7universum.com

UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научный журнал
Издается ежемесячно с декабря 2013 года
Является печатной версией сетевого журнала
Universum: технические науки

Выпуск: 11(80)

Ноябрь 2020

Часть 1

Москва
2020

УДК 62/64+66/69

ББК 3

U55

Главный редактор:

Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук;

Заместитель главного редактора:

Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук;

Члены редакционной коллегии:

Горбачевский Евгений Викторович, канд. техн. наук;

Демин Анатолий Владимирович, д-р техн. наук;

Елисеев Дмитрий Викторович, канд. техн. наук;

Звезда Марина Юрьевна, д-р. физ.-мат. наук;

Ким Алексей Юрьевич, д-р техн. наук;

Козьминых Владислав Олегович, д-р хим. наук;

Ларионов Максим Викторович, д-р биол. наук;

Манасян Сергей Керопович, д-р техн. наук;

Мартышкин Алексей Иванович, канд. техн. наук;

Мерганов Аваз Мирсултанович, канд. техн. наук;

Серегин Андрей Алексеевич, канд. техн. наук;

Юденков Алексей Витальевич, д-р физ.-мат. наук;

Tengiz Magradze, PhD in Power Engineering and Electrical Engineering.

U55 Universum: технические науки: научный журнал. – № 11(80). Часть 1. М., Изд. «МЦНО», 2020. – 96 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/tech/archive/category/1180>

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2020.80.11-1

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2020 г.

Содержание

Авиационная и ракетно-космическая техника	5
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ГЕОПОТЕНЦИАЛА ЗЕМЛИ НА ТРАЕКТОРИЮ ДВИЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ТЕЛА Мирмахмудов Эркин Рахимжанович	5
ОСОБЫЕ СЛУЧАИ РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ НОРМАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ МЕТОДОМ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ ОРБИТ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ Мирмахмудов Эркин Рахимжанович	9
Безопасность деятельности человека	13
КЛАССИФИКАЦИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ МЕТОДОМ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ Каримкулов Курбонкул Мавланкулович Узоков Икромжон Эсанбоевич Абдурахманова Азода Джураевна	13
Инженерная геометрия и компьютерная графика	21
ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВЫХ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИИ Ёкубов Ёкубжон Одил угли Эргашев Достон Пратович	21
Информатика, вычислительная техника и управление	25
О СУЩЕСТВОВАНИИ НАИЛУЧШИХ КУБАТУРНЫХ ФОРМУЛ ОБЩЕГО ВИДА НАД ПРОСТРАНСТВОМ С.Л. СОБОЛЕВА $W_2^{(m)}(T_n)$ Жалолов Озод Исомидинович	25
МАТЕМАТИКО-КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЩИХ ВЫБРОСОВ ГАЗООБРАЗНЫХ И ЖИДКИХ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ОТ ГОРОДСКИХ И СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ АЗЕРБАЙДЖАНА МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГЕОГРАФИИ Мамедова Шекер Идаят Набиев Алпаша Алибек	28
МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ MOBILE BASIC Насиров Мурад Закирович Юлдашева Назокат Мурад кизи Матбабаева Саида Дилмурад кизи	32
ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ Сабилов Улугбек Кучкарович	36
ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНОЙ ГРАВИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗЕМЛИ EGM2008 ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ НОРМАЛЬНЫХ ВЫСОТ НА ТЕРРИТОРИИ УЗБЕКИСТАНА Фазилова Дилбархон Шамурадовна Арабов Обиджон Зарип угли	39
ФУНКЦИИ И ЭЛЕМЕНТЫ OpenGL, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ОСНОВНЫХ ФОРМ В C# Хаятов Хуршиджон Усманович Атаева Гульсина Исроиловна Хайдаров Орифжон Рустамович	43
Машиностроение и машиноведение	46
АНАЛИЗ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДОРОЖНЫХ ИСПЫТАНИЙ Абдурахманов Азамат Эркинович Мирзаев Нажмиддин Норматович	46
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОГРЕШНОСТЕЙ ОБРАБОТКИ НА ПРЕЦИЗИОННЫХ ТОКАРНЫХ СТАНКАХ С ЧПУ Акбаров Хатам Улмасалиевич	49
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИСХОДНЫХ ЗНАЧЕНИЙ СКОРОСТИ НА ПРОЦЕССЫ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ТУРБУЛЕНТНЫХ СТРУЙ Махмудов Содикжон Ахмаджонович Эшонхужаев Дилмурод Одилович	52

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АГРЕССИВНЫХ СРЕД НА СОДЕРЖАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ	56
Орипов Гуломиддин Хожиматов Азизбек Асомиддинович	
ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ СУШИЛЬНОГО БАРАБАНА НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ПРОЦЕССА	59
Тожиев Расулжон Жумабаевич Миршарипов Рахматилло Хабибуллаевич Ахунбаев Адил Алимович Абдусаломова Нодида Абдумалик кизи	
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КОНЦЕНТРАЦИИ ПРОДУКТОВ ИЗНОСА В МАСЛЕ АГРЕГАТОВ МАШИН	66
Иргашев Амиркул Хамроев Рамзжон Комилжон угли	
Металлургия и материаловедение	69
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕСТНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	69
Алматаев Тожибой Орзикулович Алматаев Нозимбек Тожибой угли Шарипов Конгратбай Аvezимбетович	
ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА (ТЦО) НЕТЕПЛОСТОЙКИХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ	73
Норхуджаев Файзулла Рамазанович Эргашев Дилшодбек Мамасидикович	
ПЕРЕРАБОТКА КЛИНКЕРА – ТЕХНОГЕННОГО ОТХОДА ЦИНКОВОГО ПРОИЗВОДСТВА	78
Тошкодирова Рано Эркинжоновна Абдурахмонов Сойиб	
ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МОЛИБДЕНА И РЕНИЯ ИЗ ОТХОДОВ	86
Шодиев Аббос Неъмат угли Хамидов Сухроб Ботирович Туробов Шахриддин Насритдинович	
Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы	91
АНАЛИЗ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА С ЛИНЕЙНОЙ СТРУКТУРОЙ	91
Темербекова Барнохон Маратовна	

АВИАЦИОННАЯ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ГЕОПОТЕНЦИАЛА ЗЕМЛИ
НА ТРАЕКТОРИЮ ДВИЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ТЕЛА*Мирмахмудов Эркин Рахимжанович**канд. физ.-мат. наук, доцент,
Национальный университет Узбекистана
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: erkin_mir@mail.ru*ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE EARTH'S GEOPOTENTIAL
ON THE TRAJECTORY OF THE SPACE BODY MOTION*Erkin Mirmakhmudov**Associate prof., Ph.D.,
National University of Uzbekistan
Tashkent, Uzbekistan**DOI: 10.32743/UniTech.2020.80.11-1.5-8.*

АННОТАЦИЯ

В данной статье приводится анализ влияния гравитационных и негравитационных сил на космический аппарат при движении по эллиптической орбите. Получены выражения зональных и тессеральных гармоник геопотенциала Земли на основе частных производных по радиусу вектору. Дифференциальные уравнения возмущенного движения космического тела, учитывающие влияние Луны и Солнца, описывается в работе. Действие атмосферного сопротивления на спутник ERS1 оценивается на основе численных экспериментов. Отклонение наблюдаемых и вычисленных значений координат получены на основе наблюдений, выполненных на измерительном комплексе "Майданак". Вычислены топоцентрические расстояния ERS2 на суточном интервале в зависимости от зональных гармоник высоко порядка (J_{19}). Разработанную программу дифференциального уравнения возмущенного движения предлагается использовать при прогнозировании траектории движения космического тела на территории Республики Узбекистан.

ABSTRACT

This article analyzes the results of the effects of gravitational and non-gravitational forces on a spacecraft while moving in an elliptical orbit. The values of zonal and tesseral harmonics of the Earth's geopotential are derived on the basis of partial derivatives with respect to the radius vector. Expressions are obtained for the differential equation of the perturbed motion of a celestial body, taking into account the influence of the Moon and the Sun. The effect of atmospheric drag on the ERS1 satellite is estimated based on numerical experiments. The deviations of the observed and calculated values of coordinates were obtained on the basis of observations carried out at the Maidanak observatory. The topocentric distances of ERS2 are calculated on a daily interval as a function of high-order zonal harmonics (J_{19}). The developed program of the differential equation of the disturbed motion is proposed to be used when predicting the trajectory of a space body on the territory of the Republic of Uzbekistan.

Ключевые слова: гравитационный потенциал, влияние Луны и Солнца, атмосферное сопротивление, световое давление, частные производные.

Keywords: gravitational potential, the influence of the Moon and the Sun, atmospheric resistance, light pressure, partial derivatives.

Траектория движения космического тела испытывает гравитационное притяжение центрального тела и негравитационное влияние атмосферы. Это приводит к тому, что кеплеровские элементы орбиты с течением времени меняются как по угловым, так и по линейным параметрам [1, 3]. Естественно, такую

орбиту следует уточнять или корректировать периодически через определенные промежутки времени, учитывая все факторы, действующие на спутник. Известно, что равнодействующая сила уменьшается по мере удаления объекта от поверхности Земли.

На низких высотах порядка 500-1000 км сопротивление атмосферы оказывает существенное влияние на орбиту. Значительно меньшее воздействие испытывает спутник от Солнца и Луны [6]. Для прогнозирования траектории движения спутника целесообразно использовать разложение геопотенциала по сферическим функциям

$$U = \frac{fM}{r} \left\{ 1 + \sum_{n=2}^{\infty} \sum_{m=0}^n \left(\frac{a_e}{r} \right)^n (C_{nm} \cos m\lambda + D_{nm} \sin m\lambda) P_{nm}(\sin \varphi) \right\} \quad (1)$$

где fM - произведение массы Земли на гравитационную постоянную; a_e - экваториальный радиус Земли; C_{nm} и D_{nm} - безразмерные эмпирические коэффициенты разложения; r, φ и λ - геоцентрический радиус, широта, и долгота; $P_{nm}(x)$ - присоединенные функции Лежандра.

Первые полиномы Лежандра имеют вид: $P_0(x) = 1$; $P_1(x) = x$; $P_2(x) = 3/2 x^2 - 1/2$; $P_3(x) = 5/2 x^3 - 3/2 x$; $P_4(x) = 1/8(35x^4 - 30x^2 + 3)$.

Наибольшее значение имеет коэффициент J_2 , характеризующий сжатие земного эллипсоида [8].

Дифференциальные уравнения невозмущенного и возмущенного движения имеют вид

$$\ddot{\vec{r}} + \frac{k^2 m \vec{r}}{r^3} = 0, \quad (2)$$

$$\ddot{\vec{r}} + \frac{k^2 m \vec{r}}{r^3} = \vec{F}, \quad (3)$$

$$\vec{F} = \vec{F}_{gp} + \vec{F}_{LS} + \vec{F}_d + \vec{F}_{sp}, \quad (4)$$

где $\vec{F}_{gp}, \vec{F}_{LS}, \vec{F}_d, \vec{F}_{sp}$ - возмущения от Земли, Луны и Солнца, атмосферного торможения и светового давления.

Для того чтобы определить значения правых частей выражения (4), необходимо найти частные производные зональных и тессеральных гармоник по радиусу вектору. Общий вид уравнения геопотенциала можно записать следующим образом.

$$\vec{F}_{gp} = \frac{\partial V_{gp}}{\partial \vec{r}}, \quad (5)$$

$$V_{gp} = \frac{k^2 m_e}{r} \left\{ 1 + \sum_{n=2}^{\infty} \sum_{m=0}^n \left(\frac{a_e}{r} \right)^n (C_{nm} \cos m\lambda + S_{nm} \sin m\lambda) P_{nm}(\cos \varphi) \right\}. \quad (6)$$

Общая формула возмущений по зональным гармоникам имеет вид

$$V_{gp}(\text{zone}) = \frac{k^2 m_e}{r} \left\{ 1 + \sum_{n=2}^{\infty} \left(\frac{a_e}{r} \right)^n P_n(\cos \varphi) J_n \right\}, \quad (7)$$

Полагая

$$J_n = -C_{n0}, \quad (8)$$

получим частные производные зональных гармоник

$$\frac{\partial V_{gp}(\text{zone})}{\partial \vec{r}} = \frac{\partial}{\partial \vec{r}} \frac{k^2 m_e}{r} \left\{ 1 - \sum_{n=2}^{\infty} \left(\frac{r_0}{r} \right)^n P_n \left(\frac{z}{r} \right) J_n \right\}, \quad (9)$$

$$\frac{\partial V_{gp}(\text{zone})}{\partial \vec{r}} = \frac{\partial V_{gp}(\text{zone})}{\partial \vec{r}} \frac{\partial r}{\partial \vec{r}} + \frac{\partial V_{gp}(\text{zone})}{\partial z} \frac{\partial z}{\partial \vec{r}}, \quad (10)$$

$$\frac{\partial V_{gp}(\text{zone})}{\partial r} = k^2 m_e \left\{ -\frac{1}{r^2} + \sum_{n=2}^{\infty} \frac{r_0^n (n+1)}{r^{n+2}} P_n \left(\frac{z}{r} \right) J_n - \sum_{n=2}^{\infty} \frac{r_0}{r} \frac{dP_n}{d\left(\frac{z}{r}\right)} \left(-\frac{z}{r} \right) J_n \right\}, \quad (11)$$

где $\frac{dP_n}{dx}$ - рекуррентные формулы.
С учетом (9) - (11) получим

$$\frac{\partial V_{gp}(\text{zone})}{\partial z} = k^2 m_e \left\{ -\sum_{n=2}^{\infty} \left(\frac{r_0}{r} \right)^n \frac{dP_n}{d\left(\frac{z}{r}\right)} \left(\frac{1}{r} \right) J_n \right\}. \quad (12)$$

Для тессеральных гармоник запишем следующее выражение

$$\frac{\partial V_{gpt}}{\partial \vec{r}} = \frac{\partial k^2 m_e}{\partial \vec{r}} \left\{ \sum_{n=2}^{\infty} \sum_{m=1}^n \left(\frac{R_0^n}{r} \right) (C_{nm} \cos m\lambda + S_{nm} \sin m\lambda) P_{nm}(\cos \varphi) \right\}. \quad (13)$$

Частные производные получаются в виде

$$\frac{\partial V_{gpt}}{\partial \vec{r}} = \frac{\partial V_{gpt}}{\partial r} \frac{\partial r}{\partial \vec{r}} + \frac{\partial V_{gpt}}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial \vec{r}} + \frac{\partial V_{gpt}}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial \vec{r}} + \frac{\partial V_{gpt}}{\partial z} \frac{\partial z}{\partial \vec{r}}. \quad (14)$$

Окончательно выражение будет иметь вид

$$\frac{\partial V_{gptnm}}{\partial r} = k^2 m_e \left[(-1)(n+1) R_0^n \frac{1}{r^{n+2}} P_n^m(\cos \varphi) (C_{nm} \cos m\lambda + S_{nm} \sin m\lambda) + \left(\frac{R_0^n}{r^{n+1}} \right) \frac{\partial P_n^m(\cos \varphi)}{\partial \cos \varphi} (C_{nm} \cos m\lambda + S_{nm} \sin m\lambda) \frac{\partial \cos \varphi}{\partial r} \right], \quad (15)$$

где

$$\frac{\partial \cos \varphi}{\partial r} = \frac{\partial \left(\frac{z}{r} \right)}{\partial r} = -\frac{z}{r^2} = -\frac{\cos \varphi}{r}. \quad (16)$$

Лунно-солнечное притяжение можно записать так

$$\vec{F}_{ls} = k^2 m_{ls} \left(\frac{\vec{r}_2 - \vec{r}}{|\vec{r}_2 - \vec{r}|^3} - \frac{\vec{r}_{ls}}{r_{ls}^3} \right), \quad (17)$$

$$V_{ls} = k^2 m_{ls} \left(\frac{1}{\Delta} - \frac{(\vec{r}_{ls} \cdot \vec{r})}{r_{ls}^3} \right), \quad (18)$$

$$V_{ls} = k^2 m_{ls} \sum_{n=2}^{\infty} \left(\frac{r^n}{r_{ls}^{n+1}} \right) P_n(\cos \varphi). \quad (19)$$

Частные производные выразятся через соотношения

$$\frac{\partial V_{ls}}{\partial \vec{r}} = \frac{\partial V_{ls}}{\partial r} \frac{\partial r}{\partial \vec{r}} + \frac{\partial V_{ls}}{\partial \cos \varphi} \frac{\partial \cos \varphi}{\partial \vec{r}}, \quad (20)$$

$$\frac{\partial V}{\partial r} = k^2 m_{ls} \sum_{n=2}^{\infty} \left(\frac{r^{n-1}}{r_{ls}^{n+1}} \right) n P_n(\cos \varphi), \quad (21)$$

где

$$\frac{\partial V}{\partial \cos \varphi} = k^2 m_{ls} \sum_{n=2}^{\infty} \left(\frac{r^n}{r_{ls}^{n+1}} \right) \frac{\partial P_n}{\partial \cos \varphi} \frac{\partial \cos \varphi}{\partial \vec{r}}, \quad (22)$$

$$\frac{\partial \cos \varphi}{\partial \bar{r}} = \frac{\partial \left(\frac{z}{r} \right)}{\partial \bar{r}}. \quad (23)$$

Атмосферное сопротивление и световое давление можно представить без промежуточных преобразований

$$\bar{F}_d = -\frac{1}{2} \rho S C_d \dot{\bar{r}}^2 \frac{\dot{\bar{r}}}{|\dot{\bar{r}}|}, \quad (24)$$

$$\bar{F}_{sp} = -\frac{\bar{S} S_0 (1+k)}{c} \frac{\bar{p}}{\rho}. \quad (25)$$

Выведенные величины играют важную роль при вычислении точных координат космического тела, полученных численными или аналитическими методами [4, 11]. Аналитическое решение уравнения движения очень сложно, т.к. имеется определенное ограничение, а численные методы наиболее полно учитывают влияние сил, действующих на спутник [10]. Поэтому они широко применяются в небесной механике и космической геодезии. Любое численное решение строится последовательным экстраполированием, позволяющим варьировать одновременно порядок метода, длину основного шага интегрирования и количество этапов вычислений [7]. Одинаковой точности вычислений можно добиться, увеличивая порядок метода, либо увеличивая число этапов вычислений или уменьшая длину шага. На практике, влияние ошибки округления растет с увеличением порядка экстраполяции. Интегральная кривая заменяется ломаной, выбранный шаг должен быть достаточно малым, обеспечивая минимальное расхождение между действительной кривой и ломаной линией. Слишком малый шаг может ухудшить решение вследствие неизбежных ошибок округлений. Выбор оптимального шага интегрирования выполняется в результате специальных исследований. Как правило, в целях поиска и обнаружения объекта можно ограничиться разностями четвертого порядка. Например, в методе Рунге-Кутты не требуется никакой информации кроме начальных условий. Правые части

уравнений должны вычисляться со всей возможной точностью, но существует такое предельное значение t_m , что при $|t| > |t_m|$ точность решения становится недостаточной. Необходимая точность является следствием не только методических ошибок при построении приближенного решения, но и следствием ошибок начальных данных, правых частей и ошибок округлений [5]. Однако численные решения уравнений движения небесного тела нашли применение, используя одношаговые и многошаговые методы. В задачах прогнозирования движения космических тел наибольшее распространение получил одношаговый метод Рунге-Кутты четвертого порядка [9]. Это обстоятельство, прежде всего, делает метод популярным ввиду его простоты. Но, долгосрочное прогнозирование с использованием четвертого порядка весьма ограничено, поскольку не дает необходимой точности вычислений, либо приводит к накоплению ошибок. В таких случаях алгоритм Эверхарта является наиболее эффективным, в котором контроль осуществляется по величине последнего члена в разложении по степеням независимой переменной. Короткий интервал дуги в методе Рунге-Кутты считается наиболее оптимальным, т.к. при вычислении значений искомых функций требуется вычислять несколько значений правых частей, что достигается большей точности, чем разностные методы.

На примере европейского дистанционного спутника ERS1 выполнено сравнение наблюдаемых координат с вычисленными значениями (O-C, observation minus calculation). Наблюдения выполнены на территории Китабской широтной станции. В качестве эфемеридных значений азимута (A) и высоты (h) спутника были использованы данные центра управления полетами (ЦУП, Россия). Вычисленные разности топоцентрических координат между наблюдаемыми и вычисленными координатами имеют определенный тренд, связанный с точностью фиксации положения объекта, а также методикой обработки результатов измерений (рис.1).

Рисунок 1. Значения разностей по азимуту и высоте между наблюдаемыми и вычисленными данными для ИСЗ ERS-1

Анализ разности значений наблюдаемых и вычисленных показывает, точность наблюдения меняется с течением времени. Причина изменения обусловлена собственным движением спутника и влиянием незначительных поправок к осям вращения алидады азимутального зеркального телескопа (АЗТ-24), т.е. имеется постоянная систематическая поправка, которую необходимо определить метрологическим способом.

Разработана алгоритмическая программа по вычислению топоцентрических расстояний, которая учитывает величины зональных гармоник до J_{19} и сопротивление атмосферы (рис.2). Численное интегрирование дифференциального уравнения возмущенного движения ERS1 производилось на основе наблюдений, выполненных в Китабе (Узбекистан) на интервале с 2.09.1999 по 17.09.1999. Уравнения движения космического аппарата интегрировались численным методом Рунге-Кутты 4 порядка.

Рисунок 2. Влияние атмосферы на коэффициенты зональных гармоник

Разработанная программа является более точной и корректной для спутников находящихся на высоте 1000 км. Это означает, чем выше степень зональных гармоник, тем точнее определяется расстояние до спутника. Если же разработать частные производные по нормали и трансверсали, то это приведет к более точным вычислениям координат на низких орбитах.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что влияние геопотенциала убывает по мере удаления космического тела, а действие атмосферы распространяется до 1000км от поверхности Земли. Разработанную программу можно использовать во время оптических наблюдений космических тел на территории Республики Узбекистан [2].

Список литературы:

1. Абалакин В.К. Основы эфемеридной астрономии. 1979.
2. Арсланов Р.А., Мирмахмудов Э.Р., Расулов А.Р. О некоторых задачах в области космических исследований Узбекистана /Космические исследования, технологии и конверсия-II: Сб. статей. – Ташкент, 1997. С.17-20.
3. Батраков Ю.В., Горель Г.К., Гудкова Л.А., Чернетенко Ю.А. Результаты обработки Николаевских наблюдений избранных малых планет. Наблюдения естественных и искусственных тел Солнечной системы. Всероссийская конференция с международным участием. ИТА РАН, 26-28 ноября 1996. С.-Петербург.
4. Бордовицына Т.В. Современные численные методы в задачах небесной механики. М. "Наука". 1984.
5. Идельсон Н.И. Способ наименьших квадратов и теория математической обработки наблюдений М. 1947.
6. Краснорылов И.И., Плахов Ю.В. Основы космической геодезии. М. "Недра", 1976.
7. Куликов Д.К. Интегрирование уравнений движения небесной механики на ЭВМ по квадратурному методу Коуэлла с автоматическим выбором шага. Бюл. ИТА. 1960. т.7. № 10.0.770-797.
8. Кубанцев К.К., Мирмахмудов Э.Р. Численное интегрирование дифференциального уравнения движения космического аппарата " Лагеос-1" и "ERS2" с учетом геопотенциала J_2 . Проблемы механики. Ташкент: "Фан". 2000, т. 2. С. 54-58.
9. Мячин В.Ф., Сизова О.А. Совместное интегрирование уравнений небесной механики численным методом Тейлора-Стеффенсена. Бюл. ИТА. 1970. т.12. № 5(138). С.389-400.
10. Нестеров В.В. Основные алгоритмы спутниковой геодинамики. М. 2001.
11. Таратынова Г.П. Методы численного решения уравнений в конечных разностях. Искусственные спутники Земли. 1960. Т. 4.

ОСОБЫЕ СЛУЧАИ РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ НОРМАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ МЕТОДОМ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ ОРБИТ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ

Мирмахмудов Эркин Рахимжанович

канд. физ.-мат. наук, доцент,
 Национальный университет Узбекистана
 Республика Узбекистан, г. Ташкент
 E-mail: erkin_mir@mail.ru

SPECIAL CASES OF SOLUTION OF A SYSTEM OF NORMAL EQUATIONS BY THE METHOD OF LEAST SQUARES FOR IMPROVING OF CELESTIAL BODIES ORBITS

Erkin Mirmakhmudov

Associate prof., Ph.D.,
 National University of Uzbekistan
 Tashkent, Uzbekistan

АННОТАЦИЯ

В данной статье приведены результаты обработки оптических наблюдений космического тела методом наименьших квадратов. Получены формулы связывающие коэффициенты условных уравнений при особых случаях движения небесного тела. Разработаны формулы для вычисления ковариационной матрицы и средней квадратической ошибки результатов уточнения орбиты. Вычислены начальные координаты и компоненты скорости небесного тела по результатам наблюдений, выполненных в 25 обсерваториях. Произведен анализ точности уточняемых параметров орбиты при использовании результатов наблюдений двух обсерваторий. Предлагается использовать модифицированный метод наименьших квадратов для промежуточных орбит.

ABSTRACT

The results of processing optical observations of a space body by the least squares method are given in this paper. The coefficients of the conditional equations for special cases of motion of a celestial body were obtained here. Formulas for calculating the covariance matrix and the root mean square error of the orbit refinement results have been developed. The initial coordinates and velocity components of a celestial body are calculated based on the results of observations carried out at 25 observatories. An analysis of the accuracy of the improved orbital parameters using the results of observations of two observatories is carried out.

Ключевые слова: ковариационная матрица, условные уравнения, метод наименьших квадратов, изохронные производные, точность координат.

Keywords: covariance matrix, conditional equations, least square method, isochronous derivatives, coordinate accuracy.

Наблюдение космических тел обычно производится в период оппозиции и охватывает узкую дугу орбиты. Соответственно, фиксация интервала времени для такого отрезка орбиты будет незначительной по сравнению с периодом обращения вокруг центрального тела. Определение надежной орбиты по такой дуге и интервалу времени считается приближенной [11]. Поэтому предпочитают использовать измерения, выполненные в нескольких оппозициях, которые распределены равномерно по орбите с привлечением большого количества обсерваторий (рис.1).

Рисунок 1. Наблюдение космического тела (много станций)

На начальном этапе необходимо сравнить наблюдения, выполненные в оппозициях, с эфемеридными значениями, вычисленными на основе предварительных элементов орбиты. При этом следует учесть поправки за параллакс, абберацию, прецессию и нутацию, а также за собственные движения опорных звезд [1]. Поскольку моменты наблюдений фиксируются во всемирном времени, то их следует редуцировать на эфемеридное время. Резкий скачок между наблюдаемыми и вычисленными значениями говорит об ошибочных результатах наблюдений, которые отбрасывают или же вводят с уменьшенным весом. Данные, полученные в разных климатических условиях, представляют неравномерное распределение вдоль орбиты [6]. Например, когда неблагоприятные погодные условия не позволяют наблюдать на всех обсерваториях, тогда приходится иметь дело с наблюдениями одной или двух обсерваторий (рис.2).

Рисунок 2. Наблюдение спутника (две станции)

Прежде всего, наблюдения должны охватывать по возможности большую дугу орбиты. При большом числе наблюдений целесообразно использовать нормальные места. Когда имеется длинный ряд наблюдений, то трудно решить, является ли изменение следствием ошибки наблюдений, неточности исходных координат или же вызвано реальным изменением этой величины с течением времени. В случае исследования ошибок звездных каталогов желательно использовать реальные наблюдения, дающие большую информацию об ошибках, когда же улучшают орбиту, то выгоднее использовать нормальные места [10]. В качестве нормальных мест можно применять и системы элементов, определенные по наблюдениям с коротким интервалом времени. Однако это может привести к плохой обусловленности системы нормальных уравнений. Для полной характеристики обусловленности системы необходимо произвести весьма громоздкие вычисления “собственных чисел” матрицы коэффициентов и найти “собственные решения”. Практически это неприемлемо. В таком случае плохую обусловленность системы нормальных уравнений можно решить, применив регуляризацию системы, что является не простой задачей [5].

