



KORUSTEC
Korea Russia Science & Technology Cooperation Center

AKSTS



KCST



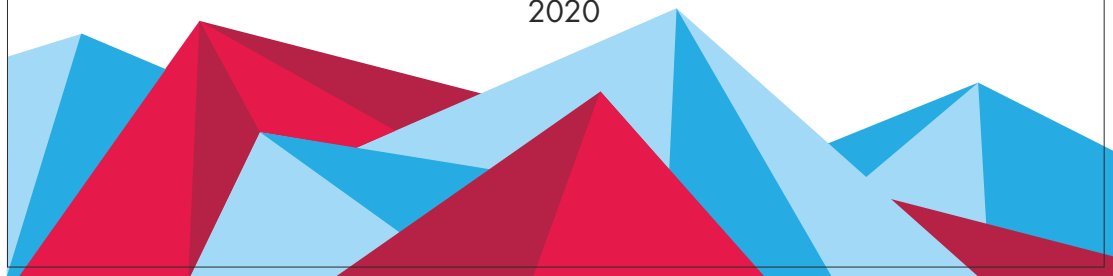
МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ АНТОК

Москва, 6–7 декабря 2019 года

AKSTS YOUNG GENERATION CONFERENCE

Moscow, December 06 - 07, 2019

МОСКВА
2020



AKSTS YOUNG GENERATION CONFERENCE

Moscow, December 6–7, 2019

THESES OF REPORTS

MOSCOW
2020

ББК 72.4ж(0)я431
М 754

М 754 **AKSTS young generation conference.** December 6–7, 2019.
Moscow. Theses of reports / Composite authors. – Novosibirsk:
NSTU Publisher, 2020. – 64 pp.
ISBN 978-5-7782-4131-2

ISBN 978-5-7782-4131-2

ББК 72.4ж(0)я431

© Composite authors, 2020
© Science and Technical
Society “AKSTS”, 2020

МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ АНТОК

Москва, 6–7 декабря 2019 года

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МОСКВА
2020

ББК 72.4ж(0)я431
М 754

М 754 **Молодежная научная конференция АНТОК.** Москва,
6–7 декабря 2019: тезисы докладов / Коллектив авторов. – Но-
восибирск: Изд-во НГТУ, 2020. – 64 с.
ISBN 978-5-7782-4131-2

ББК 72.4ж(0)я431

ISBN 978-5-7782-4131-2

© Коллектив авторов, 2020
© Научно-техническое
общество «АНТОК», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Т.А. Кан АНАЛИЗ НАСИЛЬСТВЕННОЙ СМЕРТИ ПО КОЖЕВНИКОВСКОМУ РАЙОНУ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2016–2017 ГОДЫ ПО ДАННЫМ ШЕГАРСКОГО МЕЖРАЙОННОГО ОТДЕЛЕНИЯ ОГУЗ БСМЭТО	7
А.А. Ким, Ю.А. Абузин ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ АНТИФРИКЦИОННОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ СВИНЦОВОГО БАББИТА, АРМИРОВАННОГО КВАЗИКРИСТАЛЛИЧЕСКИМИ ЧАСТИЦАМИ СИСТЕМЫ Al-Cu-Fe	9
В.В. Ким, В.Б. Сальников АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА СОЛНЕЧНОГО ОБЛУЧЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗДАНИЙ	12
Е.Д. Ким, Е.А. Головкин СИНТЕЗ МЕТОДОМ АЛЮМОТЕРМИИ МЕТАЛЛОКОМПОЗИЦИОННЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИДОВ НИКЕЛЯ, ЛЕГИРОВАННЫХ Zr.....	17
К.Б. Ким, О.А. Козадерова, С.И. Нифталиев ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗА С МОДИФИЦИРОВАННЫМИ БИПОЛЯРНЫМИ МЕМБРАНАМИ ДЛЯ КОНВЕРСИИ СУЛЬФАТА НАТРИЯ	20
Н.О. Ким, Е.А. Ивановская, Н.Е. Ким ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИМЕСИ РТУТИ В ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТАХ	22
Е.В. Коновалов ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ АППРОКСИМАЦИИ ОБЛАСТЕЙ	25
Н.В. Леонов, Пак Д.Е., Чо Г.Ч. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ ОТ ГЕНЕРАТОРОВ ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ	29
Н.С. Ни ПРИМЕНЕНИЕ АСИМПТОТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ К ИССЛЕДОВАНИЮ ЗАДАЧИ О ВНЕШНЕЙ синхронизации ОСЦИЛЛЯТОРА Ван дер Поля	33
П.П. Пай ЛИТОЛОГИЯ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТРИАСОВО-ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНО-БАРЕНЦЕВСКОГО БАСЕЙНА (СКВАЖИНЫ МУРМАНСКАЯ, АРКТИЧЕСКАЯ)	35
А.Я. Пак, А.И. Кокорина О РАБОТЕ ЭЛЕКТРОДУГОВОГО РЕАКТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА СОВМЕЩЕННОГО ТИПА В ПРОЦЕССЕ СИНТЕЗА КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ СИСТЕМЫ «ВОЛЬФРАМ – УГЛЕРОД»	37

А. Я. Пак, П. Н. Кононенко О ВЛИЯНИИ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ ДУГОВОГО РАЗРЯДА ПОСТОЯННОГО ТОКА НА ФАЗОВЫЙ ПРОДУКТ СИНТЕЗА В СИСТЕМЕ «МОЛИБДЕН – УГЛЕ- РОД»	39
Хосен Ри, Е. А. Головки СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ, ЛИКВАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И СВОЙСТВА СИЛУМИНА АК7ч (АЛ9), МОДИФИЦИРОВАННОГО ЛИГАТУРОЙ ИЗ Al-Y-Ce-La	41
Э. Х. Ри, П. А. Лапоногова СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ, ЛИКВАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И СВОЙСТВА СТРУКТУРНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ЛИТЕЙНОГО СПЛАВА АМ4,5Кд(ВАЛ110), МОДИФИЦИРОВАННОГО СТРОНЦИЕМ	45
А. А. Тянь, А. С. Васильев ДИНАМИКА НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ СИНДРОМОВ В ПРОЦЕССЕ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С ПОЯСНИЧНЫМ СТЕНОЗОМ В СОЧЕТАНИИ СО СПОНДИЛОЛИ- СТЕЗОМ НА ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВОМ УРОВНЕ	49
Е. В. Угай ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНО-ПРИОБСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ХМАО)	51
Цой Зоя Владимировна ПРИМЕНЕНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ РЫБНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В КОРМЛЕНИИ КУР-НЕСУШЕК	53
Цой Зоя Владимировна, Васильева Наталья Васильевна, Ковтун Олеся Алексеевна ВЛИЯНИЕ СУХИХ КОРМОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ БИВЕРОВ	56
К. К. Цой, В. П. Лушников, Л. А. Калашникова, Р. Ю. Сенина ВЗАИМОСВЯЗЬ ГЕНА КАР 1.3 С ШЕРСТНОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ ОВЕЦ КАВКАЗСКОЙ ПОРОДЫ	59
О. Е. Шульгин, Г. А. Редько, Е. Е. Тен ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ СОВРЕМЕННОГО СПЕЦИАЛИСТА ЧЕРЕЗ ИНДИВИДУАЛЬНУЮ ПРОЕКТНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	61

АНАЛИЗ НАСИЛЬСТВЕННОЙ СМЕРТИ ПО КОЖЕВНИКОВСКОМУ РАЙОНУ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2016–2017 ГОДЫ ПО ДАННЫМ ШЕГАРСКОГО МЕЖРАЙОННОГО ОТДЕЛЕНИЯ ОГУЗ БСМЭТО

Т.А. Кан

*Сибирский государственный медицинский университет «СибГМУ»
e-mail: tanya_k2303@mail.ru*

Актуальность. Ежегодное определение количества умерших людей, а также выявление причин их смерти становится одним из актуальнейших методов оценки работы здравоохранения в мире [1]. Анализ структуры смертности может помочь медицинским организациям установить направления мер профилактики тех или иных заболеваний [1]. Россия занимает первое место в мире по уровню насильственной смерти, ее цифры больше среднемировых значений в три раза, поэтому убийства и насильственная смерть на данный момент являются одними из наиболее важных проблем в РФ [2].

Цель исследования. Проанализировать случаи насильственной смерти и убийств за 2016–2017 годы в Кожевниковском районе.

Материалы и методы. Для исследования были использованы ежегодные статистические отчеты по данным Шегарского межрайонного отделения ОГУЗ БСМЭТО

Результаты. В 2016 г. в Кожевниковском районе в судебно-медицинской службе Томской области насчитывался 61 случай смертей от внешних воздействий и 100 летальных исходов от соматических заболеваний, в 2017 г. было 70 случаев смертей от внешних воздействий и 114 летальных исходов от соматических заболеваний. Таким образом доля насильственной смерти в 2016 г. составила 37%, а в 2017 г. 38%. По половому признаку устанавливается явное количественное преобладание лиц мужского пола – 77%, женщин – 23% как в 2016 г., так и в 2017 г. – 75% и 25%, соответственно. Был выполнен количественный анализ убийств за 2016–2017 гг. Исходя из полученных данных число убийств выросло в два раза в 2017 г. В 2016 г. было совершено 9 убийств, в 2017 их стало 18. При исследовании структурного состава убийств получены следующие результаты (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Количество убийств различными способами

	Тупыми предметами	Острыми предметами	Огнестрельным оружием
2016 год	6	2	0
2017 год	8	6	4

Из этого следует, что в 2017 г. в значительной степени увеличилось число убийств общераспространенными способами. Также, при проведении судебно-химического анализа крови, у большинства лиц был обнаружен алкоголь в крови, то есть, на момент их убийства они находились в состоянии алкогольного опьянения. Так, из 9 убитых в 2016 г. у 6 был обнаружен в крови алкоголь, из 18 убитых в 2017 г. – у 13, что процентном соотношении составило 66% и 72% соответственно.

Выводы. Таким образом, в 2017 г. по сравнению с 2016 г. несущественно выросло число случаев насильственной смерти; среди погибших преобладают лица мужского пола. Число убийств в 2017 г. выросло в два раза по сравнению 2016 г.; большинство убитых в момент смерти находились в состоянии алкогольного опьянения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бородин С.В.* Преступления против жизни. – СПб., 2003. – С. 196–197.
2. *Васецов А.* Неоднократность и совокупность преступлений при квалификации убийств // Законность. – 2000. – № 6. – С. 14.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ АНТИФРИКЦИОННОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ СВИНЦОВОГО БАББИТА, АРМИРОВАННОГО КВАЗИКРИСТАЛЛИЧЕСКИМИ ЧАСТИЦАМИ СИСТЕМЫ Al-Cu-Fe

А.А. Ким, Ю.А. Абузин

*Национальный исследовательский технологический университет
«МИСUC»
draftee@inbox.ru*

Антифрикционные свойства баббитов соответствуют требованиям для работы в высоконагруженных узлах трения, но постоянное увеличение нагрузок вынуждает отказываться от использования баббитов из-за их низких механических свойств. Повышение механических свойств баббита можно достичь путем армирования баббита частицами квазикристалла, то есть созданием на его основе композиционного материала

Цель работы – отработка технологии получения композиционного материала на основе свинца, получение экспериментальных образцов и исследование их структуры и механических свойств.

Методика проведения работы. Методом принудительной пропитки квазикристалла (металлические сплавы с дальним порядком, дифракционные пики которых расположены с некристаллографической симметрией) Б16 была получена заготовка диаметром 20 мм и высотой 30 мм. Из заготовок вытачивались образы на сжатие (ГОСТ 25.503-97) и измерение твердости методом Бринелля (ГОСТ 9012-59). На испытательной машине ИР-5 проводились испытания на сжатие и на твердомере ТШ-2 исследовали твердость методом Бринелля.

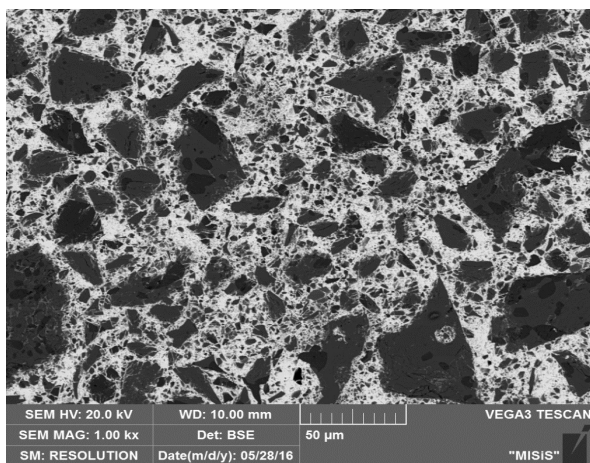
Результаты исследования и их обсуждение. Результаты механических испытаний полученных образцов представлены в таблице. Согласно приведенным данным, при армировании Б16 частицами КК в количестве 15г КК и 150г Б16, объемная доля Б16 в 3 раза больше объемной доли КК, увеличиваются прочностные показатели, прежде всего предела текучести $\sigma_{0,2}$ на 49 %, что свидетельствует об увеличении

прочности на смятие и подтверждает достижение одной из целей исследования.

**Показатели механических свойств образцов из баббита Б16 (числитель)
и композиционного сплава Б16+КК (знаменатель)**

Образец	$E_{\text{упр}}$, ГПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	ϵ , %	НВ
Б16/ (Б16+ КК)	4 / 4	84 /125	122 /143	8,5 / 1,1	56/72

На рисунке приведена структура полученного композиционного материала, в котором баббит играет роль матрицы, а частицы квазикристалла, равномерно распределенные в ней, образуют упрочняющий каркас. При этом квазикристалл не взаимодействует с баббитовой матрицей поскольку имеет четкую границу раздела.



