нанесения покрытия на поверхность кварцевых контейнеров осуществляли весовым способом. Для определения микроструктуры нанесенного покрытия применяли оптический микроскоп Axio Observer A1 (Carl Zeiss).

На рис. 1 приведены микрофотографии поверхности кварцевых контейнеров с нанесенными покрытиями. Согласно представленным микрофотографиям толщина покрытий составляет от 2 до 15 мкм.

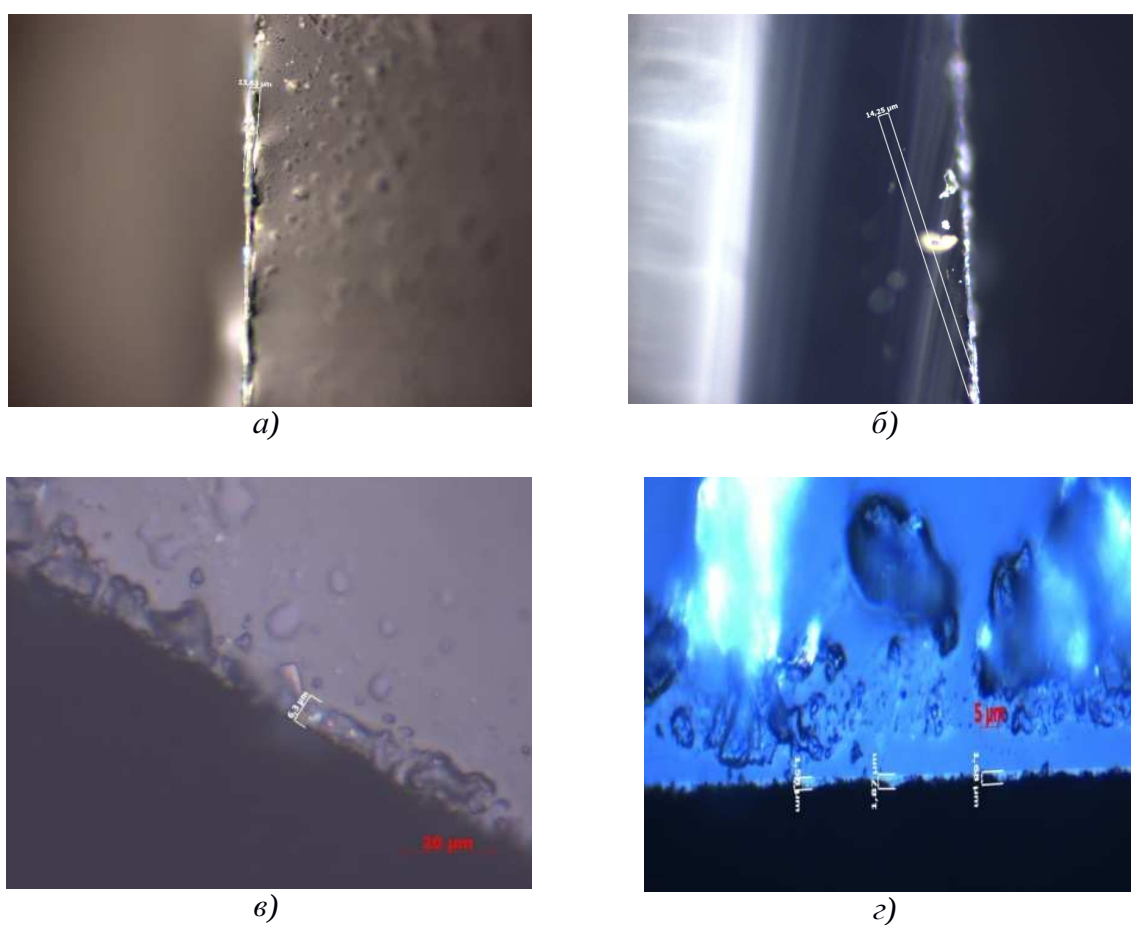


Рис. 1 – Микрофотографии покрытий, нанесенных на поверхность кварцевой лодочки:
а – $ТХК_{пар}$; б – $ТХК_{смач}$; в – $ТХК_{золь}$; з – $ВТХС$

Для проведения процесса горизонтальной направленной кристаллизации в кварцевые контейнеры с покрытиями загружали германий с удельным электрическим сопротивлением не менее $47 \text{ Ом} \times \text{см}$. Фотографии контейнеров с загрузкой приведены на рис. 2. Процесс проводили в атмосфере водорода.

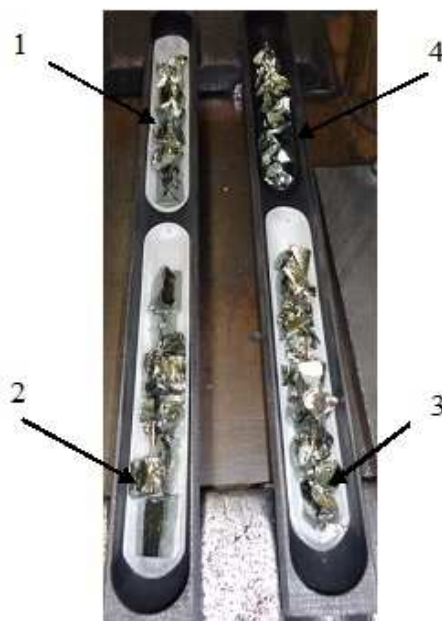


Рис. 2. Фотографии контейнеров с германием для направленной кристаллизации:
1 – $TXK_{пар}$; 2 – $TXK_{смач}$; 3 – $TXK_{золь}$; 4 – $BTXC$

Полученные в ходе направленной кристаллизации слитки германия оценивали по УЭС, результаты представлены на рис. 3.

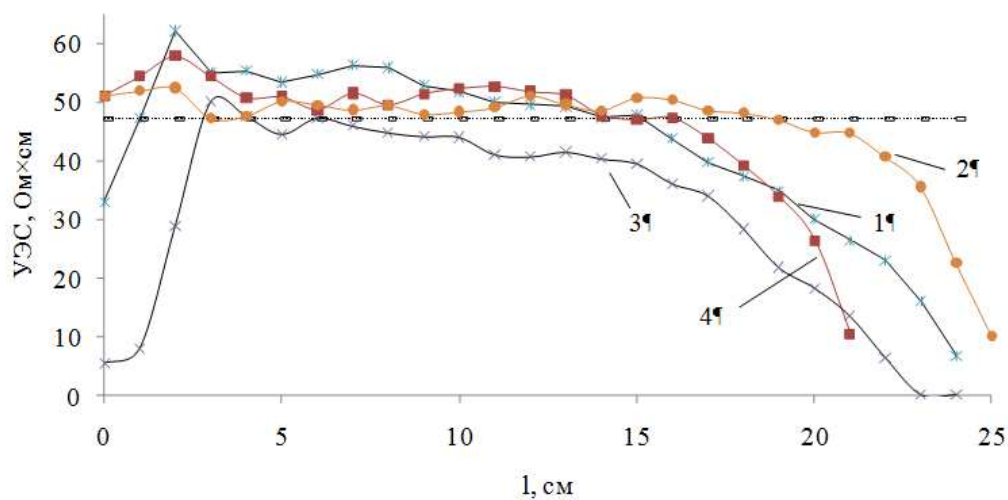


Рис. 3. УЭС образцов германия после направленной кристаллизации
в контейнерах с покрытиями:
1 – $TXK_{пар}$; 2 – $TXK_{смач}$; 3 – $TXK_{золь}$; 4 – $BTXC$

По полученным данным установлено, что для слитков германия, подвергнутого направленной кристаллизации в контейнерах с покрытиями $TXK_{смач}$, $TXK_{пар}$ и $BTXC$, значения удельного электрического сопротивления $\geq 47 \text{ Ом} \times \text{см}$ имеет от 64 до 70 % длины слитка, что является удовлетворительным показателем. В течение плавки контейнеры не претерпели видимых изменений. Закристаллизовавшийся германий свободно отделялся от поверхности. На рис. 4 приведены фотографии контейнеров после процесса направленной кристаллизации.