Нахождение неизвестных параметров в задаче улучшения орбит сводится к решению избыточной системы линеаризованных условных уравнений вида

$$AX - L = E, \quad (1)$$

где A – матрица коэффициентов условных уравнений, X – матрица неизвестных параметров, E – матрица ошибок или невязок измеренных величин, L – матрица поправок измеренных величин. Если n – число уточняемых параметров, а N – число измерений, то матрицы (1) будут иметь вид

$$A = \begin{bmatrix} a_{11}, & \dots & \dots & \dots, & a_{1n} \\ a_{21}, & \dots & \dots & \dots, & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{N1}, & \dots & \dots & \dots, & a_{Nn} \end{bmatrix},$$

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}, L = \begin{bmatrix} l_1 \\ \vdots \\ l_n \end{bmatrix}, E = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Если допустить, что ε_k подчиняется нормальному закону, то система (1) решается методом наименьших квадратов. Согласно этому методу, решением максимального правдоподобия (1) будет X , удостоверяющее условию минимума квадратичной формы.

$$EPE = (AX - L)^T P (AX - L), \quad (2)$$

где P – матрица весов измерений, знак “т” означает транспонирование. Условию минимума (2) дает нормальную систему уравнений [4]

$$A^T P A X = A^T P L, \quad (3)$$

где $A^T P A X$, – симметричная $n \times n$ – матрица. Если определитель $A^T P L$ не нуль, то получаем решение

$$X = (A^T P A)^{-1} A^T P L. \quad (4)$$

Далее находим матрицу ковариации – C_x , и ошибку единицы веса – σ_0 .

$$C_x = (A^T P A)^{-1} \sigma_0^2, \quad (5)$$

$$\sigma_0^2 (N - n) = (AX - L)^T P (AX - L)$$

Для составления матрицы A достаточно знать частные производные от текущих значений параметров движения по их начальным значениям. При улучшении орбит космических тел. не имеющих тесных сближений с массивными телами, матрицу изохронных производных обычно вычисляют по формулам невозмущенного движения. В случае же тесных сближений с массивным телом, изохронные производные необходимо вычислить с учетом возмущений [3, 7].

$$A = \begin{bmatrix} \frac{\partial x}{\partial x_0} & \frac{\partial x}{\partial y_0} & \frac{\partial x}{\partial z_0} & \frac{\partial x}{\partial \dot{x}_0} & \frac{\partial x}{\partial \dot{y}_0} & \frac{\partial x}{\partial \dot{z}_0} \\ \frac{\partial y}{\partial x_0} & \frac{\partial y}{\partial y_0} & \frac{\partial y}{\partial z_0} & \frac{\partial y}{\partial \dot{x}_0} & \frac{\partial y}{\partial \dot{y}_0} & \frac{\partial y}{\partial \dot{z}_0} \\ \frac{\partial z}{\partial x_0} & \frac{\partial z}{\partial y_0} & \frac{\partial z}{\partial z_0} & \frac{\partial z}{\partial \dot{x}_0} & \frac{\partial z}{\partial \dot{y}_0} & \frac{\partial z}{\partial \dot{z}_0} \\ \frac{\partial \dot{x}}{\partial x_0} & \frac{\partial \dot{x}}{\partial y_0} & \frac{\partial \dot{x}}{\partial z_0} & \frac{\partial \dot{x}}{\partial \dot{x}_0} & \frac{\partial \dot{x}}{\partial \dot{y}_0} & \frac{\partial \dot{x}}{\partial \dot{z}_0} \\ \frac{\partial \dot{y}}{\partial x_0} & \frac{\partial \dot{y}}{\partial y_0} & \frac{\partial \dot{y}}{\partial z_0} & \frac{\partial \dot{y}}{\partial \dot{x}_0} & \frac{\partial \dot{y}}{\partial \dot{y}_0} & \frac{\partial \dot{y}}{\partial \dot{z}_0} \\ \frac{\partial \dot{z}}{\partial x_0} & \frac{\partial \dot{z}}{\partial y_0} & \frac{\partial \dot{z}}{\partial z_0} & \frac{\partial \dot{z}}{\partial \dot{x}_0} & \frac{\partial \dot{z}}{\partial \dot{y}_0} & \frac{\partial \dot{z}}{\partial \dot{z}_0} \end{bmatrix}. \quad (6)$$

В астрономической практике встречаются случаи, когда один или несколько из неизвестных параметров зависят от всех остальных параметров, в таких случаях используется метод наименьших квадратов при наличии связей. Рассмотрим решение системы нормальных уравнений в случае связи

$$BX = C, \quad (7)$$

где

$$B = \begin{bmatrix} b_{11}, \dots, \dots, b_{1n} \\ b_{21}, \dots, \dots, b_{2n} \\ \vdots \\ b_{N1}, \dots, \dots, b_{Nn} \end{bmatrix}, C = \begin{bmatrix} c_1 \\ \vdots \\ c_n \end{bmatrix}. \quad (8)$$

Составим функцию Лагранжа

$$\Psi = (A^T P A)^{-1} A^T P L - 2k^T (BX - C), \quad (9)$$

Дифференцируем (9) по X

$$\frac{\partial \Psi}{\partial x} + \left[\frac{\partial \Psi}{\partial \dot{x}} \right]^T = 2A^T P (AX - L) - 2B^T k = 0. \quad (10)$$

Находим X как функцию k

$$X = (A^T P A)^{-1} [A^T P L + B^T k] = G(\tilde{L} + B^T k), \quad (11)$$

где

$$G = (A^T P A)^{-1}, \tilde{L} = [A^T P L. \quad (12)$$

Получим окончательное выражение для k и X

$$C = BG(\tilde{L} + B^T k), \quad (13)$$

$$BGB^T k = C - BG\tilde{L}, \quad (14)$$

$$k = (BGB^T)^{-1}(C - BG\tilde{L}). \quad (15)$$

$$X = [I - GB^T(BGB)^{-1}B]G\tilde{L} + GB^T(BGB)^{-1}C. \quad (16)$$

Матрица ковариации будет иметь вид

$$C_x = MC_L M^T = MP^{-1}M^T \sigma_0^2, \quad (17)$$

где

$$M = [I - GB^T(BGB)^{-1}B]GA^T P, \quad (18)$$

$$\sigma_0 = \frac{(AX-L)^T P (AX-L)}{N-n-q}. \quad (19)$$

Уточнение орбит малых тел на основе промежуточных орбит методом наименьших квадратов при учете связи делает результат более корректным, чем без такого учета [2].

Для оценки точности наблюдений, полученных в 25 и 2 обсерваториях, были использованы 198 наблюдения космического тела с 1963 по 1979 (Таб.1). Уточненные начальные координаты и компоненты скорости космического тела на эпоху $T = 1972 \text{ 01 20.0 ET}$ ($JD = 2 \text{ 441 } 336.5$) были вычислены методом численного интегрирования Эверхарта 19 порядка [8, 9]. В качестве опорной орбиты использована промежуточная орбита, полученная на основе фиктивной массы центрального тела.

Таблица 1.

Начальные координаты и скорости

$\tilde{r}_0$ $\dot{\tilde{r}}_0$	25 обсерваторий	2 обсерватории
x_0	-1.68245079676	- 1.68245407315
y_0	1.59202427231	1.59202132792
z_0	1.09344607955	0.09344147227
$\dot{x}_0$	-0.00798591570	- 0.00798591014
$\dot{y}_0$	-0.00752703765	- 0.00752705069
$\dot{z}_0$	-0.00191836267	- 0.00191839919
σ_0	0.877 ^{''}	0.709 ^{''}

Из таблицы 1 видно, что точность улучшения координат и компонент скоростей с использованием 2 наземных обсерваторий имеет почти близкое значение с точностью улучшения по 25 обсерваториям, что говорит о надежности наблюдений при ограниченном числе станций наблюдений.

Таким образом, использование метода наименьших квадратов при наличии связей для уточнения орбит небесных тел является наиболее приемлемым в случае тесного сближения космического тела с массивным телом. Критерием точности орбиты является ковариационная матрица и средняя квадратическая ошибка единицы веса.

Список литературы:

1. Абалакин В.К. и др. Справочное руководство по небесной механике и астродинамике. М.: Недра. 1971.- 584 с.
2. Batrakov Yu.V., Mirmakhmudov E.R. On effectiveness of using intermediate orbits for computing the perturbed motion / Proceedings of the 1 SPAIN-USSR Workshop on positional astronomy and celestial mechanics. Held at Valencia. Spain. March. 11-15. 1991, P.71-73.
3. Бахшиян Б.Ц. и Суханов А.А. Об изохронных производных первого и второго порядка в задаче двух тел / Космические исследования. 1978, т.16, №4. С.481.
4. Большаков В.Д., Гайдаев П.А. Теория математической обработки геодезических измерений. М.:Недра,1977. – 368 с.
5. Линник Ю.В. Метод наименьших квадратов и основа теории обработки наблюдений. М.:Физматгиз, 1966. – 336 с.
6. Мирмахмудов Э.Р. Анализ точности оптических методов наблюдений космических тел в Узбекистане. Вопросы науки и образования. Москва. 2020. № 30 (114). С. 45-57.
7. Мирмахмудов Э.Р. О пригодности результатов наблюдений одной или двух обсерваторий для улучшения орбит малых планет. Материалы 2 -Всесоюзной Астрономической школы по программе "Орбита". Тираспольский ГПИ им. Шевченко. Тирасполь.1990, С. 27.
8. Mirmakhmudov E. Summary report of the Astronomical Institute investigations on the small bodies during 1922-1995 // Memoria della Societa 'Astronomica Italiana'.2002.Vol.73, № 3. P. 655-657.
9. Мирмахмудов Э.Р. Построение промежуточных орбит небесного тела с касаниями второго и третьего порядка. The scientific heritage. Budapest, Hungary. 2020. V.1, № 53, P. 36-41.
10. Никольская Т.К. Об одном способе составления нормальных мест. Бюлл. ИТА.1972,т. 3, N 4. С. 220-224.
11. Субботин М.Ф. Введение в теоретическую астрономию. М.: Недра, 1968. – 800 с.

БЕЗОПАСНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**КЛАССИФИКАЦИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ
МЕТОДОМ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ****Каримкулов Курбонкул Мавланкулович**

д-р техн. наук, проф.,
Таможенный институт Государственного таможенного комитета
Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: karimkulov@mail.ru

Узоков Икромжон Эсанбоевич

соискатель,
Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Абдурахманова Азода Джурраевна

канд. техн. наук, доц.,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**CLASSIFICATION AND RESEARCH OF FOOD PRODUCTS
THE METHOD OF LIQUID CHROMATOGRAPHY****Kurbonkul Karimkulov**

Doctor of Technical Sciences, Prof.,
Customs Institute of the State Customs Committee Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Ikromjon Uzohkov

Job seeker, Tashkent Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Azada Abdurakhmanova

Ph.D., Associate professor,
Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В данной статье изучен состав пищевых продуктов. Обосновано негативное влияние некачественных товаров на здоровье человека и экономику страны. Разработаны и внедрены в таможенную систему современные способы определения количества альфа-токоферола в курином мясе методом газожидкостной хроматографии. Впервые установлены и рекомендованы для внедрения в таможенную практику для определения кодовых номеров разных видов пищевых продуктов на основе их физико-химических показателей. Проанализированы проблемы продовольственного дефицита и производства качественных товаров, а также даны практические рекомендации по совершенствованию классификации товаров.

ABSTRACT

This article examines the composition of food products. The negative impact of low-quality goods on human health and the country's economy has been substantiated. Modern methods for determining the amount of alpha-tocopherol in chicken meat using the liquid chromatography gas method have been developed and introduced into the customs system. For the first time, established and recommended for implementation in customs practice to determine the code numbers of different types of food products based on their physical and chemical indicators. The problems of food shortages and the production of quality goods are analyzed, and practical recommendations are given for improving the classification of goods.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, товарная номенклатура внешнеэкономической деятельности, код товаров, классификация, химический состав, газожидкостная хроматография, органолептические и физико-химические методы, таможенная экспертиза.

Keywords: food safety, Commodity nomenclature of foreign economic activity, product code, classification, chemical composition, gas liquid chromatography, organoleptic and physico-chemical methods, customs expertise.

Введение. С каждым годом растут производство новых видов товаров и спрос на потребительские товары. Создание необходимых условий для свободного передвижения по всему миру товаров определяет уровень жизни населения. Развитие международной торговли основывается на международных стандартах или стандартах национального законодательства. Происходят масштабные разработки в этой области, в том числе внедрение современных информационно-коммуникационных технологий, внедрение новых товаров и упрощение международной торговли.

Учитывая прямой приток этих товаров в Узбекистан, серьезный ущерб здоровью населения и сокращение поступления в бюджет налоговых и таможенных пошлин и другие негативные последствия, необходимо повысить эффективность борьбы с ними [1].

Отсутствуют методические указания по идентификации и классификации отдельных групп товаров на основе основных правил толкования товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности (ТН ВЭД).

Также в научных трудах некоторых ученых нет единых взглядов на поиск решения проблем классификации товаров по ТН ВЭД. В Узбекистане группа экспертов из Комитета по Гармонизированной системе Всемирной таможенной организации проводит регулярные исследования по уточнению правил классификации отдельных потребительских товаров, а также дополнений и изменений к Гармонизированной системе. Поэтому классификация различных видов пищевых продуктов на основе ТН ВЭД является одним из наиболее актуальных вопросов для участников внешнеэкономической деятельности.

Цель методики и исследования. Исследование проводилось в два этапа: классификация экономически важных товаров в стране на основе Гармонизированной системы и дополнений к номенклатуре

товаров и внесение дополнений в первые 6 номеров Гармонизированной системы.

Необходимы изучение товарных кодов импортируемых и экспортируемых пищевых продуктов, используемых в международных экономических отношениях, и на этой основе разработка классификации новых товарных кодов для пищевых продуктов для защиты экономических интересов республики с учетом их физико-химических характеристик, состава. Разработка и внедрение методов, позволяющих проводить исследования, являются более актуальной проблемой.

Изучение на научной основе взаимосвязи между кодовыми числами, используемыми в международных экономических отношениях в соответствии с составом пищевых продуктов, и определение их общих закономерностей позволяют проводить обширные исследования во всех областях этой специализации. Методы таможенной экспертизы мясной продукции в стране не усовершенствованы.

В повседневной жизни мы покупаем различные продукты питания для различных мероприятий. Нельзя сделать вывод, что все эти продукты имеют гарантированное качество и пригодны для употребления.

Результаты исследования. Идентификация товаров в процессе таможенного оформления занимает особое место в дальнейшем совершенствовании деятельности таможенных органов. На сегодня степень технической оснащенности и существующие методы таможенной идентификации товаров требуют постоянного совершенствования. В связи с этим требуется использование более совершенных механизмов и методов идентификации товаров. Поэтому все больше значение приобретает таможенная экспертиза (рис. 1) как средство определения потребительских характеристик товаров и способов их употребления.

Рисунок 1. Схема к изучению распределения по классификации товаров

Идентификация товаров для таможенных целей неразрывно связана с проблемами классификации товаров. Проведение операций по идентификации (производственные материалы, функциональное назначение, страна происхождения, химический состав, степень обработки и т.д.) включает определение ключевых характеристик, указывающих на принадлежность ТН ВЭД к определенной группе товарной номенклатуры. Однако не все средства идентификации эффективны при проведении таможенной экспертизы. Например мясные продукты. Процесс распознавания информации на этикетке мясных продуктов очень сложен. Часто после замораживания на мясо наносится отметка, а при частичном размораживании мяса это приводит к размытию чернил. Кроме того, сложно различить контур бренда и невозможно проверить количества перевозимых товаров. На наш взгляд, применение следующих инструментов при идентификации мясной продукции повысит эффективность таможенной экспертизы:

- внедрение систем электронных или ультрафиолетовых маркировок. Будет использована специальная наклейка в виде планки, которая будет размещена на всех тушах после осмотра. Для идентификации бренда используются специальные устройства по типу сканера с ультрафиолетовым и другим излучением;
- использование специальной защитной бумаги с необходимыми средствами защиты по принципу масляной краски. Использование специальных материалов, содержащих информацию о продукте, которая способна предотвратить нанесение вреда участникам ВЭД;
- использование специальных чернил для нанесения необходимой информации, которые защищают содержимое товарного знака от угроз репозиции или изменения.

Продовольственная безопасность. В нехлопковых пахотных землях, прежде всего, будут посажены овощи и картофель, кормовые культуры, масличные и др., разбиты сады и виноградники. За счет оптимизации посевных площадей и внедрения современных агротехнологий в 2020 году запланировано увеличение производства зерновых культур на 16,4 %, объем которого будет доведен до 8 млн 500 тысяч, производства картошки – до 35 %,

овощей – до 30 %, фруктов и винограда – до 21,5 %, производства мяса – до 26,2 %, молока – до 47,3 %, яиц – до 47,3 % и предусмотрено увеличение производства рыбы до 2,5 % [7].

В республике объем импорта и экспорта товаров из года в год растет. В 2018 году импорт товаров составил 17,3 млрд долларов США. В 2018 году по сравнению с 2017 годом объем импорта увеличился на 43 %. Из числа 84 групп товаров наибольший показатель занимает бытовая техника. Импорт этих товаров в 2017 году составил 2,7 млрд, а в 2018 году – 4,5 млрд долларов США. Продовольственные товары занимают 10-е место. Из этих 17 групп товаров объем импорта сахара и кондитерских изделий в 2017 году составил 0,33 млрд долларов США, а в 2018 году – на сумму 0,35 млрд долларов США. Из 1701 товарной позиции стоимость сахара в 2017 году составила 0,33 млрд долларов, а в 2018 году – 0,34 млрд долларов США. В 2017–2018 годах на продукты питания приходилось 9–12 % всех импортированных товаров. В 2017 году экспорт товаров из Республики Узбекистан составил 10,07 млрд долларов, а в 2018 году составил 10,91 млрд долларов США. В 2017 году самый большой объем экспортируемой сельскохозяйственной продукции из группы 07 составил 3,5 млрд долларов США. В 2018 году данный показатель составил 3,2 млрд долларов США. Из выше изложенного следует, что львиную долю экспорта и импорта в Республике Узбекистан составляют продукты питания [8].

Известно, что проведение таможенной экспертизы товаров, ввозимых с границы, проводится с целью определения качества товаров, проверки соответствия национальным и международным стандартам, правильности применения кода товаров ТН ВЭД. Проводимая экспертиза продуктов питания играет важную роль в сохранении здоровья населения. Потребители и производители являются основными препятствиями для международной торговли некачественной и негарантированной продукцией.

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), ряд пищевых добавок представляют серьезную угрозу для здоровья человека. Также есть список пищевых добавок, которые более токсичны, и их данные приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Список более вредных пищевых добавок и их свойства

Синтетические добавки	Вредное воздействие	Синтетические добавки	Вредное воздействие	Синтетические добавки	Вредное воздействие
E102	O!	E180	O!	E280	P
E103	(3)	E201	O!	E281	P
E104	П	E210	P	E282	P
E105	(3)	E211	P	E283	P
E110	O!	E212	P	E310	C
E111	(3)	E213	P	E311	C
E120	O!	E214	P	E312	C
E121	(3)	E215	P	E320	X
E122	П	E216	P	E321	X
E123	OO!!(3)	E219	P (3)	E330	P
E124	O!	E220	P	E338	PX

E125	(3)	E222	O!	E339	PX
E126	(3)	E223	O!	E340	PX
E127	O!	E224	O!	E341	PX
E129	O!	E228	O!	E343	PK
E130	(3)	E230	P	E400	O!
E131	P	E231	BK	E401	O!
E141	Π	E232	BK	E402	O!
E142	P	E233	O!	E403	O!
E150	Π	E239	BK	E404	O!
E151	BK	E240	P	E405	O!
E152	(3)	E241	Π	E450	PX
E153	P	E242	O!	E451	PX
E154	PK, PД	E249	P	E452	PX
E155	O!	E250	PД	E453	PX
E160	BK	E251	PД	E454	PX
E171	Π	E252	P	E461	PX
E173	Π	E270	O!	E462	PX

Условные знаки:

O! – опасные; *OO!!* – очень опасные; *3* – запрещенные; *PK* – возбудитель кишечного заболевания; *PД* – разрушитель артериального давления; *C* – сыпь, лихорадка; *P* – вызывающие рак, образующие опухоль; *PЖ* – вызывающие заболевание желудка; *X* – холестерин; *Π* – подозрительно, *BK* – вреден для кожи.

Согласно данным табл. 1 и результатам исследований А.В. Алексеенко, У.К. Ибрагимова, токоферолы широко используются в качестве пищевых добавок к пище, в том числе в мясе и мясных продуктах. Токоферолы (витамин Е) Е307, Е308, Е309, бутилгид-

роксанизол (BGA, ВНА) Е320, бутилгидрокситолуол (ионол, BOT) Е321, лимонная кислота Е330 и антиоксиданты с Е310 по Е341, высокий уровень антиоксидантов могут привести к тому, что доброкачественные опухоли в организме превратятся в злокачественные (табл. 2) [10].

Таблица 2.
Количество альфа-токоферола в курином мясе, произведенном в республике и за рубежом

№	Образец куриной мясо, 100 г	Кол-во альфа-токоферола, мг	Разница относительно контроля, мг
1.	Образец местного продукта (контрольный)	0,62	–
2.	Образец продукта из Казахстана	3,98	3,36
3	Образец продукта из США	14,50	13,88
4.	Образец продукта из Бразилии	2,55	1,93

Из данных табл. 2 видно, что содержание альфа-токоферола в курином мясе, производственном в Узбекистане, составляло 0,62 мг, а содержание альфа-токоферола в образцах курицы из Казахстана, США и Бразилии составляло 3,98, 14,50 и 2,55 мг соответственно. Кроме того, приведенная выше таблица показывает, что количество антиоксиданта альфа-токоферола в образцах кур, импортированных в Узбекистан из Соединенных Штатов, Казахстана и Бразилии, было на 13,88, 3,36 и 1,93 мг соответственно выше, чем в контрольных образцах домашней курицы. Количество содержащихся в курином мясе

антиоксидантов может быть вредным для здоровья людей [3].

Таким образом, любая пища, особенно куриное мясо, имеет небольшую долю макро- и микронутриентов, таких как вода, общий белок, жир, углеводы, кальций, фосфор, железо, определяемых с использованием традиционных методов. Определение количества антиоксидантов, антибиотиков и других синтетических соединений с использованием высокочувствительных методов, таких как современная высокоэффективная хромато-масс-спектрометрия, является важной и актуальной проблемой.

Рисунок 2. Результаты спектр-хроматограммы стандартного образца жирорастворимых витаминов

Рисунок 3. HP 1090 – хроматограмма витаминов куриного мяса, полученная методом газожидкостной хроматографии

Из данных рис. 3 HP 1090, если жидкостная хроматография сосредоточена на хроматограмме витаминов в курином мясе, можно увидеть, что содержание ретинола (витамин А) и альфа-токоферола (витамин Е) в составе этого исследованного куриного мяса также высокое [9].

Методика проведения таможенной экспертизы.

Экспертиза пищевых продуктов осуществляется следующими методами.

1. Органолептический метод.

2. Лабораторный (экспериментальный) метод. Органолептический метод играет важную роль в контроле качества пищевых продуктов. С помощью органов осязания определяют их вкус, запах, цвет, внешний вид. Преимущества органолептического метода заключаются в том, что он не требует больших затрат на химические реактивы, инструменты, а также позволяет быстро делать выводы о качестве продукта. Недостатком этого метода является то, что чувство осязаемости развито у всех людей по-разному. Поэтому качество товара будет оценено по-разному.

При проверке качества товаров органолептическим методом их качественные показатели нельзя выразить цифрами, что усложняет получение полной подробной информации о качестве продукции. Например, с помощью этого метода очень сложно сказать о биологической ценности продукта или о его безвредности. Однако, если оценка качества продукции органолептическим методом будет проводиться с участием высококвалифицированных, опытных дегустаторов, допустимых ошибок будет еще меньше.

Однако следует иметь в виду, что наши органы чувств могут быстро уловить специфические ароматные вкусовые качества продукта, которые трудно поддаются обнаружению либо не могут быть обнаружены другими методами проверки.

Например, органолептический метод – единственный способ определить их качество и тип, так как очень сложно идентифицировать ароматные сложные вещества, входящие в состав чая, кофе и винных продуктов. В органолептической оценке пищевых продуктов вкусовые характеристики являются одним из основных показателей, определяющих их качество. Главный орган человеческого тела, который ощущает вкус, – это язык. Академик И.П. Павлов первым объяснил, как действуют органы чувств при употреблении пищи.

Слизистые оболочки языка и полости рта содержат вкусовые рецепторы, на которые действует раствор веществ, стимулирующих вкусовые ощущения. Общее количество бугорков на языке оценивается более чем в 9000, большинство из которых расположены на кончике языка, а остальные – на латеральном уровне и на задней части языка. По сути, существуют четыре типа простых вкусов: сладкий, соленый, кислый и горький.

Другие вкусы и вкусовые ощущения образуются путем сложения этих основных вкусовых ощущений: горько-соленого, кисло-сладкого, кисло-сладкого, сладко-горького и т. д. Вкус еды зависит от характера продукта, его химического состава, температуры, при которой продукт дегустируется. Следовательно, оценка качества пищевых продуктов органолептическим способом должна основываться на нормативных требованиях [2].

И запах продуктов сильно влияет на их качество. Все продукты также имеют определенный запах. В зависимости от их запаха можно получить информацию о том, что это за продукт, не испорчен ли, является ли чистым. Смесь разных ароматизаторов в продуктах может придать комплексу одинаковый запах, например, ароматный запах вина, коньяка, кофе, чая и сыра может быть примером этого. При определении качества пищевых продуктов органолептическими методами, а также в соответствии с требованиями стандарта их вкусовые и запаховые характеристики записываются и указываются вместе.

Кроме того, к органолептическим характеристикам пищевых продуктов, определяемым органолептическим методом, относятся их цвет, внешний вид. Эти показатели определяются с помощью органов зрения, слуха и ощущений. С помощью органа зрения человека оцениваются внешний вид, размер,

цвет, форма, расположение посуды, четкость и т.д. При употреблении продукта можно сразу сделать выводы о твердости или мягкости продуктов или их температуре, используя кончик языка. Даже ударяя предметом по поверхности продукта и слыша исходящий от него звук, можно сделать определенный вывод о качестве этого продукта. В настоящее время ведутся научные работы по увеличению и повышению точности органолептического метода. Существуют несколько методов органолептической оценки продуктов, наиболее распространенными из которых являются методы оценки и сравнительной оценки. Оценка по балльному показателю, качество еды в основном проверяется по шкале 5, 10, 30 и 100 баллов. При оценке качества продукции по баллам их общая сумма делится на показатели качества. В качестве примера рассмотрим проверку качества сливочного масла на 100 баллов. Согласно этой методике, основные показатели сливочного масла приводятся следующим образом: вкус и запах – 50, консистенция – 25, цвет – 5, соленость – 10, упаковка – 10, всего – 100. Если общая оценка масла составляет от 88 до 100 баллов – высокий сорт, от 80 до 87 – 1 сорт и, наконец, менее 80 – не будет соответствовать стандартным требованиям. Но, помимо общей оценки, высший сорт масла не должен оцениваться по вкусу и запаху менее 41 балла, а 1 сорт – не менее 37 баллов. Удобство оценки пищевых продуктов в порядке выставления баллов состоит в том, что каждый дефект продукта оценивается с соответствующим баллом.

Он вычитается из общего количества баллов, установленных для этого показателя. Затем определяется, сколько баллов нужно вычесть из специальной таблицы, определенной в Госстандарте.

Этот метод упрощает работу эксперта, проверяющего качество продукта, и в некоторой степени повышает точность оценки качества продукта. Оценка по шкале основана на сравнении тестируемого пищевого продукта со стандартами этого продукта, т.е. стандартными образцами. Если продукт не имеет эталонного образца, характеристики проверенного продукта сравниваются с характеристиками соответствующих нормативных и технических документов, к которым относится продукт. Кроме этого, существует социологический метод оценки качества товаров. Социологический метод определения показателей качества пищевых продуктов основывается на мнении покупателей.

Физико-химические методики проведения экспертизы

Эти методы проверки качества пищевых продуктов включают определение удельного веса продукта, вязкости, плавления, затвердевания и температуры кипения, оптических свойств. Удельный вес и плотность продукта можно измерить с помощью ареометра, пикнометра и гидростатических весов. По их удельному весу можно говорить об определенной степени химического состава и качества. Основываясь на температуре плавления и затвердевания жиров, можно получить информацию об их природе, чистоте и в определенной степени о том, какие жирные кислоты они содержат.

Температуру плавления и затвердевания масел определяют путем измерения температуры масла при переходе из твердого состояния в жидкое или из жидкого в твердое состояние с помощью термометра. Оптические свойства продуктов питания определяются методами поляриметрии, рефрактометрии, фотокалориметрии, люминесценции и хроматографии.

Метод поляриметрии основан на способности некоторых растворов оптически активных веществ изменять направление световых колебаний. Например, с помощью этого метода можно определить процентное содержание сахарозы в продукте и какое количество сахара в нем находится с помощью прибора для измерения сахара в крови.

Рефрактометрия используется для определения процентного содержания жира, воды, спирта, сахара и других сухих веществ в пище. К примеру, рефрактометр используется для определения наличия воды в меде, наличия или отсутствия сухих веществ в соках, чистоты жиров и масел по их показателям преломления, а также показателя испорченности продуктов. Качество продуктов питания, соответствие национальным и мировым стандартам влияют на здоровье людей, экономику страны, репутацию пищевых компаний. Производство и импорт некачественных пищевых продуктов имеет ряд негативных последствий. Поэтому разработка методов экспертизы импортных пищевых продуктов является требованием времени [4].

Анализируя реформы в таможенной сфере за последние годы, мы видим, что эффективность работы, проводимой таможенными органами в нашей стране,

увеличилась в несколько раз за счет внедрения автоматизированной информационной системы, управления рисками при таможенном контроле и оформлении товаров. Однако следует отметить, что помимо проделанной работы остаются некоторые проблемы и недостатки. Примеры включают проблемы определения кодов товаров и пищевых продуктов по ТН ВЭД.

По результатам анализов, проведенных в лабораториях Республики Узбекистан за последние 3 года, в 2019 году общее количество проведенных экспертиз составило 3794, что значительно меньше (–20327), чем годом ранее (24121 – в 2018 году). Количество обнаруженных несоответствий по ТН ВЭД составило 2257 (905 – в 2018 году).