Микроструктура композиционного материала на основе свинцового баббита, армированного частицами квазикристалла Al-Cu-Fe

Выводы: в работе показана возможность получения антифрикционного композиционного материала на основе свинцовой матрицы, армированной частицами квазикристалла системы Al-Cu-Fe и изучены его механические свойства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абузин Ю.А., Грибков А.Н., Романович И.В.* Физико-химические особенности изготовления композиционных материалов системы алюминий – нитевидные кристаллы карбида кремния пропиткой под давлением. Тезисы докладов Московской международной конференции по композитам. Москва.: Ротапринт ЦНИИ цветмет экономики и информатики 1990, часть II, с. 125.
2. *Elina Huttunen-Saarivirta.* Microstructure, fabrication and properties of quasicrystalline Al–Cu–Fe alloys: a review // *Journal of Alloys and Compounds.*– 363(2004).

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА СОЛНЕЧНОГО ОБЛУЧЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗДАНИЙ

В.В. Ким

*Институт проектирования, архитектуры и дизайна (ИнПАД)
e-mail: kv@inpad.ru*

В.Б. Сальников

*Институт строительства и архитектуры Уральского
Федерального Университета (ИСА УрФУ)
e-mail: vbs@inpad.ru*

Солнечное облучение (инсоляция) является важным критерием при проектировании зданий и уже на первоначальных этапах, фактически, напрямую влияет на форму здания, его расположение и расстояние от окружающих строений, поскольку имеет существенное значение для его эксплуатационных качеств. Учет инсоляции оказывает влияние на санитарно-эпидемиологическую характеристику жилых помещений, от чего зависит благополучие проживающего в нем населения, а также на термодинамические качества всего строения, снижая перегрев в летнее время.

Существуют различные нормативные документы, регламентирующие время инсоляции, основным из которых (и обязательным к применению при проектировании на территории РФ) является СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий». Результатом расчета инсоляции являются величины, характеризующие инсоляцию (время инсоляции в часах и минутах, количество интервалов инсоляции, процент инсолируемой территории) (см. рис. 1.1).

Расчет продолжительности инсоляции очень трудоемкая процедура, в том числе ввиду необходимости проведения расчетов сразу для нескольких вариантов расположения здания. Однако, уже на первоначальных этапах проектирования существует потребность в данном расчете.

Сотрудники компании «ИнПАД» при научных консультациях специалистов ИСА УрФУ разработали программное решения для автома-

тического выполнения расчетов инсоляции с помощью электронно-вычислительных машин на основе информационной модели здания (BIM). Информационная модель разрабатывается в программной среде Autodesk Revit, а расчетный комплекс выполнен в виде надстройки к нему.

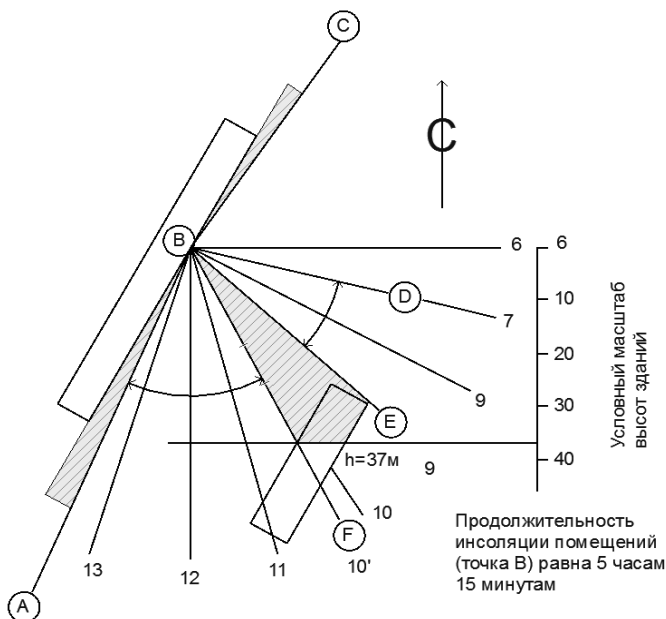


Рис. 1.1. Пример схемы расчета инсоляции. В – расчетная точка окна одного из помещений.

Для выполнения расчет требуется подготовка модели: геометрия здания и окружающих сооружений, приведенная в информационной модели, упрощается до простых поверхностей (плоских, цилиндрических), более сложная геометрия представляется в виде триангуляционной сетки. Далее, для каждого помещения здания находится (в автоматическом режиме) расчетная точка по нормам СанПиН, для которой в последующем создается инсоляционная сетка – множество векторов, отложенных от расчетной точки до точки положения Солнца в каждый момент времени расчетного дня (обычно 22 апреля).

Для определения векторов направлений от точки на поверхности Земли до центральной точки Солнца необходимо знать дату расчетного дня и координаты расчетной точки (широта и долгота). После чего вычисляется расчетный период: для заданной точки вычисляется время восхода и захода светила, к которым прибавляется и вычитается один час соответственно, поскольку по нормам СанПиН считается, что первый и последний час солнечные лучи имеют наименьший эффект в виду того, что они проходят большую толщу атмосферы, фильтрующую ультрафиолетовый спектр солнечного излучения. Далее, значения векторов для получившегося промежутка времени вычисляется интерполяционно с шагом в минуту по следующим формулам:

$$\sin(h) = \sin(lat) \cdot \sin(\delta) + \cos(lat) \cdot \cos(\delta) \cdot \cos(t)$$

$$\sin(\alpha) = \frac{\cos(\delta) \cdot \sin(t)}{\cos(h)} = \frac{\cos(\delta) \cdot \sin(t)}{\sqrt{1 - \sin^2(h)}}$$

где h – высота стояния Солнца, α – азимут Солнца, lat – широта (latitude) расчетной точки, δ – склонение Солнца, t – время суток в градусах. Рассчитанные углы h и α образуют вектор направления переходом из сферической системы координат в трехмерную декартову, использующуюся в Autodesk Revit. При переходе необходимо учитывать, что азимут небесного тела рассчитывается от южного полюса (оси X) к проекции на секущую (горизонтальную) плоскость в расчетной точке (рис. 1.2), в то время как декартова система координат в Revit ориентирована так, что ось Y указывает на север, а ось X на восток. С учетом этого поворота получаем переход:

$$\begin{cases} x = \sin(h) \cdot \cos(90^\circ + \alpha) \\ y = \sin(h) \cdot \sin(90^\circ + \alpha) \\ z = \cos(h) \end{cases}$$

Радиус в данном случае принят за единицу, так как искомый вектор – единичный вектор направления.

В ходе построения математической модели для простоты и производительности расчетов были проигнорированы некоторые факторы,

которые влияют на порядок абсолютной погрешности итогового результата вычислений. Наиболее существенные из них — это рефракция солнечных лучей и влияние Луны как на склонение Солнца, так и на возможные солнечные затмения. Оба фактора будут учтены в последующих версиях программного обеспечения.

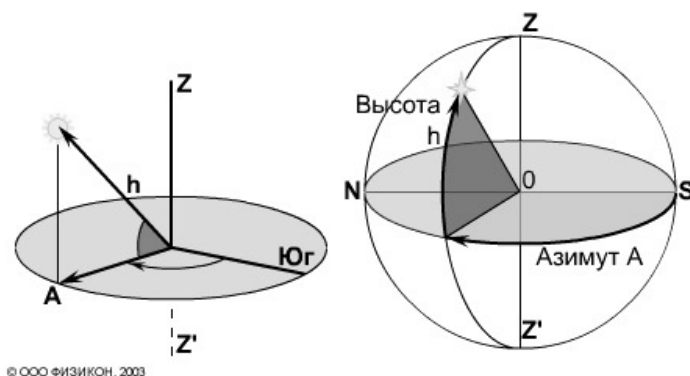


Рис. 1.2.

В заключительной части расчета инсоляции программа находит пересечения между лучами, построенными по найденным векторам и множеством поверхностей информационной модели. Лучи, для которых не были найдены пересечения, образуют интервалы инсоляции помещений, что в конечном итоге является искомым результатом расчета.

Итогом работы программного модуля является файл отчета о проведенных расчетах и визуализация инсоляционных интервалов в среде программы Autodesk Revit (рис. 1.3).

Другим параметром, связанным с геометрией здания и солнечным светом, определяющим возможность эксплуатации помещений, в которых предусмотрено постоянное пребывание людей, является коэффициент естественной освещенности (КЕО). Достаточность естественного освещения в помещениях регламентируется нормами (и обязательным к применению при проектировании на территории РФ), которыми установлены значения коэффициентов естественной освещенности в зависимости от условий зрительной рабо-

ты СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий». Программный модуль, автоматизировать расчет КЕО в настоящий момент находится в разработке и рассмотрения принципов его работы не является предметом данной публикации.

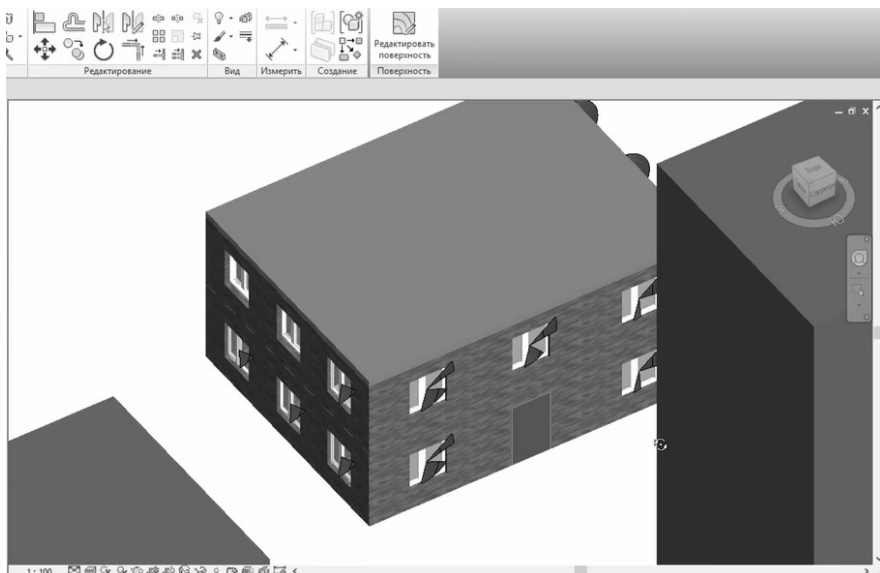


Рис. 1.3. Результаты расчета в виде инсоляционных интервалов. Разрывы интервалов характеризуют затенение окон соседними строениями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голованов Н. Н. Геометрическое моделирование. – М.: Издательство Физико-математической литературы, 2002. – 472 с.
2. Куликов К.А. Курс сферической астрономии. – М.: Наук», 1969. – 216 с.
3. Монтенбрук О., Пфлегер Т. Астрономия на персональном компьютере. – СПб.: Питер, 2002. – 320 с.

СИНТЕЗ МЕТОДОМ АЛЮМОТЕРМИИ МЕТАЛЛОКОМПОЗИЦИОННЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИДОВ НИКЕЛЯ, ЛЕГИРОВАННЫХ Zr

Е.Д. Ким, Е.А. Головки

*Тихоокеанский государственный университет
jenya_1992g@mail.ru*

Алюминиды никеля обладают высокой жаропрочностью, жаростойкостью и находят широкое применение в различных отраслях современной техники. Кроме использования интерметаллидного металломатричного сплава в качестве конструкционного материала, возможно, его применение как легирующих и модифицирующих добавок в цветные сплавы [1, 2]. В настоящее время значительный интерес представляет получение новых лигатурных сплавов, содержащих переходный металл Zr, что позволяет увеличить прочностные свойства алюминиевых сплавов до 3 раз [3].

Таким образом, задача настоящей работы – получение методом СВС металлургии легированного цирконием интерметаллидного сплава с использованием оксида циркония.

В качестве исходных компонентов реакционных смесей использовали оксиды металлов (чистота в мас. %) никеля NiO – 98,9, порошок алюминия – 99,5, средний размер частиц 50 мкм, кальций фтористый марки «Ч», оксид циркония ZrO_2 – 99,4. Элементный анализ полученных сплавов выполняли на спектрометре Спектроскан МАКС-GV. Микроструктура исследовалась с использованием оптического микроскопа MICRO 200. Металлотермическую плавку проводили в жаропрочных металлических тиглях, футерованных огнеупорным материалом. Эксперимент проводился на открытом воздухе. Шихта поджигалась в насыпном состоянии, после вибрационного уплотнения. Макроструктура полученных слитков исследовалась с использованием бинокулярного микроскопа МБС 10.

После завершения металлотермической плавки полученный продукт – слиток хорошо отделялся от шлака. Вид излома такого слитка приведен на рис. 1. Все слитки сформировались без пор, но в них имеются неметаллические включения, по-видимому, эндогенного происхождения, которые в большинстве случаев локально расположены в верхней части.



Рис. 1. Строение излома слитка сплавов NiAl с добавками Zr

Исследование микроструктуры проводили с использованием оптического микроскопа при одном увеличении (X100). Полученные результаты приведены на рис. 2.