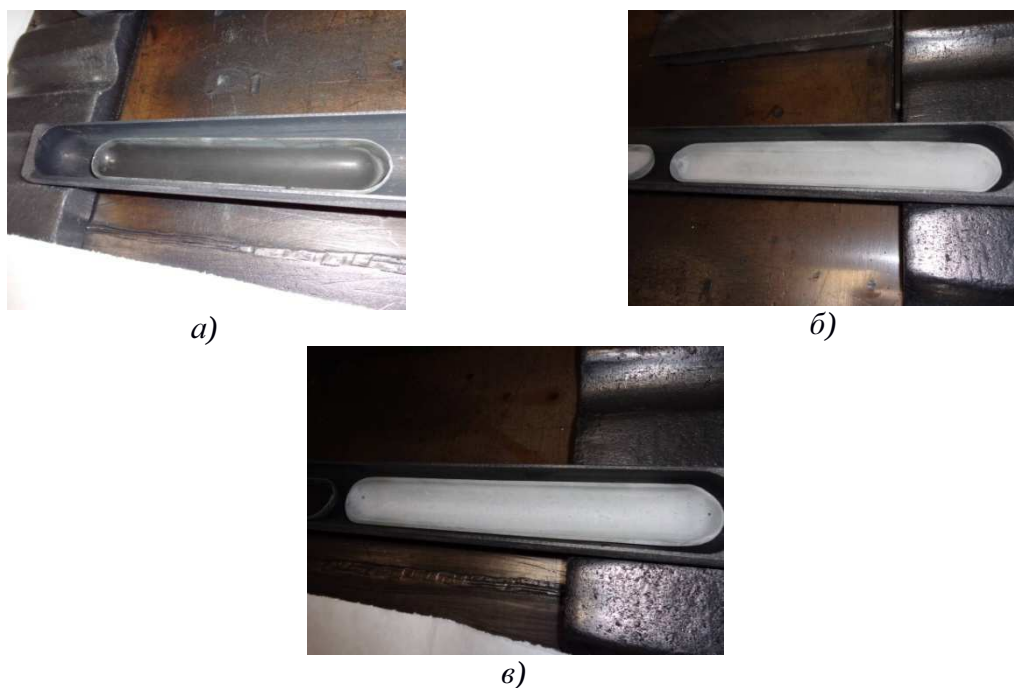


Рис. 4. Фотографии контейнеров после процесса направленной кристаллизации:
а – ВТХС; б – ТХК_{пар}; в – ТХК_{смач}

Низкое значение УЭС имели слитки, полученные с использованием контейнеров с покрытиями ТХК_{золь}.

Таким образом, кварцевые контейнеры с покрытиями ВТХС, ТХК_{смач} и ТХК_{пар} могут быть использованы в производстве полупроводникового германия.

Список литературы

1. Claeys Cor, L. Germanium-based technologies: from materials to devices / L. Cor Claeys, E. Simoen. – Berlin [etc.]: Elsevier, 2007. – 449 p.
2. Depuydt, B. Germanium: From the first application of Czochralski crystal growth to large diameter dislocation-free wafers / B. Depuydt, A. Theuwis, I. Romandic // Materials Science in Semiconductor Processing. 2006. V. 9. Issues 4–5. P. 437–443.
3. Wetting angle and surface tension of germanium melts on different substrate materials / N. Kaiser, A. Cröll, F.R. Szofran et al // Journal of Crystal Growth. 2001. № 231. P. 448–457.
4. Rajput, R. K. Basic Electrical And Electronics Engineering / R.K. Rajput. – Firewall Media, 2006. 760 p.
5. Пат. 2370568 РФ, МПК C23C 16/00. Способ изготовления кварцевых контейнеров / П. А. Аверичкин, Б. Н. Левокович, Ю. Н. Пархоменко, А. А. Шлёнский, Н. Н. Шматов; заявитель и патентообладатель ОАО «Государственный научно-исследовательский и проектный институт редкометаллической промышленности «ГИРЕДМЕТ»; № 2008116691/15; заявл. 30.04.2008; опубл. 20.10.2009.
6. Пат. 2333900 РФ, МПК C 04 B 35/14. Способ получения кварцевых тиглей / А. Ф. Шиманский, Ю. Е. Пивинский, Н. С. Савченко, О. И. Подкопаев; № 2006142548/03; заявл. 30.11.06; опубл. 20.09.08, Бюл. № 26.
7. Савченко, Н.С. Золь-гель синтез кремнезема и изготовление на его основе тиглей для плавления кремния / Н. С. Савченко, О. И. Подкопаев, М. Н. Васильева, А. Ф. Шиманский // Огнеупоры и техническая керамика. 2007. № 1. С. 30–34.

ПОСЛЕДСТВИЯ РАДИАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

О. С. Чижевская

С конца XX в., на фоне постепенно усиливающегося антропогенного воздействия на природную среду, чаще стали возникать чрезвычайные ситуации, обусловленные непреднамеренными действиями и экологическими просчетами людей.

Качество среды обитания человека, радиационная обстановка и здоровье населения взаимосвязаны. Радиационная обстановка определяется естественными и искусственными источниками радиации. Антропогенные источники излучения в отсутствие чрезвычайных ситуаций малы. Их вклад в общую дозу облучения, в отличие от вклада природных источников радиации (космического излучения и излучения от земной поверхности) невелик и составляет доли процента. Все многообразие искусственных источников, излучение которых воздействует на человека, можно разделить на следующие категории: искусственные источники в среде обитания, радиоактивные загрязнения среды атомным производством и атомными электростанциями (АЭС), выпадение радиоактивных веществ от ядерных взрывов.

В результате аварий и катастроф на предприятиях атомного профиля происходит загрязнение среды обитания человека радионуклидами техногенного происхождения. Особо значимую роль в загрязнении окружающей среды сыграла катастрофа на Чернобыльской АЭС и ряд аварий на производственном объединении «Маяк», выпадение радиоактивных осадков от аварии на атомном производстве за пределами РФ (АЭС Факусима 1).

Тяжесть поражения организма зависит от мощности дозы и времени ее действия. Эффекты от воздействия различных видов ионизирующих излучений подразделяют на соматические, связанные с потерей функции облученных органов, и генетические (в потомстве облученных людей). Соматические эффекты делятся на ранние в виде острой и хронической лучевой болезни, местных радиационных повреждений и поздние – преждевременное старение, злокачественные опухоли, проявляющиеся через несколько лет. В зависимости от уровня радиации и индивидуальных особенностей организма неблагоприятные радиобиологические последствия возникают в период от нескольких минут до 30–60 суток после облучения. При дозе 1,5–2 Гр может возникнуть легкая форма лучевой болезни, проявляющаяся в первые сутки у 30–50 % облученных усталостью, потерей аппетита, тошнотой, рвотой. Поражения системы кроветворения зависят от степени радиационного поражения и носят обратимый характер. При дозе 2,5–4 Гр развивается лучевая болезнь средней тяжести с выраженными нарушениями кроветворения, появлением кровоизлияний. Возможен смертельный исход через несколько недель после облучения в 20 % случаев. При дозах 4–6 Гр возникает тяжелая форма лучевой болезни, и 50 % случаев в течение первого месяца наступает смерть. При дозах более 6 Гр развивается очень тяжелая форма лучевой болезни, заканчивающаяся у большинства облученных смертельным исходом.