Это на 1352 больше, чем в 2018 году. Следовательно, можно увидеть, что, хотя количество назначений на прием к эксперту на основе системы управления рисками уменьшилось, количество случаев обнаружения несоответствия кода по ТН ВЭД увеличилось. Также увеличились дополнительные расходы, рассчитанные в результате экспертизы, выявленные в соответствии с ТН ВЭД. Это видно из следующих данных: в 2019 году доплаты, рассчитанные в результате выявленных по ТН ВЭД, составили 45 млрд сумов, что на 30 млрд сумов больше, чем в 2018 году (14 млрд сумов) [8].

В условиях современной рыночной экономики особое внимание следует уделять развитию внутреннего производства в стране, выпуску импортозамещающих, экспортно ориентированных, качественных отечественных товаров.

Рисунок 4. График распределения экспорта за 2019 год

Одним из крупнейших экспортных и импортных товаров Республики Узбекистан являются продукты питания (рис. 4). Поэтому правильная классификация данной продукции в товарной номенклатуре внешнеэкономической деятельности актуальна в тарифном и нетарифном управлении внешнеэкономической

деятельностью. Полная детализация кодовых номеров этих экспортно-импортных товаров позволит более точно вести таможенную статистику и защитить экономику республики. Основными критериями классификации продукта согласно ТН ВЭД являются его состав, количество, цена и функция.

В настоящее время соки различаются по составу, которые классифицируются кодами, относящимися к группе 2009 ТН ВЭД. Данные товары классифицируются по товарным позициям 2009. Они классифицируются по составу и технологии получения, при их ввозе устанавливаются акцизный налог 20 % и таможенная пошлина 30 %.

Однако в товарной позиции 2009 года 30 %-ным акцизом облагались остальные импортные товары, произведенные на основе классифицированных товаров. Также нет акцизного налога на натуральные или синтетические продукты, которые классифицируются в товарной позиции 2009 и облагаются 20 %-ной пошлиной на их импорт. Однако для соков из натуральных продуктов установлена таможенная пошлина 30 %. Информация о том, какие вещества содержатся в продукте и в каком количестве, доступна только у производителя, и свободный доступ к этой информации невозможен, поскольку она является коммерческой тайной [4; 6].

Заключение. Таким образом, мировой практический опыт показывает, что при определении состава пищевых продуктов в каждой стране использование методов таможенной экспертизы товаров, в частности анализ их химического состава, дает эффективные результаты. В частности, анализ

ГЖХ показал, что количество антиоксиданта альфа-токоферола в образцах куриного мяса, импортированных в Узбекистан из США, Казахстана и Бразилии, было на 13,88, 3,36 и 1,93 мг соответственно выше, чем в контрольных образцах домашней курицы.

Наиболее эффективным способом выявления некачественных продуктов питания, ввозимых в республику, является органолептический метод.

В то же время эксперт-инспектор таможенного поста помогает ускорить процесс оформления путем проверки документов страны происхождения товара, условий поставки, при которых он перевозится, его внешнего вида, состава этикетки и срока годности.

В процессе обработки скоропортящихся пищевых продуктов рассматриваются документы об их качестве, а также при необходимости проводится экспертиза влияния продукции на здоровье человека. Разработаны и внедрены в практику эффективные методы классификации пищевых продуктов для таможенных целей.

Разработанные экспресс-методики кодирования пищевых продуктов рекомендованы к использованию участниками внешнеэкономической деятельности и экспертами таможенной экспертизы при определении кода товаров по ТН ВЭД.

Список литературы:

1. Андреева Е.И. Развитие методологии и совершенствование механизма управления идентификацией товаров в таможенных целях : монография. – М. : РИО Российской таможенной академии, 2016. – 202 с.
2. Гибилиско С. Альтернативная энергетика без тайн / пер. с англ. А.В. Соловьева. – М. : Эксмо, 2010. – 368 с.
3. Ибрагимов У.К. Оценка антиоксидантов – пищевых добавок // STANDART. – 2002. – № 1. – С. 58–59.
4. Каримкулов К.М., Раджабова Л.Р. Определение кофеина и оценки качества контрафактных товаров методом жидкостной хроматографии // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. – 2020. – № 8 (77) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10637>.
5. Каримкулов К.М., Хамроев У.Р. Вопросы оптимизации характеристики автотранспортных средств по товарной номенклатуре внешнеэкономической деятельности // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. – 2020. – № 6 (75) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/9564>.
6. Корф Д.В. Правовая регламентация классификации товаров: на примере товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности ЕАЭС // Публично-правовые исследования. – 2017. – № 1. – С. 32–45.
7. Национальная база данных по законодательству Республики Узбекистан / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.lex.uz.
8. Портал Госкомстата Республики Узбекистан / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.stat.uz/uz/.
9. Товарная номенклатура внешнеэкономической деятельности Республики Узбекистан. Версия 2017 года. – Ташкент, 2017. – 655 с.
10. Экономика сельского хозяйства и агробизнес / Гейл Л. Крамер, Кларенс В. Дженсен, Дуглас Д. Саутгейт мл. – Нью-Йорк, 2001. – 519 с.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ
С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВЫХ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИИ**Ёкубов Ёкубжон Одил угли**

ассистент,

Андижанский машиностроительный институт

Республика Узбекистан, г. Андижан

E-mail: yoqubjon91@gmail.com**Эргашев Достон Пратович**

ассистент,

Андижанский машиностроительный институт

Республика Узбекистан, г. Андижан

E-mail: dostonpratovich@mail.ru

OPTIMUM DESIGN OF STRUCTURES WITH DIGITAL INTEGRATED TECHNOLOGIES

Yokubjon Yokubov

Assistant lecturer,

Andijan Machine-Building Institute.

Uzbekistan, Andijan

Doston Ergashev

Assistant lecturer,

Andijan Machine-Building Institute.

Andijan, Uzbekistan

DOI: 10.32743/UniTech.2020.80.11-1.21-24.

АННОТАЦИЯ

В статье предлагается оптимальная методология проектирования конструкций на основе методов конструктивной и параметрической оптимизации. Включает программные системы, материалы, технологии и данные, которые реализуют эту методологию и позволяют этим целям прогнозировать конструкцию продукта с точки зрения операционных и технологических ограничений.

ABSTRACT

The article proposes an optimal methodology for designing structures based on methods of constructive and parametric optimization. Includes software systems, materials, technologies, and data that implement this methodology and enable these goals to predict product design in terms of operational and technological constraints.

Ключевые слова: конструкция, модель, CAD, CAE, CAO, композит, проект, оптимальная проектирование, интегрированный, конечные элементы.

Keywords: construction, model, CAD, CAE, CAO, composite, project, optimal design, integrated, final elements.

Сегодня мировая промышленность постоянно развивается за счет появления новых типов производств и развития существующих производственных и вычислительных технологий, а также методов математического моделирования. В то же время важно пересмотреть понятие «оптимальный проект» с точки зрения понятия «проектирование» и доступных инструментов [5].

Традиционный подход к проектированию конструкций с учетом некоторых достижений математического моделирования заключается в том, что дизайнер знает условия работы, на основе своего опыта рисует эскиз будущего изделия, а затем превращает его в модель CAD (Computer Aided Design). На основе модели CAD будет разработан прототип, который затем будет полностью протестирован. Если

тесты не соответствуют заданным требованиям, модель возвращается на рассмотрение в конструкторский отдел и цикл повторяется. Расчеты CAE (Computer-Aided Engineering) играют вспомогательную роль в этом случае, позволяя оценить производительность продукта в случаях неповторяющихся нагрузок с использованием с полигонов для реальных испытаний.

Альтернативный подход, который заменяет интуицию дизайнера («подход 21 века»), заключается в использовании всех высокотехнологичных вычислительных технологий (CAD, CAE и, что наиболее важно, CAO - компьютерная оптимизация и САМ - автоматизированное производство) для разработки этих структур который позволяет смоделировать их действия и найти их оптимальные свойства для условий эксплуатации. В связи с этим речь идет не о наличии программного обеспечения, реализующего определенные алгоритмы оптимизации на предприятии, а в первую очередь об организации процесса проектирования, включая создание методических и программных процессов проектирования с использованием CAD / CAE / CAO.

Предлагается оптимальная методология проектирования конструкций, основанная на методах конструктивной и параметрической оптимизации. Включает программные системы, материалы, технологии и данные, которые реализуют эту методологию и позволяют этим целям прогнозировать конструкцию продукта с точки зрения операционных и технологических ограничений. В системе также разработан программный модуль топологической оптимизации на основе метода скользящей асимптоты на языке ANSYS APDL.

Цель.

1. Разработка методики оптимального проектирования конструкций.
2. Разработка программного модуля топологической оптимизации как базового инструмента для оптимального проектирования элементов конструкций.
3. Разработка интегрированной системы автоматизированного проектирования и инжиниринга, позволяющей на практике реализовать оптимальное проектирование.

Цель исследования.

1. Анализ доступных методов топологической оптимизации, включая анализ существующих методов параметризации механических свойств материала.
2. Анализ существующих систем CAD, CAE, CAO и PDM с точки зрения их применения для решения задачи оптимального проектирования.

3. Оптимизация разработки интегрированной системы, включающая в себя разработку топологического программного модуля, позволяющего использовать оптимальную методологию проектирования конструкций, а также реализацию данной методологии на конкретном предприятии.

4. Апробация разработанной системы на примере задач оптимизации компонентов автомобильной промышленности.

В статье представлены методы теории упругости и пластичности, механики композиционных материалов, вычислительной механики, методы параметрической и структурной оптимизации. Для численного решения задач использовался современный теоретически обоснованный метод конечных элементов. Метод переменной асимптоты используется для решения задач топологической оптимизации.

В классической формуле проблема топологической оптимизации — это проблема нахождения оптимального распределения материала с точки зрения устойчивости в заданной области. В результате для каждой точки региона мы должны ответить на вопрос, есть ли материал в конкретном месте. Чтобы окончательно уменьшить эту исходную дискретную проблему, используется метод SIMP (Solid Isotropic Material with Penalization), который позволяет связать упругие свойства материала со вспомогательным параметром «фиктивной плотности» материала:

$$E(x) = p(x)^p E^0 \quad (1)$$

Параметр p называется дополнительным коэффициентом, потому что этот интервал предотвращает образование ложной плотности: если ложная плотность $p < 1$, то получаются упругие свойства материала для достаточно большого значения, и в этот момент использование материала становится очень дорогим. Это важный аспект топологической оптимизации, поскольку наличие точек в оптимальном решении с ложным значением плотности от 0 до 1 затрудняет физическую интерпретацию полученного решения.

Методы непрерывной топологической оптимизации делятся на микроструктурные (материальные) и макроструктурные (геометрические) [1]. Помимо метода SIMP, существуют другие методы параметризации свойств металла (рис. 1). Использование этих методов избавлено от проблем, связанных с физической интерпретацией результатов с промежуточной (серой) плотностью.

Рисунок 1. Параметризация материалов с использованием композитных и перфорированных конструкций

В первом случае изменение свойств достигается за счет изменения соотношения мягкой и твердой фаз в композиционном материале, а во втором случае - за счет изменения размера отверстия в перфорированной ячейке. Однако, несмотря на существование физической интерпретации, очень сложно изготавливать конструкции из композитного материала или с перфорированной структурой, которая изменяется от отверстия к отверстию. Следовательно, при реализации алгоритма предпочтительнее использовать метод SIMP.

При разработке программного обеспечения SIMP метод был реализован путем ассимиляции собственного материала для каждого конечного элемента. Кроме того, когда выполняется условие равновесия системы и выполняется условие ограничения объема, проблема нахождения оптимальной жесткости сводится к задаче минимизации совместности системы. Расчетные переменные — это значения плотности p_e для каждого конечного элемента.

$$\min_{p_e} c(p_e)$$

$$\sum_{e=1}^N v_e p_e \leq aV_0, \quad 0 < p_{\min} \leq p_e \leq 1, \quad c = f^T u,$$

$$u: (\sum_{e=1}^N p_e^p K_e) u = f \quad (2)$$

Чтобы минимизировать эту функциональность, используется метод нелинейного программирования - метод движущихся асимптот (The Method of Moving Asymptotes, MMA, K. Swanberg, 1987). Чтобы использовать этот метод, необходимо определить частные производные целевой функции по проектным переменным. При минимизации соответствия системы пределу объема эти продукты связаны с потенциальной энергией деформации в каждой точке:

$$\frac{dc}{dp_e} = -p p_e^{p-1-T} u K_{0e} u \leq 0 \quad (3)$$

Чтобы избежать числового эффекта «шахматной доски» (рис. 2), в некоторых случаях шахматная структура является математически приемлемой (проверяет «0» и «1» в сети из ограниченных элементов), но технологически не развит. На каждом шаге есть средневзвешенное значение произведения целевых функций по отношению к проектным переменным в пределах заданного радиуса.

Рисунок 2. Эффект шахматной доски. а) Формирование проблемы
 б) Оптимальное решение без фильтрации с) Оптимальное решение с фильтром

Результаты оптимизации могут быть выражены путем исключения конечных элементов, параметр плотности которых ниже заданного предела. Алгоритм лапласиана Smoothing используется для обеспечения того, чтобы результаты оптимизации конструктора с помощью выборки конечных элементов

работали в пошаговой оптимальной форме. Этот алгоритм был реализован путем усреднения координат треугольников поверхности оптимизированной формы и концов смежных ограниченных элементов (рисунок 3).

Рисунок 3. Использование алгоритма сглаживания Лапласа

Проектирование конструкции требует моделирования поведения ее компонентов и моделирования поведения всей конструкции в целом. Следовательно, необходимо иметь каталогизированную базу данных структур предприятия, способную выполнять расчеты как для всей коллекции, так и для ее отдельных элементов. Если вы разрабатываете продукт впервые, рекомендуется начать с самого высокого уровня дизайна.

Оптимальное проектирование — это проектирование конструкции по заданным целевым показателям (критериям качества), обеспечиваемым объекту на выбранном уровне. В первом случае требования обычно основываются на характеристиках расхода или технических характеристиках конечного продукта (например, уровень шума внутри машины), а отдельных конструктивных элементов — на механических свойствах элементов (напряжение, собственные частоты и т. д.).

База данных технологий предназначена для хранения информации о технологическом оборудовании, используемом на предприятии. База данных содержит информацию о дефектах, используемых при расчете эффективных физико-механических свойств материалов, информацию о технологических ограничениях, используемых для постановки задачи оптимизации,

а также может быть использована при изготовлении изделий по данной технологии. информация о полученных материалах. В базе данных также содержится информация об условиях эксплуатации элементов конструкции. База данных содержит все строительные модели CAD / CAE / CAO.

Следующие расчеты могут быть выполнены в автоматизированной системе проектирования и инжиниринга для достижения оптимального проектирования:

- инженерные расчеты (система CAE)
- топологическая оптимизация
- Оптимизация формы
- топографическая оптимизация
- Оптимизация параметров

Вывод. Таким образом, использование оптимальной методологии проектирования, разработанной для оптимального проектирования конструкции в интегрированную систему автоматизированного проектирования и инжиниринга, организацию проектирования по целевым показателям, заданным на разных иерархических уровнях, а также лучшие решения в CAD, CAE и CAO. достигается за счет использования.

Список литературы:

1. Баничук Н.В. Введение в оптимизацию конструкций / Н.В. Баничук — М.: Наука, 1986.- 303 с.
2. Баничук Н.В. Динамика конструкций. Анализ и оптимизация / Н.В. Баничук, С.Ю. Иванова, А.В. Шаранюк — М.: Наука, 1989.- 264 с.
3. Болдырев А.В. Методика обучения топологическому проектированию конструкций на основе моделей тела переменной плотности. / А.В. Бодырев, М.В. Павельчук // Онтология проектирования — 2016 — Т.6, № 4 (22).с. 501 -513.
4. Боровков А.И. Компьютерный инжиниринг [Текст]: учебное пособие — СПб.: Изд-во СПбПУ, 2012. — 93 с.
5. Вохобов Р., Ёкубов Ё., Эргашев Д. Конструкция багаж автомобиля cobalt для автоматического закрытия // The scientific heritage: электрон.научн.журн.2020. № 46.
6. Комаров В.А. Точное проектирование / В.А. Комаров // Онтология проектирования, 3 (5), 2012, с. 8 — 23.
7. Каюмов Б.А., Вохобов Р.А. Внесение изменений в конструкцию автомобилей по результатам испытаний // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. №11. С. 249-254.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

 О СУЩЕСТВОВАНИИ НАИЛУЧШИХ КУБАТУРНЫХ ФОРМУЛ ОБЩЕГО ВИДА
 НАД ПРОСТРАНСТВОМ С.Л. СОБОЛЕВА $W_2^{(m)}(T_n)$

Жалолов Озод Исомидинович

доцент,

Бухарский государственный университет,

Республика Узбекистан, г. Бухара

E-mail: evrikiy@list.ru
 ON THE EXISTENCE OF THE BEST CUBATURE FORMULAS
 OF A GENERAL FORMULA OVER THE SPACE OF S.L. SOBOLEV $W_2^{(m)}(T_n)$

Ozod Zhalolov

Associate Professor,

Bukhara State University,

Republic of Uzbekistan, Bukhara

АННОТАЦИЯ

Основным результатом настоящей работы является теорема 1, приводимая ниже, утверждающая для n - мерного тора существует в ряде случаев наилучшие кубатурные формулы в пространстве $W_2^{(m)}(T_n)$. Устанавливается также ее периодический аналог теорема 2.

ABSTRACT

The main result of this paper is Theorem 1, presented below, which states that for an n -dimensional torus there exist in a number of cases the best cubature formulas in space. Its periodic analogue is also established, Theorem 2.

Ключевые слова: квадратурные формулы, функционал ошибок, пространство $W_2^{(m)}(T_n)$, последовательность натуральных чисел.

Keywords: quadrature formulas, error functional, space, sequence of natural numbers.

Задача нахождения квадратурных формул, имеющих минимальную норму функционалов ошибок в пространствах $L_p^m(a, b)$ среди формул с заданным количеством узлов, была рассмотрена в работе [1]. Эти формулы в нашей статье назовем наилучшими. Обстоятельный обзор исследований по наилучшим квадратурным формулам дан в работах [2], [3].

Основным результатом настоящей работы является теорема 1, приводимая ниже, утверждающая для n - мерного тора существует в ряде случаев наилучшие кубатурные формулы в пространстве $W_2^{(m)}(T_n)$. Устанавливается также ее периодический аналог теорема 2.

Методы доказательств этих теорем отличаются от методов доказательств сходных результатов для одномерного случая [3], использованием рефлексивной пространств и свойств обобщенных функций $W_2^{(m)}(T_n)$ с точечными носителями. Пусть m, n, r – числа, натуральные, $r = m - \left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor - 1$; R_n – n -мерное

евклидово пространство; T_n – n – мерный тор т. е. ограниченная область в R_n ; P – функция суммируемая в T_n ; D – множество финитных бесконечно дифференцируемых в R_n с функций; α – обозначает векторы из R_n с целыми неотрицательными компонентами; $|\alpha| = |\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n| = \alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n$; $x^\alpha = (x_1, x_2, \dots, x_n)^\alpha = x_1^{\alpha_1}, \dots, x_n^{\alpha_n}$; если f – функция или обобщенная функция [6],

$$f^{(\alpha)} = \frac{\partial^{(\alpha)} f}{\partial x^{\alpha_1} \dots \partial x^{\alpha_n}};$$

Определение 1.

Пространство $W_2^{(m)}(T_n)$ определяется как линейное нормированное пространство, состоящее из функций f , для которых введена следующая норма [4, 5]:

$$\|f/W_2^{(m)}(T_n)\|^2 = \left(\int_{T_n} |f(x)| dx \right)^2 + \|f/L_2^{(m)}(T_n)\|^2,$$

где

$$\|f/L_2^{(m)}(T_n)\| = \left[\int_{T_n} \sum_{j=1}^n \dots \sum_{j_m=1}^n \left(\frac{\partial^m f}{\partial x_{j_1} \dots \partial x_{j_m}}(x) \right)^2 dx \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

а производные в (1) понимаются как обобщенные производные:

$L_2^{(m)}(T_n)$ – линейное нормированное пространство, индуцированное на функциях из $W_2^{(m)}(T_n)$ полу-нормой (1); $W_2^{(m)*}(T_n)$ – пространства, сопряженные к $W_2^{(m)}(T_n)$.

Рассматриваем кубатурные формулы общего вида

$$\int_{T_n} P(x) f(x) dx \approx \sum_{\lambda=1}^N \sum_{|\alpha| \leq r} c_{\lambda}^{\alpha} f^{(\alpha)}(x_{\lambda}), \quad (2)$$

где $c_1^{\alpha}, \dots, c_N^{\alpha}$, $|\alpha| \leq r$, постоянные, $x_1, \dots, x_N$ – точки из T_n , с функционалом ошибок ℓ :

$$\langle \ell, f \rangle = \int_{T_n} P(x) f(x) dx - \sum_{\lambda=1}^N \sum_{|\alpha| \leq r} c_{\lambda}^{\alpha} f^{(\alpha)}(x_{\lambda}) \quad (3)$$

Через $L(N)$ обозначим совокупность функционалов ℓ вида (3) удовлетворяющих условиям $(\ell(x), x^{\alpha}) = 0$ при $|\alpha| < m$. Ниже считаем число N таким, что $L(N)$ – не пусто. Положим

$$L(N) = \inf_{\ell \in L(N)} \left\{ \|\ell/W_2^{(m)*}(T_n)\| \right\}.$$

Замечание. Величина $L(N)$ оценена в работе [8], где было показано, что при $N \rightarrow \infty$

$$L(N) = A(mes T_n)^{\frac{1}{2} + m - 1} N^{-\frac{m}{n}} (1 + O(1))$$

где A – константа, не зависящая от T_n , N .

Определение 2. Кубатурная формула (2) с функционалом ошибок $\ell \in L(N)$ называется наилучшей, если

$$\|\ell/W_2^{(m)*}(T_n)\| = L(N).$$

Теорема 1. Наилучшие кубатурные формулы общего вида (2), над пространством $W_2^{(m)}(T_n)$ суще-

ствуют, если $\frac{n}{2}$ – не целое число.

Доказательство теоремы 1.

В ходе доказательства теоремы 1 придерживаемся изложенными методиками, которые приведены в работе [8,9].

Из определения $J(N)$ следует, что при всех $i = 1, 2, \dots$ существуют функционалы $\ell^i \in L(N)$:

$$\langle \ell^i, f \rangle = \int_{T_n} P(x) f(x) dx - \sum_{\lambda=1}^N \sum_{|\alpha| \leq r} c_{\lambda}^{\alpha, i} f^{(\alpha)}(x_{\lambda}^i)$$

при $f \in W_2^{(m)}(T_n)$.

$(c_1^{\alpha, i}, \dots, c_N^{\alpha, i}, |\alpha| \leq r)$ – постоянные; $x_1^i, \dots, x_N^i$ – точки из T_n такие, что

$$\|\ell^i/W_2^{(m)*}(T_n)\| \leq L(N) + 2^{-i} \quad (4)$$

Так как область T_n ограниченная, то существует последовательность натуральных чисел $\{i(j)\}_{j=1}^{\infty}$ и точки $x_1^0, \dots, x_N^0 \in T_n$ – такие, что при $\lambda = 1, \dots, N$

$$\{x_{\lambda}^{i(j)}\}_{j=1}^{\infty} \rightarrow x_{\lambda}^0 \quad (5)$$

Положим $\ell_j = \ell^{i(j)}$, $j = 1, 2, \dots$

Ниже используем известные свойства рефлексивных пространств, связанных со слабой сходимостью функционалов в этих пространствах, доказательства которых приведены в работах [2], а также рефлексивностью $W_2^{(m)}(T_n)$ [6,7].

Пространство $W_2^{(m)*}(T_n)$ рефлексивное как пространство сопряженное к рефлексивному. Так как $\{\ell_j\}_{j=1}^{\infty}$ ограничена в рефлексивном пространстве $W_2^{(m)*}(T_n)$, то из нее можно извлечь подпоследовательность $\{\ell_{j(t)}\}_{t=1}^{\infty}$ со следующими свойствами: существует функционал $\ell_0 \in W_2^{(m)*}(T_n)$ – такой, что для любого элемента φ из $W_2^{(m)}(T_n)$ выполняется:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \langle \ell_{j(t)}, \varphi \rangle = \langle \ell_0, \varphi \rangle \quad (6)$$

$$\text{и } \|\ell_0/W_2^{(m)*}(T_n)\| \leq \lim_{t \rightarrow \infty} \left\{ \|\ell_{j(t)}/W_2^{(m)*}(T_n)\| \right\} \quad (7)$$

Из формулы (6) вытекает, что для любой $f \in W_2^{(m)}(T_n)$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \langle \ell_{j(t)}, f \rangle = \langle \ell_0, f \rangle \quad (8)$$

формулы (7) и (4) дают:

$$\|\ell_0/W_2^{(m)*}(T_n)\| \leq L(N). \quad (9)$$

Пусть ℓ_g, Δ - функционалы:

$$\langle \ell_g, f \rangle = \int_{T_n} g(x) f(x) dx \quad \text{при } f \in W_2^{(m)}(T_n), \quad (10)$$

$$\Delta = \ell_0 - \ell_g \quad (11)$$

Из теоремы Соболева о вложении $W_2^{(m)}(T_n)$ в пространство непрерывных функций следует, что $\ell_g \in W_2^{(m)*}(T_n)$. Отсюда, из (11) и принадлежности ℓ_0 к $W_2^{(m)*}(T_n)$ вытекает что $\Delta \in W_2^{(m)*}(T_n)$ [8, 9].

Формулы (5), (8) и (11) показывают, что

$$\sup p \Delta \subset \mu, \quad (12)$$

где $\mu = \bigcup_{\lambda=1}^N x_\lambda^0$.

Докажем, что Δ представима в виде

$$\Delta(x) = \sum_{Z \in \mu} \sum_{|\alpha| \leq r} a_Z^\alpha \delta^{(\alpha)}(x-Z), \quad (13)$$

где a_Z^α , $Z \in \mu$, $|\alpha| \leq r$ - постоянные, δ - обобщенная функция Дирака. Если (13) справедливо, то из него и из равенств (10) и (11) вытекает, что $\ell_0 \in L(N)$.

Отсюда и из (9) будет следовать теорема 1.

Определение 2. Кубатурная формула с функционалом ошибок $\ell \in \tilde{L}(N)$ - называется периодически наилучшей, если $\|\ell/\tilde{W}_2^{(m)*}\| = L(N)$.

Теорема 2. Периодически наилучшие кубатурные формулы общего вида над пространством $\tilde{W}_2^{(m)}$ - существует, если $n/2$ - не целое.

Данная теорема доказывается аналогично теореме 1.[10]

Список литературы:

1. Жалолов О.И. Верхняя оценка нормы функционала погрешности кубатурной формулы типа Эрмита в пространстве С.Л. Соболева // Проблемы вычислительной и прикладной математики. Научный журнал. -№3,2017. С. 70-78.
2. Жалолов О.И. Вычисление нормы функционала погрешности оптимальных интерполяционных формул в пространстве периодических функций С.Л.Соболева $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$. Проблемы вычислительной и прикладной математики. // Научный журнал. №2, 2015. С. 53-58.
3. Жалолов О.И. Об одной весовой оптимальной по порядку сходимости кубатурной формуле в пространстве $L_p^{(m)}(K_n)$ //Молодой учёный. № 13 (117),2016.
4. Жалолов О.И., Боборахимова М.И. Алгоритм построения дискретного аналога одного оператора $D_4[\beta]$ // Молодой учёный. № 11 (145), 2017.
5. Жалолов О.И, И.Ф. Жалолов. Об одной асимптотической оптимальной кубатурной формуле // Молодой учёный. № 10 (114), 2016.
6. Жалолов О.И, Ибрагимов С.И., Абдуллаев Б.Р. Оценка погрешности кубатурных формул общего вида над фактор- пространством Соболева // WORLD Science "Topical researches of the World science" —June 20 – 21, 2015, —Dubai, UAE).
7. Жалолов О.И, Симинов А.А. Оптимальные по порядку сходимости весовые кубатурные формулы типа Эрмита в пространстве $\tilde{L}_2^m(K_n)$ // Узбекский математический журнал. №3, 2015. С.24- 33.
8. Имомова Ш.М., Исмоилова М.Н. Вычисление наибольшего собственного значения матрицы и соответствующего ей собственного вектора в среде Mathcad// Academy. 2020. № 6(57). С. 9.
9. Никольский С.М. Квадратурные формулы. М., «Наука», 1979, 254 с.
10. Соболев С.Л. Введение в теорию кубатурных формул. М., «Наука», 1974. 808 с.
11. Хаятов Х.У. Оценка погрешности кубатурных формул общего вида над фактор-пространством Соболева // Молодой ученый. — 2016. — № 13 (117). — С. 58-60.
12. Хаятов Х.У. Некоторые вопросы теоремы вложения в классах периодических обобщенных функций в пространствах // Научная дискуссия: вопросы математики, физики, химии, биологии — 2016. — № 4 (32). — С. 51-57.
13. Хаятов Х.У., Очилова Н.Т. Об одном погрешности весовых кубатурных формул в Пространстве $\tilde{C}^{(m)} T_n$ // Сибирский федеральный университет. — 2011.
14. Хаятов Х.У. Об одной погрешности весовых кубатурных формул в пространстве // Научная дискуссия: вопросы математики, физики, химии, биологии — 2016. — № 4 (32). — С. 58-62.
15. Шадиметов ХМ., Жалолов О.И. Вычисление нормы функционала погрешности и построение оптимальных по порядку сходимости весовых кубатурных формул типа Эрмита в пространстве Соболева // Проблемы вычислительной и прикладной математики. Научный журнал. №1, 2016. С.100-106.
16. Khaitov U.Kh.. The level of Information and communication technologies in general secondary schools // Solid State Technology. USA-2020. Volume: 63 Issue: 6. P. 478-489.