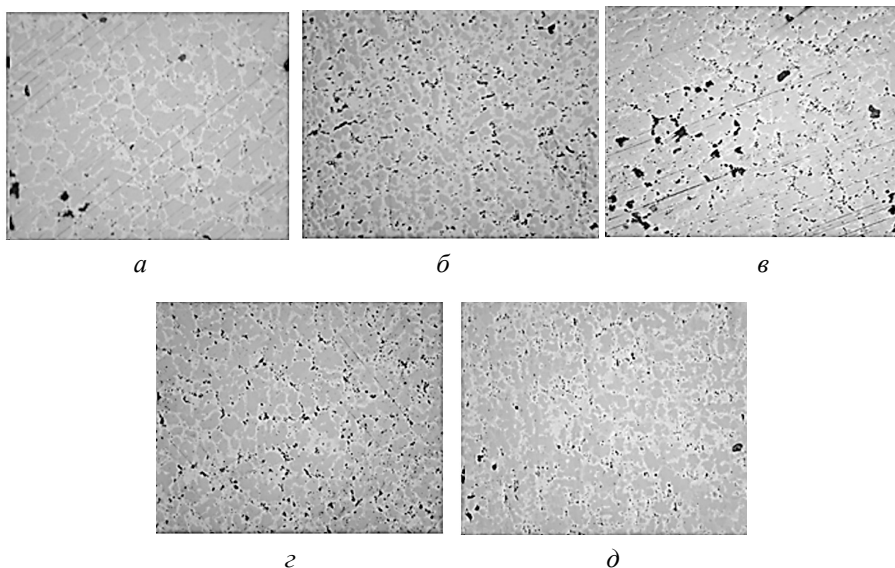


Рис. 2. Микроструктура NiAl сплавов с добавками Zr (мас. %):

а – без добавок; *б* – 0,5; *в* – 1; *г* – 2; *д* – 3,5

Из рис. 2, *а* и *б* следует, что при добавке 0,5 мас. % Zr наблюдается резкое измельчение зерен сплава и более равномерное их распределение по поверхности шлифа. Дальнейшее увеличение содержания в сплаве Zr (1 мас. %) приводит к росту зерен и к одновременному снижению количества эвтектики (рис. 1, *в*). Микроструктура сплава с содержанием 2 мас. % Zr (рис. 1, *г*) по размеру зерен соответствует сплаву без добавок. Увеличение добавки Zr до 3,5 мас. % снова способствует измельчению (рис. 1, *д*), однако при этом наблюдается крайне неоднородное распределение структурных составляющих сплава.

На основании выполненных исследований можно сделать следующие выводы:

1. В результате металлотермического восстановления оксидов никеля и циркония, получены композиционные сплавы на основе алюминидов никеля, легированных Zr.

2. При увеличении массовой доли в шихте оксида циркония в структуре слитков возрастает число различных фаз алюминидов никеля, легированных Zr.

3. Увеличение концентрации циркония в металле слитка немонотонно влияет на измельчение интерметаллидных фаз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ri, E.H., Ri, H., Khimukhin, S.N., Ermakov, M.A., Khimukhin, T.S.* Production of aluminum alloys modifcator from ligature (2018) ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 13 (4), pp. 1265-1271.

2. Synthesis of Complex-Alloyed Nickel Aluminides from Oxide Compounds by Aluminothermic Method/Victor Gostishchev, Ernst Ri, Hosen Ri, Evgeniy Kim, Michail Ermakov, Sergey Khimukhin, Vladislav Deev, Evgeny Prusov//Metals. 2018. № 8. p. 439-449.

3. *Hosseini, S.A., Abbasi, S.M. & Madar, K.Z.* J. of Materi Eng and Perform (2018) 27: 2815. <https://doi.org/10.1007/s11665-018-3372-0>.

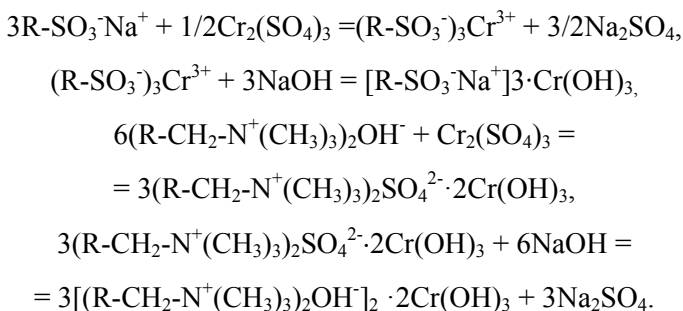
ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗА С МОДИФИЦИРОВАННЫМИ БИПОЛЯРНЫМИ МЕМБРАНАМИ ДЛЯ КОНВЕРСИИ СУЛЬФАТА НАТРИЯ

К.Б. Ким, О.А. Козадерова, С.И. Нифталиев

*Воронежский государственный университет инженерных технологий,
e-mail: kmkseniya@yandex.ru*

Биполярная мембрана МБ-2 выпускается Российским предприятием ОХК "Щекиноазот" [1]. Она содержит сульфокатионообменный слой и анионообменный слой с четвертичными аммониевыми группами. Недостатком этой мембраны является высокое рабочее напряжение, что существенно ограничивает ее применение [2]. В работах [3, 4] было показано, что введение гидроксидов d-металлов в биполярную мембрану позволяет улучшить ее рабочие характеристики, что связано с катализом гидроксидами металлов процесса разложения воды в биполярной области мембраны. Для модифицирования биполярную мембрану МБ-2 (Na⁺/OH⁻-форма), сначала погружали в раствор сульфата хрома (III), отмывали водой, затем обрабатывали раствором гидроксида натрия.

Реакции, лежащие в основе модифицирования, могут быть представлены в следующем виде:



Оценку электрохимических характеристик модифицированной биполярной мембраны (МБ-2-М) проводили, рассматривая ее поведение в сравнении с немодифицированным образцом МБ-2. Эксперимент осуществляли в электродиализном аппарате с трехкамерной элемен-

тарной ячейкой в режиме однократного пропускания раствора и в режиме рецикла. Результаты экспериментальных исследований представлены в таблице.

Показатели процесса	Мембраны			
Процесс без рецикла при 60 мА/см ²	МБ-2		МБ-2-М	
	NaOH	H ₂ SO ₄	NaOH	H ₂ SO ₄
С, моль/дм ³	0,25	0,08	0,41	0,14
Выход по току, %	44,32	15,11	71,66	25,89
Производительность, моль/(м ² ·ч)	14,5	3,6	17,1	6,2
Энергозатраты, кВт·ч/кг	52,1	62,2	24,2	27,3
Процесс с рециклом при 40 В	МБ-2-М			
	NaOH		H ₂ SO ₄	
С _{max} , моль/дм ³	1,10		0,48	
Выход по току, %	78,2		44,3	
Производительность, моль/(м ² ·ч)	25,2		11,1	
Энергозатраты, кВт·ч/кг	15,4		17,3	

Модифицирование МБ-2 гидроксидом хрома (III) позволяет уменьшить энергозатраты на получение единицы целевого продукта, увеличить выход по току и производительность по кислоте и основанию в ходе конверсии сульфата натрия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ООО "Инновационное Предприятие Щекиноазот". – URL: <http://nazot.ru/product/geterogennyeionobmennymembrany/?lang=RU>
2. Шельдешов Н.В., Заболоцкий В.И. Биполярные ионообменные мембраны. Получение. Свойства. Применение. В кн. под. ред. Ярославцева А.Б. Мембраны и мембранные технологии. – М.: Научный мир, 2013. – 612 с.
3. Шельдешов Н.В., Заболоцкий В.И., Ганыч В.В. Влияние нерастворимых гидроксидов металлов на скорость реакции диссоциации воды на катионообменной мембране // Электрохимия. 1994. Т. 30, № 12. С. 1458–1461.
4. Мельников С.С., Шаповалова О.В., Шельдешов Н.В., Заболоцкий В.И. Влияние гидроксидов d-металлов на диссоциацию воды в биполярных мембранах // Мембраны и мембранные технологии. 2011. Т. 1, № 2. С. 149–156.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИМЕСИ РТУТИ В ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТАХ

Н.О. Ким, Е.А. Ивановская, Н.Е. Ким

*ФГБОУ ВО Новосибирский государственный медицинский университет
Минздрава России
e-mail: Kim_Nadia@mail.ru*

Актуальность. Тяжелые металлы (ТМ) – химические элементы (в количестве больше 40) с массой атома более 50 атомных единиц. К ним относятся свинец, цинк, кадмий, марганец, молибден, никель, олово, титан, медь, ртуть и пр. [1]. Большие массы соединений ТМ попадают в океан через атмосферу. Для морских биоценозов наиболее опасны свинец, кадмий и ртуть, так как эти элементы сохраняют токсичность бесконечно долго. Ртутьсодержащие соединения (особенно метилртуть) – сильнейшие яды, действующие на нервную систему и представляющие угрозу для всего живого [2]. Поэтому следить за уровнем примесей ртути в лекарственных препаратах (ЛП) на этапе контроля качества – актуальная задача для фармацевтического производства.

Цель: определить содержание примеси ртути в различных ЛП и выяснить возможность применения метода инверсионной вольтамперометрии для контроля качества ЛП.

Материалы и методы. Объектами исследования стали: 1. Диклофенак натрия 25 мг/мл – 3 мл (р-р для в/м введения), 2. Алфлутоп 1 мл (р-р для инъекций), 3. Ибупрофен 100мг/5мл (суспензия для приема внутрь), 4. Артрозан (действующее вещество – мелоксикам) 15 мг – 2,5 мл (р-р для в/м введения 6 мг/мл), 5. Но-шпа (дротаверина гидрохлорид) 20 мг/мл – 2 мл (р-р для в/м и в/в введения), 6. Анальгин (метамизол натрия) 500 мг/мл – 2 мл (р-р для в/в и в/м введения).

Работу выполняли на полуавтоматическом анализаторе ТА-4 (ООО НПП «Томьаналит», Томск) с программным обеспечением в комплекте.

Результаты: Для своей работы мы подобрали лекарственные препараты (ЛП), которые применяют в клинической медицине и некоторые

из них имеют раздел «тяжелые металлы» в своих фармакопейных статьях. Согласно фармакопейным статьям диклофенак натрия [3], ибупрофен [4], мелоксикам [5], должны содержать ТМ не более 0,001% мас. Дротаверина гидрохлорид [6] и метамизол натрия [7] согласно ФС содержат ТМ не более 0,002% мас. Алфлутоп – оригинальный инъекционный препарат, представляющий собой очищенный, стандартизованный и стабилизированный экстракт из четырех морских рыб [8]. Этот препарат решили проверить, поскольку ртуть накапливается в морских биоценозах.

Результаты определения примеси ртути представлены в таблице.

№	ЛП	Содержание ртути, мг/л (ppm)
1	Диклофенак	4,03
2	Ибупрофен	0,0024
3	Артрозан (действ.в-во - Мелоксикам)	0,0879
4	Но-шпа (дротаверина гидрохлорид)	–
5	Анальгин	–
6	Алфлутоп	0,0037

Примечание. 0,001% мас = 10 ppm. 1 мг/л = 1 ppm.

Расчет концентрации производится в автоматическом режиме. Из таблицы видно, что в препаратах Но-шпа и Анальгин примеси ртути обнаружено не было (на вольтамперограмме это проявляется в отсутствии пика). В остальных ЛП прибор посчитал концентрацию ртути. Все полученные данные входят в допустимое значение по разделу «тяжелые металлы» согласно фармакопейным статьям.

Заключение. Метод инверсионной вольтамперометрии может быть применен для контроля качества лекарственных препаратов, содержащих примеси ртути в своем составе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Протасов В.Ф., Матвеев А.С.* Экология: Термины и понятия. Стандарты, сертификация. Нормативы и показатели: Учеб и справочное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 208с.
2. *Иванова Н.И.* Инженерная экология и экологический менеджмент: учебник для ВУЗов / Н.И. Иванова, И.М. Фаина. – М.: Изд-во «Логос», 2004 – 518с.
3. ГФ XII ч.1, ФС 42-0260-07 Диклофенак натрия.
4. ГФ XII ч.1, ФС 42-2823-92 Ибупрофен.
5. ГФ XIII ФС 2.1.10025.15 Мелоксикам.
6. ГФ XII ч.1, ФС 42-0235-07 Дротаверина гидрохлорид.
7. ГФ XIII ФС 2.1.0003.15 Метамизол натрия.
8. *Хасенова Г.П.* Алфлутоп в практике врача (обзор литературы) / Г.П. Хасенова // Международный неврологический журнал. – 2017. – №.6. – С. 84–91.

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ АППРОКСИМАЦИИ ОБЛАСТЕЙ

Е.В. Коновалов

Национальный Исследовательский Университет

“Высшая школа экономики”

e-mail: evkonov@edu.hse.ru

Описывается исследование по увеличению производительности алгоритма для поиска множества решений системы нелинейных неравенств.

$$\begin{cases} g_i(x) \leq 0, i \in \overline{1,n} \\ a_j \leq x_j \leq b_j, j \in \overline{1,m} \end{cases}$$

Такие системы часто возникают в различных прикладных задачах и широко изучены [1, 2, 3]. Большинство методов, описанных в литературе, пытаются найти несколько точек, которые удовлетворяют системе, но часто бывает необходимо найти полное множество решений или найти максимально приближенную δ -аппроксимацию. Примером такого применения является построение рабочей области для механических манипуляторов (роботов) [4]. Для обычных роботов построение такой области не вызывает проблем, однако в случае параллельных роботов, которые имеют множество независимых деталей, усложняется анализ рабочего пространства.

Работа предлагает способы распараллеливания алгоритма решения на два порядка превышающие скорость существующих однопоточных алгоритмов, таких как в [1, 2, 3]. Такого результата удалось добиться с использованием библиотек OpenMP и CUDA, реализующих параллельные вычисления на CPU и GPU соответственно.

Теоретический алгоритм, описанный в статье [1], заключается в динамическом разбиении изначального параллелепипеда в пространстве, в котором мы строим аппроксимацию, на более мелкие, до тех пор пока мы однозначно, для каждого малого параллелепипеда, не

сможем сказать входит ли он полностью во множество решений системы или нет. В ходе такого разбиения, на границе множества решений, всегда будут появляться блоки, для которых определить это будет невозможно. Для этого мы вводим параметр точности – δ , который задает максимальный размер блока, для которого мы можем не дать точного ответа - входит он в аппроксимацию или нет.

Сложностью является то, что не совсем ясно какой метод лучше всего подходит для анализа параллелепипеда. Под анализом параллелепипеда понимается то, как мы понимаем входит он в решение или нет. Существует множество методов для этого – интервальный анализ, техники непрерывной оптимизации и сеточная аппроксимация. Метод сеточной аппроксимации заключается в том, что мы делим параллелепипед на сетку равных размеров и для каждой клетки считаем значение всех функций из неравенств из поставленной задачи. Дальше, основываясь на этих значениях, мы можем найти примерное минимальное и максимальное значение каждой функции на блоке. Таким образом, можно однозначно сказать - входит в решение параллелепипед или нет. Этот алгоритм отличается высокой точностью, по сравнению с другими вариантами, но требует больших вычислительных мощностей.