Минимумом знаний о радиационной опасности и условием для предотвращения угроз должны стать знания о возможных источниках радиационной опасности, знание дозообразующих факторов и допустимых дозовых нагрузках, наличие системы контроля и радиоэкологического мониторинга, обучение населения правильному поведению в случае возникновения радиационных угроз и мерам по их нейтрализации.

ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СПЛАВОВ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ МОКУМЕ ГАНЕ

А. В. Желобаев

В последнее время особую популярность приобрело изготовление изделий из композитных цветных сплавов золота и драгоценных металлов: платины, золота и палладия, в любом контрасте и сочетании.

Целью данных исследований является разработка технологии изготовления композитных ювелирных изделий методом диффузионной сварки и прокатки из цветных сплавов драгоценных металлов со стабильными физико-механическими характеристиками, контрастной цветовой гаммой, разнообразным линейным орнаментом.

Для выполнения работ были сформулированы следующие требования:

- химический состав сплавов должен быть одной пробы;
- обязательно наличие модифицирующих добавок, позволяющих эффективно предотвращать неконтролируемый рост зерна при проведении промежуточных рекристаллизационных отжигов и получения равномерной мелкозернистой структуры сплавов, наиболее благоприятной для проведения процессов пластической деформации;
- сплавы должны иметь высокую коррозионную устойчивость;
- микротвердость промежуточных полуфабрикатов в отожженном состоянии должна находиться в пределах 40–170 HV;
- изготовленные полуфабрикаты должны быть пригодны для проведения пайки и стабильно проходить операции прокатки и алмазной огранки.
- изготовление лигатуры должно сопровождаться подробным указанием оптимального порядка ввода компонентов при плавке, температурных интервалов плавки, способов защиты расплава;
- должны быть приведены способ и режим изготовления полуфабрикатов в виде пакета;
- должна быть разработана технология изготовления ламината заданного размера методами прокатки и диффузионной сварки с заданным орнаментом, с указанием оптимальных степеней деформации;
- должны быть определены режимы промежуточных рекристаллизационных отжигов;
- должны быть отработаны методы контроля промежуточных полуфабрикатов.

Мокуме Гане (Mokume Gane) происходит от японского и означает дословно металлическая древесина сосны. Варианты названия: итаме-гане и касуми-ичи – облачный металл. Это композитный материал, составленный из разнородных и разноокрашенных металлов, образующих декоративный узор, часто похожий на фактуру древесины. Исторически техника Мокуме Гане использовалась в средневековой Японии для украшения оружия (прежде всего рукояток «катан»). Кроме технологий изготовления мечей, используемых в то время в Японии, на развитие мокуме гане оказывали влияние следующие факторы: высокий уровень мастерства, расширяющиеся познания в металлургии, широкий ряд материалов и цветных сплавов, уже используемых японскими мастерами. Эти факторы, а также накопленный опыт, переходящий от мастера к ученику, внесли значительный вклад в развитие техники мокуме гане.

В настоящее время известны разнообразные комбинации металлов, пригодных для данной техники. Большую популярность Мокуме приобрела в ювелирном деле. Суть метода Мокуме Гане (Mokume Gane) заключается в том, что несколько листов различных ювелирных металлов (может быть несколько десятков), включая жёлтое и белое золото, палладий, платину, серебро, медь, латунь, нейзильбер, имеющих разную толщину, скла-

дываются слоями в определённой очередности, нагреваются при определённой высокой, но не приводящей к их плавлению, температуре, так, что металлы свариваются между собой, образуя неразрывное соединение.

Из композитных материалов целесообразно изготавливать различные ювелирные изделия, такие, как браслеты, кольца, кулоны, серьги, различные элементы в виде ювелирных вставок и различных по форме накладок. На рис. 1 показаны такие изделия в виде колец, являющихся наиболее распространенным видом ювелирных изделий. Обручальные кольца из композитных материалов выглядят очень привлекательно. Драгоценные металлы разных цветов придают контрастность изделиям.

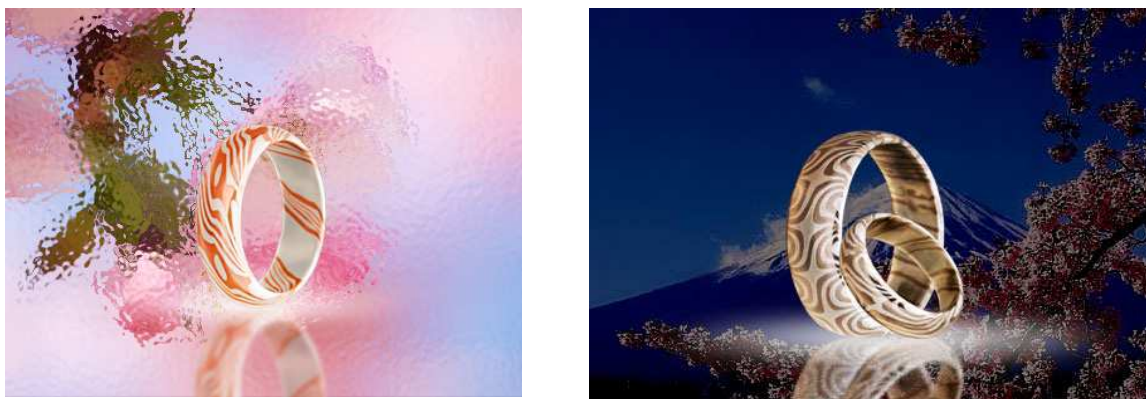


Рис. 1. Кольца, изготовленные из различных сплавов драгоценных металлов методом Мокуме Гане

Для реализации технологии Мокуме Гане использовали один из методов, при котором получение пакета из драгоценных металлов осуществлялось методом диффузионной сварки и последующей прокатки. Для получения требуемого сплава навеска шихты набиралась в соответствии с массовыми долями. Навешенная шихта помещалась в графитовый тигель, и, тем самым, производился непрямой нагрев и приготовление расплава в индукционной печи.

Получение слитков осуществляли путем разлива расплава в изложницу, которая для драгоценных металлов имела небольшие размеры и изготавливалась из стали. Получившиеся слитки разных цветов показаны на рис. 2. Для сборки пакета из цветных сплавов драгоценных металлов необходима пластина заданной толщины, при этом последняя определяет толщину линий на рисунке в завершённом изделии. Схема подготовки для сборки композитного пакета приведена на рис. 3.

Так как отлитые слитки были относительно небольшого размера, их дальнейшая обработка осуществлялась на вальцах марки ЮМО–50 и прокатном стане марки AMBIFLO VELOCE ROSEN 180+200x130.



Рис. 2. Слитки (а) и прокатанные полосы (б) золота 585 пробы зелёного, красного и белого цветов

При прокатке полос (см. рис. 2) происходит упрочнение металла и снижение пластических свойств, а высокая степень деформации приводит к растрескиванию прокатываемого полос, особенно их кромок. Поэтому для восстановления пластических свойств металла проводили промежуточный отжиг. Для получения полос толщиной до 1мм было проведено два промежуточных отжига.



Рис. 3. Схема подготовки пластин перед сборкой композитного пакета

В конце этапа подготовки полосы были отожжены, отбелены в соляной кислоте, промыты, высушены и обрезаны на одну длину.