**МАТЕМАТИКО-КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЩИХ ВЫБРОСОВ
ГАЗООБРАЗНЫХ И ЖИДКИХ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ
ОТ ГОРОДСКИХ И СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ АЗЕРБАЙДЖАНА
МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГЕОГРАФИИ**

Мамедова Шекер Идаят

канд. геогр. наук,
доц. кафедры физической географии, декан географического факультета,
Бакинский государственный университет,
Азербайджан, г. Баку
E-mail: shekerecology@mail.ru

Набиев Алпаша Алибек

д-р геогр. наук, профессор РАЕ, Академик МАНВО,
ст. преподаватель кафедры физической географии,
географический факультет,
Бакинский государственный университет,
Азербайджан, г. Баку
E-mail: nabiyevturk@mail.ru

**MATHEMATICAL-CARTOGRAPHICAL MODELING OF TOTAL EMISSIONS
OF GASEOUS AND LIQUID HAZARDOUS SUBSTANCES INTO THE ATMOSPHERE
FROM URBAN AND RURAL SETTLEMENTS OF AZERBAIJAN BY METHODS
OF COMPUTER GEOGRAPHY**

Sheker Mammadova

Ph.D., Associate Professor of the Department of Physical Geography,
Dean of the Faculty of Geography,
Baku State University,
Azerbaijan, Baku

Alpasha Nabiyev

Doctor of Geographical Sciences,
Professor of RAE, Academician of the IASHE,
Senior Lecturer of the Department of Physical
Geography, Faculty of Geography,
Baku State University,
Azerbaijan, Baku

АННОТАЦИЯ

Для прослеживания допустимого предела концентрации газообразных и жидких вредных веществ при выбросе в атмосферу от городских и сельских поселений, цифровая карта пространственного распределения этих веществ имеют большое научное значение. С этой целью составлена цифровая изолинейная карта пространственного распределения суммарного значения отмеченных загрязнителей атмосферного воздуха в пределах Азербайджана.

ABSTRACT

To trace the permissible concentration limit of gaseous and liquid hazardous substances when emitted into the atmosphere from urban and rural settlements, a digital map of the spatial distribution of these substances is of great scientific importance. For this purpose, a digital isolinear map of the spatial distribution of the total value of the noted air pollutants within Azerbaijan has been compiled.

Ключевые слова: вредные вещества, геоинформационные системы, моделирование, цифровые карты, загрязнение атмосферы, газообразные и жидкие вещества.

Keywords: harmful substances, geographic information systems, modeling, digital maps, atmospheric pollution, gaseous and liquid substances.

В настоящее время выбросы вредных веществ в атмосферу постепенно увеличивается несмотря на применение инновационной технологии при захоронении или при повторного использования отходов производства промышленности и при использовании топливной энергии в городских и сельских поселениях. Так как с развитием экономики страны увеличивается количество фермерских хозяйств в большинстве которых не имеются технические аппараты с высокими технологиями для обработки выбросов вредных веществ [1].

С целью составления цифровой изолинейной математико-картографической карты пространственного распределения объема выбросов вредных веществ в атмосферу от антропогенных объектов на территории Азербайджана нами использован статистические материалы Госкомитета статистики Азербайджанской Республики для 2019 года [4]. На основе цифровых статистических данных выбросов газообразных и жидких вредных веществ в атмосферу по административным районам Азербайджана нами составлен цифровой математико-картографический

модель методом интерполяции с помощью геоинформационной системы SURFER8 следующим образом [2]:

На первом этапе определены географические центры (X,Y) контуров территории административных районов Азербайджана.

На втором этапе составлена изолинейная карта с помощью ГИС SURFER8, методом Шепарда по следующей формуле:

$$\hat{Z}_0 = \sum_{i \in N_0} W_{0i} \cdot Q_i(X_0, Y_0) / \sum_{i \in N_0} W_{0i}$$

где $Q_i(X, Y)$ – значения аппроксимирующих функций, построенных вокруг каждой из точек наблюдений [3].

Составленная цифровая карта общих выбросов газообразных и жидких вредных веществ в атмосферу базируется на данные 2019 года Комитета Статистики Азербайджана (Табл.1).

Таблица 1.

Показатели общих выбросов газообразных и жидких вредных веществ в атмосферу по административным районам и по крупным городам Азербайджана в 2019 г.

№	Административные районы и крупные города	Координаты центров контура административных районов Азербайджана в графическом режиме экрана компьютера (1024x768)		Общие выбросы газообразных и жидких веществ в атмосферу (тон)	№	Административные районы и крупные города	Координаты центров контура административных районов Азербайджана в графическом режиме экрана компьютера (1024x768)		Общие выбросы газообразных и жидких веществ в атмосферу (тон)
		X	Y				X	Y	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Балакан	135.70	324.59	1,1	36	Шуша	148.17	130.69	-
2	Загатала	148.76	310.27	58,5	37	Лачын	125.73	134.45	-
3	Гах	157.48	290.34	35,4	38	Садарак	35.31	132.53	-
4	Шеки	177.47	265.99	1121,9	39	Шарур	44.09	118.81	14,4
5	Огуз	199.91	257.87	0,3	40	Бабек	62.77	90.76	16,9
6	Габала	219.85	248.56	1,6	41	Шахбуз	80.19	108.84	0,5
7	Исмаиллы	240.44	237.34	16,6	42	Джулфа	82.70	80.20	8,7
8	Агсу	254.10	209.23	15,4	43	Ордубад	98.27	66.47	5,6
9	Шамахи	270.34	219.26	15,9	44	Имишли	232.32	152.53	368,4
10	Геокачай	218.59	215.50	27,2	45	Биласувар	259.71	112.60	56,9
11	Уджар	213.58	200.51	79,2	46	Джалилабад	256.61	85.81	30,2
12	Зардаб	210.47	184.34	26,8	47	Масаллы	274.69	67.06	18,4
13	Газах	62.77	272.85	663,9	48	Астара	274.10	19.08	1611,8
14	Товуз	88.97	252.92	11,8	49	Ленкоран	277.79	39.61	29,8
15	Шамкир	106.39	237.94	26,5	50	Лерик	257.86	40.27	239,5
16	Джебраил	164.34	91.42	-	51	Ярдымлы	246.05	53.99	9,1
17	Бейлаган	211.73	140.65	20,2	52	Нефтчала	296.54	99.53	224,0
18	Барда	179.92	193.06	46,5	53	Сальян	298.98	131.94	3040,3
19	Тергер	154.37	188.70	10,2	54	Гусар	249.74	301.56	3,4
20	Агдам	164.34	166.85	17,8	55	Хачмаз	279.71	308.42	1274,9
21	Агджабеди	193.05	162.50	27,8	56	Губа	259.12	275.36	1442,9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22	Физули	189.29	120.72	3.3	57	Шабран	287.17	274.10	8,9
23	Ходжавенд	166.85	129.43		58	Сиязан	299.64	258.53	852,9
24	Губадлы	141.31	99.53		59	Xizi	304.59	237.94	4,0
25	Зенгилан	143.15	70.82		60	Кюрдямир	244.79	186.79	27,1
26	Гедабек	83.36	211.14	77.4	61	Саатлы	258.46	143.16	48,0
27	Дашкесан	108.90	203.02	130.3	62	Сабирабад	279.71	149.36	126,7
28	Гейгел	128.24	214.24	23	63	Гобустан	290.27	209.89	12,5
29	Самух	134.44	239.78	10.5	64	Гаджигабул	287.17	169.36	542,6
30	Геранбой	148.17	211.73	5.4	65	Абшерон	308.35	193.65	110,2
31	Мингечаур	169.36	229.22	1873.6	66	Баку	334.55	194.90	148321
32	Евлах	171.86	219.85	30.7	67	Агстафа	78.34	275.95	11,2
33	Агдаш	194.30	212.39	77.7	68	Гянджа	127.79	226.85	92,0
34	Келбаджар	117.02	166.26	-	69	Сумгаит	334.65	217.46	1770,7
35	Ходжалы	149.42	149.36	-	70	Кенкерли	61.21	110.78	110,2
					71	Нахчыван	61.21	95.63	1482,5
					72	Ширван	288.73	163.85	3337,3

Рисунок 1. Карта– схема административных районов Азербайджана

Рисунок 2. Цифровая изолинейная карта пространственного распределения общих выбросов газообразных и жидких вредных веществ в атмосферу от антропогенных объектов на территории Азербайджана в 2019 г.

Составленная цифровая карта имеют большое значение при экологической оценке территории с целью планирования оптимального размещения городских и сельских поселений и при планирование

территории для целей массового отдыха и туризма, а также при прогнозе глобального потепления климата.

Список литературы:

1. Крюкова С.В., Симакина Т.Е.- Оценка методов пространственной интерполяции метеорологических данных// Журнал –Общество, среда и развитие., Санкт-Петербург, ООО «Центр научно-информационных технологий «Астерион», — 2018. —№ . — С. 144-151.
2. Набиев А.А. Компьютерная география: теория и методология // В сб. Global problems of the state reproduction and use natural resources of the planet Earth:- Materials digest of the XXVIII international Scientific and practical Conference and the II stage of Championships in Research analytics in biological, veterinary and agricultural sciences, Earth sciences (London, 13—18 July.2012 y.). —London, 2012— С. 40-42.
3. Набиев А.А., Мусаев Р.А.- Цифровое математико-картографическое моделирование выбросов вредных веществ в атмосферу от регионов Азербайджана// В сборнике:-“Инновационные научные исследования: теория, методология и практика”, Сборник статей победителей Международной научно-практической конференции состоявшейся 30 августа 2016 г. В г. Пенза, Россия, Изд-во МЦНК “НАУКА И ПРОСВЕЩЕНИЕ”, г. Пенза, Россия, 2016 — С. 316 —323,
4. Электронный ресурс URL: https://www.stat.gov.az/source/environment/014_10.xls (дата обращения 01.11.2020).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ MOBILE BASIC

Насиров Мурад Закирович

канд. физ.-мат. наук, доц. кафедры физики,
 Андижанский государственный университет,
 Республика Узбекистан, г. Андижан
 E-mail: nmz1964@yandex.ru

Юлдашева Назокат Мурад кизи

исследователь,
 Андижанский государственный университет,
 Республика Узбекистан, г. Андижан
 E-mail: sciencehub@mail.ru

Матбабаева Саида Дилмурад кизи

исследователь,
 Андижанский государственный университет,
 Республика Узбекистан, г. Андижан
 E-mail: sciencehub@mail.ru

SIMULATION OF PHYSICAL PROCESSES BASED ON MOBILE BASIC

Murad Nasirov

Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
 Associate Professor of the Department of Physics
 Andijan State University,
 Republic of Uzbekistan, Andijan

Nazokat Yuldasheva

Researcher of Andijan State University,
 Republic of Uzbekistan, Andijan

Saida Matbabaeva

Researcher of Andijan State University,
 Republic of Uzbekistan, Andijan

DOI: 10.32743/UniTech.2020.80.11-1.32-35.

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается возможность моделирования физических процессов на основе Mobile Basic. В частности, рассмотрено моделирование тела, брошенного под углом к горизонту, создана программа для моделирования движения, нахождения угла полета и показана объективность предложенного метода, которая позволяет пользователю самостоятельно выполнить, управлять, наблюдать и сделать заключения.

ABSTRACT

The article discusses the possibility of modelling physical processes based on Mobile Basic. In particular, the modelling of a body thrown at an angle to the horizon is considered, a program for modelling movement, finding the angle of flight is created, and the validity of the proposed method is shown, which allows the user to independently perform, control, observe and draw conclusions.

Ключевые слова: движение под действием силы тяжести, моделирование, скорость, координата, информационные технологии, анимация.

Keyword: motion under gravity, modelling, speed, coordinate, information technology, animation.

Как известно, компьютерное моделирование и проведение вычислительного эксперимента являются одними из современных методов исследования

физических явлений. Он имеет свои особенности, преимущества и недостатки по сравнению с другими методами изучения физических систем. Совершенно

очевидно, что студенты высших учебных заведений должны иметь представления о компьютерных моделях, численных методах изучения различных объектов познания, достаточно свободно ориентироваться в современных программных продуктах. Современный персональный компьютер позволяет за несколько секунд решить сложную систему уравнений, построить график изучаемой зависимости, промоделировать трудновоспроизводимый эксперимент [3; 5; 6].

Известно, что компьютерный эксперимент не может заменить настоящую физическую лабораторию. Тем не менее при выполнении компьютерных лабораторных работ у студентов формируются навыки, которые пригодятся им и для реальных экспериментов, – выбор условий экспериментов, установка параметров опытов и т.д. Все это превращает выполнение многих заданий в микроисследования, стимулирует развитие творческого мышления студентов, повышает их интерес к физике [2; 4].

Однако в условиях пандемии приходится проводить учебный процесс дистанционным образом, и не у всех студентов имеются компьютеры. В настоящее время основная часть студентов обучаются предметам с помощью мобильных телефонов.

Поэтому в данной работе рассматривается моделирование физических процессов на примере движения тела, брошенного под углом к горизонту, с использованием графических возможностей Mobile Basic.

Как известно [1], при движении тела, брошенного под углом к горизонту, проекции скоростей меняются по законам:

$$\begin{aligned} v_x &= v_0 \cos \alpha, \\ v_y &= v_0 \sin \alpha - gt \end{aligned} \quad (1)$$

А координаты меняются с течением времени:

$$\begin{aligned} x &= v_0 \cos \alpha \cdot t, \\ y &= v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \end{aligned} \quad (2)$$

Исключая отсюда время, получаем траекторию движения:

$$y = tg \alpha \cdot x - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 \quad (3)$$

т.е. тело, брошенное под углом к горизонту, движется по параболе:

$$y = ax - bx^2 \quad (4)$$

В наивысшей точке движения вертикальная составляющая скорости равна нулю $v_y = 0$. Отсюда можно определить время подъема $v_0 \sin \alpha - gt_1 = 0$, т.е.:

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \quad (5)$$

Так как время подъема равно времени спуска, время полета будет:

$$t = 2t_1 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \quad (6)$$

Высота подъема определяется по формуле:

$$h_m = v_y \cdot t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad (7)$$

Дальность полета равна:

$$s = v_x \cdot t = v_0 \cos \alpha \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha \quad (8)$$

При заданной скорости определение угла бросания является одной из важных задач военной техники, спорта и т.д. Для решения этой задачи используем известное тригонометрическое тождество:

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + tg^2 \alpha \quad (9)$$

перепишем выражение (3) в виде:

$$y = tg \alpha \cdot x - \frac{gx^2}{2v_0^2} - \frac{gx^2}{2v_0^2} tg^2 \alpha \quad (10)$$

При заданных координатах мишени (x, y) это уравнение можно переписать в виде:

$$\frac{gx^2}{2v_0^2} tg^2 \alpha - xt g \alpha + y + \frac{gx^2}{2v_0^2} = 0$$

или

$$tg^2 \alpha - \frac{2v_0^2}{gx} tg \alpha + 1 + \frac{2yv_0^2}{gx^2} = 0 \quad (11)$$

Это квадратное уравнение относительно $tg \alpha$, решение которого имеет вид:

$$\begin{aligned} tg \alpha_{1,2} &= \frac{v_0^2}{gx} \pm \sqrt{\left(\frac{v_0^2}{gx}\right)^2 - 1 - \frac{2yv_0^2}{gx^2}} = \\ &= \frac{v_0^2}{gx} \left(1 \pm \sqrt{1 - \left(\frac{gx}{v_0^2}\right)^2 - \frac{2yg}{v_0^2}} \right) \end{aligned} \quad (12)$$

Это выражение позволяет определить угол бросания тела при заданной начальной скорости и координаты мишени.

Для моделирования рассмотренного процесса составлена программа на Mobile Basic (рис. 1), которая состоит из трех частей. Первая часть предназначена для наблюдения за движением тела, брошенного под углом к горизонту. Вторая часть предназначена для определения угла бросания при заданных v_0 , x , y .

Третья часть предназначена для наблюдения попадания тела (снаряда) в мишень.

Запустив программу, вводим данные « $v_0=10.0$ » (м/с), « $\alpha=30.0$ » (°) и получим анимационный график (рис. 2).

```

Sub main
  Dim vo,al,scrh,scrw,a,x,y as double
  Dim tm,dt,g,s,hm,xm,ym,t as double
  Dim x0,y0,v2,vog,a10,a11,a12 as double
  g=9.8
  Input "vo=",vo
  Input "al=",al
  scrh = 700
  scrw = 600
  a = al * pi / 180.0
  tm = 2.0 * vo * Sin(a) / g
  dt = tm / 100.0
  Print "tm=", tm
  s = vo * Cos(a) * tm
  Print "s=", s
  hm = (vo * Sin(a)) ** 2 / 2.0 / g
  Print "hm=", hm
  xm = scrw / s
  ym = scrh / hm / 2.0
  t = 0.0
  graphics
  While t <= tm
    x = vo * Cos(a) * t
    y = vo * Sin(a) * t - g * t * t / 2.0
    setcolor 255,0,0
    x=x*xm
    y=scrh-y*ym
    drawCircle x, y, 10
    t = t + dt
  end while
  sleep 500
  Input "x0=",x0
  Input "y0=",y0
  v2=vo*vo

```

Рисунок 1. Часть программы

Рисунок 2. Траектория движения

Рисунок 3. Попадание в мишень

```

tm=
1.020408163265306
s=
8.83699391616774
hm=
1.2755102040816322
a11=
61.35268784213404
a12=
35.772328506767764
tm=
1.790994683538737
s=
8.586327459829052
hm=
3.9293858966684256

```

Рисунок 4. Основные параметры движения

Теперь вводим значения « $x=8.0$ » (м), « $y=1.0$ » (м) и наблюдаем попадание тела в мишень (рис. 3). В конце расчета выводятся все необходимые параметры движения (рис. 4): t_m – время полета, s – дальность полета, h_m – высота полета, α_1 , α_2 – углы.

Особая сторона программы состоит в том, что пользователь за короткое время может самостоятельно выполнять, наблюдать, сравнить и делать выводы. Данной программой можно пользоваться при самостоятельном изучении и при преподавании физики.

Составление и применение при преподавании подобных программ способствует повышению интереса к физике и глубокому пониманию физических понятий и закономерностей.

Таким образом, за счет применения компьютеров и телефонов, позволяющих моделировать и наблюдать многие явления, значительно расширяются возможности традиционного физического практикума.

Список литературы:

1. Алешкевич В.А., Деденко Л.Г., Караваев В.А. Механика. – М. : Академия, 2004. – 480 с.
2. Изучение электрического поля на компьютере с использованием анимаций и численных методов / М. Насиров, Р. Алиев, Б. Туланова, А. Базаров // Физика в школе. – 2011. – № 1. – С. 40–43.
3. Майер Р.В. Компьютерное моделирование физических явлений. – Глазов, 2009. – 112 с.
4. Повышение эффективности образования применением информационных технологий при решении физических задач / М. Насиров, Л. Олимов, Ё. Маматохунов, Ф. Омонбоев // Научный вестник АГУ. – 2015. – № 3. – С. 98–101.
5. Harvey Gould, Jan Tobochnik, Wolfgang Christian. An introduction to computer simulation methods. Applications to Physical Systems. – Pearson Education/inc/ publishing as Addison Wesley, 2007.
6. Seagrave W. B4A: Быстрая разработка приложений на Бейсике. – United Kingdom : Published by Penny Press Ltd, 176 Greendale Road, Coventry, CV5 8AY, 2017. – 618 с.

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Сабиров Улугбек Кучкарович

канд. экон. наук, доцент,
Андижанский машиностроительный институт,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: uqsabirov1951@mail.ru

INTEGRATED FUNCTIONAL COMPLEXES OF CONTROL SYSTEMS

Ulugbek Sabirov

Associate Professor,
Andijan Engineering Institute,
Uzbekistan, Andijan

DOI: 10.32743/UniTech.2020.80.11-1.36-38.

АННОТАЦИЯ

В статье представлена информационно-логическая модель образования интегрированных функциональных комплексов систем управления. Рекомендуется обобщенный алгоритм структурного анализа систем управления.

ABSTRACT

The article presents an information-logical model of the formation of integrated functional complexes of control systems is presented. A generalized algorithm for structural analysis of control systems is recommended.

Ключевые слова: связность элементов, функциональная задача, интегрированный функциональный комплекс, состояние процесса функционирования системы управления, информационно-логическая модель, алгоритм структурного анализа систем управления.

Keywords: connectivity of elements, functional task, integrated functional complex, state of the control system functioning process, information-logical model, algorithm for structural analysis of control systems.

Повсеместный переход к цифровой экономике, сопряжение управленческих процессов с современными информационно-коммуникационными технологиями открывают широкие возможности роста эффективности производства. Тем не менее, резервы эффективного функционирования различных систем скрыты в их функциональной структуре, которая отражает их качественную сторону.

В литературе [2, с. 2] по теории систем и системному анализу отмечается, что:

«Практическая деятельность человека носит системный характер. Человек – это активная часть природы. Добиваясь своих целей, человек использует природу, воздействует на неё, преобразует и т. д. Если рассматривать практическую деятельность человека, то она тоже системна. Обязательными признаками практической деятельности человека являются:

- 1) структурированность;
- 2) взаимосвязанность составных частей системы;
- 3) подчиненность организации всей системы определённой цели.»

Система характеризуется компонентами (составными частями), отношениями между ними (связности в форме сигналов, данных, ресурсов), преследуемой целью и периодом функционирования. Такое

описание системы характеризует обособленную, относительно независимую форму функционирования системы. Систему формально определим следующим образом:

$$S = \{A, R, M, T\}, \quad (1)$$

где, A – компоненты (элементы) системы; R – связность элементов в форме сигналов, данных, ресурсов; M – цель (ожидаемый результат) преследуемая системой; T – период функционирования системы.

Механизм относительно независимого функционирования системы отражается в ее компонентах A и взаимосвязях между ними R , то есть в структуре системы S . Структуру системы S условно выразим следующим образом:

$$S_{str} = \{A, R\}, \quad (2)$$

Структура S_{str} определяет степень упорядоченного функционирования системы S в направлении ожидаемых результатов M . С течением времени T происходят регулярные изменения в целях M системы S . Обновляются составные части – задачи, решаемые в рамках системы, обеспечивающие ожидаемых результатов, т.е. исчезают одни и образуются

новые задачи. Таким образом, в системе наблюдаются структурные изменения. Назовем их функциональными задачами (ФЗ), соответственно систему – системой управления (СУ).

Каждое состояние процесса функционирования СУ в общем виде характеризуется:

- ФЗ a_{ij} , где i – порядковый номер ФЗ j – го состояния;
- функцией распределения времени обработки данных в j – м состоянии

$$F_j(\xi) = P\{t_i < \xi\}. \quad (3)$$

j – е состояние в любой момент времени t описывается вектором

$$\bar{O}_j = [\{a_{kj}(t)\}, \{a_{lj}(t)\}], \quad (4)$$

где $a_{kj}(t)$ – ФЗ, принимающие участие в обработке данных в j – м состоянии в момент времени t , $a_{lj}(t)$ – ФЗ, находящиеся в очереди на обработку. Объединение $\bar{O}(t) = \cup \bar{O}_j(t)$ составляет пространство состояний в период $[0, T]$.

В процессе функционирования СУ будет находиться в состояниях, принадлежащих множеству $O = \{O_1, \dots, O_m\}$. Способ, позволяющий определить упорядоченную последовательность состояний $O_1 > \dots > O_m$, служит основой формирования последовательности состояний процесса функционирования СУ. С точки зрения информационной технологии, упорядоченная последовательность состояний $\{O\}$ должна определяться на основе отношений, выражающихся в информационных связях R между ФЗ.

В процессе функционирования СУ ее переход из O_{j-1} состояния в O_j ($O_{j-1} > O_j$) связан с решением некоторой совокупности ФЗ. Логическая последовательность состояний $\{O\}$ СУ зависит от степени упорядоченности ее ФЗ по их информационным связям R .

Динамическое поведение системы тесно связано как со структурой отдельных функциональных комплексов, так и со способом их организации.

Предположим, что СУ качественно описывается ориентированным графом $G = G(A, R)$, в котором дуга между двумя вершинами указывает на существование информационной связи между соответствующими ФЗ. Для описания связи, существующей между двумя ФЗ $(a_i a_j)$, $a \in A$, можно ввести на прямом произведении $A \times A$ бинарное отношение $A \times A \in R$. Таким образом, получим адекватное описание СУ в виде матрицы M информационных взаимосвязей R .

Ввиду того, что связность является, по существу алгебраическим понятием, используем одно из важных понятий алгебраических методов q – связность [1, с. 51]. С геометрической точки зрения отношение R определяет симплициальный комплекс $K_{A_i}(A_j, R)$, в котором элементы множества A_j рассматриваются как вершины, а элементы A_i – симплексами. Естественной характеристикой связности ФЗ СУ может служить размерность грани, общая двум симплексам. Так как нас интересует комплекс $K_{A_i}(A_j, R)$ в целом, то целесообразно использовать понятие цеп связи, отражающее тот факт, что два симплекса могут не иметь общей грани, но могут быть связаны при помощи последовательности промежуточных симплексов. Данный метод позволяет изучать цепочек связи в $K_{A_i}(A_j, R)$. Комплекс K с точки зрения СУ состоящей из ФЗ по сути является интегрированным функциональным комплексом (ИФК) СУ.

ИФК характеризует степени интегрированности ФЗ СУ в единое целое, упорядоченности ФЗ, через ФЗ, не интегрированных в комплекс K можно судить о степени неэффективного функционирования СУ. Ниже представлен обобщенный алгоритм структурного анализа СУ (рис.-1).

Рисунок 1. Обобщенный алгоритм структурного анализа систем управления

В заключении отметим, что

- формальные выражения (1), (2), (3) и (4) представляют информационно - логическую модель функционирования СУ;
- обобщенный алгоритм структурного анализа СУ (рис.-2) позволяет системно-структурного анализа различных СУ;

- вышеописанный метод позволяет разработать процедуры упорядочения ФЗ и формирования ИФК СУ, определить уровней связности СУ, распределение ФЗ по уровням связности.

Список литературы:

1. Касти Дж. Большие системы. Связность, сложность и катастрофы. М., Мир, 1982. - 216 с.
2. Чернышов В.Н. Теория систем и системный анализ : учеб. пособие / В.Н. Чернышов, А.В. Чернышов. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 96 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНОЙ ГРАВИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗЕМЛИ EGM2008 ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ НОРМАЛЬНЫХ ВЫСОТ НА ТЕРРИТОРИИ УЗБЕКИСТАНА

Фазилова Дилбархон Шамуродовна

д-р. физ.-мат. наук, зав. лабораторией,
Астрономический институт АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: dil_faz@yahoo.com

Арабов Обиджон Зарип угли

преподаватель, кафедра Геодезии и геоинформатики
Национального университета Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: o.arabov@nuu.uz

ANALYSIS OF THE EARTH GLOBAL GRAVITATIONAL MODEL EGM2008 FOR NORMAL HEIGHTS ESTIMATION ON UZBEKISTAN TERRITORY

Dilbarkhon Fazilova

doct. physical-mat. sciences, head of laboratory,
Astronomical Institute of Uzbek Academy of Sciences,

Obidjon Arabov

teacher,
National University of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В работе проведен сравнительный анализ нормальных высот, полученных с помощью современной глобальной модели гравитационного поля Земли EGM2008 и измерений глобальной навигационной спутниковых системы (ГНСС) с результатами классического нивелирования для территории Республики Узбекистан. EGM2008 может быть использована для определения предварительной модели геоида, но для западной части и горных районов территории необходимо создание более плотной геодезической ГНСС сети.

ABSTRACT

A comparative analysis of the normal heights obtained using modern global model of the gravitational field of the Earth EGM2008 and the global navigation satellite system (GNSS) measurements with the results of classical leveling for the territory of the Republic of Uzbekistan has been carried out. EGM2008 can be used to define a preliminary geoid model, but a denser GNSS geodetic network is needed for the western part and mountainous areas of the territory.

Ключевые слова: ГНСС, аномалии высот, нивелирование.

Keywords: GNSS, height anomaly, levelling.