Необходимость в увеличении производительности побудило меня к использованию различных технологий для высокопроизводительных вычислений. Лучше всего показал себя алгоритм написанный на CUDA – технологии для графических ускорителей, которая использует вычислительные мощности видеокарты для неграфических вычислений. Технологические особенности видеокарт идеально подошли для реализации алгоритма по анализу блока, так как видеокарта содержит множество малых ядер, которые объединены в графические блоки, то мы можем просто отдать каждую клетку из разбиения отдельному ядру и, таким образом, одновременно посчитать значения во всех клетках сетки.

Проблемой CUDA является то, что графический процессор способен работать только со своей памятью, поэтому перенос данных из оперативной памяти в память графического процессора является занимает существенную часть времени работы программы, если сами вычисления являются тривиальными. В таком случае подходит версия с

использованием технологии OpenMP через обертку Numba, которая организывает высокопроизводительные вычисления на центральном процессоре компьютера. Она не способна быстро решать многомерные сложные задачи, но быстрее чем CUDA в простых случаях.

Ниже приведены результаты тестирования разработанных алгоритма на двумерной и трехмерной системе нелинейных неравенств соответственно.

Результат работы для двумерной задачи:

Точность	NumPy	Numba CPU	CUDA
1,00	6.969	0.193	1.729
0.6	18.399	0.510	1.985
0.4	41.252	1.165	2.627
0.2	88.239	2.485	3.583
0.1	188.803	5.264	7.113
0.05	365.610	10.993	13.543
0.01	1755.764	44.089	50.635

Результат работы для трехмерной задачи

Точность	NumPy	Numba CPU	CUDA
2,50	3.105	0.246	1.716
1,00	15.825	5.349	3.110
0.6	70.481	14.555	3.965
0.4	308.714	23.297	13.664
0.2	1257.918	94.828	43.257

Как видно из таблиц, реализация в один поток с использованием библиотеки NumPy на два порядка отстает в скорости работы по сравнению с предложенными мною реализациями на OpenMP и CUDA. В итоге мы получили, что для двумерных вычислений с низкими тре-

бованиями по точности необходимо использовать реализацию на Numba, во всех остальных случаях – реализацию на CUDA.

Таким образом, основываясь на различных теоретических материалах на тему построения аппроксимации областей, была создана программа, которая значительно отличается по производительности с однопоточными реализациями, а также является гибким инструментом, который способен справиться с любой системой нелинейных неравенств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Yuri Evtushenko Mikhail Posypkin, Larisa Rybak Andrei Turkin. Approximating a solution set of nonlinear inequalities / Larisa Rybak Andrei Turkin Yuri Evtushenko, Mikhail Posypkin. 2017.*
2. *Jaulin L., Walter E. Set inversion via interval analysis for nonlinear bounded error estimation / Walter E. Jaulin, L. – Automatica, 1993.*
3. *Jaulin L., Kieffer M. Didrit O. Walter E. Applied Interval Analysis / Kieffer M. Didrit O. Walter E. Jaulin, L. – Springer, London, 1993.*
4. *Д.И. Малышев М.А. Посыпкин, Л.А. Рыбак А.Л. Усов. Анализ рабочей области робота DexTAR – dexterous twin-arm robot / Л.А. Рыбак А.Л. Усов Д.И. Малышев, М.А. Посыпкин. – International Journal of Open Information Technologies ISSN: 2307-8162 vol. 6, no.7, 2018.*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ ОТ ГЕНЕРАТОРОВ ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Н.В. Леонов, Пак Д.Е., Чо Г.Ч.

*Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
e-mail: leonovnv@mpei.ru*

В настоящее время развитие ветроэнергетики, является мировым трендом, который не обошёл стороной и Россию. Например, только по планам АО «НоваВинд» до 2022 г предстоит ввести более 1 ГВт генерирующих мощностей ветроэлектростанций [1]. Однако нормативно-техническая база для расчетов токов короткого замыкания недостаточно проработана, что отрицательно сказывается на качестве проектных решений. Условием надежной эксплуатации ВЭУ является правильный выбор оборудования и уставок защит, для чего необходим расчет токов короткого замыкания (КЗ). В зависимости от конструктивных особенностей различают 4 типа ветрогенераторов (ВГ). От типа ВГ зависит подпитка токов КЗ станции. Цель работы состоит в разработке рекомендаций по учету ВГ при расчете КЗ.

Тип 1 представляет собой асинхронный генератор (АГ) с беличьей клеткой. При КЗ в схеме замещения представляется сверхпереходным сопротивлением АГ, в котором учитывается активным и индуктивным сопротивлением ротора и статора, а также сопротивлением намагничивания. Значение ЭДС, необходимое для расчета начального периодического значения тока КЗ (I_{no}), зависит от предшествующего режима работы. Наибольшее значение ЭДС достигается при работе АГ в режиме холостого хода, как видно из (1). Так как ток КЗ для этого типа ВГ не превышает значение пускового тока, для расчета можно использовать методику расчета токов КЗ от асинхронных двигателей [2]. Однако ВГ данного типа считаются устаревшими по причине малого диапазона изменения скольжения (менее 1%), что не позволяет регулировать скорость вращения турбины в широких пределах.

$$E''_{|0|} = \sqrt{(U_{|0|} - I_{|0|} \cdot X'' \cdot \sin(\varphi_{|0|}))^2 + (I_{|0|} \cdot X'' \cdot \cos(\varphi_{|0|}))^2} . \quad (1)$$

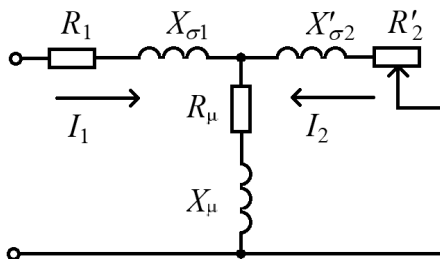


Рис. 1. Схема замещения ВГ типа 1

Тип 2 представляет собой асинхронный генератор с фазным ротором. Его конструкция позволяет установить в цепь ротора трехфазный резистор переменного сопротивления для регулирования скольжения (10%). Скольжение регулируется по формуле (2), где s -скольжение без учета добавочного резистора (R'_{2e}), s_R – скольжение с учетом R'_{2e} , R'_2 – сопротивление ротора. Повышенное сопротивление ротора уменьшает постоянную времени затухания периодической составляющей тока КЗ. Это приводит к уменьшению i_{y0} и I_{no} . Хотя данный тип обеспечивает больший диапазон регулирования скольжения чем тип 1, он также считается устаревшим.

$$\frac{(R'_2 + R'_{2e})}{s} = \frac{R'_{2e}}{s_r} \quad (2)$$

Тип 3 – асинхронный генератор двойного питания, где статор подключен к сети непосредственно, а ротор – через преобразователь частоты, что позволяет, в отличие от ВГ типа 2 использовать мощность, генерируемую в роторе, и регулировать потоки активной и реактивной мощности. В целях защиты преобразователя от воздействия токов короткого замыкания в цепь ротора подключается шунтирующее переменное сопротивление. Шунт срабатывает при превышении током значения уставки. Сопротивление шунта может значительно уменьшить постоянную времени затухания периодической составляющей тока КЗ, при том, что значение постоянной времени апериодической составляющей практически не изменится. Это приводит к тому, что периодиче-

ская составляющая тока КЗ затухает быстрее чем апериодическая и ток КЗ может не пересечь нулевого значения. Как видно из рис. 2, увеличение сопротивления шунта при неизменной уставке, приводит к тому что уменьшается ударный ток (i_{y0}) и I_{no} . Мгновенное значение тока КЗ не пересекло 0 до момента отключения КЗ (0,08 с). Увеличение сопротивления шунта с 0,03 до 0,07 о.е. (в 2,3 раза) привело к снижению i_{y0} и I_{no} примерно в 1,3 раза, как показано в таблице. Тип 3 активно применяется на ВЭС благодаря большому диапазону регулирования (около 30%).

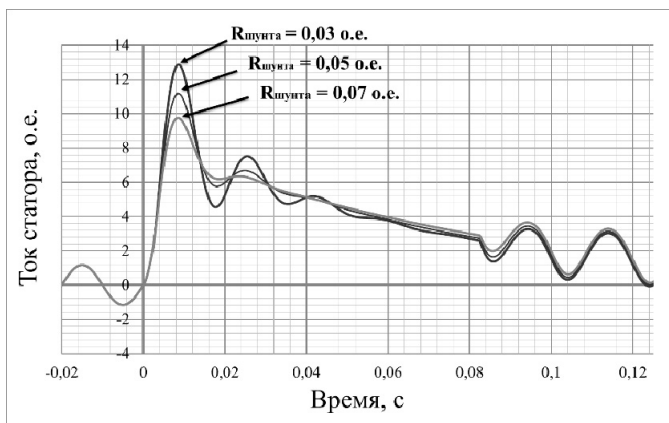


Рис. 2. Ток статора при различных сопротивлениях шунтирующего резистора

Токи КЗ ВГ типа 3 при различных сопротивлениях шунтирующего резистора

Сопротивление шунта, о.е.	Параметры для ВГ типа 3	
	$i_{y0}, \text{о.е.}$	$I_{no}, \text{о.е.}$
0.03	12.85	4.93
0.05	11.15	4.24
0.07	9.75	3.67

Тип 4 представляет собой синхронный генератор на постоянных магнитах, подключенный к повышающему трансформатору через полный преобразователь частоты. Преобразователь не только обеспечивает регулирование коэффициента мощности, напряжения, активной и реактивной мощности, но и ограничивает ток КЗ до 1,5-2 о.е. [3]. Полное преобразование частоты делает возможным учёт ВГ данного типа как источник постоянного тока [4].

Таким образом, для расчета токов КЗ от ВГ типа 1 следует использовать методику для расчетов токов КЗ от асинхронных двигателей. Для типа 2 в случае проверки оборудования, когда необходимо максимальное значение ТКЗ, можно использовать методику, аналогичную типу 1, то есть не учитывать добавочное сопротивление. При учете максимального добавочного сопротивления можно получить минимальные значения ТКЗ, которые необходимы для настройки защит. Для типа 3 необходимо учитывать шунтирующее сопротивление. Тип 4 необходимо учитывать как источник постоянного тока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гзенгер Ш., Денисов Р.* Перспективы ветроэнергетического рынка в России. – 2017.
2. ГОСТ 28249-93 «Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ».
3. *English B., Walling R.* Current Contributions from Type 3 and Type 4 Wind Turbine Generators During Faults // General Electric. – 2010.
4. IEC 60909-0:2016: Short-circuit current calculations in three-phase a.c. systems – Part 0: Calculation of currents

ПРИМЕНЕНИЕ АСИМПТОТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ К ИССЛЕДОВАНИЮ ЗАДАЧИ О ВНЕШНЕЙ СИНХРОНИЗАЦИИ ОСЦИЛЛЯТОРА ВАН ДЕР ПОЛЯ

Н.С. Ни

Узбекистан, г. Ташкент, компания «VADES GROUP»,
e-mail: natulik.95@mail.ru

Введение. Синхронизация внешней силой – процесс установления и поддержания режима колебаний двух и более связанных осцилляторов, при котором оказывается внешнее периодическое воздействие на нелинейную автоколебательную систему, причем частота этого воздействия, как правило, близка к частоте колебаний системы [1].

Постановка задачи. В работе явление синхронизации автоколебаний внешней силой рассматривается на примере системы двух генераторов Ван дер Поля:

$$\begin{aligned}\ddot{x} - 2\varepsilon(1 - x^2)\dot{x} + x &= \nu u, \\ \ddot{u} - 2\mu(1 - u^2)\dot{u} + \omega^2 u &= 0,\end{aligned}$$

где малые параметры $\varepsilon > 0$, $\mu > 0$ характеризуют форму колебаний обоих генераторов, а малый параметр ν характеризует силу воздействия второго генератора на первый. В работе мы полагаем, что малые параметры связаны следующими соотношениями:

$$\mu = M \cdot \varepsilon, \quad \nu = N \cdot \varepsilon^{1/2},$$

где M, N – некоторые числа, причём $M > 0$, а собственные частоты генераторов близки в следующем смысле: $\omega = 1 + W \cdot \varepsilon^{1/2}$.

Описание методов. Замена

$$x = r \cos \alpha, \quad \dot{x} = -r \sin \alpha, \quad u = \rho \cos \beta, \quad \dot{u} = -\rho \sin \beta.$$

сводит исходную систему к системе из четырёх дифференциальных уравнений первого порядка.

Для исследования синхронизации в новой системе строится 2π -периодическое решение, которое исследуется на устойчивость при помощи замены Боголюбова – Штокало [2].

Результаты. В итоге выводятся условия синхронизации, как синфазной, так и противофазной. Синхронизация в системе имеет место при $|W| < \frac{|N|}{\sqrt{2}}$. Эти условия подтверждаются проведёнными численными расчетами: так, на рис. 1 и 2 представлены случаи синфазной и противофазной синхронизации, когда разность фаз $\alpha(t) - \beta(t)$ стремится к нулю при $t \rightarrow \infty$, $\varepsilon \rightarrow 0$.