Следующий этап технологии изготовления композитного полуфабриката – это сварка пакета в печи, схема которого показана на рис. 4.

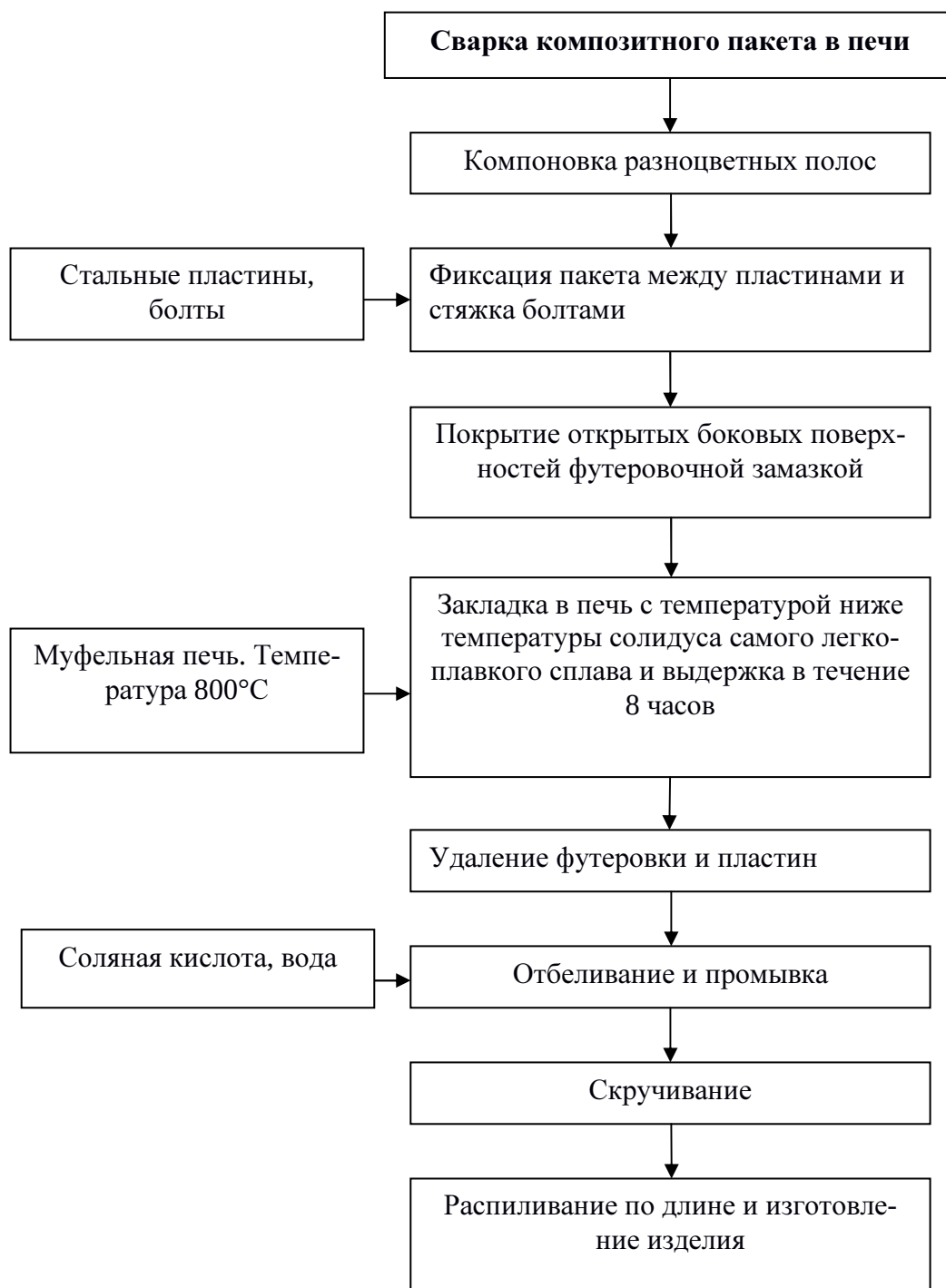
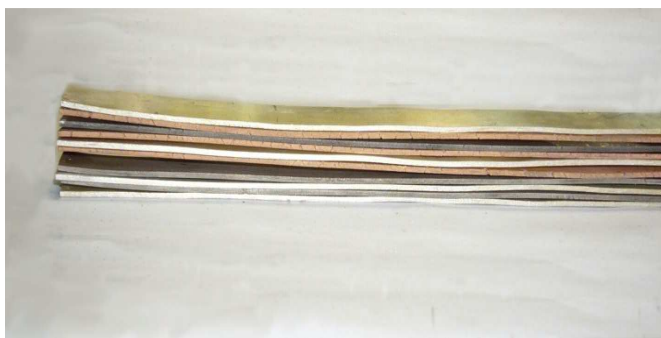


Рис. 4. Технологическая схема сварки композитного пакета в печи

Изготовление композитного пакета для получения заданного рисунка предполагает чередование пластин золота разного цвета для достижения контраста, что показано на рис. 5, при этом укладка полос осуществлялась в следующей последовательности: зелёные – красные – белые.



a



б

Рис. 5. Компоновка полос золота разного цвета (а) и полученный пакет (б)

Для жесткого закрепления пакета подготавливали стальные пластины толщиной 10 мм с симметрично просверленными отверстиями. Поверхности пластин были отшлифованы, отполированы и выведены в плоскость. На эти поверхности тонким слоем наносили графитовую смазку для того, чтобы легче отделить пакет после нагрева в печи. Фиксировали сложенные в нужном порядке полосы этими пластинами и стягивали болтами до упора. Стяжку осуществляли равномерно и следили, чтобы пакет оставался ровным. Это обеспечило наименьшие потери металла при дальнейшей механической обработке, так как необходим геометрически ровный прямоугольный пакет (см. рис. 5). После полного высыхания замазки конструкция помещалась в печь. Температура нагрева в печи составила 800°C, при этом она была ниже линии солидуса диаграммы состояния самого легкоплавкого сплава. Выдержка в печи составила 8 часов, после чего стянутая конструкция остывала на воздухе, а затем пакет извлекался из нее. Визуальный осмотр пакета показал, что полосы сварились. Опиливанием композитному пакету придали форму, близкую в поперечном сечении к квадрату (см. рис. 5). Для упрочнения полуфабрикат прокатывался на сортовом двухклетьевом прокатном стане модели AMBIFILO VELOCE ROSEN, далее подвергался операции скручивания и распиливался на две половины (рис. 6). Из данного полуфабриката можно изготавливать различные виды ювелирных изделий.

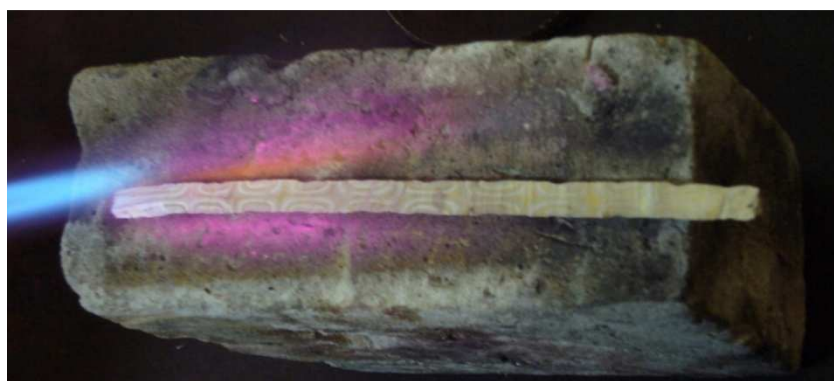


Рис. 6. Полученный рисунок на каждой половине распиленного пакета

Таким образом, проведены исследования процесса получения полуфабриката из композитных сплавов цветных металлов, который оказался технологически сложен. Выявлено, что требуется подбор таких сплавов, которые в сочетании друг с другом имели бы приблизительно одинаковые пластические свойства, так как способность к обрабатываемости давлением напрямую зависит от однородности полуфабриката (пакета). Получены опытные образцы полуфабрикатов с рисунком для изготовления ювелирных изделий.