В настоящее время в Республике Узбекистан действует Балтийская система нормальных высот 1977 года, началом отсчета которой является нуль Кронштадтского футштока. Развитие в республике современных технологий спутникового позиционирования поставили задачу модернизации высотно-координатной основы [3]. Для этого в первую очередь необходимо решить задачу определения высокоточной модели квазигеоида. В последние годы наметилась тенденция использования данных современных планетарных моделей гравитационного поля Земли для построения цифровой модели геоида и замены

дорогостоящего классического геометрического нивелирования спутниковым ГНСС–нивелированием. Исследования ряда авторов выявили расхождение модельных высот геоида и высот, полученных геометрическим методом со среднеквадратической погрешностью (СКП) от 5 см до 19 см для европейской части территории России и прилегающих государств [2]. При этом, для высокогорных районов эти значения достигают десятков метров [3]. В настоящее время одной из наиболее точных является глобальная модель геоида EGM2008, данные о которой опубликованы на сайте национального агентства геопространственных исследований (NGA) США [4].

Целью данного исследования является сравнение значений нормальных высот, вычисленных по данным современной глобальной гравиметрической модели EGM2008 и ГНСС-измерениям на пунктах новой геодезической сети республики со значениями, определенными методами классического нивелирования.

При анализе были использованы следующие данные:

1) Результаты измерений на 50 опорных ГНСС-станциях геодезической сети республики, схема размещения пунктов которой приведена на рис. 1.

2) Результаты классического геометрического нивелирования 1 класса (показаны точками на рис. 1), выполненные в период с 1911 по 1936 гг. учеными Ташкентской обсерватории и Военно-топографического отдела, заимствованные из базы данных Международного гравиметрического бюро Тулузы (Франция) [6].

3) Значения аномалий геоида по EGM2008, вычисленные с использованием сервиса немецкого центра исследования Земли GFZ Calculation Service of the International Center of Global Terrestrial Models (ICGEM) [6]. Гравитационное поле Земли в данном

случае представляется в виде ряда сферических функций, а высота квазигеоида определяется как [7]:

$$N_{ГПЗ} = \frac{fM}{\gamma(B, L, h)r} \sum_{n=2}^N \left(\frac{a}{r} \right)^n \sum_{m=0}^n \bar{P}_{nm}(\sin \varphi) (\bar{C}_{nm} \cos \lambda + \bar{S}_{nm} \sin \lambda) \quad (1)$$

здесь B, L, H – геодезические координаты определяемой точки в системе WGS84, h – нормальная высота определяемой точки, fM – произведение гравитационной постоянной на массу Земли, a – большая полуось эллипсоида WGS84, γ – нормальное ускорение силы тяжести, φ, λ, r – сферические геоцентрические координаты определяемой точки (широта, долгота, радиус-вектор), $\bar{P}_{nm}(\sin \varphi)$ – полностью нормированные присоединенные функции Лежандра, $\bar{C}_{nm}, \bar{S}_{nm}$ – нормированные гармонические коэффициенты аномального геопотенциала, N – предел суммирования сферических гармоник (n, m – соответственно степень и порядок гармоник).

Рисунок 1. ГНСС сеть (треугольники) и пункты классического нивелирования (точки) базы данных гравиметрического бюро в Тулузе

Нормальные высоты $H_{\text{модельн.}}(P)$, вычисленные с помощью аномалий высот по модели ГПЗ $N_{ГПЗ}(P)$ и геодезическим высотам $h_{GPS}(P)$ могут быть вычислены по [8]:

$$H_{\text{модельн.}}(P) = h_{GPS}(P) - N_{ГПЗ}(P) \quad (2)$$

Оценка точности модели ГПЗ выполнялась по расхождению значений моделируемых величин (нормальных высот) со значениями тех же величин, непосредственно полученными по результатам классических нивелирных измерений:

$$\Delta H(P) = H_{\text{класс.}}(P) - H_{\text{модельн.}}(P) \quad (3)$$

Для построения непрерывной поверхности значений нормальных высот использовался метод интерполяции «Топо в Растр» в программном комплексе ArcGIS, исследование и выбор которого проведены авторами ранее в работе [7].

Значения нормальных высот колеблются в пределах от 18 м до 1100 м. В табл.1 приведена статистика для разности $\Delta H(P)$ между значениями нормальных высот, вычисленных по EGM2008 и ГНСС-измерениям и определенных с помощью классического нивелирования.

Таблица 1.

Статистические данные разности нормальных высот, вычисленных по спутниковым измерениям и определенных методами классического нивелирования

Модель	Минимум, м	Максимум, м	Среднее, м	СКО, м
EGM2008	-31.63	94.88	3.71	18.95

На рис.2 представлены изолинии значений нормальных высот с шагом 50 м, определенных по классическим (2а) и по спутниковым (2б) измерениям. Для станций BAUD (Баяут), DUS1 (Дустлик), КОКА (Коканд), SAR1 (Сарасия), ZAAM (Заамин) получены расхождения между модельными и измеренными нормальными высотами от 35 м до 94 м. Для станции ZAR1 (Заравшан), расположенной в центральной части исследуемой территории, разность нормальных высот составила исключительное значение, равное -197 м. Возможно, на данное расхождение модельных и реальных измерений повлияла недостаточная плотность исходных данных классического нивелирования и, соответственно, низкая точность определения интерполяционных величин для данного пункта (рис.1). Другим фактором, повлиявшим на разность значений высот, безусловно, является рельефная особенность региона, включающая горные массивы, особенно для территории Ферганской до-

лины. Следует отметить, что и спутниковая геодезическая сеть имеет недостаточную плотность как в западной части Республики, так и в горных районах, так как первоначально развитие сети проводилось только в густонаселенных районах страны с развитой инфраструктурой для обеспечения нужд кадастра и землепользования. По результатам среднеквадратического отклонения можно сделать предварительный вывод, что точность модели EGM2008 удовлетворяет для определения предварительной модели геоида для новой системы координат. Необходимым условием для замены дорогостоящего и трудоемкого геометрического нивелирования спутниковым является прежде всего дальнейшее уплотнение геодезической ГНСС сети и проведение детальных гравиметрических исследований в горных районах республики. Кроме того, рекомендуется выполнение данных работ совместно с результатами измерений на территориях сопредельных государств.

Рисунок 2. Изолинии значений нормальных высот, определенными методами классического нивелирования (а) и вычисленными по данным модели EGM2008 и ГНСС-измерениям (б).

Список литературы:

1. Дмитренко А.П. Современные трансформации определения геоида: монография. – Кривой Рог: Минерал, 2012. – 218 с.
2. Непоклонов В.Б. Об использовании новых моделей гравитационного поля Земли в автоматизированных технологиях изысканий и проектирования [Электронный ресурс] // Автоматизированные технологии изысканий и проектирования. – 2009. – № 3. – Режим доступа: <http://www.credodialogue.com/journal.aspx> 5. (дата обращения: 09.10.18)
3. «О мерах по реализации инвестиционного проекта «Создание Национальной географической информационной системы». Постановление Президента №2045 от 2013 года. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://lex.uz/pages/getpage.aspx?lact_id=2242710 (дата обращения: 15.09.20)
4. Сайт национального агентства геопространственных исследований США. WGS84 Earth Gravitational Model // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://earth-info.nga.mil/GandG/wgs84/gravitymod/egm2008/egm08_wgs84.html (дата обращения: 09.10.18)

5. Barthelmes F., Köhler W. International Centre for Global Earth Models (ICGEM): Drewes H., Kuglitsch F., Adám J. et.al. The Geodesists Handbook 2016 // Journal of Geodesy. 2016. Vol. 90. No.10. P. 907-1205.
6. Drewes H., Kuglitsch F., Adam J., Rozsa S. The International Gravimetric Bureau // Journal of Geodesy. 2016. Vol. 90 (10). P.1186–1190.
7. Fazilova D., Magdiev H. Comparative study of interpolation methods in development of local geoid // International Journal of Geoinformatics. 2018. Vol.14. №1. P. 29–33.
8. Heiskanen W.A., Moritz H. Physical Geodesy. – San Francisco and London: W.H. Freeman. 1967. – 364 p.
9. Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., Collins J. Global Positioning System. Theory and Practice. 3rd Edition. – New York: Springer-Verlag Wien, 2001. –326 p.

ФУНКЦИИ И ЭЛЕМЕНТЫ OpenGL, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ОСНОВНЫХ ФОРМ В C#

Хаятов Хуршидjon Усманович

ст. преподаватель,
 Бухарский государственный университет,
 Республика Узбекистан, г. Бухара
 E-mail: evrikiy@list.ru

Атаева Гульсина Исроиловна

ст. преподаватель,
 Бухарский государственный университет,
 Республика Узбекистан, г. Бухара

Хайдаров Орифjon Рустамович

магистрант,
 Бухарский государственный университет,
 Республика Узбекистан, г. Бухара

OPENGL FUNCTIONS AND ELEMENTS USED TO BUILD BASIC FORMS IN C

Khurshidjon Khayatov

Senior Lecturer, Bukhara state University,
 Republic of Uzbekistan, Bukhara

Gulsina Ataeva

Senior Lecturer, Bukhara state University,
 Republic of Uzbekistan, Bukhara

Orifjon Khaidarov

Master's student, Bukhara State University,
 Republic of Uzbekistan, Bukhara

АННОТАЦИЯ

В статье показаны функции и элементы, используемые для построения основных форм и реализации их преобразований в C#.

ABSTRACT

The article shows the functions and elements used to build basic forms and implement their transformations.

Ключевые слова: OpenGL, рисование, линия, вершины, элемент управления.

Keywords: OpenGL, drawing, line, vertices, control.

Рисование линии в OpenGL основано на использовании вершин, т. е. если вы хотите нарисовать линию, вы должны определить две вершины (начало и конец), линия будет нарисована в соответствии с выбранным вами режимом соединения с учетом каждой из определенных вершин (GL_POINTS, GL_LINES, GL_POLYGON и т. д.), то, если мы определим четыре вершины и выберем в качестве режима соединения «GL_LINES», это может привести к двухстрочной обводке, но, если вы выберете «GL_QUADS», это приведет к квадрату (рис.1.) [1].

Рисунок 1. Рисование линии

Итак, мы продолжим. Первое, что мы делаем, это добавляем наш элемент управления SimpleOpenGLControl, который упрощает нашу работу, поскольку нам не нужно выполнять ряд сложных шагов для инициализации рабочей области.

El SimpleOpenGLControl принадлежит Tao Framework, и если мы хотим его использовать, мы должны добавить ссылку на Tao.Platform.Windows (рис.2).

Рисунок 2. Установка ссылки на Tao.Platform.Windows

SimpleOpenGLControl

Шаг 1:

```
{
    InitializeComponent();
    int height = simpleOpenGLControl1.Height;
    int width = simpleOpenGLControl1.Width;
    simpleOpenGLControl1.InitializeContexts();
    Gl.glViewport (0, 0, ширина, высота);
    Gl.glMatrixMode ( Gl.GL_PROJECTION);
    Gl.glLoadIdentity ();
    Glu.gluPerspective (45.0f, ( двойная ) ширина /
( двойная ) высота, 0.01f, 5000.0f);
}
```

двойной xrot, yrot, zrot = 0;

Инициализируйте рабочую область и переменные, которые будут управлять вращением нашей фигуры.

SimpleOpenGLControl1.InitializeContexts () Инициализируйте контекст управления или рабочую область.

Gl.glViewport () .- Рабочая область.

Gl.glMatrixMode () .- Укажите, какая матрица является текущей матрицей Gl

.GL_PROJECTION .- Определяет свойства камеры, которая просматривает объекты

Gl.GL_MODELVIEW .- Матрица определяет, как ваши объекты преобразуются Glu.gluPerspective .- настраиваем матрицу перспективной проекции

Шаг 2:

Теперь мы готовы приступить к рисованию. Для этого воспользуемся событием «Paint» элемента управления.

private void simpleOpenGLControl1_Paint
(отправитель объекта, PaintEventArgs e) // событие OnPaint

```
{
    Gl.glClear ( Gl.GL_COLOR_BUFFER_BIT
|Gl.GL_DEPTH_BUFFER_BIT); // очищаем буферы
до предустановленных значений
    Gl.glMatrixMode ( Gl.GL_MODELVIEW);
    Gl.glLoadIdentity (); // загружаем единичную матрицу
    Gl.glTranslated (0, 0, -4); // перемещает нашу фигуру
(x, y, z)
    Gl.glRotated (xrot += 0.5, 1, 0, 0); // вращаемся по x
    Gl.glRotated (yrot += 0.3, 0, 1, 0); // вращаемся по
оси y
    Gl.glRotated (zrot += 0.2, 0, 0, 1); // вращаемся по
оси z
    // вид 1
    Gl.glBegin ( Gl.GL_LINE_LOOP); // начинаем рисо-
вать GL_LINE_LOOP - это режим подключения
    Gl.glColor3ub (255, 0, 255);
    Gl.glVertex3d (1, 1, -1);
    Gl.glVertex3d (1, -1, -1);
    Gl.glVertex3d (-1, -1, -1);
    Gl.glVertex3d (-1, 1, -1);
    Gl.glEnd ();
    // вид 2
    Gl.glBegin ( Gl.GL_LINE_LOOP);
    Gl.glColor3ub (0, 255, 255);
    Gl.glVertex3d (-1, -1, -1);
    Gl.glVertex3d (1, -1, -1);
    Gl.glVertex3d (1, -1, 1);
    Gl.glVertex3d (-1, -1, 1);
    Gl.glEnd ();
    // вид 3
    Gl.glBegin ( Gl.GL_LINE_LOOP);
    Gl.glColor3ub (255, 255, 0);
    Gl.glVertex3d (-1, 1, -1);
    Gl.glVertex3d (-1, -1, -1);
    Gl.glVertex3d (-1, -1, 1);
    Gl.glVertex3d (-1, 1, 1);
    Gl.glEnd ();
    // вид 4
    Gl.glBegin ( Gl.GL_LINE_LOOP);
    Gl.glColor3ub (0, 0, 255);
    Gl.glVertex3d (1, 1, 1);
    Gl.glVertex3d (1, -1, 1);
    Gl.glVertex3d (1, -1, -1);
    Gl.glVertex3d (1, 1, -1);
    Gl.glEnd ();
    // вид 5
    Gl.glBegin ( Gl.GL_LINE_LOOP);
    Gl.glColor3ub (0, 255, 0);
    Gl.glVertex3d (-1, 1, -1);
    Gl.glVertex3d (-1, 1, 1);
    Gl.glVertex3d (1, 1, 1);
    Gl.glVertex3d (1, 1, -1);
    Gl.glEnd ();
    // вид 6
    Gl.glBegin (Gl.GL_LINE_LOOP);
    Gl.glColor4d (255, 0, 0, 100);
    Gl.glVertex3d (-1, 1, 1);
```

```
Gl.glVertex3d (-1, -1, 1);
Gl.glVertex3d (1, -1, 1);
Gl.glVertex3d (1, 1, 1); Gl.glEnd ();
}
Gl.glTranslated (0, 0, -4); // перемещает нашу фигуру
(x, y, z)
Gl.glRotated (xrot += 0.5, 1, 0, 0); // вращаемся по x
```

```
Gl.glRotated (yrot += 0.3, 0, 1, 0); // вращаемся по
оси y
Gl.glRotated (zrot += 0.2, 0, 0, 1); // вращаемся по
оси z
Применяет матрицу вращения и перевода к
нашей фигуре.
```

Список литературы:

1. Атаева.Г.И. Технологический подход к образовательному процессу// Academy. № 6(33), 2018. С. 91-92.
2. Хаятов Х.У., Жалолова Н.Х. О нахождении нормы функционала погрешности интерполяционных формул типа эрмита в периодическом пространстве // Проблемы вычислительной и прикладной математики. — 2017. — № 4 (10). — С. 98-103.
3. Хаятов Х.У., Жураева Л.И., Жураев З.Ш. Основные понятия теории нечетких множеств // Молодой ученый. — 2019. — № 25 (263). — С. 41-44.
4. Хаятов Х.У., Хайдаров О. С # dasturlash tilida fayl va kataloglar bilan ishlash// «МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА ВА АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИНГ ДОЛЗАРБ МУАММОЛАРИ» мавзусидаги Республика миқёсидаги онлайн илмий-амалий анжумани. ТЕЗИСЛАР ТЎПЛАМИ. Бухоро 2020, 15 апрель 319-321 с.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

АНАЛИЗ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДОРОЖНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Абдурахманов Азамат Эркинович

соискатель,

Ташкентский государственный технический университет

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: abdurakhmanovazamat@yandex.ru

Мирзаев Нажмиддин Норматович

PhD., доцент,

Ташкентский государственный технический университет

100095, Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: najmiddin.mirzaev@yandex.ru

ANALYSIS OF LUBRICANTS FOR ROAD TESTING

Azamat Abdurakhmanov

Researcher,

Tashkent State Technical University

Uzbekistan, Tashkent city

Najmiddin Mirzaev

PhD., Associate Professor,

Tashkent State Technical University

Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В этом эксперименте для дорожных испытаний использовалось имеющееся в продаже моторное смазочное масло LOTOS SAE 5W-30. Набор образцов масла был взят из теста. Отобранные образцы были взяты из Malibu, находившегося под общим обслуживанием, со смешанными городскими и дорожными условиями.

ABSTRACT

In this experiment, a commercially available LOTOS SAE 5W-30 motor lubricating oil was used for road tests. A set of oil samples was taken from the test. The samples collected were taken from Malibu, under general service, with mixed urban and road conditions.

Ключевые слова: корреляция, смазка, жидкость, коэффициент неоднородности, цветность, неравномерность.

Keywords: correlation, lubrication, liquid, coefficient of non-uniformity, color, non-uniformity.

Цель этого теста состояла в том, чтобы увидеть корреляцию между пройденным расстоянием и изменением оптических свойств смазочного материала, а также изучить способность предлагаемой методологии контролировать состояние смазки двигателя в реалистичных условиях.

Рисунок 1 иллюстрирует график цветного поперечного сечения для пройденных расстояний 0 км, 200 км, 800 км, 1000 км, 1200 км, 1500 км, 2350 км, 3450 км и 4200 км. По-видимому, амплитуда графика цветового сечения (Р-до-V) постепенно уменьшалась с увеличением пройденного расстояния. Это указывает на то, что существует сильная корреляция между пройденным расстоянием и оптическими свойствами смазки.

Рисунок 1. Цветная диаграмма поперечного сечения анализа смазки двигателя при дорожных испытаниях

Это свидетельствует о том, что скорость, с которой Р-до-V цветового сечения уменьшается, напрямую зависит от пройденного расстояния, которое является показателем нормального процесса разложения смазки двигателя. В целом, с пройденного расстояния от 0 до 4200 км, график цветового сечения Р-до-V уменьшился с 0,699 до 0,616, сократившись на 0,083 или 11,8%.

Как и в предыдущих случаях, сечения цвета изображения свежей смазки и использованной смазки использовались в качестве экспериментальных

данных для расчета относительного показателя цвета объекта смазки и коэффициента неоднородности ширины объекта W . Стандартная математическая функция от MATLAB использовалась для вычисления C и W . Влияние накопленного пройденного расстояния на относительный показатель цвета C объекта смазки показано на рисунке 2. Изменение относительного цвета смазочного объекта относительно охлаждающей жидкости можно отнести к пройденному расстоянию. Увеличение пройденного расстояния обеспечивает уменьшение значений C .

Рисунок 2. Дорожная проверка смазки двигателя ΔC на разных пройденных расстояниях

На 4200 км пройденного расстояния C показал снижение на 4,33% с 75,18 до 73,85.

Коэффициент неоднородности ширины объекта W также показал хорошую корреляцию с пройденным расстоянием в дорожном испытании. На рисунке 3 показана оценка коэффициента неоднородности ширины объекта относительно пройденного расстояния.

Прохождение 200 км показало немедленное уменьшение значений W . По мере увеличения пройденного расстояния до 4200 км значения W снизились с 62,85 до 61,46, что на 1,4% меньше.

Рисунок 3. Дорожная проверка смазки двигателя в зависимости от пройденного расстояния

Чтобы отслеживать изменения в относительном индексе цвета смазочного объекта C и неоднородности ширины W объекта одновременно с увеличением накопленного пройденного расстояния, значения W

были графически обозначены буквой C на каждом пройденном расстоянии. На рисунке 4 показано двумерное информационное пространство $\{C, W\}$ относительно пройденного расстояния.

**Рисунок 4. Информационное пространство
(C, W) дорожного испытания смазки двигателя**

На рисунке 4 показано, как значения W и C коррелировали друг с другом, когда накопленное пройденное расстояние увеличилось с 0 км до 200 км, 800 км, 1000 км, 1200 км, 1500 км, 2350 км, 3450 км и 4200 км. Очевидно, что пройденное расстояние одновременно понижало значения W - C, и эти два параметра коррелируют друг с другом в одном и том же направлении.

Метод оптического анализа, основанный на форме объекта, был также применен для анализа образцов дорожных испытаний с различным измельчением. В данном исследовании образцы с пройденным расстоянием 0 км, 200 км, 800 км, 1000 км, 1200 км,

1500 км, 2350 км, 3450 км и 4200 км были проанализированы в реальном времени. Результаты показали, что накопленное пройденное расстояние напрямую влияет на статистические параметры смазочного материала. Относительный показатель цветности C объекта смазки уменьшился, когда накопленное пройденное расстояние увеличилось с 75,18% до 73,85. Дистанция перемещения также уменьшила неравномерность ширины объекта W с 62,85% до 61,46%. Двухмерное представление C - W показало, что оба статистических параметра двигались в одном и том же направлении с увеличением пройденного расстояния.

Список литературы:

1. Зеер В.А., Биянов С.Д., Павин А.Ю. Результаты исследования отработанных частично синтетических и синтетических моторных масел // *Фундаментальные исследования*. – 2016. – № 12-5. – С. 971-979.
2. Багдасаров Л.Н., Шор Г.И., Лашхи В.Л., Раджабов Э.А. Тезисы докладов 2-ой международн. Конф. // *Актуальные проблемы переработки нефти и перспективы производства смазочных материалов в Узбекистане* // Ташкент Фергана: 1996,-с. 142.
3. Котова Г.Г., Лихтеров С.Д. *Химия и технология топлив и масел*, 1993, -№ 5 с. 24-25.
4. Януш Касса Пути повышения качества моторных масел с помощью синтетического компонента. Канд. Дис., М: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 1998,- 145 с.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОГРЕШНОСТЕЙ ОБРАБОТКИ НА ПРЕЦИЗИОННЫХ ТОКАРНЫХ СТАНКАХ С ЧПУ

Акбаров Хатам Улмасалиевич

*канд. техн. наук,
Андижанский Машиностроительный Институт
Республика Узбекистан, Андижан,
E-mail: dilshodbek.ergashev@mail.ru*

MATHEMATICAL MODEL OF MACHINING ERRORS ON PRECISION CNC LATHES

Khatam Akbarov

*PhD in Engineering Science,
Andijan Machine Building Institute
Andijan, Uzbekistan*

АННОТАЦИЯ

Произведен анализ условий эксплуатации прецизионных токарных станков ЧПУ. Построена математическая модель погрешностей обработки, позволяющая получить представления о характере изменения размеров деталей в порядке последовательной обработки их на станке, что является важным аспектом при решении задачи управления точностью механической обработки.

ABSTRACT

An analysis of the conditions of operation of precision CNC lathes. A mathematical model of machining errors has been constructed, which allows one to get an idea of the nature of changing the dimensions of parts in the order of their sequential processing on the machine, which is an important aspect in solving the problem of controlling machining accuracy.

Ключевые слова: гибкая производственная система, токарный станок с ЧПУ, математическая модель, погрешность обработки, корреляция.

Keywords: flexible manufacturing system, CNC lathe, mathematical model, machining error, correlation.

В машиностроительном производстве в связи с повышением требований к точности изготовления деталей находят широкое применение прецизионные станки с ЧПУ, встраиваемые в ГПС.

Анализ условий эксплуатации прецизионных токарных станков показывает, что в производственных условиях могут возникать самые разнообразные технологические ситуации. В ряде случаев обеспечение требуемой точности становится затруднительным и приводит к значительному возрастанию штучного времени обработки и снижению производительности.

Поэтому возникает необходимость в изыскании методов, позволяющих обеспечить заданную точность обработки без снижения производительности.

Математическая модель процесса обработки дает возможность получить характеристики погрешностей обработки и основных факторов, порождающих эти погрешности. Однако модель не дает представления о характере изменения размеров деталей в порядке последовательной обработки их

на станке, знание этих закономерностей приобретает особую роль при решении задач управления точностью. Выявить эти закономерности позволяет математическая модель погрешностей обработки.

Для построения математической модели погрешностей обработки была произведена обточка партии из 31 заготовки из стали 40Х.

Обработка производилась на токарном станке с ЧПУ одним резцом из ВК6М, имеющим геометрические параметры: $\varphi=100^\circ$, $\varphi_1=10^\circ$, $\delta=17^\circ$, $\alpha=13^\circ$, $\alpha_1=22^\circ$, $\lambda=+6^\circ$, при одной настройке на размер 9,000 мм с режимом резания $V=60$ м/мин, $S_0=0,04$ мм/об, $t=0,5$ мм.

В порядке схода со станка измерялись диаметры обработанных поверхностей с помощью цифровой растровой измерительной системы модели I9000, ТУ2-034-206-83.

Результаты эксперимента сведены в таблицу 1 и представлены на рис. 1.

Таблица 1.

Экспериментальные и расчетные данные по обработке партии заготовок

Номер заготовки n	Диаметр D, мм	Отклонение диаметра от настроечного u_n , мм	Систематическая составляющая u_n , мм	Отклонение от систематической составляющей $y_n - u_n$, мм
1	9,0000	0	0,0036	-0,0036
2	9,0060	0,0060	0,0037	0,0023
3	9,0020	0,0020	0,0038	-0,0018
4	9,0050	0,0050	0,0039	0,0011
5	9,0000	0	0,0040	-0,0040
6	9,0080	0,0080	0,0041	0,0039
7	9,0050	0,0050	0,0042	0,0008
8	9,0020	0,0020	0,0043	-0,0023
9	9,0040	0,0040	0,0044	-0,0004
10	9,0000	0	0,0045	-0,0045
11	9,0060	0,0060	0,0046	0,0014
12	9,0010	0,0010	0,0047	-0,0037
13	9,0100	0,0100	0,0048	0,0052
14	9,0060	0,0060	0,0049	0,0011
15	9,0050	0,0050	0,0050	0
16	9,0010	0,0010	0,0051	-0,0041
17	9,0040	0,0040	0,0052	-0,0012
18	9,0010	0,0010	0,0053	0,0047
19	9,0080	0,0080	0,0054	0,0026
20	9,0050	0,0050	0,0055	-0,0005
21	9,0000	0	0,0056	-0,0056
22	9,0080	0,0080	0,0057	0,0023
23	9,0010	0,0010	0,0058	-0,0048
24	9,0070	0,0070	0,0059	0,0011
25	9,0040	0,0040	0,0060	-0,0020
26	9,0070	0,0070	0,0061	0,0009
27	9,0070	0,0070	0,0062	0,0008
28	9,0030	0,0030	0,0063	-0,0033
29	9,0010	0,0010	0,0064	0,0036
30	9,0070	0,0070	0,0065	0,0005
31	9,0090	0,0090	0,0066	0,0024

Рисунок 1. График отклонений размеров деталей, обработанных на токарном станке ЧПУ

Из графика можно, хотя и грубо, судить о поведении процесса обработки во времени. Смещения центров рассеивания (уровня настройки) определяют систематическую составляющую суммарной погрешности обработки, а рассеивание размеров относительно линии смещения центров рассеивания случайную составляющую.

Для математического описания поведения процесса обработки отклонение размеров последовательно обработанных деталей следует рассматривать как некоторую случайную функцию $Y(t)$ порядкового номера детали $t_n=p$. В тех случаях, когда параметр t может принимать лишь дискретные значения $t=t_n=nh$, $h=1$, случайная функция $Y(t)$ является случайной последовательностью, которую обозначим $\{y_n\}$, $n=1,2,\dots$, полагая $Y(t)=\{y_n\}$.

При таком подходе точечную диаграмму следуют рассматривать как реализацию случайной последовательности отклонений размеров обработанных деталей $\{y_n\}$, $n=1,2,\dots,N$, где N - число обработанных деталей. В этом случае отклонения размера каждой детали выступают, в свою очередь, как реализация некоторой случайной величины Y_n , соответствующей номеру цикла обработки n ; отклонения размеров разных деталей y_n и y_{n+1} , изготовленных в разных циклах, являются значениями разных случайных величин. Подобный подход полностью отвечает существу дела: действительно, каждый n -й цикл обработки происходит при неповторимом комплексе условий.

Поэтому, строго говоря, каждому циклу обработки должно отвечать "свое" распределение с определенным математическим ожиданием размера и "своя" дисперсия. Тогда уместно рассматривать корреляцию между случайными величинами $Y_n Y_{n+\tau}$ отклонениями размеров деталей, обработанных в n -м и $n+\tau$ -м циклах.

Учет корреляции между отклонениями размеров в разных циклах обработки существенно увеличивает информацию о процессе обработки и позволяет установить естественный критерий разделения погрешностей обработки на систематические и случайные. Действительно, естественным признаком случайных погрешностей должно быть их физическая независимость и, следовательно, некоррелированность.

Таким образом, возникает удобный критерий качества разделения суммарных погрешностей обработки - степень коррелированности отклонений от систематической составляющей.