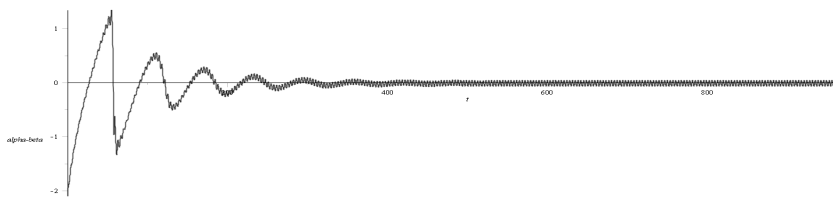


Рис. 1. Разность фаз при системе при $M = 1$, $N = 2$, $W = -1$, $\varepsilon = 0.01$

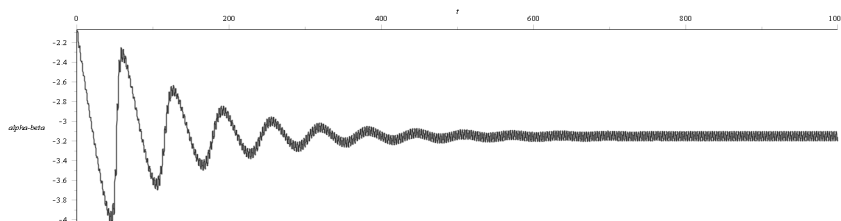


Рис. 2. Разность фаз в системе при $M = 1$, $N = 2$, $W = 1$, $\varepsilon = 0.01$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пиковский А.С. Синхронизация: Фундаментальное нелинейное явление / А.С. Пиковский, М.Г. Розенблюм, Ю. Куртс. – Москва: Техносфера, 2003. – 494 с.
2. Корольков О.Г. Синхронизация автоколебаний внешним воздействием / О.Г. Корольков // Современные проблемы прикладной математики, теории управления и математического моделирования (ПМТУММ–2011): материалы IV международной научной конференции. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2011. – С. 147–149.

ЛИТОЛОГИЯ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТРИАСОВО-ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНО-БАРЕНЦЕВСКОГО БАССЕЙНА (СКВАЖИНЫ МУРМАНСКАЯ, АРКТИЧЕСКАЯ)

П.П. Пай

*Магистр МГУ им. М.В. Ломоносова, геологический факультет,
кафедра нефтегазовой седиментации и морской геологии
E-mail: pai.pavel.pavlovich@gmail.com*

*Научный руководитель
доц., к.г.-м.н Евгения Владимировна Карпова*

Баренцевоморский бассейн является одним из наиболее крупных нефтегазоносных бассейнов России с доказанной продуктивностью. Уникальное Штокмановское, Мурманское и крупные Ледовое, Лудловское, Арктическое газонефтяные месторождения были открыты в триасово-юрских отложениях в российской части Баренцева моря.

Частичное или полное отсутствие юрских отложений в отдельных зонах Баренцева моря, недостаточное количество скважинного и сейсмического материала, слабая корреляция данных российского и норвежского секторов Баренцева моря осложняют выделение и прогноз зон распространения природных резервуаров на всей акватории Баренцева моря. Новые сейсмические данные, полученные по российскому и норвежскому секторам Баренцева моря, позволили выделить область распространения триасово-юрского нефтегазоносного комплекса, оценить его мощность, проследить направления сноса осадочного материала и установить последовательную смену осадконакопления.

Комплексный анализ регионального строения юрского нефтегазоносного комплекса и детальные исследования по отдельным площадям дают возможность спрогнозировать зоны распространения юрских высокеемких коллекторов на структурах БМШ и оценить перспективы их нефтегазоносности.

В магистерской работе исследовался керн 2-х скважин: Мурманская, где отложения нижнего, среднего и верхнего триаса вскрываются

в интервале 2204 – 3028 м. Общая мощность изученных отложений 824 м.; и Арктическая с интервалом 2416 – 4515 м, где общая мощность изученных отложений 2099 м. В данном интервале присутствуют отложения нижней и средней юры и средне- и верхнетриасовые отложения; шлифы в количестве 135 штук; данные рентгено-фазового анализа.

Целью исследования являлось детальная литолого-генетическая характеристика отложений с восстановлением обстановок седиментации и анализом их смены в разрезе и на площади.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: 1) Литологическая характеристика отложений методом макро-, микроскопии и анализа данных РФА; 2) Выявление источников сноса методом микроскопии и анализа данных РФА; 3) Определение обстановок седиментации методом анализа парагенетических ассоциаций и их смены в триасово-юрское время.

В результате проведенного исследования дана подробная вещественная характеристика триасовых и ниже-среднеюрских отложений в двух скважинах; проведена генетическая интерпретация с восстановлением обстановок седиментации; типизированы вторичные изменения пород с построением модели литогенеза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Габдулин Р.Р.* Секвентная стратиграфия: учебное пособие / Р.Р. Габдулин, Л.Ф. Копасевич, А.В. Иванов. – М.: МАКС Пресс, 2008. – С. 113.
2. *Грамберг И.С.* Баренцевская шельфовая плита / И.С. Грамберг. – Д.: Недра, 1988. 264 с.
3. *Пчелина Т.М.* Стратиграфия и особенности вещественного состава мезозойских отложений центральной части Западного Шпицбергена // Материалы по геологии Шпицбергена. – Л.: НИИГА, 1965. – С. 127–148.

О РАБОТЕ ЭЛЕКТРОДУГОВОГО РЕАКТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА СОВМЕЩЕННОГО ТИПА В ПРОЦЕССЕ СИНТЕЗА КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ СИСТЕМЫ «ВОЛЬФРАМ – УГЛЕРОД»

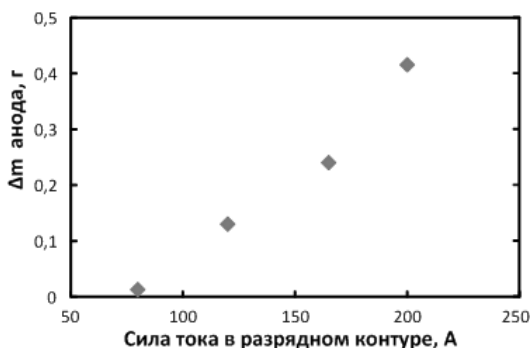
А.Я. Пак, А.И. Кокорина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
e-mail: ayapak@tpu.ru, aik48@tpu.ru*

Электроразрядные плазменные технологии позволяют создавать защитные покрытия, вести синтез различных порошковых функциональных материалов, утилизировать отходы различного класса опасности. Среди множества плазменных электротехнологических установок выделяют электродуговые реакторы постоянного тока, которые отличаются относительной простотой конструкции и достаточно высоким коэффициентом полезного действия. По конструктивному исполнению выделяют электродуговые реакторы совмещенного типа, раздельного типа и раздельно-совмещенного типа [1]. Одна из модификаций такого устройства разработана и реализована в Томском политехническом университете [2]. Лабораторный электродуговой стенд состоит из источника постоянного тока, к которому подключаются графитовые электроды. Анод выполнен в виде сплошного графитового стержня круглого сечения, катод – в виде графитового стакана, в цилиндрической полости которого поджигается дуговой разряд, при этом исходные реагенты закладываются непосредственно в зону формирования разряда. Анод позиционируется при помощи автоматизированной системы на базе линейного электропривода с шаговым двигателем, это позволяет установить разрядный промежуток нужной величины на этапе инициирования разряда.

Данное устройство было применено для обработки порошковых материалов в системы «вольфрам-углерод» в целях разработки электродугового метода получения порошковых материалов на основе карбида вольфрама. В результате проведенной серии экспериментов было установлено, что дуговой разряд надежно иницируется и поддерживается данное время при заданной конфигурации электродов, наличии вольфрама и углерода в разрядной промежутке при силе тока от 90 А

до 200 А. Важным аспектом работы электродугового реактора является скорость расхода анода [3]. Поэтому в первую очередь при старте исследований определена зависимость электрической эрозии анода от силы тока при неизменной продолжительности горения дугового разряда (см. рисунок). Эти данные позволят в дальнейшем подобрать рабочие характеристики программы управления системой позиционирования анода для стабильной работы реактора и его модернизации в целях синтеза кристаллических материалов на основе карбида вольфрама.



Зависимость массы эрозии анода от силы тока

Благодарности: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 19-79-00086).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлов Б.И. Электродуговые плазмохимические реакторы раздельного, совмещенного и раздельно-совмещенного типов / Б.И. Михайлов // Теплофизика и аэромеханика. – 2010. – Том 17. – № 3. – С. 425–440.
2. Пат. RU 191334 U1 Российская Федерация, МПК В22F 9/14, В22F 1/00, С01В 32/949, С01G 41/00. Устройство для получения порошка на основе карбида вольфрама/Пак А.Я., Васильева Ю.З.-№ 2019111856; заявл. 19.04.19; опубл. 01.08.19, Бюл. №22.-9 с.
3. N. Arora. Arc discharge synthesis of carbon nanotubes: Comprehensive review/ N. Arora, N. Sharma // Diamond & Related Materials. – 2014. – № 50. – С. 135–150.

О ВЛИЯНИИ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ ДУГОВОГО РАЗРЯДА ПОСТОЯННОГО ТОКА НА ФАЗОВЫЙ ПРОДУКТ СИНТЕЗА В СИСТЕМЕ «МОЛИБДЕН – УГЛЕРОД»

А.Я. Пак, П.Н. Кононенко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
e-mail: ayapak@tpu.ru*

Устойчивое развитие энергетической отрасли невозможно без создания новых технологий преобразования энергии, что, в свою очередь, во многом связано с возможностями синтеза перспективных материалов для возобновляемой энергетики. Одним из таких материалов является карбид молибдена, который может применяться как катализатор в реакциях генерации водорода путем разложения воды и окисления водорода [1]. По некоторым данным [2], карбиды молибдена могут составлять конкуренцию традиционным катализаторам, основанным на металлах платиновой группы. Таким образом, развитие методов синтеза карбидов молибдена и изучение их свойств является одной из приоритетных задач материаловедения в энергетической отрасли. Синтез карбида молибдена возможен применением различных подходов, одним из которых является генерация плазмы дугового разряда постоянного тока в присутствии молибдена и углерода [3]. Причем последние тенденции в этой области во многом связаны с развитием безвакуумных электродуговых методов, которые реализуются в процессе генерации плазмы дугового разряда в воздушной среде с применением эффекта самопроизвольного экранирования реакционной зоны генерирующимися в процессе горения разряда оксидом и диоксидом углерода [4]. В данной работе кратко описаны результаты серии экспериментов по получению карбида молибдена заявленным ранее [4] методом. Исследования проводились на автоматизированном лабораторном электродуговом стенде, содержащем управляемый силовой источник постоянного тока, к которому подключались графитовые электроды, между которыми в течение ~10 секунд поддерживалось стабильное горение дугового разряда. Проведена серия экспериментов, в рамках которой изменялась сила тока разрядного контура в пределах от ~2,5 кВт до ~4,0 кВт. Полученные материалы собирались со стенок

графитовых электродов и анализировались методом рентгеновской дифрактометрии (Shimadzu XRD 7000s, CuK α – излучение). В результате анализа рентгеновских дифрактограмм установлено, что в составе всех продуктов можно идентифицировать четыре кристаллические фазы: молибден Mo, графит gC, карбид молибдена Mo₂C, карбид молибдена Mo_{1.2}C_{0.8}. Установлено, что с ростом мощности дугового разряда на всем исследуемом интервале доля исходного молибдена снижается до значений близких к нулю; однако увеличивается и доля (количество) графита вследствие известных процессов эрозии анода [5]. В дальнейшем в целях повышения выхода искомым фаз карбида молибдена потребуются решение задачи оптимизации рабочих параметров электродугового реактора, а также массы и состава исходных реагентов.

Благодарности: Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ (МК-633.2019.8).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yufei Ma, Guoqing Guan, Xiaogang Hao, Ji Cao, Abuliti Abudula // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2017. V. 75. P. 1101–1129. DOI: 10.1016/j.rser.2016.11.092.
2. Lili Lin, Wu Zhou, Rui Gao, Siyu Yao, Xiao Zhang, Wenqian Xu, Shijian Zheng, Zheng Jiang, Qiaolin Yu, Yong-Wang Li, Chuan Shi, Xiao-Dong Wen & Ding Ma // Nature. 2017. V. 544. №7648. P. 80-83. DOI: 10.1038/nature21672.
3. Saito Y., Matsumoto T., Nishikubo K. // J. Cryst. Growth. 1997. V. 172. N 1-2. P. 163-170. DOI: 10.1016/S0022-0248(96)00709-9.
4. Пак А.Я. Возможность синтеза наноразмерного карбида молибдена в атмосферной электроразрядной плазме / А. Я. Пак // Письма в журнал технической физики. – 2019. – № 17. – С. 16.
5. Arora N., Sharma N.N. // Diamond Related Mater. 2014. V. 50. P. 135-150. DOI: 10.1016/j.diamond.2014.10.001.

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ, ЛИКВАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И СВОЙСТВА СИЛУМИНА АК7ч (АЛ9), МОДИФИЦИРОВАННОГО ЛИГАТУРОЙ ИЗ Al-Y-Ce-La

Хосен Ри, Е.А. Головки

Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск

В работе [1.2] разработана технология получения лигатурного сплава с алюминидами редкоземельных металлов для модифицирования силуминов. Установлены определенные соотношения иттрия, церия и лантана (2:1:0,5 (10-20 мас. % Y, 7-10 мас. % Ce; 3,5-5,0 мас. % La) для получения алюминидов РЗМ.

Широко используют Ce, Y, La и др., лигатуры и мишметаллы из РЗМ для превращения первичного и эвтектического кремния в более компактную и мелкодисперсную форму [3]. Однако отсутствует систематическое исследование влияния лигатурного сплава Al-Y-Ce-La на структурообразование, ликвационные процессы и микротвердость структурных составляющих сплава АК7ч. В настоящей работе систематически исследовано влияние различных добавок синтезированного лигатурного сплава Al-Y-Ce-La (от 0 до 0,5 мас. % через интервал варьирования 0,1 мас. %) на структурообразование, характер распределения элементов и микротвердость структурных составляющих и твердость сплава АК7ч (АЛ9).

В отраженных электронах светлые включения представляют собой алюминиды $Al_xSi_yFe_z$, модифицированные лигатурой Al-Y-Ce-La. С увеличением добавки лигатуры возрастает количество этих включений. В таблице приведено распределение элементов в структурных составляющих сплава АК7ч.