АНАЛИЗ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ГЛИНОЗЕМА ОТ РАЗНЫХ ПОСТАВЩИКОВ

О. Г. Ворыльченко

Мировое производство алюминия динамично развивается и сохраняется тенденция увеличения спроса на этот металл. Глинозём на сегодняшний день является единственным видом сырья, из которого электролизом получают алюминий. Потребность глинозёма в России составляет примерно 6,5 млн. т. в год, следовательно, дефицит глинозёма составляет почти 4 млн. т. в год, который покрывается поставками из Казахстана, Украины и стран дальнего зарубежья. Большой удельный расход глинозёма предъявляет особые требования к его качеству.

В зависимости от исходного сырья и технологии получения глинозёмы отличаются по своим физико-химическим свойствам. Metallургические глинозёмы состоят из зерен, которые являются агломератами более мелких кристаллов. Обычно размеры зерен изменяются от 20 до 150 мкм. [1] Размер и распределение частиц по размерам (гранулометрический состав) являются важными параметрами качества, позволяющими заводу работать с максимальной эффективностью и минимальным уровнем выбросов.

На основе базы данных физико-химических свойств глинозёма разных поставщиков проведен анализ гранулометрического состава для частиц, размер которых составляет менее 45 (–45) мкм и более 125 (+125) мкм.

Содержание фракции для размера частиц –45 мкм должно составлять не более 3–8 %, для частиц +125 мкм – 2–7 % [2]. На рис. 1 видно, что для фракции –45 мкм удовлетворяет требованиям только глинозём одного поставщика Д. На рис. 2 видно, что для фракций +125 мкм удовлетворяет требованиям глинозём двух поставщиков Б и Д.

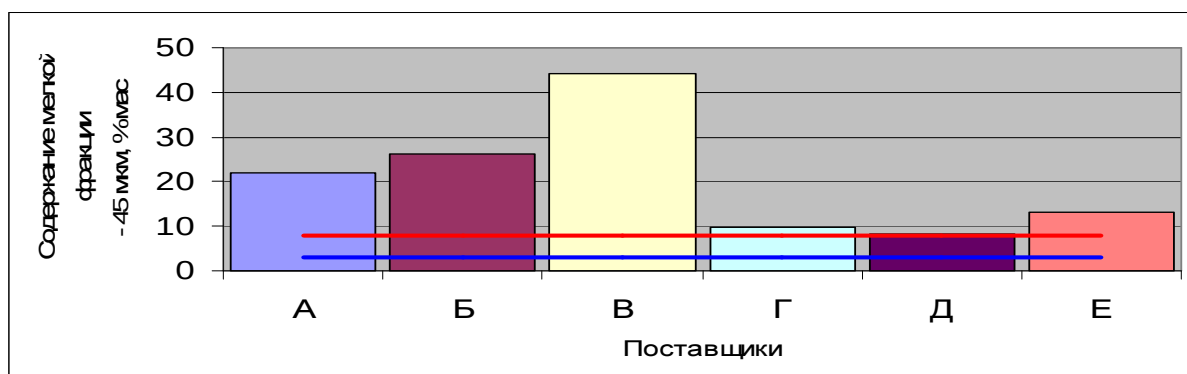


Рис. 1. Средние значения мелкой фракции –45 мкм

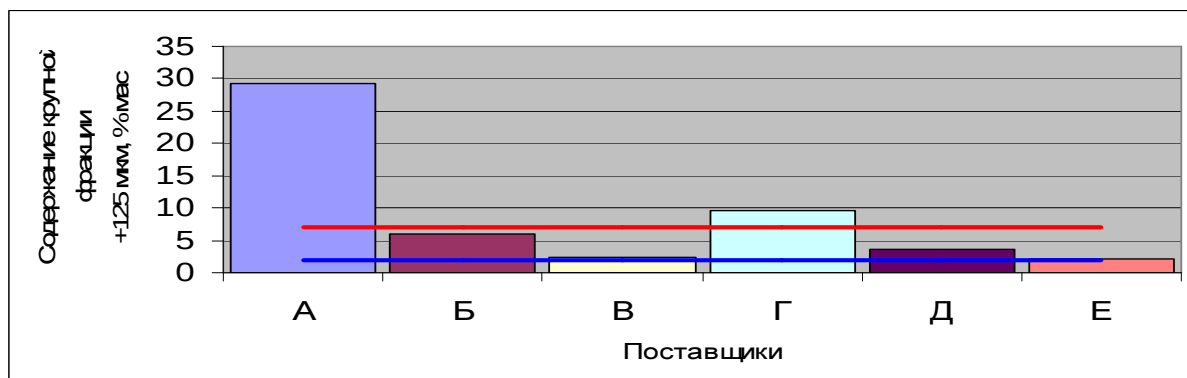


Рис. 2. Средние значения крупной фракции +125 мкм

На рис. 3 показан разброс содержания мелкой (-45 мкм) фракции глинозема. На рис. 4 виден разброс содержания крупной ($+125$ мкм) фракции глинозема. Высокая степень однородности гранулометрического состава определяет хорошую текучесть. Глинозёмы со слабой текучестью комкуются при контакте с электролитом. Образовавшиеся комки обволакиваются электролитом и, имея больший удельный вес, оседают через границу металл-электролит, образуя осадок.