Список литературы:

1. Акбаров Х.У., Маткузиева И. Математическая модель погрешностей токарной обработки. Научный вестник Андиганского машиностроительного института "Машинаозлик", Андиган, 2018 г.
2. Невельсон М.С. Автоматическое управление точностью обработки на металлорежущих станках.- Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1982.-184 с.

Этому критерию удовлетворяют известные приближенные методы разделения погрешностей обработки [2]. Наиболее общим способом выделения систематической составляющей является сглаживание исходной реализации отклонений размеров $\{y_n\}$ полиномом по методу наименьших квадратов.

В этом случае систематическую составляющую u_n можно представить в виде

$$u_n = A\{n\}; y_n = z_n + u_n,$$

где $A\{\}$ - оператор преобразования, y_n - исходная последовательность, n - порядковый номер обработанной детали.

Задача упрощается при допущении, что систематическая составляющая изменяется по линейному закону. Тогда выражение для систематической составляющей можно записать в виде уравнения линейной регрессии

$$u_n = a_0 + a_1 n$$

Оценку коэффициентов a_0 , a_1 можно осуществить по методу наименьших квадратов, при этом среднее квадратическое отклонение от систематической составляющей может быть оценено по формуле

$$\varepsilon_z = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (y_n - a_0 - a_1 n)^2}{N - 1}}$$

В этом случае, когда условие некоррелированности отклонений от прямой выполняется, этот способ дает единственное решение задачи разделения погрешностей. При этом величина ε_z совпадает с дисперсией мгновенного распределения погрешностей.

В результате обработки экспериментальных данных получена следующая математическая модель погрешностей обработки на токарных станках с ЧПУ:

$$\begin{cases} y_n = z_n + 0.0034879 + 0.0000988n; \\ \varepsilon_z = 0.0018. \end{cases}$$

Таким образом, построенная математическая модель погрешностей обработки позволяет оценить величины систематической и случайной составляющих суммарной погрешности, определить соотношение между ними, что способствует повышению надежности выбора принципа управления при решении задачи повышения точности механической обработки.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИСХОДНЫХ ЗНАЧЕНИЙ СКОРОСТИ НА ПРОЦЕССЫ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ТУРБУЛЕНТНЫХ СТРУЙ

Махмудов Содикжон Ахмаджонович

*канд. техн. наук, доцент,
Андижанский машиностроительный институт,
Республика Узбекистан, г. Андижан*

Эшонхужаев Дилмурод Одилович

*инженер-исследователь,
Андижанский машиностроительный институт,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: eshonxojayevdilmurod34@gmail.com*

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF THE INITIAL VALUES OF THE VELOCITY ON THE PROCESSES OF MIXING AND PROPAGATION OF THREE-DIMENSIONAL TURBULENT JETS

Sodikzhon Makhmudov

*Cand. tech. Sciences, Assoc. prof.,
Andijan Machine-Building Institute,
Uzbekistan, Andijan*

Dilmurod Eshonkhuzhaev

*Research Engineer,
Andijan Machine-Building Institute,
Uzbekistan, Andijan*

АННОТАЦИЯ

В данной научной статье исследуется влияние начальных значений скоростей на трехмерных изотермических и неизотермических струйных течениях, текущих из прямоугольного устройства с правой стороны.

При турбулентной обмены в пограничном слое трехмерных струйных течений, предложено обобщение модели Л. Прандтля с учетом изменчивости температуры и определены значений констант в ней.

ABSTRACT

This scientific article investigates the influence of initial values on three-dimensional isothermal and non-isothermal jet flows flowing from a rectangular device on the right side.

In the case of turbulent exchange in the boundary layer of three-dimensional jet flows, a generalization of L. Prandtl's model taking into account temperature variability is proposed and the values of the constants in it are determined.

Ключевые слова: пространственные координаты, турбулентное число Прандтля, динамический коэффициент вязкости, полная энтальпия смеси газов, температура, плотность смеси газов, кинематический коэффициент турбулентной вязкости.

Keywords: spatial coordinates turbulent Prandtl number, dynamic coefficient of viscosity, total enthalpy of a gas mixture, temperature, density of a gas mixture, kinematic coefficient of turbulent viscosity.

Введение. В целях исполнения В данном работе рассматривается задача истечения струи из квадратного сопла и распространения ее в спутном потоке воздуха.

Среди различных задач прикладной газовой динамики струйных течений значительный интерес представляет изучение распространения трехмерных изотермических и неизотермических турбулентных течений. Трехмерные турбулентные течения часто встречаются в различных направлениях техники (авиа и ракетной техники, топочных и отопительных

процессах, химической технологии, а также при сушке различных технических культур и т.д.), и изучаются на основе таких естественных наук как аэро- и термодинамика, прикладная физика, теория теплообмена, экология и другие. В основном эти процессы происходят по законам распространения турбулентных струйных течений.

В выходном сечении скорости задавались однородными и ступенчатыми, а давления струи и спутного потока равными между собой и атмосферному давлению.

Относительно коэффициента турбулентной вязкости использована эффективная вязкость с учетом трёх мерности задачи и сжимаемости объема:

$$\mu'_{эфф} = \mu'_л + p_\alpha (b^2(Ny) + b^2(Nz)) \sqrt{\left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial y}\right)^2} \left(\frac{T}{T_2}\right)^a \quad (1)$$

Вышеизложенная задача описывается системой нелинейных уравнений.

Уравнения неразрывности:

$$\frac{\partial \rho u}{\partial x} + \frac{1}{L} \frac{\partial \rho v}{\partial y} + \frac{\partial \rho w}{\partial z} = 0 \quad (2)$$

Уравнения движения по координате X

$$\rho u \frac{\partial u}{\partial x} + \rho v \frac{\partial u}{L \partial y} + \rho w \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{1}{L^2} \frac{\partial}{\partial y} \left(\hat{\mu} \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\hat{\mu} \frac{\partial u}{\partial z} \right) \quad (3)$$

Уравнения движения по координате Y

$$\begin{aligned} \rho u \frac{\partial u}{\partial x} + \rho v \frac{\partial u}{L \partial y} + \rho w \frac{\partial u}{\partial z} \\ = -\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{1}{L^2} \frac{\partial}{\partial y} \left(\hat{\mu} \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\hat{\mu} \frac{\partial u}{\partial z} \right) - \\ - \frac{2}{3L} \frac{\partial}{\partial y} \left(\hat{\mu} \frac{\partial v}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\hat{\mu} \frac{\partial v}{\partial y} \right) \end{aligned} \quad (4)$$

Уравнения движения по координате Z

$$\begin{aligned} \rho u \frac{\partial w}{\partial x} + \rho v \frac{\partial w}{L \partial y} + \rho w \frac{\partial w}{\partial z} \\ = -\frac{\partial P}{\partial z} + \frac{4}{3} - \frac{\partial}{\partial z} \left(\hat{\mu} \frac{\partial w}{\partial z} \right) \\ + \frac{1}{L^2} \frac{\partial}{\partial y} \left(\hat{\mu} \frac{\partial w}{\partial y} \right) + \\ + \frac{1}{L} \frac{\partial}{\partial y} \left(\hat{\mu} \frac{\partial v}{\partial z} \right) + \frac{2}{3L} \frac{\partial}{\partial z} \left(\hat{\mu} \frac{\partial v}{\partial y} \right) \end{aligned} \quad (5)$$

Уравнения состояние газовой смеси

$$P = \rho T \quad (6)$$

Связь полной энтальпии с температурой

$$H = c_p T + \frac{u^2 + v^2 + w^2}{2} \quad (7)$$

соответственно.

Метод и результаты исследования. Для решения системы уравнений (1)-(2) с граничными условиями их необходимо привести к безразмерному виду. Использование безразмерной формы записи исходных уравнений и граничных условий позволяет существенно снизить степен конкретизации решаемой задачи. С другой стороны, важной с точки

зрения рациональной организации и вычисленной, необходимо учесть, что при разумном и обоснованном выборе масштабов, использование безразмерной формы позволяет привести все переменные величины к единой шкале, что значительно повышает точность расчетов на ЭВМ, проводимых с конечным числом значащих цифр.

При решении поставленной задачи используются следующие безразмерные начальные и граничные условия.

$$I. \quad x = 0 \quad 1) \quad 0 \leq y \leq a, 0 \leq z \leq b$$

$$u = u_2, v = 0, w = 0, p = p_2, H = H_2,$$

$$2) \quad a < y < y_{+\infty}, b < z < z_{+\infty}$$

$$u = u_1, v = 0, w = 0, p = p_1, H = H_1, \quad (8)$$

$$II. \quad x > 0: \quad 1) \quad z = 0, 0 < y < y_{+\infty}$$

$$\frac{\partial u}{\partial z} = 0, \frac{\partial v}{\partial z} = 0, w = 0, \frac{\partial H}{\partial z} = 0$$

$$2) \quad y = 0, 0 < z < z_{+\infty}$$

$$\frac{\partial u}{\partial y} = 0, v = 0, \frac{\partial w}{\partial y} = 0, \frac{\partial H}{\partial y} = 0$$

$$3) \quad z = z_{+\infty}, y = y_{+\infty}$$

$$u = u_1, v = 0, w = 0, H = H_1 \quad (9)$$

В настоящей работе приводится численное исследование, имеющее целью, во-первых: проверить разработанные алгоритм и методику решения, приведенные в этой работе реализованные в виде программы для ПЭВМ на языке Фортран, которые позволяют получить численные результаты в широком диапазоне исходных параметров, во вторых выбрать модели первых моментов относительно коэффициента турбулентного обмена с учетом трёхмерности объемной сжимаемости и определения эмпирических констант, входящих в эти модели.

Для этого нами была изучена струя, истекающая из прямоугольного сопла, в частном случае, из квадратного сопла со своими исходными параметрами и распространяющаяся в спутном (затопленном) потоке воздуха. При этом исходные значения струй основного и струйного потоков задавались однородными и ступенчатыми, а давления струи потока считались между собой равными и равны атмосферному давлению, т.е. постоянными. Конкретные значения исходных данных заимствованы из экспериментальных работ $u_2 = 38 \text{ м/с}$, $u_1 = 0$, $T_1 = T_2 = 300 \text{ К}$

$$P_1 = P_2 = P_{atm} = 1 \text{ атм}$$

Заключение. Основные результаты расчетов приведены в виде графиков на рисунках (1) – (7). На рис. 1а, б приведено поперечное распределение продольной скорости по осям ou и oz в зависимости от

скорости струйного потока. Пунктирная линия соответствует затопленной струе, а сплошная линия профилу продольной скорости при $u_1 = 5 \text{ м/с}$. Присутствие скорости струйного потока приводит к медленному затуханию скорости струи, т.е. при $u_1 = 5 \text{ м/с}$ дальность струи увеличивается примерно на 12-13 %, а при скорости ступенного потока $u_1 = 10 \text{ м/с}$ дальность струи увеличивается примерно на 16-18 % по сравнению $u_1 = 0$ (рис 2 и 3).

На рис. 4 приведены поперечные распределения продольной скорости по оси ou вдоль струи в зависимости от исходного значения скорости основного потока. Здесь также можно отметить, что увеличение исходного значения скорости основного потока приводит к дальности струи. Например, при исходном значении скорости основного потока $u_2 = 50 \text{ м/с}$ против $u_2 = 38 \text{ м/с}$ дальность струи увеличивается примерно на 7-7,51 %, что соответствует физике процесса. На рис. 5 приведены границы зоны смешения в плоскости ouz в разных сечениях вдоль струи. Здесь можно отметить, что в начальных сечениях расширение границы зоны смешения по оси oz отстает по сравнению с осью ou примерно до 5 калибров от входного сечения при истечении струи из квадратного сопла и границы зоны смешения принимают при этом эллипсоидную формулу при $x = 15$ калибров и больше струя переходит к круглой форме и к осесимметричным струям.

На рис. 6,7 приведены границы зоны смешения струи по осям ou и oz . Из рисунков видно, что при распространении струи в затопленном потоке воздуха граница зоны смешения шире, чем при скорости спутного потока $u_1 = 5 \text{ м/с}$. Здесь также можно отметить, что увеличение исходного значения скорости спутного потока приводит к сужению границы зоны смешения.

Рисунок 1. Поперечное распределение продольной скорости в зависимости от спутности по осям OY и OZ

Рисунок 2. Поперечное распределение продольной скорости в разных сечениях по осям OY и OZ

Рисунок 3. Поперечное распределение продольной скорости при разных спутностях

Рисунок 4. Поперечное распределение продольной скорости по осям OY в разных сечениях

Рисунок 5. Границы зоны смешения струй в разных сечениях

Рисунок 6. Границы зоны смешения

Рисунок 7. Границы зоны смешения
при разных ступенностях**Список литературы.**

1. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй. Москва. Наука, 1984 г.
2. Алиев Ф., Жумаев З.Ш., Струйные течения реагирующих газов. Ташкент. Фан 1987 г.
3. Бай-Ши-И. Теория струй. Москва. Физматгиз. 1960 г.
4. Мак - Гирик Дж. Дж., Роди В. Расчет трехмерных турбулентных струй. Москва. Машиностроения 1984 г.
5. Палатник И.Б., Темирбаев Д.Ж. О распространении свободных турбулентных струй вытекающих из насадка прямоугольной формы. «Проблемы теплоэнергетики и прикладной теплофизики». Алма ата. 1964 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АГРЕССИВНЫХ СРЕД НА СОДЕРЖАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Орипов Гуломиддин

канд. техн. наук,
Андижанский филиал,
Ташкентский Государственный Аграрный Университет,
Республика Узбекистан, г. Андижан

Хожиматов Азизбек Асомиддинович

инженер-исследователь,
Андижанский машиностроительный институт,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: aziznido@mail.ru

STUDY OF THE INFLUENCE OF AGGRESSIVE MEDIA ON THE CONTENT OF MODERN AGRICULTURAL MACHINERY

Gulomiddin Oripov

Ph.D. Engineering,
Andijan branch
Tashkent State Agrarian University
Republic of Uzbekistan, Andijan

Azizbek Khozhimatov

Research Engineer
Andijan machine-building institute
Tashkent State Agrarian University
Republic of Uzbekistan, Andijan

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматривается влияние агрессивной среды на техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники. По результатам исследования был проведен анализ жесткости сельскохозяйственной техники и сделаны научные выводы.

ABSTRACT

This article discusses the impact of an aggressive environment on the maintenance and maintenance of agricultural machinery. Based on the results of the research, an analysis of the rigidity of agricultural machinery was made and scientific conclusions were made.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, механизация, агрессив, исследование, ржавчины, минеральные и органические удобрения.

Keywords: agricultural machinery, mechanization, aggressive, research, rust, mineral and organic fertilizers.

Введение

В целях исполнения Постановление Президента Республики Узбекистан от 29 мая 2018 года № ПП-3751 «О дополнительных мерах по повышению эффективности механизации и сервисного обслуживания сельхозпроизводителей» утверждена концепция административной реформы в Республике Узбекистан по кардинальному совершенствованию системы управления отрасли сельскохозяйственного машиностроения, где отмечены:

- повышение конкурентоспособности производимой сельскохозяйственной техники, расширение

ассортимента и объемов поставок экспортной продукции;

- организация обеспечения необходимыми материально-техническими ресурсами и запасными частями для производства сельскохозяйственного машиностроения;

- за счет внедрения современных энергосберегающих и металлосберегающих технологий в области сельскохозяйственного машиностроения намечен ряд приоритетных задач, таких как создание новых производств по выпуску современной высокопроизводительной сельскохозяйственной техники и средства механизации а также осуществление научно-

технической и инвестиционной деятельности, направленной на модернизацию действующих.

В нашей стране реализуется ряд комплексных мер по практической реализации этих задач.

Вместе с тем, анализ текущего состояния дел в данной отрасли свидетельствует о наличии системных проблем и недостатков, препятствующих ускоренному обновлению и модернизации производственных процессов, внедрению передовых технологий и последовательному развитию и локализации всей отрасли.

Примером тому может служить, например, неправильная организация установок на хранение сельскохозяйственной техники.

В результате нарушения определенных норм при хранении техники и полного несоблюдения необходимых условий происходит их невидимый износ, то есть разрушение рабочих частей под воздействием агрессивной среды.

Учитывая сложность поступления с экономической точки зрения одной техники для фермерам также можно видеть, насколько важно организовать ее хранение.

Любая сельскохозяйственная техника ставится на хранение в течение определенного (короткого и длительного) периода времени, в течение которого она не работает.

Для поставки на хранение готовят открытые и закрытые места в соответствии с установленными условиями.

В этих местах рабочие части техники обрабатываются различными лакокрасочными покрытиями и маслами. В результате обработки его ржавчина относительно возрастает, но остатки различных химических и минеральных удобрений и растений, оставленных на металлических поверхностях, активизируют среду ржавчины.

В результате возникает агрессивная среда, способствующая к ржавому поглощению металла. Ржавчина полностью впитывает металлическую поверхность в течение многих лет и создает различные отверстия, трещины, хрупкие поверхности.

В настоящее время в нашей республике значительно повышен уровень использования химических методов для дальнейшего повышения плодородия почв в выращивании сельскохозяйственной продукции.

Нам известно, что при повышении плодородия почв используются минеральные и органические удобрения.

Практически не известно, в какой степени удобрения влияют на почву и технику, используемую в процессе обработки посевов.

На практике в результате негативного воздействия остатков минеральных и органических удобрений на технические детали и рабочие органы снижается уровень работоспособности техники.

Из-за того, что детали и рабочие органы начинают активно поглощаться ржавчиной под воздействием ржавой среды ржавчины.

Метод и результаты исследования.

Минеральное удобрение определяется степенью активности, влагосодержанием и влажностью самой ржавчины. С повышением температуры и увеличением относительной влажности воздуха влажность удобрения также увеличивается.

Органические удобрения также широко используются в сельском хозяйстве. Органические удобрения содержат добавки с высокой степенью активности ржавчины, в том числе фосфаты, нитраты, хлориды, мочевую кислоту, бензойную кислоту, летучие органические кислоты, аммиак и др.

Добавки, содержащиеся в вышеуказанных органических удобрениях, не отстают от минеральных удобрений с высокими коррозионными свойствами. Минеральные и органические удобрения в сельскохозяйственной среде являются наиболее агрессивными по степени ржавления. Степень ржавления воздуха и газов содержащихся в воздухе, растений, растительных консервантов, ниже, чем в органических и минеральных удобрениях.

При определении степени поглощения активных рабочих органов и деталей в результате ржавления в сельскохозяйственной среде были исследованы минеральные, органические и токсичные лекарственные препараты при определенном процентном содержании влаги и получены точные результаты. Срок службы уязвимых рабочих частей оборудования, используемых в условиях активного ржавления, сокращается на 2-3 раза при их без работы.

В результате поглощения ржавчины в период хранения и сокращение срока службы сельскохозяйственной техники существующей в Республике несет большой ущерб МТП и фермерским хозяйствам.

Для изготовления машин в сельскохозяйственном машиностроении применяются углеродистые стальные сплавы, низкоуглеродистые конструкционные стали, низколегированные стали и чугуны.

Это хорошо структурные металлы, но сильно ржавые поглощаются под воздействием окружающей среды, если они используются в агрессивной сельскохозяйственной среде беззащитно.

Особенности ржавчины в различных агрессивных средах стали, широко используемых в сельскохозяйственном машиностроении, приведены в таблице 1.

Из этой таблицы можно получить информацию о количестве необратимого металла в результате ржавчины углеродистых сплавов железа в среде минеральных удобрений.

Таблица 1.

Особенности ржавчины в различных агрессивных средах стали

Наименование удобрений	Особенности коррозии г / см ² и относительное сопротивление ржавчины									
	Сталь -3		Сталь -35		Сталь -45		Сталь -45X		Сталь -65Г	
Аммиачная селитра	340	1,00	494	0,69	522	0,65	617	0,55	541	0,63
Гранулированный суперфосфат	338	1,00	928	0,79	751	0,96	465	0,73	318	1,07
Мочевина	342	1,00	368	0,93	371	0,92	235	1,46	356	0,96
Простой суперфосфат	359	1,00	446	0,80	372	0,97	489	0,74	343	1,04
Сильвинит	547	1,00	656	0,88	602	0,96	541	1,06	589	0,98
Аммоний сульфат	1055	1,00	1308	0,81	1294	0,82	1938	0,54	2032	0,52

Таблица 2

Самый высокий уровень ржавчины удобрений и ядовитых препаратов

№	Название удобрений	Номинальное, %	Значение поглощения металла в результате ржавчины, кг/м.год
1	Сульфат аммоний	10 ÷ 12	1,5
2	Цинеб	-	1,5
3	Цитрефоска	14 ÷ 16	1,2
4	Хлорафос	-	0,7
5	Аммонийлик селитра	14 ÷ 13	0,6
6	Суперфосфат	24 ÷ 26	0,5

Заключение. Срок службы незащищенных частей сельскохозяйственных машин, работающих в агрессивной среде, в результате ржавчины уменьшается в 2-3 раза, когда они не работают.

Сокращение срока службы существующих в республике сельскохозяйственных машин в результате ржавчины в период эксплуатации и во время хранения внесёт большой урон для фермерских хозяйств.

Список литературы:

1. Лазарев Г.Е. Износостойкость материалов при трении в коррозионно-активных средах. Химическое и нефтяное машиностроение. – М., 1974. – №7, С.16-24.
2. Круман Г.Б. и др. Коррозионный – механический износ оборудования. – М.: Машиностроение, 1968. – С.103.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ СУШИЛЬНОГО БАРАБАНА НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ПРОЦЕССА

Тожиев Расулжон Жумабаевич

д-р техн. наук, проф.,
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: Rasuljon1945m@il.ru

Миршарипов Рахматилло Хабибуллаевич

докторант, Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: tillo1012m@il.ru

Ахунбаев Адил Алимович

канд. техн. наук, доц.,
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана

Абдусаломова Нодира Абдумалик кизи

магистрант,
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана

OPTIMIZED DRYER DESIGN BASED ON SYSTEM PROCESS ANALYSIS

Rasuljon Tojiev

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Fergana Polytechnic Institute,
Republic of Uzbekistan, Fergana

Raxmatillo Mirsharipov

Doctoral student, Fergana Polytechnic Institute,
Republic of Uzbekistan, Fergana

Adil Axunbaev

Ph.D., Associate Professor, Fergana Polytechnic Institute,
Republic of Uzbekistan, Fergana

Nodira Abdusalomova

Master's degree student, Fergana Polytechnic Institute,
Republic of Uzbekistan, Fergana

DOI: 10.32743/UniTech.2020.80.11-1.59-65.

АННОТАЦИЯ

В статье анализируются процесс производства суперфосфатных минеральных удобрений, проблемы и конструкция применяемого оборудования. На основе анализа предложена усовершенствованная конструктивная схема двухэлементной насадки барабанной сушилки. Предлагаемое сопло было систематически проанализировано с аналогичными конструкциями, и было изучено влияние на процесс теплообмена в барабанной сушилке. Программа MATLAB использовалась для многоступенчатого анализа и расчета параметров в рабочей зоне барабанной сушилки.

ABSTRACT

The article analyzes the production process of superphosphate mineral fertilizers, problems and design of the equipment used. On the basis of the analysis, an improved design scheme of a two-element drum dryer packing is proposed. The proposed nozzle was systematically analyzed with similar designs, and the effect on the heat transfer process in the

drum dryer was studied. MATLAB software was used for multi-stage analysis and parameter calculation in the working area of the drum dryer.

Ключевые слова: насадка, системный анализ, барабанная сушилка, суперфосфат, поверхность теплообмена.
Keywords: packing, system analysis, drum dryer, superphosphate, heat exchange surface.

Введение

В настоящее время растет потребность качественной сушки продуктов в химической, пищевой, сельскохозяйственной и других отраслях промышленности. Одна из основных причин этого заключается в том, что качество продукта зависит от исходной влажности сырья. Поэтому важно изучить возможность энергоэффективного сочетания конвективной, инфракрасной и микроволновой энергии в процессе сушки, выбрать оптимальные варианты реализации и конструкции и на этой основе обеспечить экспортное качество продукции. В частности, сушка

является одним из основных процессов при производстве минеральных удобрений, и от этого процесса зависят зернистость, качество и экспортные свойства удобрений [4; 1; 7; 11]. Поэтому важно проводить исследования в данной области.

На основании изложенного были проанализированы существующие проблемы процесса производства суперфосфатных минеральных удобрений цеха АС-72М АО «Farg'onaazot» – одного из крупнейших химических предприятий Республики Узбекистан. На рис. 1 представлена технологическая схема производства суперфосфатных минеральных удобрений.

1 – барабанный сушильный аппарат; 2 – барабанный гранулятор; 3 – горизонтальный смесительный реактор; 4 – калорифер; 5 – вертикальный смесительный реактор; 6 – ковшовый элеватор; 7 – молотковая дробилка; 8 – сито; 9 – циклон НИОГАЗ; 10 – полый скруббер; 11 – вентилятор; 12 – центробежный насос; 13 – ленточный конвейер; 14 – бункер-питатель; 15 – барабанный охладитель.

Рисунок 1. Технологическая схема производства суперфосфата

Аналитические методы исследования. Известно, что процесс производства суперфосфатных удобрений на АО «Farg'onaazot» включает: смешение мелочи фосфорита с серной кислотой в реакционной среде, гранулирование смеси с распылением сульфата аммония, сушка гранулированных удобрений, разделение на гранулометрические составляющие согласно регламенту и упаковка готовых продуктов [9]. Разработанная технологическая схема считается энергетически эффективной по сравнению с существующими классическими линиями такого типа. К сожалению, качество и экспорт производимых продуктов не отвечают нынешним требованиям. С целью определения исследуемой проблемы проведен системный анализ в двух стадиях.

Результаты аналитического исследования.

На первой стадии был определен гранулометрический состав произведенного минерального удобрения и измерены температура и влажность материала. При проведении экспериментов использовались рекомендованные стандартные методики. По данной методике удобрение сортировано в 5-ступенчатой лабораторной установке СМЦ-25 в течение 10 минут. Размеры ячейки сита были 1, 3, 5 и 10 мм. На основании полученных результатов удобрение было разделено на фракции в процентном отношении [6].

Анализ зернистого состава удобрения представлен на табл. 1. На рис. 2 приведены общие виды удобрения по отдельным фракциям.

Таблица 1.

Анализ зернистого состава удобрения

Размеры фракций	< 1 мм	1 ÷ 3 мм	3 ÷ 5 мм	5 ÷ 10 мм	> 10 мм
Фракции в процентном отношении	41,9 %	21,7 %	15,6 %	10,8 %	10 %

Рисунок 2. Общий вид удобрения, разделенного на фракции

Температура удобрения, поступающего в барабан, составляла 100 °С, а его влажность – 26,4 %. При выходе из сушильного барабана температура составила 70 °С при влажности 14,39 %. Полученные результаты показывают, что линия производства удобрения не соответствует заданным регламентом требованиям (гранулометрический состав удобрения по технологическому регламенту – 3 ÷ 5 мм, влажность не превышает 10 % и температура готового продукта в интервале 35 ÷ 40 °С). Кроме того, при размерах удобрений менее 3 мм требуется их повторное гранулирование с целью укрупнения гранул, а для удобрений более 5 мм – их измельчение. Это, в свою очередь, увеличивает количество энергии, потребляемой в процессе. Возникновение этого состояния связано с процессами теплообмена в сушилке, что обусловлено переходом гранулированного удобрения в сушилку и отсутствием там достаточного контакта с тепловым агентом. Корпус барабанной сушилки в процессе изготовления оснащен стандартной Г-образной насадкой [8–10], конструкция этого типа плохо адаптирована к распределению, и при ее выборе не учитывались физические свойства производимого удобрения. На рис. 3 представлена схема оснащения Г-образной насадки, что наглядно показывает схему распределения высушиваемого материала по поперечному сечению барабана, где существует зона «А», не закрытая завесой падающего материала.

Рисунок 3. Схема открытых и закрытых зон поперечного сечения сушилки, оснащенной Г-образными насадками

Как видно из рис. 3, теплоноситель проходит через зону с наименьшим сопротивлением, то есть через зону «А». Это приводит к следующим негативным последствиям:

- увеличение зоны «А» в сушилке снижает полное и эффективное использование теплоносителя. Это приводит к снижению интенсивности теплообмена между теплоносителем и высушиваемым материалом, снижению скорости процесса сушки;
- скорость потока теплоносителя увеличивается из-за наличия зоны «А» в поперечном сечении сушилки. В свою очередь, за счет увеличения скорости потока происходит унос мелких частиц потоком теплоносителя;

- увеличение зоны «А» в сушилке вызывает повышение температуры отходящих газов из барабана и снижение энергетической эффективности процесса сушки.

Опыт работы барабанных аппаратов показывает, что изменение угла наклона по линии барабанной оси стандартных насадок на сушильном барабане не обеспечивает существенного увеличения площади, покрываемой высыпавшимся материалом. Если насадка установлена по линии барабана, площадь полосы будет максимальной, но она не будет достаточной. Справа и слева от поверхности барабана образуются открытые зоны «А». Наряду с другими техническими мероприятиями, предназначенными для расширения площади, покрываемой высыпавшимся материалом, используются шахматный порядок насадок и гребневая кромка насадки. Однако сечение барабана остается открытым на 30–40 % поверхности. Оптимальным решением уменьшения открытой зоны «А» в сушилке являются выбор подходящей для процесса насадки и совершенствование ее конструкции.