Наличие алюминида $Al_xSi_yFe_zPЗМ_v$ с примесью марганца и эвтектики $\alpha+Si$ подтверждается пиками содержания этих элементов на кривых распределения элементов

Установлено, что с увеличением добавки лигатуры до 0,2 мас.% наблюдается некоторое уменьшение содержания кремния в α -твердом растворе с последующим его ростом до 0,5 мас.% (рисунок, а).

В модифицированном алюминиде $Al_xSi_yFe_zPЗМ_v$ (рисунок, б) наблюдается увеличение содержания кремния и РЗМ (особенно при

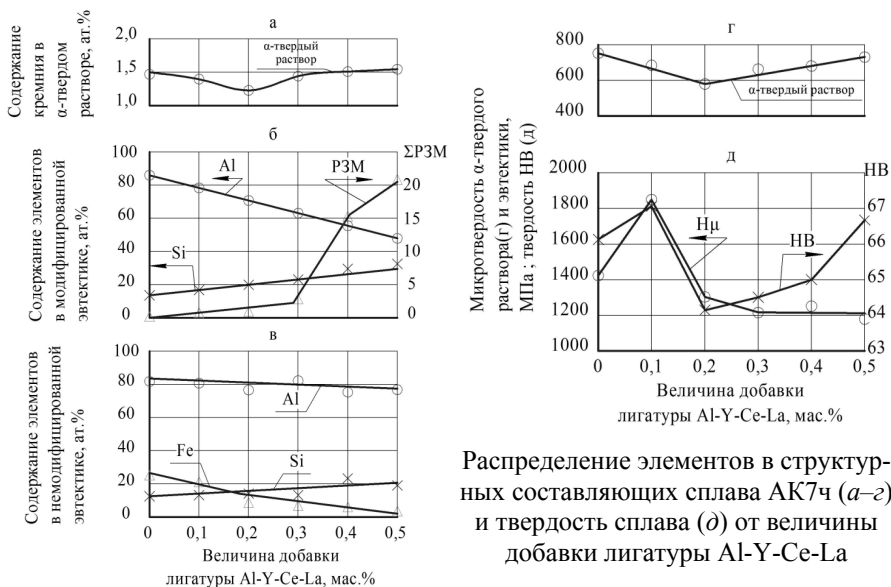
добавках более 0,3 мас.% лигатуры) и уменьшение концентрации алюминия при повышении добавки лигатуры.

Распределение элементов в структурных составляющих сплава АК7ч

Структура	Точки анализа элементов	Содержание элементов, ат.%							
		Al	Si	Mn	Fe	Y	La	Ce	$\Sigma P3M$
Алюминид $Al_xSi_yFe_zP3M_v$ Примеси: Mn	1-6	80,02	11,78	0,65	4,13	1,93	0,4	0,9	3,23
		$Al_{80,02}(Si, Mn, Fe, P3M)_{19,98} = Al_4(Si, Mn, Fe, P3M)$							
Структура с эвтектикой $\alpha + Si$	7-12	84,67	15,33	—	—	—	—	—	—
α -твердый раствор Si в Al	13-15	98,66	1,34	—	—	—	—	—	—

В немодифицированном алюминиде $Al_xSi_yFe_z$ увеличение добавки лигатуры способствует также возрастанию содержания кремния и снижению концентрации железа и алюминия (рисунок, в). Таким образом, увеличение добавки лигатуры способствует усилению ликвационных процессов в структурных составляющих сплава АК7ч. Эти процессы должны влиять на микротвердость α -твердого раствора и эвтектики. В соответствии с уменьшением растворимости кремния в α -твердом растворе (рисунок, а) его микротвердость снижается до 0,2 мас.%. При дальнейшем увеличении добавки лигатуры до 0,5 мас.% растворимость кремния в α -твердом растворе и его микротвердость возрастают (рисунок, г). Микротвердость эвтектики изменяется по экстремальной зависимости с максимумами ее при 0,1 мас.% лигатуры с последующим резким снижением до 0,5 мас.% лигатуры (~ 1200 МПа). Твердость сплава АК7ч вновь возрастает при добавке более 0,2 мас.% лигатуры (рисунок, д) вследствие возрастания микротвердости α -твердого раствора и измельчения структурных составляющих сплава АК7ч. Формирование модифицированного алюминида $Al_xSi_yFe_zP3M_v$ должно способствовать повышению микротвердости

эвтектической составляющей, но до определенной добавки лигатуры (0,1 мас.%). При больших добавках высокотвердые алюминиды могут охрупчивать эвтектику, повышение твердости сплава связано с повышением микротвердости α -твердого раствора и измельчением структурных составляющих.



Распределение элементов в структурных составляющих сплава АК7ч (а-в) и твердость сплава (д) от величины добавки лигатуры Al-Y-Ce-La

Выводы

Увеличение добавки лигатуры до 0,5 мас.% способствует измельчению структурных составляющих – α -твердого раствора и эвтектики, и кристаллизации высокотвердого комплексно-легированного алюминидов $Al_xSi_yFe_z$ с-и без ПЗМ (в исходном сплаве).

Идентифицированы структурные составляющие сплава АК7ч при добавке возрастающего количества лигатуры из Al-Y-Ce-La (α -твердый раствор Si в алюминии, эвтектики α +Si и комплексно-легированных алюминидов ПЗМ – $Al_xSi_yFe_z$ и $Al_xSi_yFe_z$ ПЗМ_в).

Установлены закономерности изменения растворимости элементов и микротвердость структурных составляющих от величины добавки

лигатуры из Al-Y-Ce-La. Выявлены корреляционные связи между растворимостью кремния в α -твердом растворе и его микротвердостью. Твердость НВ сплава зависит от микротвердости α -твердого раствора и эвтектики.

© Работа выполнялась при финансовой поддержки со стороны Минобрнауки РФ в рамках гос. Задания №11.3014.2017/4.6 «Исследование возможностей получения РЗМ – содержащих лигатур для модифицирования металлических сплавов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ри Э.Х. и др.* Технология получения лигатурного сплава с алуминидами редкоземельных металлов // Цветные металлы. – 2018. – №. 4. – С. 61–66.
2. Модификатор: пат. 2521915. Рос. Федерация: МПК51 СС22С35/00/ Хосен Ри, Э. Х. Ри, Т.С. Зернова и др.; Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Тихоокеанский государственный университет» – № 2012151141/02 ; заявл. 28.11.2012 ; опубл. 10.07.2014, Бюл. № 19. – 5 с.
3. *Никитин В.И.* Наследственность в литейных сплавах / В.И. Никитин, К.В. Никитин. – М.: Материаловедение. –2005. –457с.

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ, ЛИКВАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И СВОЙСТВА СТРУКТУРНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ЛИТЕЙНОГО СПЛАВА АМ4,5Кд(ВАЛ10), МОДИФИЦИРОВАННОГО СТРОНЦИЕМ

Э.Х. Ри, П.А. Лапоногова

Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск

В работах [1, 2] подробно рассмотрено влияние скандия, церия и лантана на структурообразование, характер распределения элементов и свойства структурных составляющих литейного алюминиевого сплава АМ4,5Кд (ВАЛ10). В предлагаемой работе приводятся результаты идентифицирования структурных составляющих в лигатурном сплаве Al-Sr и определения их микро- и нанотвердости.

Работы, посвященные модифицирующим действиям стронция, малочислены [3,4]. В литературе отсутствуют сведения по влиянию стронция на характер распределения компонентов сплава АМ4,5Кд и микротвердость структурных составляющих – α -твердого раствора и эвтектики. В связи с этим, в предлагаемой работе систематически исследовано влияние различных добавок стронция на структурообразование, характер распределения элементов и микротвердость структурных составляющих и твердость сплава АМ4,5Кд.

В лигатурном сплаве Al-Sr (10 мас. %) наблюдаются четыре вида структурных составляющих:

1. Алуминид стронция в виде компактных крупных включений светлого цвета, ат. %: 80,45 Al; 19,55 Sr. $\text{Al}_{80,45}\text{Sr}_{19,55} = \text{Al}_{4,11}\text{Sr} \approx \text{Al}_4\text{Sr}$. Микротвердость соответствует 2799 МПа (min=1486 МПа и max=3676 МПа), а нанотвердость – 3230 МПа (min=3140 МПа и max=4054 МПа).

2. Стронций содержащая эвтектика Al+Al₄Sr, ат. %: 84,65 Al; 15,26 Sr; 0,08 Ca. Эвтектика кристаллизуется в виде коротких пластин. Микротвердость соответствует 721,3 МПа (min=517 МПа и max=977,9 МПа).

3. Железо содержащая эвтектика Al+Al₃Fe, ат. %: 96,7 Al; 3,24 Fe и 0,05 Ca.

4. Чистый алюминий (100%). Микротвердость соответствует 442 МПа (min=356,5 МПа и max=517,2 МПа), а нанотвердость – 744 МПа (min=611 МПа и max=907 МПа).

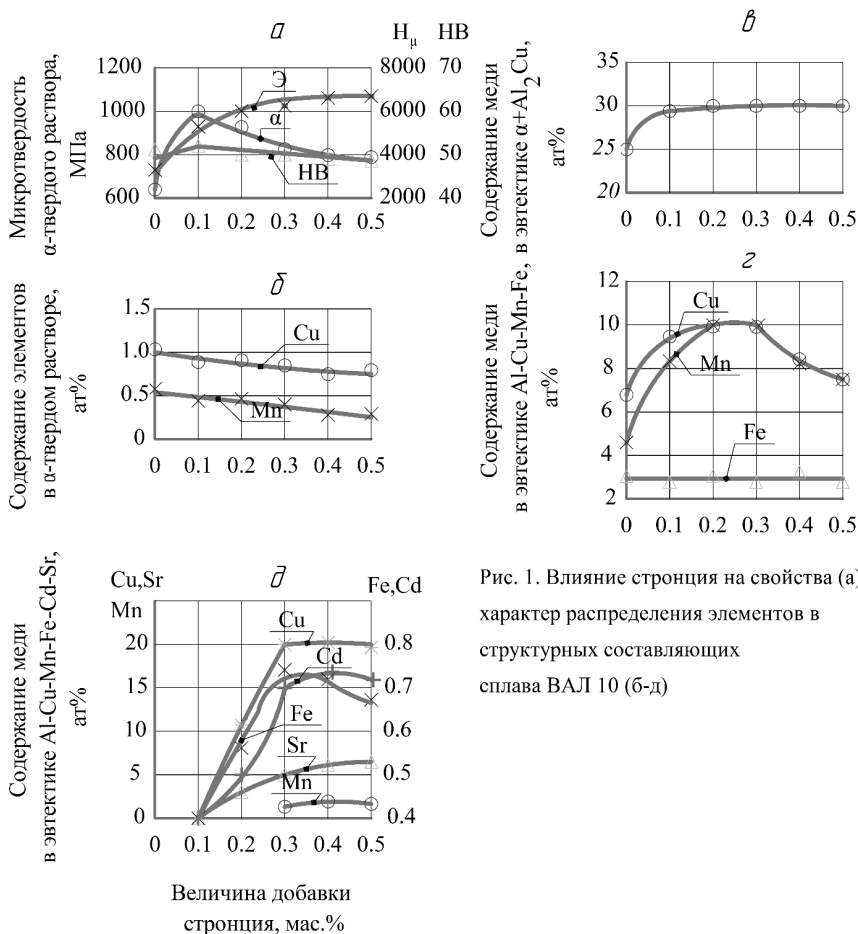


Рис. 1. Влияние стронция на свойства (а) и характер распределения элементов в структурных составляющих сплава ВАЛ 10 (б-д)

На рис. 1, а приведены результаты влияния стронция на твердость НВ сплава AM4,5K_д и микротвердость структурных составляющих – α-твердого раствора и эвтектики. Как видно, микротвердость α-твердого раствора и твердость НВ сплава изменяются по экстремальной

зависимости с максимумом их значений при 0,1 мас.%Sr, а микротвердость эвтектики постоянно возрастает до 0,5 мас.%Sr.

Результаты локального микроанализа элементов показал, что с увеличением добавки стронция уменьшается растворимость Cu и Mn в α -твердом растворе (рис. 1, б), что является основной причиной снижения микротвердости α -твердого раствора и твердости сплава АМ4,5К_д. Некоторое повышение микротвердости α -твердого раствора и твердости сплава АМ4,5К_д обусловлено тем, что при добавке 0,1 мас.%Sr в составе α -твердого раствора обнаружена растворимость титана в среднем 0,27 ат.%. При дальнейшем увеличении добавки стронция до 0,5 мас.% титан в α -твердом растворе не растворяется.

В эвтектике сплава Al-Cu (α +Al₂Cu) содержание меди увеличивается на 0,5 ат.% при 0,1 мас.%Sr с последующей стабилизацией его до 0,5 мас.%Sr (рис. 1, в).

В железосодержащей эвтектике из Al-Cu-Mn-Fe (рис. 1, г) содержание Cu и Fe изменяется по экстремальной зависимости от величины добавки стронция с максимумами их значений при 0,3 мас.% Sr (10 ат.% Mn и Cu). Содержание железа практически не изменяется (~ 3 ат.% Fe). Уменьшение содержания марганца и меди при добавках более 0,3 мас.%Sr должно способствовать снижению микротвердости эвтектики и твердости сплава АМ4,5К_д.

Основной причиной повышения микротвердости эвтектики является концентрация Cu и Sr в эвтектике из Al-Cu-Sr-Cd-Mn-Fe при содержаниях 0,3-0,5 мас.% Sr. Общая твердость сплава АМ4,5К_д снижается вследствие проявления хрупкости высокотвердых интерметаллидных соединений Cu и Sr в эвтектике.

Выводы

1. Стронций, как скандий и РЗМ (Ce,La), способствуют измельчению структурных составляющих сплава АМ4,5К_д – α -твердого раствора и эвтектики.