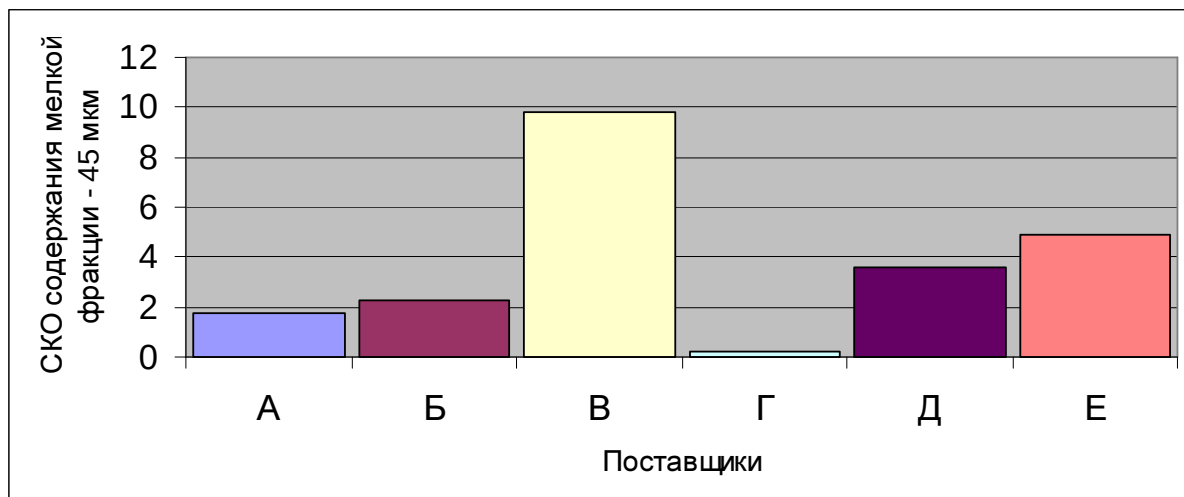


Рис. 3. Средние квадратические отклонения мелкой фракции -45 мкм

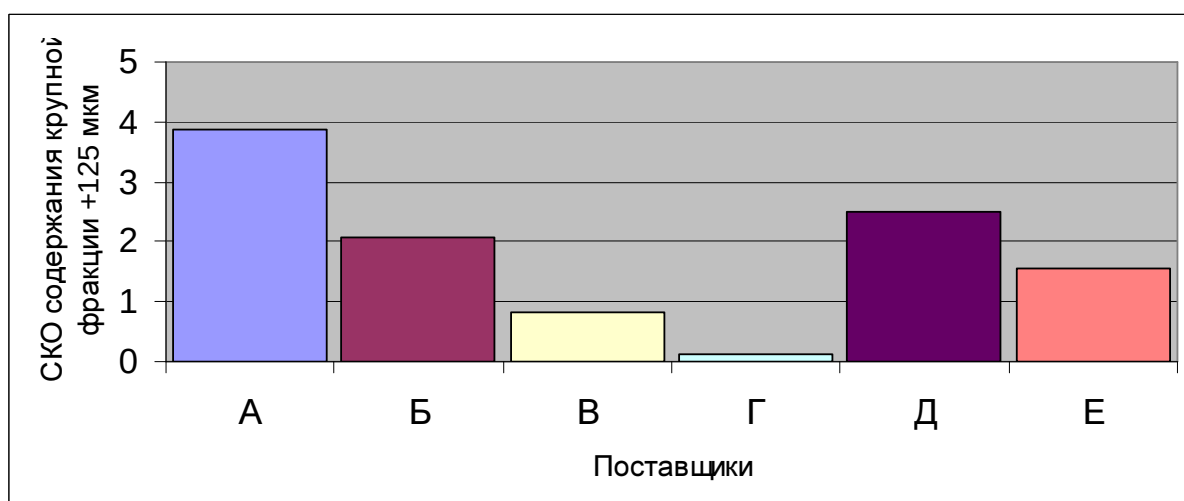


Рис. 4. Средние квадратические отклонения крупной фракции $+125$ мкм

Наличие мелких фракций приводит к пылению при транспортировке глинозема и загрузке его в рабочую зону электролизера. Сильное пыление происходит при разрушении корки под действием горячих газов и десорбции влаги из более холодных слоев глинозема. Возникают «гейзеры» глинозёмной пыли или «вулканы» по определению [3]. Это увеличивает потери глинозема и ухудшает экологическую ситуацию. Пыление осуществляется, главным образом, за счет фракции мельче 45 мкм (-45 мкм). Повышение количества фракции -45 мкм увеличивает время растворения глинозема в электролите, ухудшает его адсорбционную способность при нахождении на корке и в сухой газоочистке, увеличивает время образования корки, ее теплопроводность и уменьшает прочность. Большое содержание мелких фракций тесно связано с проблемой сегрегации глинозема в силосах, бункерах и при его транспортировке [4, 5]. Частицы крупнее 125 мкм ($+125$ мкм) достаточно медленно растворяются в электролите, что требует большее количество тепла для нагрева.

Границы свойств соответствующих типов глиноземов достаточно расплывчивы и различия могут быть весьма существенными, что создает определенные трудности при их использовании для электролитического получения алюминия:

- использование глинозема с различными физико-химическими свойствами на ваннах с разными конструкциями и различными способами питания создает проблему при загрузке глинозема и его растворения в ванне;
- использование глинозема с неудовлетворительными физико-химическими свойствами приводит к ухудшению технико-экономических показателей;
- смена поставщиков также ухудшает технико-экономические показатели электролиза.

Промышленный опыт показывает, что узкий диапазон частиц глинозёма +45-100 мкм со сдвигом крупности ближе к 100 мкм обеспечивают хорошую смачиваемость и удовлетворительную скорость растворения глинозёма в электролите.

Список литературы

1. Исаева Л. А., Поляков П. В. Глинозем в производстве алюминия электролизом. 2000. С. 9–11.
2. Grotheim K., Kvande H. Introduction to Aluminium Electrolysis. Aluminium-Verlag. Dusseldorf. 1993. P. 61–87.
3. Bertaud T., Lecterd A. Light Metals. 1984. P. 668–686.
4. Hsun H. P. Light Metals. 1984. P. 287.
5. Carruthers A. N. Light Metals. 1987. 151 p.

НАДДИСЦИПЛИНАРНЫЙ УРОВЕНЬ НАУЧНОГО ЗНАНИЯ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ НОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Н. В. Грудинина

Философия науки и техники исследует феномен науки и техники в целом, рассматривает не только их развитие, но и место в общественном развитии в целом, а также, принимает во внимание широкую историческую перспективу. Культурология науки и техники анализирует науку и технику, научно-техническую деятельность, научное и техническое знание как феномен культуры, а также развитие (общественного) научного и технического сознания, рефлектирующего эту деятельность. Главная задача философии науки и техники – исследование научного и технического отношения человека к миру, т.е. научного и технического миропонимания. Поэтому философия и культурология науки и техники очень близки как в плане исследования, так и в аспекте преподавания.

Однако до настоящего времени в фундаментальных науках и в науковедении, в частности, отсутствуют концепции теоретического характера, которые могли бы стать основой общенаучного фундамента представлений о реальности. Имеющиеся представления о науке не позволяют непротиворечивым образом описать феномен науки: ни его структуру и границы научного знания, его возможности и ограничения, ни перспективы рационального освоения реальности [2].

Обычно при изложении общенаучных представлений не выходящего за рамки концепции Т. С. Куна, его последователей и оппонентов, рассматривая их как междисциплинарные, или даже – трансдисциплинарные. На наш взгляд, существенно большей результативности в создании общенаучного фундамента представлений о реальности можно достичь, если придать дисциплине «Теоретические основы прогрессивных технологий» общенаучный, или точнее, наддисциплинарный характер, основанный на представлениях о формировании в науке особого типа теоретических обобщений – рациональных моделей реальности.

Выделение рациональных моделей реальности позволяет изучаемой дисциплине занять самостоятельное и особое место в системе не только философского, но и научного знания. Несмотря на то, что в этом представлении используются теоретические концепции, сложившиеся в различных областях естествознания, прежде всего в физике. Широкое использование положений фундаментальных физических теорий неизбежно и вполне оправдано тем, что физика во все времена имела особый, фундаментальный статус в науке.

Отличие, же, места, которое занимает эта дисциплина в системе научного знания от других областей естествознания, определяется ее наддисциплинарностью, тем, что стержнем дисциплины «Философские проблемы науки и техники» являются сложившиеся в науке рациональные модели реальности, их логический фундамент, логическая структура, абстрактные объекты этих моделей и формы количественного описания их состояния.