В настоящее время в этом направлении ведется большая научно-исследовательская работа, в качестве перспективного варианта представлены двухчастные насадочные конструкции. На основании этого была разработана улучшенная схема конструкции насадки. На рис. 4 представлена схема установки насадки на барабан.

1 – барабанный корпус; 2 – первая часть 2-го сопла; 3 – вторая часть 3-го сопла

Рисунок 4. Схема установки предлагаемой насадки на барабан

Преимущество форсунки перед существующими конструкциями состоит прежде всего в том, что ее выливающаяся часть материала образует определенный уклон, что обеспечивает резкое сокращение открытых зон «А» в сушилке. Во-вторых, детали установлены на полукруглой конструкции, что предотвращает застревание материала в насадке.

Рисунок 5. Установка предлагаемой насадки на барабан

Для испытания предложенной насадки в реальных производственных условиях, оценки ее воздействия на открытую зону «А» была разработана конструкция насадки и установлен цех АС-72М АО «Farg'onaazot» на барабанную сушилку при производстве суперфосфатных минеральных удобрений. На рис. 5 показана установка насадки на барабан.

Для оценки влияния насадки на открытые зоны «А» в сушилке были получены и проанализированы фотографии. По результатам анализа разбросанного материала по сечению поверхности барабана площадь составила 5,9 м², а открытая зона «А» – 0,5 м². Результаты сравнивали с существующими конструкциями. Для полного сравнения параметров и снижения ошибки результатов был использован многофакторный системный анализ [2]. Систематический анализ проводился в следующей последовательности. На первоначальном иерархическом уровне проанализированы барабанные сушилки и насадки различных конструкций, применяемые при сушке минерального суперфосфата. Определены входные и выходные параметры системы. На втором иерархическом уровне были замечены элементы для передачи горячего воздуха и сырья, тепловая и зона обмена веществ и элементы для выпуска использованного горячего воздуха и сырья. Были определены параметры ввода и вывода каждой вспомогательной системы. На третьем иерархическом уровне наблюдалось взаимодействие фаз, общий рабочий объем сушилки и объем сушилки, заполненный насадкой. Были определены параметры ввода и вывода.

На четвертом иерархическом уровне наблюдались потоки фаз, общие контактные поверхности фаз, наличие неработающих зон и время нахождения в аппарате. Были определены параметры ввода и вывода. При расчете многоступенчатого анализа и параметров в рабочей зоне барабанной сушилки использована программа MATLAB. На рис. 6 приведены результаты анализа.

Рисунок 6. Схема четырехступенчатого этапа иерархического системного анализа

Информация, представленная на рис. 6, позволяет найти типы насадок, которые могут применяться в процессе, их рабочие параметры и оптимальные режимы. В этом случае важен каждый столбец четырех иерархических уровней. Для оценки влияния конструкций насадок на взаимный теплообмен и выбор оптимальной конструкции в ходе исследования

с использованием результатов анализа исследованы влияние сушильного агента и его влияние на температуру продукции по зонам насадки (в существующем производстве насадочные зоны были размещены шахматным способом и состояли из пяти рядов) и построен сравнительный график (рис. 7).

1 – Г-образная насадка; 2 – подъемная лопастная насадка; 3 – секторная насадка; 4 – X-образная насадка; 5 – предлагаемая двухкомпонентная насадка

Рисунок 7. График изменения температуры в зависимости от типа насадки

Из графических зависимостей на рис. 7 видно, что температура выхода удобрения из сушилки на Г-образной насадке составляла 70 °С, 65,1 °С – на подъемной лопастной насадке, 50 °С – в секторной насадке, 43 °С – в X-образной насадке и 35 °С – в предлагаемой насадке, состоящей из двух частей. Это можно объяснить тем, что в процессе работы увеличение или уменьшение завесы материала на режущей поверхности барабана зависит от конструкции насадки. Это, в свою очередь, оказывает значительное влияние на температуру удобрения. По мере прохождения зоны насадки влажность материала переходит к сушильному агенту, его температура снижается. Однако усложнение конструкции насадки и увеличение габаритных размеров приводит к увеличению гидравлических сопротивлений в сушилке. Следующие эмпирические формулы были получены с использованием метода наименьших квадратов для графических зависимостей, показанных на рис. 7 [3; 5].

$$y = -0,4286x^2 - 5,0286x + 105,6 R^2 = 0,9989; (1)$$

$$y = -0,3429x^2 - 6,6229x + 106,66 R^2 = 0,9956; (2)$$

$$y = -1,4286x^2 - 3,2286x + 103,2 R^2 = 0,9862; (3)$$

$$y = -0,7857x^2 - 8,9857x + 108,4 R^2 = 0,9909; (4)$$

$$y = 0,6429x^2 - 20,757x + 120,6 R^2 = 0,9784. (5)$$

Вывод. Проведен анализ конструкции насадки барабанной сушилки, используемой при производстве исследуемого удобрения, ее рабочих параметров, системы насадок различной конструкции, и на основе анализа рекомендована усовершенствованная конструкция насадки, состоящей из двух частей. Предложенная конструкция насадки была применена в реальных производственных условиях, и экспериментально установлено, что она полностью удовлетворяет требованиям технологического регламента.

Список литературы:

1. Алтухов А.В. Методология совершенствования и расчета барабанных сушильных агрегатов: Автореф. дис. ... д-ра наук. – Шымкент, 1999. – 312 с.
2. Артиков А.А. Компьютерные методы анализа и синтеза химико-технологических систем. – Ташкент: Voris nashriyot, 2012. – 457 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1978. – 335 с.
4. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. 3-е изд., перераб. – 1973. – 752 с.
5. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М.: Физматлит, 2006. – 816 с.
6. Коузов П.А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов. – Л.: Химия, 1971. – 280 с.

7. Михайлов Ю.Ю. Сушка компонентов шихты стекольных и керамических производств в барабанной сушилке. – 2009. – 203 с.
8. Салимов З. Кимёвий технологиянинг асосий жараёнлари ва қурилмалари. Т. 2. – Тошкент : Ўзбекистон, 1995. – 384 с.
9. Шамшидинов И. Ноорганик моддалар ва минерал ўғитлар технологияси. – Тошкент : Иқтисод-молия, 2014. – 332 с.
10. Юсупбеков Н.Р., Нурмухамедов Х.С., Зокиров С.Г. Кимёвий технология асосий жараён ва қурилмалари. – Тошкент : Фан ва технологиялар, 2015. – 848 с.
11. Tojiev R.J. Drying glass feed stock in drum drier for manufacturing glass products // Scientific-technical journal. – 2019. – Т. 22. – № 3. – С. 137–140.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КОНЦЕНТРАЦИИ ПРОДУКТОВ ИЗНОСА В МАСЛЕ АГРЕГАТОВ МАШИН

Иргашев Амиркул

д-р техн. наук, профессор,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Хамроев Рамзжон Комилжон угли

ассистент,
Ташкентский государственный технический университет
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: ramz192@mail.ru

EXPERIMENTAL ESTIMATION OF CONCENTRATION OF WEAR PRODUCTS IN OIL OF MACHINE UNITS

Amirqul Irgashev

Doctor of technical Sciences, Professor
Tashkent state technical university
Uzbekistan, Tashkent

Ramzjon Hamroev

Assistant, Tashkent state technical university
Uzbekistan, Tashkent city

АННОТАЦИЯ

В народном хозяйстве республики используются различные машины и механизмы, подавляющее большинство которых, составляет автомобильный транспорт, эксплуатируемых в различных отраслях Республики. Из-за того, что они работают в тяжелых эксплуатационных условиях, связанных с бездорожьем и в высокой запыленности окружающей среды, при этом происходит интенсивное загрязнение смазочных материалов агрегатов трансмиссии. В процессе эксплуатации транспортных средств количество отказов, происходящих в силовые агрегаты, составляет 43,3% от общего количества отказов, затраты средства на их устранения составляют 54,3% от общих затрат на ремонт машин.

ABSTRACT

In the national economy of the Republic, various machines and mechanisms are used, the vast majority of which are automobile transport, operated in various sectors of the Republic. Due to the fact that they work in severe operating conditions associated with off-road and high dusty environment, there is an intense contamination of lubricants of transmission units. During the operation of vehicles, the number of failures occurring in power units is 43.3% of the total number of failures, the cost of funds for their elimination is 54.3% of the total cost of repairing cars.

Ключевые слова: масла, трения, нагрузки, абразивных, зубчатой передачи, герметичность агрегата, солидоле.

Keywords: oil, friction, load, abrasive, gear drive, tightness of the unit, solid.

Рассмотрим влияние некоторых факторов на накопление продуктов износа в масле РК автомобиля ЗИЛ -131, состоящего из шести подшипников качения трех цилиндрических прямозубых зубчатых колес с межосевым расстоянием первой ступени $A_1 = 0,450$ м, второй ступени $A_2 = 0,555$ м [1, 2].

Исходные данные для построения зависимостей, представленных на рис. 2.1-2.5, следующие: $\sigma_{т1,3} = 1000$ МПа; $\sigma_{т2,4} = 800$ МПа; $\psi_{1,3} = 10\%$; $\psi_{2,4} = 7\%$; $i_{1,2} = 2$; $L = 0,055$ м; $\alpha = 20^\circ$; $H_{1,3} = 4000$ МПа; $H_{2,4} = 3000$ МПа; $G_m = 11,6$ кг; $s_{cm} = 0,75 \cdot 10^{-7}$ м; $\Gamma_b =$

$0,8 \cdot 10^{-6}$ м²; $\Gamma_n = 0,3 \cdot 10^{-6}$ м²; $\Gamma_w = 0,64 \cdot 10^{-6}$ м²; $\gamma_{пн} = 7800$ кг/м³; $\theta = 0,423 \cdot 10^{-5}$ 1/МПа; $\gamma_m = 910$ кг/м³; $\gamma_a = 1900$ кг/м³; $c = 3$; $E = 215000$ МПа; число зубьев шестерен определялось по заданным значениям модуля зацепления в соответствии с межосевым расстоянием и передаточным отношением.

Результаты исследований. Зависимости, представленные на рис. 1, показывают, что увеличение концентрации абразивных частиц (она изменялась в пределах от 0,2 до 1,4% с интервалом 0,2 %) приводит к росту концентрации продуктов износа в масле.

Это объясняется повышением количества абразивных частиц, находящихся на площади контакта поверхностей трения и определяется по росту концентрации абразивных частиц в масле.

Увеличение модуля зацепления при постоянных значениях остальных показателей приводит к росту концентрации продуктов износа в масле агрегата (рис. 1), что связано с повышением площади контакта зубьев, увеличением объема масла, прилипшего на поверхность трения и, в соответствии с этим, с возрастанием количества абразивных частиц, участвующих в процессе изнашивания зубьев шестерен.

Рисунок 1. Зависимость концентрации продуктов износа зубьев шестерен в масле агрегата от концентрации абразивных частиц при $P = 0,5$ МН, $d_{ср} = 0,000012$ м, $t = 1000$ час, $n_1 = 1,5$ об/с. 2 – $m = 0,010$ м

С повышением размера фракционного состава абразивных частиц и при постоянном значении всех остальных показателей концентрация продуктов износа в масле агрегата растет по линейной закономерности, так как возрастание размера фракционного состава абразивных частиц приводит к росту глубины их внедрения на поверхность трения, в связи с чем увеличивается объем деформированных поверхностей.

Закономерности, представленные на рис. 2, получены при изменении размера фракционного состава абразивных частиц в пределах от 0,000004 до 0,000028 м с интервалом 0,000004 м.

В процессе изнашивания материала шестерен при пассивном участии абразивных частиц нагрузка, передаваемая зубчатой передачей, оказывает существенное влияние на концентрацию продуктов износа в масле агрегата, так как увеличение нагрузки приводит к повышению глубины внедрения выступов шероховатостей на поверхность контакта, в результате чего скорость изнашивания зубьев шестерен растет. Если запыленность окружающей среды и герметичность агрегата постоянны, то количество абразивных частиц, поступающих в масло за один цикл нагружения зубчатой передачи в зависимости от продолжительности работы агрегата, остается постоянной.

Рисунок 2. Зависимость концентрации продуктов износа в масле агрегата от размера абразивных частиц при: $\varepsilon_k = 1,3$ %, $P = 0,5$ МН, $n_1 = 1,5$ об/с, $t = 1000$ час, $m = 0,010$ м

Результаты проведенных исследований показывают, что размер и концентрация абразивных частиц, проникающих в клиновидный зазор и участвующих в процессе изнашивания, существенное влияние оказывают на концентрацию продуктов износа в масле агрегата [3].

Здесь экспериментальные исследования проводились в солидоле С. Концентрация абразивных частиц в смазке составила 2,7% по массе. При испытании частота вращения внутреннего кольца подшипника составила 1000 об/мин и нормальная нагрузка 2000 Н. В процессе испытания размеры абразивных частиц изменялись в пределах от 4 до 40 мкм с интервалом 5 мкм. Результаты испытания свидетельствуют о том, что до среднего размера абразивных частиц 22-26 мкм рост концентрации продуктов износа происходит более интенсивно от размера абразивных частиц. Это обстоятельство объясняется следующим образом.

При трении качения нагрузка, приходящаяся на абразивную частицу, находящуюся в клиновидном зазоре, зависит от нормальной нагрузки, приложенной к элементам подшипника, с повышением которого глубина внедрения абразивных частиц к поверхностям трения увеличивается. При этом, согласно молекулярно-механической теории трения и изнашивания [4], износ поверхностей трения также возрастает.

Однако такая закономерность изнашивания происходит на некоторой границе нагрузки, так как её дальнейшее повышение приводит к интенсивному дроблению абразивных частиц, находящихся в клиновидном зазоре [5, 6]. При этом процесс дробления продолжается до сравнения размера измельченных частиц с толщиной масляной пленки, находящейся между поверхностями трения, т.е. до размера 4 мкм, так как толщина масляной пленки в зависимости от вязкости смазочного материала составляет 2-4 мкм [6]. Абразивные частицы, измельченные до такого размера, не имеют силового взаимодействия с поверхностями трения и с ними в дальнейшем не происходит процесса изнашивания.

Обобщенный подход позволяет выделить три основных стадии развития фреттинг-коррозии стали

в условиях трения. На первой стадии фреттинг-коррозии наблюдаются упрочнение поверхностей контакта и циклическая текучесть поверхностных слоев; большая часть выступов фактического контакта взаимодействует один с другим пластически. Этому способствует схватывание ювенильного металла в соприкасающихся неровностях после разрушения естественных оксидных пленок.

На второй стадии фреттинг-коррозии в подповерхностных слоях продолжают накапливаться усталостные повреждения. Одновременно в зоне трения вследствие адсорбции на окислах кислорода и влаги формируется коррозионно-активная среда. Скорость износа на этой стадии невелика, и она связана в основном с разрушением образующихся на поверхностях трения оксидных пленок, причем количество продуктов износа в зоне трения оксидных пленок дости-

гает равновесного значения вследствие того, что выход частиц из зоны контакта уравнивается их возникновением.

Выводы

Толщина масляной пленки характеризует вид смазки трущихся поверхностей. Рост вязкости масла приводит к увеличению толщины масляной пленки, препятствующих к возникновению металлических контактов, предотвращающих возникновению отказов в результате схватывания поверхностей трения. Толщина масляной пленки зависит также от коэффициента трения между поверхностями контакта.

Схватывания поверхностей трения зависит предел текучести материала на участках фактического контакта и скорости относительного скольжения с увеличением величины которых вероятность возникновения отказов увеличивается из-за уменьшения толщины масляной пленки между поверхностями трения.

Список литературы:

1. Иванов М.Н. Детали машин. -М.: Высшая школа. 1976. - 399 с.
2. Иргашев А. Оценка абразивного износа элементов подшипников качения // Вестник ТашГТУ.-Т., 1998. № 1-2. С. 108-110.
3. Бейзельман, Цыпкин Б.В. Подшипники качения. Справочник. Изд.-2. - М.: Машгиз. 1951.
4. Крагельский И.В. и др. Основы расчетов на трение, износ. - М.: Машиностроение. 1977. - 526 с.
5. Ishmuratov H.K., Irgashev A. Research Wear Resistance Teeth of Gears at Rolling. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 6, Issue 3, 2019, pp 8422-8425.
6. Mirzayev Q.Q., Irgashev A., Irgashev B.A. Increased wear resistance of gears. Monograph - T: TSTU, 2015- p. 175.

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕСТНЫХ
ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ****Алматаев Тожибой Орзикулович**

канд. техн. наук, проф.,
Андижанский машиностроительный институт,
Республика Узбекистан, г. Андижан,
E-mail: <mailto:talor58@mail.ru>

Алматаев Нозимбек Тожибой угли

стажер-исследователь,
Андижанский машиностроительный институт,
Республика Узбекистан, г. Андижан,
E-mail: nozim_almataev@mail.ru

Шарипов Конграббай Аvezимбетович

д-р техн. наук, проф.,
Ташкентский государственный экономический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

**STUDY OF TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF LOCAL POLYMER MATERIALS
FOR ENGINEERING PURPOSE****Tojiboy Almataev**

candidate of Technical Science,
Andijan Machine-Building institute,
Republic of Uzbekistan, Andijan

Nozimbek Almataev

Research Assistant,
Andijan Machine-Building institute,
Republic of Uzbekistan, Andijan

Kongratbay Sharipov

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Tashkent State Economic University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

DOI: 10.32743/UniTech.2020.80.11-1.69-72.**АННОТАЦИЯ**

В работе изучены способы использования полиэтилена и полипропилена, производимого в Узбекистане, при изготовлении пластиковых деталей автомобилей, а также местных наполнителей Аренского каолина и Ахангаранского фосфогипса, отходов при производстве фосфорных удобрений. Установлена зависимость давления литья и удельной нагрузки от времени выдержки и температуры нагрева формы.

ABSTRACT

The paper explores the ways of using local polyethylene and polypropylene produced in Uzbekistan in the manufacture of plastic car parts, as well as local fillers of Angren kaolin and Akhangaran phosphogypsum, waste in the production of phosphorus fertilizers. The dependences of the casting pressure and the specific load on the holding time and the heating temperature of the mold are established.

Ключевые слова: местный, полиэтилен, полипропилен, наполнитель, отходы, давления, литье, нагрузка и нагрев.
Keywords: impurities, polyethylene, polypropylene, filler, waste, pressure, molding, loading and heating.

Как показала практика, большой интерес вызвало появление нового класса синтетических полимерных материалов, композитов на их основе и тонкослойных покрытий из них, обладающих важными свойствами в различных отраслях экономики, в том числе в автомобилестроении [6; 9; 10; 2; 17; 7; 14; 4; 8]. Востребованность создания высокоэффективных полимерных композиционных покрытий с использованием местных сырьевых и энергетических ресурсов обусловлена необходимостью обеспечения широкого применения антифрикционных композитных полимерных материалов и покрытий из них в машиностроении.

Как правило, применение этих материалов позволяет решить ряд прикладных задач, которые трудно, а порой просто невозможно было решить путем использования традиционных материалов. К их числу, например, можно отнести высокопрочные армированные пластики; самосмазывающиеся композиции, способные работать в различных экстремальных условиях, в том числе и в вакууме, долговечные детали летательных аппаратов; детали рабочих органов машин, взаимодействующих с различными химически активными средами, а также детали тормозных устройств с высокой надежностью [16; 3; 1; 5; 11; 15; 12; 13].

В связи с этим применение новых композиционных полимерных материалов из местного сырья и наполнителя для металлополимерных деталей для автомобилестроения является актуальной задачей.

Известно [6; 9; 10], что полимеры – это высокомолекулярные соединения, в которых составные звенья в виде большого числа атомных группировок с одинаковой структурой – мономеры – соединены химическими связями в полимерную цепь и которые при нагреве можно формовать с сохранением формы в эксплуатационных условиях.

По техническим свойствам полимеры делят на три основных вида: термопласты, реактопласты и эластомеры. Детали из конструкционных термопластов получают методами горячего прессования, литья, выдувания, спекания, напыления.

Для экспериментального исследования технологических свойств композиционных полимерных материалов нами выбраны преимущественно наполнители местного происхождения, такие как каолин (Ангренский), фосфогипс (Ахангаранский) и другие отходы производств.

На первом этапе исследованы технологические свойства полиэтилена и полипропилена местного производства. Известно, что в процессе изготовления деталей методом литья под давлением качество продукции зависит от режимов литья, т.е. от времени выдержки давления и температуры нагрева формы.

Рисунок 1. График зависимости давления литья от времени выдержки: 1 – полипропилен; 2 – полиэтилен низкого давления; 3 – полиэтилен высокого давления

Наибольшее значение нагрузки наблюдалось в полипропилене, а наименьшее – в полиэтилене высокого давления, которое зависит от физико-механических свойств пластмасс и их структуры. При этом впрыск полиэтилена высокого давления в форму под давлением происходит плавно и быстрее, чем другие, в итоге не требуется высокое давление (рис. 1).

Рисунок 2. График зависимости удельной нагрузки от температуры нагрева формы: 1 – полипропилен; 2 – полиэтилен низкого давления; 3 – полиэтилен высокого давления

На рис. 2 показан график зависимости удельной нагрузки от температуры нагрева формы. Как видно из рисунка, удельная нагрузка увеличивается с увеличением температуры нагрева формы. Однако значение удельной нагрузки уменьшается после того, как температура формы превысит 60–70 градусов.

Это связано с изменениями физических и механических свойств пластических материалов в зависимости от температуры. То есть, когда температура формы увеличивается, пластмасса хорошо заливается в форму, в результате чего полость формы хорошо заполняется и повышается качество отливки, что приводит к уменьшению удельной нагрузки. С другой стороны, снижение температуры формы вызывает сгущение пластика во время разлива, в результате чего формы не заполняются до конца и качество литья ухудшается.

Выводы

1. Использование полипропилена, производимого в Узбекистане, при изготовлении пластиковых деталей автомобилей имеет следующие преимущества: во-первых, это дешевое местное сырье не худшего качества, во-вторых, экономия валюты на закупку иностранного сырья, в-третьих, наполнители преимущественно из отходов, которые улучшают экологическую обстановку региона.

2. Физико-механические свойства ненаполненного полипропилена не дают необходимого эффекта. Для предотвращения этого целесообразно использовать местные природные наполнители – каолин, тальк и отходы производств – фосфогипс, сажу, стекловолно, хлопковое и шелковое волокна – в сочетании и в установленных объемах.

3. На основании проведенных предварительных научных исследований и анализа их результатов установлено, что при литье под давлением в форму наибольшее значение нагрузки наблюдается у полипропилена, наименьшее – у полиэтилена высокого давления, которая зависит от их физико-механических свойств и их структуры.

Список литературы:

1. Алматаев Т.О. Исследование триботехнических свойств полимерных композитов, обработанных ультразвуком // Вестник Курганского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2014. – Вып. 9. – № 2 (33). – С. 46–51.
2. Алматаев Т.О. Исследования триботехнических свойств полимерных материалов в период приработки // Вестник Курганского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2015. – Вып. 10. – № 3. – С. 93–96.
3. Алматаев Т.О. Применение сглаживающих сплайнов для автоматизации результатов триботехнических исследований // Вестник Курганского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2014. – Вып. 9. – № 2 (33). – С. 33–35.
4. Алматаев Т.О., Алматаев Н.Т., Мойдинов Д.А. Исследование триботехнических свойств композиционных полимерных материалов в период приработки // Бюллетень науки и практики. – М., 2019. – № 11 (48). – С. 242–248 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.33619/2414-2948/48/27>.
5. Алматаев Т.О., Халимджанов Т.С. Исследование прочностных свойств полимерных композитов, обработанных ультразвуком // Белорусский государственный университет транспорта. Международный сборник научных трудов. Серия: Механика. – 2014. – Вып. 8. – С. 34–39.
6. Двоеглазов Г.А. Материаловедение. – Ростов н/Д : Феникс, 2015. – 440 с.
7. Икрамов Н.А. Исследование влияния магнитного поля на физико-механические свойства композиционных полимерных покрытий // Вестник Курганского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2015. – Вып. 10. – № 3. – С. 96–99.
8. Каримходжаев Н., Алматаев Т.О., Одилов Х.Р. Основные причины, вызывающие износ деталей автотранспортных средств, эксплуатирующихся в различных природно-климатических условиях // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. – 2020. – № 5 (74). – С. 68–71 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/9435>.
9. Кулезнов В.Н. Смеси и сплавы полимеров. – М. : Научные основы и технологии, 2013.
10. Михайлин Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы. – М. : НОТ, 2008. – 882 с.
11. Разработка и исследования композиционных материалов триботехнического назначения / Т.О. Алматаев, И. Сайдалиев, Н.Т. Алматаев, И.С. Касимов // Сб. международной научно-практической конференции (Белорусия, Могилев, 10–11 октября 2019 г.). – С. 73–75.
12. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://polycomposite.ru/napolniteli/taljk-disprsnnye-apolniteli>.
13. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://polyplastic-compounds.ru/rus/production/armlen>.
14. Basic Tribotechnical Properties of Modified Composite Polymer Materials / B.Kh. Mirzakhmedov, T.A. Almatayev, F.U. Odilov, N.T. Almatayev // International Journal of Advanced Research in Science. Engineering and Technology. – 2018. – Vol. 5. – Iss. 5. – С. 1953–1957.

15. Kayumov B., Vokhobov R. Amendments to the Design of Cars Based on Test Results // Bulletin of Science and Practice. – 2019. – № 5 (11). – P. 249–254.
16. Negmatov S.S., Almataev T.A. Improvement of physico-mechanical properties of thermoreactive and thermoplastic polymeric coverings by physical methods of modification / IVTH International Conference on Trends of polymers (top) and composites (Italy, 21–24 september 2008). – P. 67–69.
17. Structure and properties of heterocomposite polymeric materials and coatings from them obtained by heliotechnological method / U.A. Ziyamukhamedova, L.Y. Bakirov, E.A. Rakhmatov, B.Sh. Bektemirov // International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE). – 2019. – Vol. 8. – Iss. 3S.

ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА (ТЦО) НЕТЕПЛОСТОЙКИХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ

Норхужаев Файзулла Рамазанович

д-р. техн. наук,
Ташкентский Государственный Технический Университет
имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, Ташкент
E-mail: norhojaev.fayzulla.65@mail.ru

Эргашев Дилшодбек Мамасидикович

ст. преподаватель,
Андижанский Машиностроительный Институт
Республика Узбекистан, Андижан
E-mail: dilshodbek.ergashev@mail.ru

THERMOCYCLIC PROCESSING (TCP) OF NON-HEAT-RESISTANT TOOL STEELS

Fayzulla Norkhudjayev

Doctor of Technical Sciences,
Tashkent State Technical University named after
Islam Karimov,
Tashkent, Uzbekistan

Dilshodbek Ergashev

Senior teacher,
Andijan Machine Building Institute
Andijan, Uzbekistan

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассматривается возможность проведения ТЦО нетеплостойких инструментальных сталей с применением охлаждающей жидкости на основе водорастворимого полимера препарата «Унифлок».

ABSTRACT

In this work the possibility of carrying out TCP not heat resistant tool steel using lubricoolant on the basis of water-soluble polymer of the medicine "Uniflok" is considered.

Ключевые слова: термоциклическая обработка, закалка, отпуск, водорастворимые полимеры, закалочная жидкость, скорость охлаждения.

Keywords: thermocyclic processing, tempering, issue, water-soluble polymers, hardening liquid, cooling speed.

1. ВВЕДЕНИЕ

Схема термоциклической обработки (ТЦО) основана на многократных нагревах и охлаждениях сталей без выдержки при постоянной температуре нагрева [4]. Значение температур нагрева и охлаждения, а также скорости этих процессов бывают постоянными или изменяются от цикла к циклу. Многократное воздействие нагрева и охлаждения, приводит к накоплению фазовых изменений в структуре стали. По сравнению со стандартной термообработкой при ТЦО возможно достичь повышенных свойств стали.

Существует большое число различных режимов ТЦО [5, 6]. Согласно [6] все способы подразделяются на три вида: низко-, средне- и высоко-температурные способы. Низкотемпературный способ ТЦО осуществляется при температурах до начала $\alpha \rightarrow \gamma$

превращения. Среднетемпературный проводят в интервале температур между точками A_c и A_{c3} .

Наиболее оптимальными режимами ТЦО с точки зрения улучшения механических и технологических свойств являются режимы комбинированной ТЦО.

Комбинированная ТЦО включает в себя закалку при повышенных или стандартных температур нагрева, промежуточный отпуск и последующую стандартную термообработку, состоящую из закалки при обычно принятых температурах и окончательный отпуск.

В работе Бердиева Д.М.[1] показано, что применение двойной закалки с промежуточным отпуском стали У8 удастся повысить уровень износостойкости для штампов холодного деформирования. Повышение уровня износостойкости удастся получить за счет измельчения зерна и повышения плотности дислокаций.

Первую закалку проводили при температурах нагрева 1100-1150 °С промежуточный отпуск 450 °С. Вторую закалку при температуре нагрева 820 °С и окончательный отпуск 180-200 °С. Структура стали после такой термообработки представляет собой мелко игольчатый мартенсит и остаточный аустенит.