2. Установлены закономерности изменения твердости сплава АМ4,5К_д, микротвердости и характера распределения элементов в структурных составляющих от величины добавки стронция:

– микротвердость α -твердого раствора и твердость сплава АМ4,5К_д изменяется по экстремальной зависимости с максимумами их при 0,1

мас.%Sr и 0,2 мас.%Zr; основными причинами повышения микротвердости α -твердого раствора является увеличение растворимости титана в алюминии и существенное измельчение структурных составляющих, хотя содержание меди в α -твердом растворе уменьшается;

– на микротвердость эвтектики влияет характер распределения элементов в эвтектических составляющих разного состава и происхождения;

– при больших добавках стронция (соответственно более 0,1) происходит снижение микротвердости эвтектики вследствие формирования большого количества высокотвердых алюминидов Sr, Cu и др., охрупчивающих эвтектику и снижающих твердость сплава АМ4,5К_д.

– методом микрорентгеноспектрального анализа идентифицировали структурные составляющие в лигатурном сплаве Al-Sr и определили их микро-и нанотвердость.

© Работа выполнялась при финансовой поддержки со стороны Минобрнауки РФ в рамках гос. Задания № 11.3014.2017/4.6 «Исследование возможностей получения РЗМ – содержащих лигатур для модифицирования металлических сплавов».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ри Э.Х.* Влияние церия и лантана на структурообразование, ликвационные процессы и свойства алюминиевого сплава АК4,5К_д (ВАЛ10) / Э.Х. Ри, Хосен Ри, В.Б. Деев, М.В. Колисова // Цветные металлы, 2019. – № 6. – С. 61–70.

2. *Ри Э.Х.* Влияние скандия на структурообразование, ликвационные процессы и свойства алюминиевого сплава АК4,5К_д (ВАЛ10) / Э.Х. Ри, Хосен Ри, В.Б. Деев, М.В. Колисова // Цветные металлы, 2019. – № 7. – С. 78–85.

3. *H. Tahiri, A.M. Samuel, H.W. Doty, S. Valtierra, F.H. Samuel.* Effect of Sr-Grain Refiner-Si Interactions on the Microstructure Characteristics of Al-Si Hyper-eutectic Alloys. // International Journal of Metalcasting. 2018. Vol. 12. Issue 2. pp. 307–320.

4. *Zhi-xiang Huang, Hong Yan, Zhi-wei Wang.* Microstructure and mechanical properties of strontium-modified ADC12 alloy processed by heat treatment. // Journal of Central South University. 2018. Vol.25. Issue 6. pp. 1263–1273.

ДИНАМИКА НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ СИНДРОМОВ В ПРОЦЕССЕ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С ПОЯСНИЧНЫМ СТЕНОЗОМ В СОЧЕТАНИИ СО СПОНДИЛОЛИСТЕЗОМ НА ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВОМ УРОВНЕ

А.А. Тянь, А.С. Васильев

*ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия»
Управления делами Президента Российской Федерации
E-mail: tyanyshka@bk.ru*

Стеноз позвоночного канала – это хронический процесс, характеризующийся патологическим сужением центрального позвоночного канала, латерального кармана или межпозвонкового отверстия костными, хрящевыми и мягкоткаными структурами (North American Spine Society, 2007) [1, 2].

Цель. Изучить влияние нестабильности пояснично-крестцового отдела позвоночника на выраженность клинической симптоматики у больных со стенозом позвоночного канала на пояснично-крестцовом уровне.

Материал и методы. В неврологическом и нейрохирургическом отделениях клиники нервных болезней обследованы 2 группы пациентов по 6 чел. У лиц 1-й группы синдром нейрогенной клаудикации сочетался с нестабильностью пояснично-крестцового отдела позвоночника, лица 2-й группы были без спондилолистеза. Нейропсихологическое обследование включало шкалы HADS, Освестри и SF-12. Всем пациентам 1-й группы и 3 чел. 2-й группы проведено оперативное лечение со стабилизацией пояснично-крестцового отдела позвоночника, 3 чел. 2-й группы лечились консервативно. Для оценки выраженности синдрома нейрогенной клаудикации и эффективности проведенного хирургического лечения применяли Швейцарскую шкалу (SSSQ) [3]. Инструментальное обследование включало магнитно-резонансную томографию и рентгенографию пояснично-крестцового отдела позвоночника в стандартных проекциях с проведением функциональных проб.

Результаты. Данные рентгенологического обследования подтвердили наличие центрального стеноза на уровнях L2-L3, L3-L4, L4-L5 у

3 чел. 1-й группы и 2 чел. 2-й группы, латерального стеноза на уровне L3-L4, L4-L5 - у 6 из 1-й группы и у 4 из 2-й группы. После оперативного лечения выраженность болевого синдрома по шкале ВАШ_{боли} в 1-й группе уменьшилась на 6,2 балла, во 2-й – на 4,9 балла; ограничение жизнедеятельности по опроснику Освестри уменьшилось на 13% в 1-й группе и на 6,5% во 2-й группе соответственно; физический компонент здоровья по шкале SF-12 уменьшился на 5,5 балла для 1-й группы и на 4,5 балла для 2-й группы, психический компонент для 1-й группы увеличился на 4,1 балла, для 2-й группы пациентов – на 3,6 балла. По шкале HADS средний уровень тревожности в 1-й группе снизился на 3,9 балла и на 4,3 балла для 2-й группы. Уровень депрессивных расстройств снизился на 4,3 балла для 1-й группы и на 3,9 балла для 2-й группы пациентов. Результаты, полученные при тестировании по шкале SSSQ, свидетельствовали, что выраженность симптоматики до лечения в 1-й группе составила 24,8, во 2-й группе – 24,3, удовлетворенность физическим состоянием до лечения в 1-й группе составила – 13,9, во 2-й группе – 15,4, оценка удовлетворенности пациентов проведенным лечением у 1-й группы была на уровне 11,1 баллов, а у 2-й группы – 9,8 балла.

Заключение. Нестабильность пояснично-крестцового отдела позвоночника ухудшает клиническую картину стеноза позвоночного канала. Выраженность клинической симптоматики при поясничном стенозе обусловлена степенью формирующегося сужения позвоночного канала, количеством вовлеченных в патологический процесс корешков спинного мозга и наличием нарушений статики поясничного отдела позвоночника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Greenberg MS.* Handbook of Neurosurgery // Lakeland. – 1997. – Vol. 1. – P. 207-213.
2. *Парфенов В.А., Исайкин А.И.* Боль в нижней части спины: мифы и реальность. – М.: ИМА-ИРЕСС, 2016. – 104 с.
3. *Resnick DK, Watters WC 3rd, Sharan A, Mummaneni PV, Dailey AT, Wang JC, et al.* Guideline update for the performance of fusion procedures for degenerative disease of the lumbar spine. Part 9: lumbar fusion for stenosis with spondylolisthesis // J Neurosurg Spine. – 2014. – Vol. 21(1). – P. 54–61.

ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНО-ПРИБСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ХМАО)

Е.В. Угай

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

e-mail: Evgenijaugay@gmail.com

Целью работы является анализ геологического строения и изучение литолого-фациальных предпосылок формирования продуктивных отложений южного лицензионного участка Приобского месторождения (ХМАО).

Объектом исследования являются продуктивные отложения Южно-Приобского нефтяного месторождения (группа пластов АС). Особое внимание в настоящей работе было уделено пласту АС₁₂³⁻⁵ в пределах северного участка Южно-Приобского месторождения.

Продуктивные пласты приурочены к черкашинской свите, которая сложена частым и неравномерным переслаиванием аргиллитов, песчаников и алевролитов.

Важной особенностью продуктивных пластов является их линзовидное строение. Залежи, приуроченные к пластам с АС₈ по АС₁₂, являются литологически ограниченными и полностью нефтенасыщенными.

Корреляция разрезов продуктивных отложений позволила определить границы исследуемого горизонта и отметить его выдержанность по площади, а также установить литологическую неоднородность и выделить песчаные пропластки.

В данной работе использовалась методика анализа электрометрических моделей: по данным каротажа метода потенциалов собственной поляризации было выделено 4 типа, для большинства из которых характерна смена низкого и высокого гидродинамических уровней, что указывает на чередование трансгрессивно-регрессивных процессов в обстановках морского бассейна.

По результатам изучения фактического материала были построены: структурная карта по кровле пласта АС₁₂³⁻⁵, карта общих толщин, эф-

фективных толщин, песчанистости и литолого-фациальная карта северного участка Южно-Приобского месторождения.

В результате проведенных исследований установлена геолого-геофизическая и литолого-фациальная неоднородности продуктивного пласта AC_{12}^{3-5} .

Таким образом, был сделан вывод о том, что пласт AC_{12}^{3-5} имеет морской генезис. его отложения приурочены к трем зонам развития морского бассейна: шельф (зона распространения электрометрических моделей IV типа), кромка шельфа (зона распространения I, II, III типов разрезв) и глубоководная зона.

Литолого-фациальный анализ позволил установить, что формирование продуктивных отложений осуществлялось в гидродинамически нестабильной обстановке.

Комплексный анализ полученных результатов позволил установить, что наиболее перспективные, с точки зрения нефтегазоносности, области расположены в пределах центрального участка, а также на юге и северо-востоке исследуемой территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ежова А.В.* Геологическая интерпретация геофизических данных: учебное пособие / А.В. Ежова; Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 113 с.
2. *Муромцев В.С.* Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа / В.С. Муромцев. – Л.: Недра, 1984. – 260 с.
3. *Недоливко Н.М.* Исследование керна нефтегазовых скважин: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 170 с.
4. *Чоловский И.П., Иванова М.М., Брагин Ю.И.* Нефтегазопромысловая геология залежей углеводородов. – М.: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2006. – 680 с.

ПРИМЕНЕНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ РЫБНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В КОРМЛЕНИИ КУР-НЕСУШЕК

Цой Зоя Владимировна

*ФГБОУ ВО Приморская государственная сельскохозяйственная
академия, г. Уссурийск
zoyatsoy84@mail.ru*

Птицеводство – важнейшая отрасль животноводства. Важность ее определяется обеспечением людей полноценными продуктами питания, а промышленности – сырьем [1, 2].

Для повышения продуктивности нормированное кормление по детализированным показателям является обязательным, но его недостаточно при балансировании новых типов кормления, при которых учитывается не только содержание в рационе всех форм энергии, питательных и биологически активных веществ и потребность в них животных, но и взаимодействие питательных веществ между собой и организмом [3,4,5].

Дальний Восток обладает богатыми ресурсами, с помощью которых можно улучшить полноценность кормления сельскохозяйственной птицы, что способствует увеличению прироста живой массы и продуктивности.

Цель нашей работы – изучить эффективность включения различных доз рыбной кормовой добавки в рацион кур-несушек.

Предметом исследований явилась рыбная кормовая добавка для сельскохозяйственной птицы.

Для проведения опыта нами были сформированы 4 группы кур-несушек кросса Хайсекс Белый по 50 голов в каждой методом аналогов.

Схема исследований приведена в табл. 1.

В проведенных нами исследованиях установлено, что рыбная кормовая добавка положительно сказывается на яйценоскости. Валовое производство яиц за период опыта представлено на рисунке.

Валовое производство яиц во всех опытных группах было выше, чем в контроле. Максимальное количество яиц за период опыта было

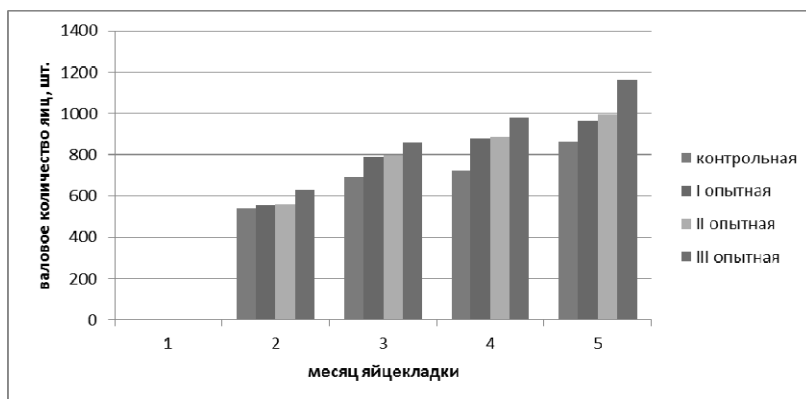
собрано с кур-несушек III опытной группы и составило 3333 штуки, что в процентном соотношении на 11,8% выше, чем в контрольной группе.

Таблица 1

Схема исследования

Группа	Продолжительность опыта	Количество голов	Рацион
контрольная	120 дней	50	ОР*
I опытная	120 дней	50	ОР+3%
II опытная	120 дней	50	ОР+5%
III опытная	120 дней	50	ОР+7%

*ОР – основной рацион, принятый в хозяйстве



Валовое производство яиц

Для кур яичного направления необходимо учитывать показатель яичной массы.

Этот показатель учитывает не только яйценоскость, но и массу яйца, по нему можно более полно судить о яичной продуктивности. Данные представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Количество яичной массы за период опыта (n = 50)

Показатель	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Валовой сбор яиц, шт.	2818	3194	3244	3333
Масса яйца, г	57,9±0,85	59,2±0,77	59,5±0,85	65,9±0,7
Количество яичной массы, кг	163,16	189,08	193,02	219,6
В % к контролю	100	115,9	118,3	134,6

Наибольший показатель яичной массы наблюдался в III опытной группе, он составил 219,6 кг, что выше контроля на 56,44 кг. Это подтверждает наше предположение о том, что данная добавка в положительно влияет на яичную продуктивность кур-несушек. Оптимальной и самой эффективной дозой является включение рыбной кормовой добавки в дозе 7% в составе комбикорма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Мысик А.Т.* Состояние животноводства в мире, на континентах, в отдельных странах и направления развития // Зоотехния. – 2014. – № 1. – С. 2–6.
2. *Мысик А.Т.* Развитие животноводства в мире и России // Зоотехния. – 2015. – № 1. – С. 2–6.
3. *Улитко В.Е.* Проблемы новых типов кормления коров и пути их решения // Зоотехния. – 2014. – № 8. – С. 2–5.
4. *Dawkins T., Wallace J.* A nutritional mineral for the feed industry. Freed compounder. 1990. Vol. 10. № 1.
5. *Stepherson R.G.A., Huff J.L., Krebe G., Howirt C.J.* Effect of molasses, sodium benionlic and zeolite on area toxicity // Austr. J. Arnc. Res. 1992. Vol. 43. № 2.