Рациональной моделью реальности [2] мы будем называть такую общенаучную теоретическую конструкцию, которая имеет особый, наддисциплинарный статус в науке и обеспечивает удовлетворительный прогноз состояний всей реальности как целого, на необходимую перспективу. Как и любая научная теория, рациональная модель реальности имеет дедуктивную природу и представляет собой логически обоснованную, внутренне непротиворечивую и эмпирически проверенную форму закономерностей причинно-следственных отношений, т. е. отвечает всем требованиям, предъявляемым к научной теории. Однако, в отличие от дисциплинарной научной теории, позволяющей прогнозировать состояние объекта в рамках какой-либо области научного знания (физики, химии, астрономии, экономики и др.), рациональные модели реальности претендуют на описание всей реальности, как самостоятельного объекта науки. Такое наддисциплинарное положение в

науке рациональных моделей реальности обеспечивается их логическим фундаментом, образованным фундаментальными научными принципами, в отличие от обычных научных теорий, логическую основу которых составляют либо аксиомы или постулаты, либо фундаментальные законы – частные проявления в конкретной области знания наиболее общих фундаментальных принципов.

Концепция рациональных моделей реальности занимается строго теоретическим исследованием общенаучных представлений, существующих в форме наддисциплинарных теоретических моделей реальности.

Общенаучный уровень представлений наддисциплинарного характера открывает широкие возможности для применения строгих теоретических подходов в тех областях человеческой деятельности, которые традиционно относились к гуманитарным и, где, казалось, это было невозможно. Концепция рациональных моделей реальности позволяет понять, при каких условиях можно применять рассматриваемые в ней подходы для рационального описания и эффективного прогнозирования состояния различных явлений нефизической природы, например экономических, этнических, экологических и других подобных им процессов. Во второй половине XX в., в связи с обострением глобальных проблем человечества стало ясно, что для поиска путей их разрешения только качественного, а часто просто умозрительного, опирающегося на здравый смысл, анализа этих проблем явно недостаточно.

Физические теории не только решали актуальные проблемы, но существенным образом изменяли облик цивилизации, впоследствии становились прообразом новой модели реальности. Так было с классической механикой, которая стала не только теоретической основой проектирования машин, повысивших в десятки и сотни раз производительность труда человека, но и послужила технической и интеллектуальной основой формирования индустриальной цивилизации, характеризующейся отличным от средневекового обликом городов (благодаря возникновению новых возможностей у архитектуры), созданием современных средств коммуникации, транспорта и т. п.

Аналогичная ситуация, но несопоставимо более значительная по масштабу последствий для современной цивилизации, произошла после возникновения термодинамики, которая не только стала теоретической основой создания тепловых машин и современной энергетики, но и положила начало целой эпохи в науке – системному подходу и системным представлениям об устойчивости, без которых невозможно было бы осознание современных глобальных проблем человечества.

Вывод

Цель общенаучного уровня – достижение единства естественнонаучного и гуманитарного знания, которое обеспечивается переходом на более высокий уровень общности – созданием общенаучных теоретических представлений – рациональных моделей реальности. Рациональная модель реальности – это теоретическая конструкция наддисциплинарного характера, логическим основанием которой являются фундаментальные научные принципы, позволяющие претендовать на описание всей реальности как целого. Прогресс в науке можно рассматривать как последовательную смену рациональных моделей реальности, обеспечивающих решение актуальных проблем человечества.

Список литературы

1. Сноу Ч. П. Портреты и размышления, М.: Изд. «Прогресс», 1985 г., С. 195–226.
2. Жереб В.П. Философские проблемы науки и техники. Красноярск: СФУ, 2012.

121 с.

СПОСОБЫ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ПОТОКЕ ПЛАЗМЫ

Д. Р. Рыжов, И. В. Трифанов, Б. Н. Казьмин

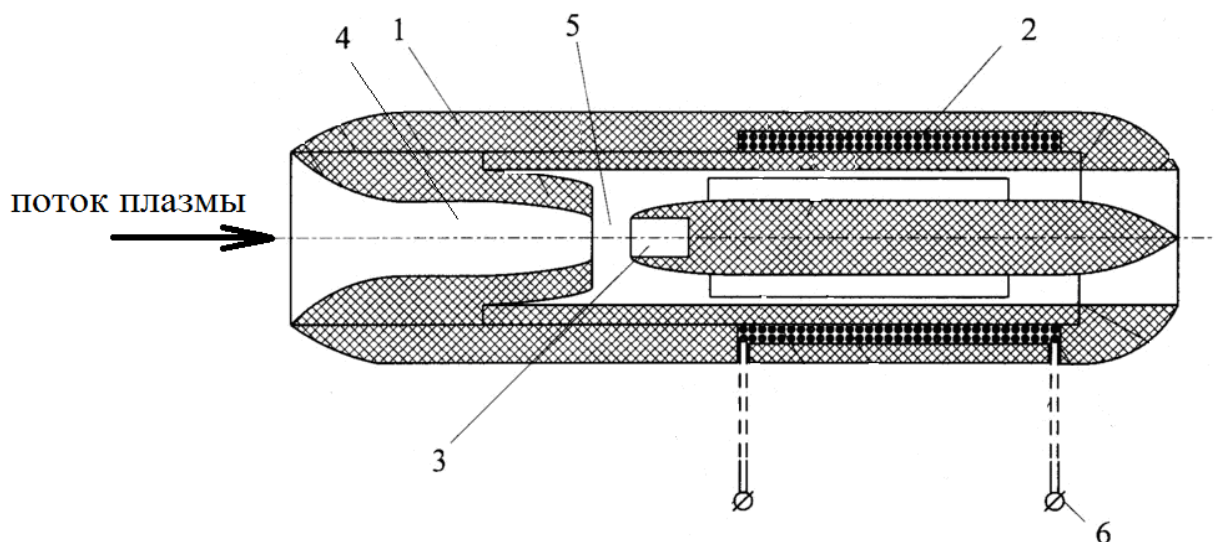
В настоящее время в качестве генераторов электрической энергии (ГЭЭ) для питания электрического оборудования космических аппаратов используются в основном солнечные батареи. Ресурс таких солнечных батарей существенно ограничен, а их коэффициент полезного действия (КПД) составляет 22–32 %. Для более эффективной и долговременной работы электрического оборудования космических аппаратов нужны ГЭЭ с КПД, минимум, 45–52 %. Кроме того эксплуатация в космических условиях исключает замены элементов ГЭЭ, поэтому они должны обладать высокой надежностью, с достаточно длительным сроком эксплуатации без текущего ремонта, а также иметь компактные размеры и малую массу.

С целью решения данной проблемы Российскими и Западными учеными и инженерами были предложены несколько способов получения электрической энергии, которые позволяли бы увеличить КПД, вырабатываемую мощность, а так же снизить массу и габариты ГЭЭ.

На сегодняшний момент известны два типа ГЭЭ, которые отвечают современным требованиям [1, 2].

Генератор электрической энергии на потоке плазмы преобразует энергию плазмы в электроэнергию. Ближайший прототип, представленный в [1] может быть использован для получения электрической энергии и питания систем и агрегатов спускаемых аппаратов космических кораблей.

Основные элементы генератора электрической энергии на потоке плазмы иллюстрируется с помощью конструкционной схемы, приведенной на рис. 1.



*Рис. 1. Генератор электрической энергии на потоке плазмы
1 – корпус, 2 – электромагнитная катушка, 3 – осевое отверстие генератора,
4 – конфузор, 5 – проходной зазор, 6 – зажимы потребителя электроэнергии*

Генератор СВЧ квантов на основе электронных пучков [2] содержит электронную пушку, создающую электронный пучок, часть энергии которого с помощью виртуального катода превращают в СВЧ кванты, информацию о которых получают с помощью электродинамической структуры, имеющей электромагнитные элементы – петлю (витки) связи.

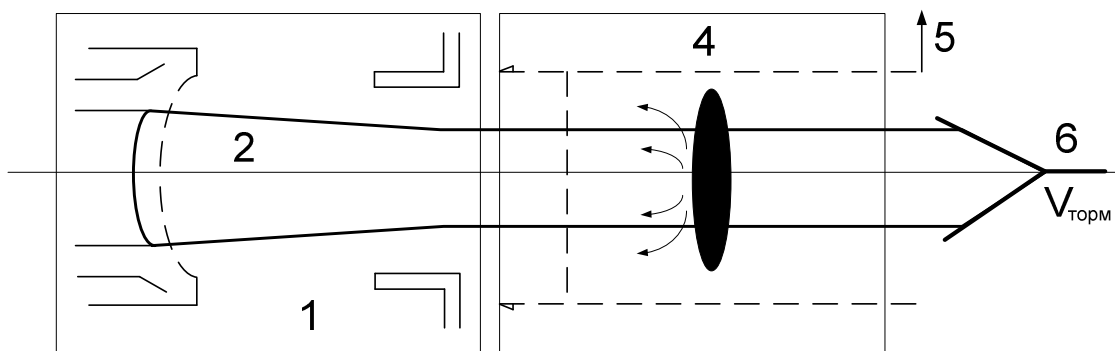


Рис. 2. Схема генератора широкополосных хаотических колебаний
1 – электронная пушка, 2 – электронный пучок, 3 – блок вывода энергии,
4 – электродинамическая структура, выполненная в виде отрезка спирали,
5 – элемент вывода энергии, 6 – коллектор

Известны три типа генераторов, работающих на этом принципе: малой, средней и высокой мощности.

Мощность таких генераторов может достигать порядка 10–20 кВт, а КПД составляет 24–30 %.

В 2013 году в Сибирском государственном аэрокосмическом университете имени академика М. Ф. Решетнева» (СибГАУ) была разработана и запатентована [3] улучшенная схема ГЭЭ, работающего с использованием виртуального катода (рис. 3).

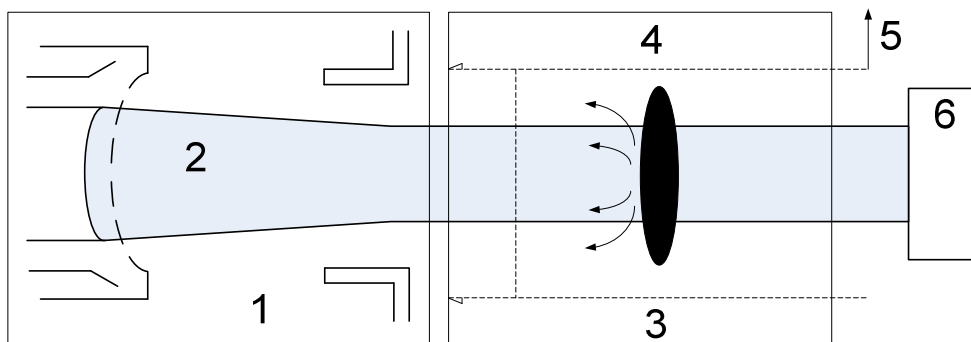


Рис. 3. Схема СВЧ-генератора хаотических колебаний на основе электронных пучков с виртуальным катодом:
1 – электронная пушка, 2 – электронный пучок, 3 – блок вывода энергии, 4 – электродинамическая структура, выполненная в виде отрезка спирали, 5 – элемент вывода энергии, 6 – преобразователь энергии электронного пучка в электроэнергию (дополнительный источник)

В настоящее время в СибГАУ проводятся исследования и разработки преобразователя энергии, обеспечивающий более высокий КПД [3] с участием магистров и аспирантов.

Список литературы

1. Патент RU 2349984. Генератор электрической энергии на потоке плазмы.
2. СВЧ – генераторы хаотических колебаний на основе электронных пучков с виртуальным катодом / Калинин Ю. А., Куркин С. А., Трубецков Д. И. и др. // Успехи современной радиоэлектроники 2008. № 9. С. 53–55.
3. Казьмин Б. Н., Трифанов И. В., Оборина Л. И., Дубова Е. Д., Стерехов И. В. Электронный генератор электроэнергии. Заявка № 2012119610/07(02 948) от 11.05.2012 – Положительное решение о выдаче патента от 24.09.2013 г.

ЭКОНОМИКО-ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ МАГИСТРОВ: ЛОКАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ

И. Ю. Макаrchук

Пунктом 1 статьи 69 Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» установлено, что высшее образование имеет целью обеспечение подготовки высококвалифицированных кадров по всем основным направлениям общественно полезной деятельности в соответствии с потребностями общества и государства, удовлетворение потребностей личности в интеллектуальном, культурном и нравственном развитии, углублении и расширении образования. Соответственно, происходящие в нашей стране социально-экономические изменения, связанные с модернизацией и технологическими прорывами, существенно актуализируют, с одной стороны, обсуждение вопросов подготовки квалифицированных кадров, которые рассматриваются в качестве основного ресурса для новой экономики, с другой – возрастание потребности человека в постоянном повышении квалификации, обновлении знаний, освоении новых видов деятельности [1, С. 288]. Именно магистерская подготовка способна обеспечить экономику квалифицированными кадрами и удовлетворить потребности личности в приобретении компетенций качественно иного уровня. Тем не менее, при реализации магистерских программ, у вузов возникает ряд экономико-правовых проблем, две из которых мы рассмотрим ниже.

Во-первых, это правовое обеспечение подготовки магистров. Здесь важнейшую роль призвано сыграть локальное нормотворчество. Статьей 30 Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» образовательной организации предоставлено право принимать локальные нормативные акты, содержащие нормы, регулирующие образовательные отношения, в пределах своей компетенции в соответствии с законодательством Российской Федерации в порядке, установленном ее уставом. Образовательная организация принимает локальные нормативные акты по основным вопросам организации и осуществления образовательной деятельности, в том числе регламентирующие правила приема обучающихся, режим занятий обучающихся, формы, периодичность и порядок текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, порядок и основания перевода, отчисления и восстановления обучающихся, порядок оформления возникновения, приостановления и прекращения отношений между образовательной организацией и обучающимися и (или) родителями (законными представителями) несовершеннолетних обучающихся. При принятии локальных нормативных актов, затрагивающих права обучающихся и работников образовательной организации, учитывается мнение советов обучающихся, советов родителей, представительных органов обучающихся, а также в порядке и в случаях, которые предусмотрены трудовым законодательством, представительных органов работников (при наличии таких представительных органов). Нормы локальных нормативных актов, ухудшающие положение обучающихся или работников образовательной организации по сравнению с установленным законодательством об образовании, трудовым законодательством положением либо принятые с нарушением установленного порядка, не применяются и подлежат отмене образовательной организацией. Таким образом, действующим законодательством заложены основы для принятия указанных локальных нормативных актов, регламентирующих процесс обучения в магистратуре. К числу таких актов относится Положение о магистратуре, Положение о магистерской диссертации, Положение о практике магистрантов, научно-исследовательской работе и ряд других.

Во-вторых, отметим проблему финансового обеспечения практики магистрантов и зарубежных стажировок. Магистрантам необходимо проходить практику и стажироваться

на ведущих предприятиях, в государственных (муниципальных) организациях и органах, что обусловлено особым назначением и содержанием магистерской подготовки. Здесь ведущую роль должно сыграть спонсорское финансирование, содействие потенциальных работодателей.

Решение указанных проблем, использование потенциала законодательства будет способствовать повышению качества магистерской подготовки.

Список литературы

1. Багдасарьян И. С., Каячев Г.Ф. Современный взгляд на подготовку магистров менеджмента: развитие личности студента в условиях новых общественных вызовов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2012. № 4.