ВЛИЯНИЕ СУХИХ КОРМОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ БИВЕРОВ

Цой Зоя Владимировна

*ФГБОУ ВО Приморская государственная сельскохозяйственная
академия, г. Уссурийск
zoyatsoy84@mail.ru*

Васильева Наталья Васильевна

*ФГБНУ Федеральный научный центр агробиотехнологий
Дальнего Востока им. А.К. Чайки»*

Ковтун Олеся Алексеевна

*ФГБОУ ВО Приморская государственная сельскохозяйственная
академия, г. Уссурийск*

Ни одно животное не задействовано так широко в самых разных сферах нашей жизни, как собаки. Кормление является важнейшим фактором условий жизни животных [1, 2, 5]. Однако противоречивые данные по результатам использования сухих полнорационных комбикормов в собаководстве обусловили необходимость проведения экспериментальных исследований и разработки научного обоснования практического внедрения более эффективных кормов промышленного приготовления [3,4].

Цель нашей работы – изучить эффективность использования сухих кормов в кормлении собак декоративных пород.

Предметом исследований явились сухие корма марок Hills и Monge.

Нами были отобраны корма двух марок (Hills и Monge) для проведения сравнительного анализа (по ГОСТу ISO 6497-2014 «Корма. Отбор проб») методом квартования.

Во время исследования мы проводили анализ рациона кормления и рассчитывали питательную ценность корма. Рацион кормления анализировали согласно нормам Калашникова С.Н. (2015).

Анализируя химический состав сухих кормов представленных марок, установили, что сухой корм марки Hills для щенков уступает тре-

бованиям по клетчатке, кальцию и фосфору, что очень важно для растущего организма. В то время как корм марки Monge отвечает всем требованиям, предъявляемым к кормам для щенков. Следовательно, корм марки Monge является наиболее оптимальным для кормления щенков и более сбалансированным.

Для проведения самого исследования нами были отобраны 2 группы щенков, которые были аналогичны по возрасту, физиологическому состоянию, происхождению, живой массе.

Рост щенков контролировали путем взвешивания и вычислением приростов (среднесуточного, абсолютного). Также развитие учитывали путем измерения промеров.

В таблице представлена динамика изменения живой массы щенков при использовании кормов разных марок.

Динамика изменения живой массы щенков

Показатели	Группа	
	Hills Science Plan Puppy Small & Miniature	Monge natural mini puppy and junior
Живая масса щенка, г: при рождении	110±0,1	113±0,3
2 месяц	1180±17,7	1240±15,4
3 месяца	1470±19,3	1590±18,6
Абсолютный прирост, г		
Период от рождения до 2 месяцев	1070	1127
Период от 2 до 3 месяцев	290	350
В среднем за весь период, г	1360	1477
Среднесуточный прирост, г		
Период от рождения до 2 месяцев	17,8	18,7
Период от 2 до 3 месяцев	9,6	11,7
В среднем за весь период, г	15,1	16,4

Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод, что щенки, которым скармливали сухой корм марки Monge natural mini puppy and junior имели более высокие абсолютные и среднесуточные приросты, чем их аналоги. Среднесуточный прирост за весь период превосходил на 1,3 г привес у щенков с использованием кормов марки Hills, а абсолютный прирост был выше на 117 г.

Также нами проводилась оценка экстерьера и сопоставление ее со стандартами породы.

Проанализировав промеры, мы пришли к выводу, что корма разных марок не влияют на экстерьер и внешний вид щенков. Щенки обеих групп отвечали требованиям стандарта породы и их промеры находились в пределах нормы.

Чтобы сравнить применение двух кормов разных марок и их эффективность, мы рассчитали экономическую эффективность.

Сухой корм марки Monge является наиболее сбалансированным по питательным, минеральным веществам и витаминам. И рентабельность применения сухого корма Monge выше на 5,2%. Следовательно, мы считаем, что его применение в качестве основного корма является обоснованным и рациональным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богданова И.Б. Кормление собак / И.Б. Богданова. – М.: Изд-во Эксмо, 2004. – 416 с., С. 153–177.
2. Высоцкий В.Б. Кормление щенков разных пород / В.Б. Высоцкий. – М.: Сталкер, 2007. – 47 с.
3. Заиграева И.С., Семенченко С.В. Влияние различных типов кормления на физиологическое состояние собак // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2014. – Т. 26. – С. 61–65
4. Dawkins T., Wallace J. A nutritional mineral for the feed industry. Freed compo-
ponder. 1990. Vol. 10. № 1.
5. Stepherson R.G.A., Huff J.L., Krebe G., Howirt C.J. Effect of molasses, so-
dium benionlic and zeolite on area toxicity // Austr. J. Arnc. Res. 1992. Vol. 43.
№ 2.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ГЕНА КАР 1.3 С ШЕРСТНОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ ОВЕЦ КАВКАЗСКОЙ ПОРОДЫ

К.К. Цой, В.П. Лушников, Л.А. Калашникова, Р.Ю. Сенина

*ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова», ФГБНУ «ВНИИплем»
e-mail: kseniya_tsoy@mail.ru, lushnikowvp@mail.ru, lakalashnikova@mail.ru xxxdarkahybucxxx@mail.ru,*

Увеличение продуктивности овец напрямую связано с современными селекционными приемами разведения. В последнее время уделяется особое внимание генетическому потенциалу животных на уровне ДНК-маркеров, для определения и усовершенствования более высокого уровня развития. Современные ДНК-технологии позволяют изучать генетическое разнообразие животных и выделять гены, несущие комплекс желательных для селекции признаков. Овечья шерсть - основной и наиболее ценный компонент сырьевой базы для ряда отраслей промышленности. Зарубежные ученые, проводя множество исследований на биохимические свойства шерстного волокна, отметили выявление генов семейства кератинов, наиболее вероятно оказывающих влияние на качество шерсти. Классифицированные группы маркерных генов KRT и КАР являются одними из них. Среди семейств КАР наиболее изучен ген КАР 1.1, КАР 1.3 [2, 4].

Впервые в нашей стране нами проведены исследования на овцах кавказской породы, основной целью которых было проведение анализа зависимости гена КАР 1.3 с вышеупомянутыми качествами шерсти овец. Для этого перед нами были поставлены следующие задачи:

- изучение структуры шерстного волокна;
- проведение ПЦР-ПДРФ анализа распределения полиморфных вариантов гена кератин-ассоциированных белков (КАР 1.3);
- определение доли влияния изучаемого гена на взаимосвязь с шерстными показателями.

Для этого были взяты 60 проб крови и шерсти у ярок (12 мес.) кавказской породы тонкорунного направления продуктивности, разводимых в племенном заводе «Красный партизан» Новоузенского района Саратовской области. Образцы шерсти изучались по качественным

показателям. В условиях лаборатории ДНК-технологий ФГБНУ ВНИИплем проводилось выделение генотипа из ДНК крови в соответствии с программой для проведения ПЦР по методике Kumar R [1, 3]. По методике проведения дисперсионного анализа была выявлена связь гена КАР 1.3 на настриг шерсти с долей влияния $\eta^2 = 22,4\%$, что является достоверной, при уровне значимости $\alpha=0,05$. С такими показателями как тонина, длина и выход мытого волокна зависимость установлена незакономерно.

По результатам нашей работы можно сделать вывод, что ген КАР 1.3 может служить тестом для прогнозирования шерстной продуктивности овец кавказской породы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сенина Р.Ю., Калашикова Л.А., Лушников В.П., Павлов М.Б. Полиморфизм гена KRT 1.2 у отечественных пород овец // Овцы, козы, шерстное дело. – 2018. – № 3. – С. 20–22.
2. Itenge-Mweza T.O. Identification of genetic markers associated with wool quality traits in merino sheep. Ph.D. Thesis, Lincoln University, Christchurch, New Zealand, 2007.
3. Meena A.S., Kumar R., Jyotsana B., Narula H.K.I., Kumar S. Genetic polymorphism of KRT 1.2, KAP 1.3 and THN gene in magra sheep // Indian Journal of Small Ruminants. 2018. 24 (1). P. 27–30.
4. McLaren, R.J., Rogers, G.R, Davies, K.P., Maddox, J.F. and Montgomery, G.W. Linkage mapping of wool keratin and keratin-associated protein genes in sheep // Mammalian Genome. 1997. 8. P. 938–940.

ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ СОВРЕМЕННОГО СПЕЦИАЛИСТА ЧЕРЕЗ ИНДИВИДУАЛЬНУЮ ПРОЕКТНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

О.Е. Шульгин, Г.А. Редько, Е.Е. Тен

*Дальневосточный государственный университет путей сообщения,
e-mail: simbian.2012@gmail.com*

Рассматривается процесс организации проектной деятельности учащихся в учебной и внеучебной деятельности для усиления мотивации на проектную деятельность; применение деятельностного подхода для разработки способов управления процессом формирования ключевых компетентностей в процессе проектной деятельности на примере разработки мобильного лабораторного стенда «Системы управления электроприводом».

Целью рассматриваемого примера проектной деятельности является разработка лабораторного стенда и методических указаний для лабораторных работ по дисциплинам: Теория автоматического управления, Микропроцессорные системы управления, Системы управления электроприводом. Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

1. Создание системы, которая будет реализована в качестве лабораторного стенда с возможностью выступать в роли демонстрационного.
2. Разработка программного обеспечения для работы системы.
3. Разработка методического пособия для проведения лабораторных работ студентами по изучению принципов работы автоматизации, программирования подобных систем и их управлению.

Стенд позволит учащимся заглянуть в процесс программирования микроконтроллеров, изучить взаимодействие микроконтроллера с внешними устройствами, портами ввода – вывода и многое другое. Также учащиеся могут получить начальные навыки системотехники и проектирования электронных схем.

Работа над проектом позволила находить решения к таким задачам как:

- обучение планированию;

- формирование навыков сбора и обработки информации, материалов;
- формирование умения анализировать;
- самостоятельное добывание знаний из различных информационных источников (в том числе сети Интернет);

На первом этапе разработки стенда основной целью является формирование образа готового проекта в техническом плане. Одним из основных требований к стенду является его мобильность, следовательно, требуется найти решение данного требования в виде переносимого кейса. Выбор оборудования мобильного стенда также является одной из важных задач в процессе разработки. Оборудование должно обеспечивать многофункциональность и доступность для изучения. Исходя из этого, в качестве аппаратно-технической платформы была выбрана Arduino, в силу большого функционала, достаточной производительности и огромного количества дополнительных модулей, таких как различные датчики, дисплеи, драйверы и т.п. Данный этап соответствует одним из принципов деятельностного подхода – принципу деятельности, который заключается в том, что учащийся получает знания не в готовом виде, а добывает их сам, что способствует активному успешному формированию его общекультурных и деятельностных способностей и общих учебных умений, и принципу вариативности, который предполагает формирование учащимися способностей к систематическому перебору вариантов и адекватному принятию решений в ситуациях выбора.

Вторым этапом является создание схемы расположения оборудования стенда и реализация технических решений по разработке мобильного стенда. На данном этапе учащийся получает важные навыки проектирования и монтажа электрооборудования.

Третьим и самым сложным этапом является разработка методического пособия для выполнения лабораторных работ на данном стенде. На данном этапе предстоит выбрать программное обеспечение для программирования контроллера, которое позволит развить навыки для дальнейшей профессиональной деятельности. Исходя из этого была выбрана среда разработки FLProg, которая позволяет создавать программное обеспечение для плат Arduino с помощью графических языков FBD и LAD. Данные языки программирования являются стандар-

том в области программирования промышленных контроллеров. Такая среда разработки есть у Siemens, ABB, Schneider Electric. Разработанные лабораторные работы должны быть интересны учащимся, должны иметь образовательный подтекст для выполнения основной функции – приобретение знаний и навыков. Итогом выполнения данного этапа являются следующие лабораторные работы: «Система управления сервоприводом», «Система управления электроприводом с ПИД регулятором», «Системы автоматического регулирования скорости двигателя постоянного тока». Выполняя данные лабораторные работы, учащиеся могут на конкретном примере изучить работу различных элементов, что является важным дополнением к знаниям, полученным на лекциях и практиках. Также была разработана лабораторная работа «Оптимизация коэффициентов передачи ПИД регулятора в Matlab Simulink», которая позволит учащимся получить навыки моделирования систем автоматического управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Вохменцева Е.А.* Проектная деятельность учащихся как средство формирования ключевых компетентностей // Актуальные задачи педагогики: материалы Междунар. науч. конф. (г. Чита, декабрь 2011 г.). – Чита: Издательство Молодой ученый, 2011. – С. 58-65. – URL <https://moluch.ru/conf/ped/archive/20/1390/>.
2. *Поляничева Н.О.* Роль проектной деятельности в достижении современных образовательных результатов // Молодой ученый. – 2015. – № 4. – С. 611-613. – URL <https://moluch.ru/archive/84/15702/>.
3. *Шульгин О.Е.* Выпускная квалификационная работа «Мобильный стенд «Системы управления электроприводом». – Хабаровск, 2019. – С. 9–10.

МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ АНТОК

Москва, 6–7 декабря 2019

Тезисы докладов

Выпускающий редактор *И.П. Брованова*

Дизайн обложки *А.В. Ладыжская*

Компьютерная верстка *С.И. Ткачева*

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции
Издание соответствует коду 95 3000 ОК 005-93 (ОКП)

Подписано в печать 19.03.2020. Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная. Тираж 20 экз.
Уч.-изд. л. 3,72. Печ. л. 4,0. Изд. № 57. Заказ № 115. Цена договорная

Отпечатано в типографии
Новосибирского государственного технического университета
630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20