В большинстве случаев для закалки инструментальных сталей в качестве охлаждающей среды применяют минеральные масла. Использование минеральных масел имеет общеизвестные недостатки: это высокая стоимость, высокая степень возгораемости, образование при закалке масляного тумана.

В последние годы были проведены работы по изысканию заменителей масел, используемых как закалочные среды [2,3]. Многие закалочные среды – это растворы различных веществ в воде в том числе и водорастворимых полимеров. Все закалочные среды на основе водорастворимых полимеров, производимых в странах СНГ можно классифицировать следующим образом.

На основе:

- полиакриламида (ПАА и ЗСП-1);
- неполной железной соли;

- полиакриловые кислоты (ПК-2);
- раствор водно-щелочной метакрила нитрильного сополимера (УЗСП-1);
- натриевой соли карбоксиметил целлюлозы (Na-КМЦ);
- сополимеры хлорирена с метилметакрилатом и метакриловой кислоты («Наирит»).

Из всех рассмотренных составов наиболее универсальным считается раствор на основе сополимера метакриловой кислоты с акрилонитрилом в соотношении мономерных звеньев (90-10)-(50-50) по массе и концентрации сополимера 0,1-10,0 % (УЗСП-1). Чрезвычайно ограниченная информация имеется о возможности использования, как компонент закалочной среды, сополимера акриловой кислоты и акриламида, выпускаемого под торговой маркой «Унифлок». При этом подчеркивается необходимость разработки программы стандартизированного комплекса для сертификации закалочных сред-заменителей масла.

II. МЕТОДЫ

В качестве объектов исследований были выбраны инструментальные стали У12, 9ХС.

Таблица 1.

Химический состав исследованных сталей

Марка стали	C	Mn	Si	Cr	P	S
У12	1,2	0,4	0,25	-	0,03	0,025
9ХС	0,9	0,5	1,5	1,25	0,03	0,025

Для исследования режимов термоциклической обработки ТЦО использовали режимы нагрева, начиная с обычно принятых температур для данных марок сталей до температур 1100°C-1150°C, затем образцы стали переносились в печь с температурой ниже A_{c1} на 20 °С, выдержкой при этой температуре и нагрев вновь до стандартной температуры закалки с последующим охлаждением на воздухе (рис.1).

Заключительная термообработка для этих сталей заключалась в проведении закалки при стандартных температурах нагрева для каждой марки сталей и охлаждения в водополимерной среде препарата «Унифлок». Окончательный отпуск проводился циклически в импульсном режиме при нагреве сталей У12 до температур 300-500 °С, стали 9ХС - 450 °С, время нагрева при отпуске подбиралось исходя из необходимого времени для прогрева инструмента и составляла от 10 до 15 минут. Последующее охлаждение осуществлялось также в водополимерной среде на основе препарата «Унифлок».

Рисунок 1. Схема предварительной ТЦО

Рисунок 2. Схема окончательной термообработки закалки со стандартной температуры импульсный двукратный отпуск

Нагрев стали проводился в соляных ваннах NaCl и BaCl₂. При закалке образцы стали закачивали в водорастворимых полимерах Na-КМЦ и «Унифлок». Определялась охлаждающая способность растворов полимеров.

Для определения состояния тонкой кристаллической структуры стали проводили рентгеноструктурный анализ. Определяли физическую ширину рентгеновских линий интерференции α- фазы. Съёмки проводили на установке ДРОН-2,0 в излучении железного анода при напряжении на трубке V=30-35 кВ, анодный ток J=9 Ма.

III. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Предварительная ТЦО осуществлялось согласно схеме на рис. 1 стали марок У12 и 9ХС нагревались до экстремальной температуры нагрева 1100-1150 °С. Наличие экстремальных температур нагрева

объясняется, тем, что после охлаждения формируется структура с максимумом дефектности кристаллического строения, которое влияет на износостойкость стали [1]. Рентгеноструктурные исследования предварительной ТЦО сталей У12 и 9ХС показали, что максимум дефектности кристаллического строения формируется у этих сталей именно при применении высокотемпературных режимов нагрева (рис.3).

Рисунок 3. Зависимость физической ширины рентгеновской линии (220) сталей У12 и 9ХС в зависимости от температуры предварительного нагрева и температуры окончательного нагрева, охлаждение на воздухе 1- сталь У12, 2-сталь 9ХС

С целью сокращения технологического цикла и уменьшения закалочных напряжений в сталях, окончательную термообработку проводили по схеме (рис.2). Закалку проводили со стандартных температур нагрева для стали У12 это 820 °С, для стали 9ХС - 840 °С, охлаждение в водополимерной среде на основе препарата «Унифлок». Отпуск сталей проводили в импульсном режиме при различных температурах двукратно, с охлаждением в водополимерной среде. Рентгеноструктурные исследования показали, что при применении предварительной ТЦО с высокотемпературным нагревом формируется структура с высоким уровнем кристаллической дефектности в стали. При окончательной термической обработки по схеме (рис.2), происходит эффект наследования дефектности кристаллического строения при различных температурах импульсного отпуска. (рис. 4,5).

Рисунок 4. Зависимость физической ширины рентгеновской линии (220) стали У12 в зависимости от температуры окончательного импульсного отпуска

Закалка температуры 820 °С.

1- Предварительная ТЦО с температуры нагрева 820 °С.

2- Предварительная ТЦО с температуры нагрева 1000 °С.

3- Предварительная ТЦО с температуры нагрева 1150 °С.

Для определения оптимальной закалочной охлаждающей жидкости на основе водорастворимых полимеров были проведены исследования охлаждающей способности этих полимеров в различной концентрации.

Предварительные опыты проводились путем снятия кривых охлаждения специальным термозондом, изготовленным из стали 12Х18Н10Т.

Рисунок 5. Зависимость физической ширины рентгеновской линии (220) стали 9ХС в зависимости от температуры окончательного импульсного отпуска

Закалка температуры 840 °С.

1- Предварительная ТЦО с температуры нагрева 820 °С.

2- Предварительная ТЦО с температуры нагрева 1000 °С.

3- Предварительная ТЦО с температуры нагрева 1150 °С.

Термозонд нагревался в печи без защитной атмосферы до температуры 870±5 °С и выдерживался в течении 5 мин. Затем, в течении менее 2 сек, подавался в охлаждающую среду. Объем жидкости был 2 л, а температура жидкости изменялась от 20 до 40 °С. Изменения температуры в процессе охлаждения записывались на автоматическом потенциометре КСП-4.

По кривым охлаждения определяли среднюю скорость охлаждения в районе перлитного превращения, в интервале температур 870-275 °С, и в интервале температур мартенситного превращения для углеродистых и низколегированных сталей 275-55 °С (рис. 6,7).

Рисунок 6. Влияние содержания полимерных составляющих в закалочной жидкости на скорости охлаждения, интервал 870-275 °С. О-На-КМЦ Х-Унифлок, О-На-КМЦ-2% метилакрилат

Рисунок 7. Влияние содержания полимерных составляющих в закалочной жидкости на скорости охлаждения, интервал 275-55 °С. О-На-КМЦ Х-Унифлок, О-На-КМЦ-2% метилакрилат

Опыты показали, что растворы Na-КМЦ являются наименее природными, так как скорость охлаждения сильно зависела от изменения концентрации раствора. В этом отношении более благоприятно использование растворов «Унифлок». Требуемые скорости охлаждения, соответствующие 0,7% раствору УЗСП-1 достигаются при содержании компонента в растворе около 3%.

Применительно к термообработке инструментальных сталей вопросы эффективности ТЦО изучены мало. Известны положительные результаты при реализации схем среднетемпературной ТЦО для сфероидизирующего отжига. Однако в известных работах практически не изучали влияние замены

обычного отжига термоциклической обработкой на последующие структурно-фазовые превращения и конечные свойства. Следует также подчеркнуть, что эффективность ТЦО (с позиций технологичности) с повышением степени легирования стали падает, так как более легированные стали для достижения заметного положительного результата требуют проведения большего числа термоциклов.

Для основных операций термической обработки инструментальных сталей (включающих конечные закалку и отпуск) положительные результаты получены при реализации некоторых схем двойной термообработки, которые можно отнести к комбинированным схемам ТЦО.

Что касается охлаждающей жидкости, то необходимо отметить, что вода и масло широко применяются в промышленности, однако они обладают рядом недостатков и часто не могут удовлетворить нужд современного производства. Вода является самой дешевой и доступной закалочной средой и обеспечивает получение высоких физических и механических свойств металла. Вместе с тем брак деталей в основном наблюдается после закалки в воде, так как при этом образуются трещины и происходит коробление. Масло, в отличие от воды, обладает более низкой охлаждающей способностью в интервале мартенситного превращения, что обеспечивает резкое снижение брака по закалочным дефектам. Однако в перлитном интервале скорость охлаждения во многих случаях недостаточно для получения требуемых физических и механических свойств. Учитывая все это класс водорастворимых полимеров представляет большой интерес, так как можно получить закалочную среду, сочетающую положительные свойства масла и воды. Результаты исследования влияния содержания полимерных составляющих в закалочной жидкости в двух температурных интервалах показывают возможность их применения в качестве закалочной жидкости (рис 6,7).

IV. ВЫВОДЫ

1. Применение предварительной высокотемпературной ТЦО вместо обычной нормализации приводит к формированию структуры с максимумом дефектности кристаллического строения.

2. Оптимальный температурный интервал первого нагрева с предварительной ТЦО составляет 1100-1150 °С.

3. Последующая окончательная термическая обработка включающее закалку при общепринятых температурах и двухразовый импульсный отпуск позволяют сохранить эффект предварительной высокотемпературной ТЦО.

4. В качестве закалочной жидкости вместо масла возможно применение водорастворимого препарата «Унифлок» производимого в Узбекистане.

Список литературы:

- Бердиев Д.М., Умарова М.А. Обеспечение работоспособности деталей сельскохозяйственного машиностроения методом термоциклической обработки. «Техника и технология машиностроения» 7-Международная научно-практическая конференция. Сборник научных трудов. – Омск, 2018г. С. 7-12.

2. Осколкова Т.Н., Шорохова О.В. Использование водополимерной охлаждающей среды при закалке легированных сталей и современные наукоемкие технологии. – 2010. № 9. – С. 178-179.
3. Святкин А.В. Внедрение полимерных жидкостей в практику современной термообработки поковок. «Кузнечно-штамповое производство. Обработка металлов давлением». – 2011. № 8- С. 32-38.
4. Федюкин В.К. Метод термоциклической обработки металлов. – Л.:ЛГУ, 1984.-190 с.
5. Федюкин В.К. Термоциклическая обработка: технология, структура и свойства металлических материалов. Инс-т проблем машиноведения АН СССР, 1991. – 309 с.
6. Федюкин В.К. Термоциклическая обработка металлов и деталей машин. Ленинград: Машиностроение 1989.- 255 с.

ПЕРЕРАБОТКА КЛИНКЕРА – ТЕХНОГЕННОГО ОТХОДА ЦИНКОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Тошкодирова Рано Эркинжоновна**доктор философии PhD по техническим наукам, Алмалыкский филиал
Ташкентского государственного технического университета,
Республика Узбекистан, г. Алмалык
E-mail: zumrad291014@mail.ru**Абдурахмонов Сойиб**профессор, Алмалыкский филиал
Ташкентского государственного технического университета,
Республика Узбекистан, г. Алмалык*

CLINKER PROCESSING - ZINC INDUSTRIAL WASTE

*Rano Toshkodiroya**doctor of philosophy (Phd) Technical Sciences,
Almalyk branch of Tashkent State Technical University,
Uzbekistan, Almalyk**Soyib Abdurakhmonov**Professor,
Almalyk branch of Tashkent State Technical University,
Uzbekistan, Almalyk***DOI: 10.32743/UniTech.2020.80.11-1.78-81.**

АННОТАЦИЯ

Клинкер - техногенный отход цинкового производства в настоящее время перерабатывается в основном пирометаллургическим способом. В данной статье проводится анализ данного метода переработки на различных предприятиях и предлагается гидрометаллургический способ переработки, как наиболее перспективное направление в данное время.

ABSTRACT

Clinker – technogenic waste of zinc production is currently processed mainly by pyrometallurgical method. This article analyzes this processing method at various enterprises and proposes a hydrometallurgical processing method as the most promising direction at this time.

Ключевые слова: клинкер, пирометаллургия, гидрометаллургия, магнитная сепарация, магнитная фракция, хвосты, электровыщелачивание, кек, раствор, пенный продукт.

Keywords: clinker, pyrometallurgy, hydrometallurgy, magnetic separation, magnetic fraction, tailings, electroleaching, cake, solution, foam product.

Промпродукт цинкового производства - клинкер является довольно трудным объектом для металлургической переработки в связи с относительно низкой концентрацией в нем цветных металлов и высоким содержанием пустой породы.

Отсутствие надежных технологических схем переработки клинкера приводит к постепенному его накоплению в запасах, хотя в них содержится в значительных количествах цветные металлы, твердый углерод и металлическое железо. Клинкер является мелким рыхлым материалом. Химический состав клинкера разных заводов различный, содержит в среднем, (%): 0,83-3,56 Zn, 0,62-4,10 Cu; 0,41-2,18 Pb;

20-30 C (кокс); 15-25 Fe, 1,0-10,0 г/т Au; 100-750 г/т Ag. [1].

Проблемам переработки клинкера разных заводов посвящено множество исследовательских работ. В разные периоды были разработаны и созданы различные технологии переработки клинкера, которые прошли полупромышленные и промышленные испытания, однако из-за экономической не выгоды в настоящее время не используются.

В СНГ в настоящее время клинкер, в основном, перерабатывается методом шахтной плавки на медеплавильных заводах [2-4]. Основным методом переработки до 1990 г. была шахтная плавка неокискованного клинкера вместе с сырьем, содержащим медь

на Карабашском медеплавильном (до 180 тыс. т/год), Медногорском медно-серном (до 110 тыс. т/год) и Усть – Каменогорском свинцово-цинковом (до 90 тыс. т/год) комбинатах [5; с. 333].

В последнем случае, в ходе процесса агломерации, бесцельно выжигается твердый углерод и металлическое железо клинкера. При шахтной плавке на расплавление остатков этого промпродукта требуется затрата дорогостоящего топлива – кокса.

При плавке «сырого» клинкера в шахтной печи состав отходящих газов по CO_2 в верхних горизонтах печи является окислительным по отношению к металлическому железу и тонкоизмельченному углероду клинкера. В этом случае восстановительные и энергетические возможности клинкера также не используются.

Следует отметить, что такая прямая переработка клинкера, содержащего относительно небольшое количество меди, увеличивает выход шлаков, а следовательно и общие потери металлов.

Однако, внедренная на этих заводах технология плавки клинкера не отвечала современным экологическим требованиям, снижала эффективность и объемы его переработки. Главными причинами этого явились:

- отсутствие переделов окускования клинкера, что приводило к большому пылевыносу, нарушению технологического режима печей и снижению их производительности;
- трудности окисления и ошлакования металлизированной части железа клинкера при использовании больших количеств неэффективных сульфатизаторов (пиритные руды).

Клинкер сравнительно бедное по меди сульфидное сырье, в которое введен кокс, а также присутствует металлическое железо. Основной задачей при плавке является достаточно глубокое окисление и ошлакование последнего с целью исключения переобогащения штейна металлическим железом и образования металлизированных настывей во внутреннем и наружном горнах шахтных печей [6; с. 333].

Небольшое количество клинкера перерабатывается в отражательной печи при плавке сульфидных медных концентратов, а также добавляется в шихту при обеднении медных шлаков восстановительно-сульфидирующими комплексами [7].

Многофазная композиция – клинкер, являющийся техногенным сырьем цинкового производства, в настоящее время на АГМК перерабатывается в

незначительном количестве. Клинкер шихтуется с концентратом и флюсами и загружается в отражательную печь, с целью извлечения благородных металлов и меди в штейн [7]. В этом случае, не используются восстановительные свойства клинкера, в котором содержится до 20-28% углерода и 15-25% металлического железа.

Печь Ванюкова является эффективным агрегатом для переработки клинкера поскольку обеспечивает возможность сжигания углерода и окисления металлизированной фазы в условиях барботируемой ванны. Дальнейшая переработка штейна может осуществляться различными комбинированными методами: сульфатизирующим обжигом с последующим выщелачиванием, сократительной плавкой, флотационно-гидрометаллургическим способом. При подшихтовке пирита обеспечивается получение отвальных шлаков с содержанием меди 0,14 - 0,24 % [5; с. 334].

В работе разработали технологию переработки клинкера, отхода цинковой промышленности с получением ферросплава и возгонов цветных металлов. Рассматривается возможность применения отходов цинкового производства в качестве сырья, с целью получения товарной продукции в виде ферросилиция и коллективных возгонов цветных металлов. Степень перехода Si в ферросплав до 96%, Fe до 97%, а степень извлечения Zn в возгоне 99,6 %, Pb – 99% [8; с. 34-39].

Проведенные исследования из литературы пирометаллургических методов показывают, что методы переработки клинкера, построенные, на базе пирометаллургических приёмов, имеют свои недостатки, в первую очередь следует отметить высокую энергоёмкость, т.е. необходимость затрат энергии для расплавления всей массы клинкера при температуре 1000-1200°C и неизбежное загрязнение окружающей среды пылегазовыми выбросами и шлаковыми отвалами [9].

В связи с этим можно сделать вывод, что переработка клинкера – техногенного отхода цинкового производства и разработка эффективной технологии переработки клинкера является важной задачей.

Авторами были проведены испытания по переработке клинкера – техногенного отхода цинкового производства, результаты которых свидетельствуют о возможности извлечения ценных составляющих клинкера [10]. Основываясь на результатах исследований по переработке клинкера была составлена технологическая схема переработки клинкера изображенная на рис. 1.

Рисунок 1. Рекомендуемая технологическая схема переработки клинкера

Для отделения железа из состава клинкера проводили сухую магнитную сепарацию. Результаты экспериментов показывают возможность извлечения железа из клинкера методом магнитного обогащения и получением железного концентрата с содержанием железа около 60%. В результате электровыщелачивания хвостов магнитного обогащения были получены три продукта: пенный продукт (содержащий углерод), раствор (содержащий Cu, Zn, Pb) и кек (содержащий Ag и Au). Установлен, оптимальный режим процесса электровыщелачивания хвостов магнитного обогащения клинкера, оптимальная концентрация NaCl 100-200 г/дм³, концентрация соляной кислоты 40-60 г/дм³, оптимальная продолжительность 1,5 - 2 часа, при извлечении меди в раствор 75,4%. Изучена возможность извлечения металлов из растворов, в результате получены осадки металлов в виде гидроксидов, которые при необходимости можно перерабатывать.

Результаты проведенных укрупненно-лабораторных испытаний позволяют сделать вывод, что

выбранная нами технология наиболее комплексно перерабатывает клинкер. Железо выделяется в отдельный продукт и не мешает дальнейшей переработке.

В процессе электровыщелачивания медь, цинк, свинец и железо извлекаются в раствор, а благородные металлы остаются в кеке.

Полученный углерод рис. 1 можно использовать в качестве восстановителя в процессе конвертирования в металлургическом цехе МПЗ. Получаемый кек в процессе электровыщелачивания можно после сушки можно загружать в конвертер вместе с флюсами как сырье благородных металлов, где извлечение из него золота и серебра в черновую медь составляет 95 %.

По нашему мнению разработанная технология наиболее эффективно перерабатывает клинкер – техногенный отход цинкового производства с применением обогащательных (магнитная сепарация, флотация) методов и металлургических (электрохлоринация) процессов позволяющая комплексно извлекать ценные компоненты, имеющиеся в составе клинкера.

Список литературы:

1. Абдурахмонов С., Тошкодирова Р.Э. Исследования по переработке клинкера - отхода цинкового производства // Вестник науки и образования. №10 (88) часть 1. С.22-26.
2. Крысенко Н.Я., Ясонов Ф.Д. Об интенсификации процесса плавки клинкера в шахтной печи. // Бюл. ЦИИН Цветная металлургия. 1976. № 7. С. 45-48.
3. Фельдман Р.И. Автогенная шахтная плавка клинкера. //Цветные металлы. 1991. № 4. С. 10-13.

4. Кажихметов С.Н., Омарова А.С., Чокаев М.Т. Автогенная переработка медного клинкера с использованием боратовой руды. // Цветные металлы. 1999. № 4. С. 8-11
5. Кляйн С.Э., Козлов П.А., Набойченко С.С. Извлечение цинка из рудного сырья. - Екатеринбург. УГТУ-УПИ 2009. 492 с.
6. Паньшин А.М. Комплексная переработка клинкера ОАО “Электроцинк” // Материалы симпозиума “Недели горняка-2008” – МГТУ 2009. – С. 298-302.
7. Юсупходжаев А.А. Разработка рациональной технологии получения меди из шлаков медного производства.: Автореф. дис д.т. наук - Ташкент: 2002. Институт общей и неорганической химии АН РУ.-45с.
8. Кривоносов Ю.С., Видуцкий М.Г., Габдулхаев Р.Л. Клягин В.В. «Технология обогащения клинкера в ОАО «Электроцинк»». Горный журнал 2007. - № 12, - С. 84 – 85.
9. Тошкодирова Р.Э. Разработка эффективной технологии переработки клинкера цинкового производства.: Дисс.док. философии (PhD) по техн.наукам – Навои 2020. – 118 стр.
10. Абдурахмонов С., Тошкодирова Р.Э. Технология переработки клинкера цинкового производства. Навои: изд-во А.Навои, 2020. -96 с.

СТАТЬЯ УДАЛЕНА ПО ЗАПРОСУ ПРАВООБЛАДАТЕЛЯ

СТАТЬЯ УДАЛЕНА ПО ЗАПРОСУ ПРАВООБЛАДАТЕЛЯ

СТАТЬЯ УДАЛЕНА ПО ЗАПРОСУ ПРАВООБЛАДАТЕЛЯ

СТАТЬЯ УДАЛЕНА ПО ЗАПРОСУ ПРАВООБЛАДАТЕЛЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МОЛИБДЕНА И РЕНИЯ ИЗ ОТХОДОВ

Шодиев Аббос Неъмат угли

д-р философии по техническим наукам (PhD)
и.о. доцент кафедры “Металлургия”
Навоийский государственный горный институт,
Республика Узбекистан, г. Навои

Хамидов Сухроб Ботирович

ассистент
Навоийский государственный горный институт,
Республика Узбекистан, г. Навои

Туробов Шахриддин Насриддинович

ассистент,
Навоийский государственный горный институт,
Республика Узбекистан, г. Навои
E-mail: www.abc91@bk.ru

RESEARCH OF SORPTION TECHNOLOGY FOR EXTRACTION OF MOLYBDENUM AND RHENIUM FROM WASTE

Abbos Shodiev

Doctor of Philosophy in Engineering Sciences
(PhD) Acting Associate docent
of the Department of Metallurgy, Navoi State Mining Institute,
Republic of Uzbekistan, Navoi

Sukhrob Khamidov

Assistant Navoi State Mining Institute,
Republic of Uzbekistan, Navoi

Shahriddin Turobov

Assistant Navoi
State Mining Institute,
Republic of Uzbekistan, Navoi

АННОТАЦИЯ

В данной работе исследуется процесс выделения молибдена и рения из отработанных и бедных сбросных растворов завода ОАО «АГМК» с помощью ионообменных процессов. В статье также рассмотрены процессы полного разделения благородных и редких металлов путем селективной сорбции с использованием комплекса техногенных отходов переработки молибдена, селективного синтеза смол для сорбции рения и факторов, влияющих на процесс сорбции.

ABSTRACT

This paper investigates the process of separation of molybdenum and rhenium from spent and lean waste solutions of the plant of JSC "AGMK" using ion-exchange processes. The article also discusses the processes of complete separation of noble and rare metals by selective sorption using a complex of technogenic wastes from molybdenum processing, selective synthesis of resins for sorption of rhenium and factors affecting the sorption process.

Ключевые слова: техногенные отходы, кислотная обработка, технологические схемы, ионообменная технология, селективность смол, селективное осаждение, синтез смол, селективное плавление, серная кислота.

Keywords: industrial waste, acid treatment, technological schemes, ion exchange technology, resin selectivity, selective precipitation, resin synthesis, selective melting, sulfuric acid.

Молибден сорбируется и катионитами, и анионитами. Большое практическое значение имеет сорбция молибдена на анионитах. Ион MoO_4^{2-} существует лишь в сильноокислых растворах, в которых одновременно могут сорбироваться и многие другие металлические ионы, где велика концентрация конкурирующего иона H^+ . В этих условиях может вестись ионитная очистка молибденовых растворов от примесей тяжелых цветных, щелочных и других металлов. В щелочной среде ($\text{pH}=8-10$) молибден находится в форме неполимеризованного аниона MoO_4^{2-} . Полная обменная емкость анионитов по молибдену в сильнощелочной среде ниже, чем при более низком pH , при котором молибден в растворе находится в виде полимеризованных, большого объема, ионов пара-, мета- и других полимолибдатов.

В настоящее время разнообразные иониты применяются в технологиях неорганических и органических веществ, минеральных удобрений, пищевой и фармацевтической промышленности, водоподготовке. В качестве сорбента при извлечении молибдена на большинстве предприятий до последнего времени применялся анионит ВП-1п, представляющий собой сополимер 2-метил-5-винилпиридина с дивинилбензолом (ДВБ). Сейчас производство ви-

нилпиридиновых ионитов остановлено, а если и окажется возможным его возобновление, то цена винилпиридиновых ионитов будет весьма высокой в несколько раз выше по сравнению с ионитами на полистирольной основе. В связи с этим потребовались другие более доступные иониты, приближающиеся по своим свойствам к аниониту ВП-1п и способные заменить его в гидрометаллургии молибдена. К числу перспективных сорбентов относят иониты, выпускаемые компанией «Purolite», некоторые из них хорошо зарекомендовали себя в других гидрометаллургических процессах. В этих целях было проведено изучение сорбционной способности макропористых слабоосновных анионитов: «Purolite» A-100, «Puorlite»A-100 Мо (Узбекистан), «Puorlite»A-100 Мо (Румыния) и BD-301G-1, BD-301G-2 (Китай) в статическом и динамическом режимах. В работе была изучена сорбция молибдена анионитами из модельных растворов $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ и из растворов, полученных при содовом выщелачивании отработанных алюмокобальтмолибденовых (АКМ) катализаторов, содержащих 7-13% Мо. Следует отметить, что во втором случае на процесс сорбции оказывали заметное влияние примеси ряда металлов, переходящие в раствор при выщелачивании.

Рисунок 1. Предлагаемая технологическая схема переработки

Получение селективных сорбентов на основе волокнистых материалов создает определенные преимущества: в частности, из-за большой удельной поверхности этих сорбентов процессы сорбции и десорбции протекают с большой скоростью, что обеспечивает высокую эффективность при удалении токсичных веществ, в том числе при очень низких их концентрациях из воздушной и водной сред. На основе разработанных сорбентов были разработаны

и внедрены несколько промышленных очистных установок на предприятиях Узбекистана, Казахстана и России.

Рений является одним из наиболее распространённых элементов, характерной особенностью которого является отсутствие собственных минералов и месторождений.

Для проведения второй стадии концентрирования в ренийсодержащих десорбатах устанавливают кислые значения pH и используют слабоосновные аниониты, однако присутствие рения и молибдена в растворах в анионной форме при существенно больших концентрациях молибдена и определенная схожесть свойств молибдат – и перренат-ионов приводят к тому, что значения коэффициента разделения рений/молибден на стадиях выделения рения не столь существенны. В промышленности используют различные технологические варианты извлечения рения из растворов с помощью анионообменных смол. Сродство перренат-иона к сильноосновным смолам столь велико, что рений не элюируется со смолами даже растворами едкого натрия.

Вследствие этого элюирование ведут растворами сильных кислот такими как 7н раствор соляной,

4-5н раствор азотной или 1н раствор хлорной кислот. Для извлечения рения используют и слабоосновные аниониты марки АН-2Ф, АН-21 и другие, которые имеют меньшую, чем сильноосновные аниониты, ёмкость. Однако их преимущество заключается в возможности элюирования рения из смол растворами соды или аммиака. Этот способ наиболее и безопасен и технологически удобен при эксплуатации.

Для эффективности извлечения рения из технологических растворов целесообразно использовать аниониты, содержащие вторичные и третичные аминогруппы. Членами временного творческого коллектива разработаны различные способы получения ионообменных материалов. В результате этих исследований получены ряд анионитов с слабо- сильноосновными группами (таблица 2).

Таблица 1.

Физико-химические свойства анионообменных материалов

№	Тип сорбента	Функциональные группы полимера	СОЕ по HCl Мг-экв/г	Размер частиц
1	П-МДА-1-1	-NH ₂ >NH	4,20	0,06-0,20мм
2	П-МДА-1-2	-NH-(CH ₂) ₂ -OH, -H ₂	4,30	0,06-0,20мм
3	П-МДА-2	-NH-(CH ₂) ₂ -OH	3,44	0,06-0,20мм
4	П-МДА-6	-NH ₂ -(CH ₂) ₆ -NH ₂	4,42	0,06-0,20мм
5	П-МДА-7	>N-CH ₂ -CH ₃	3,20	0,06-0,20мм
6	П-МДА-9	-NH-NH ₂	3,83	0,06-0,20мм
7	ПАН-КДМ	-NH-C=O NH ₂	2,60	Тканый материал
8	ПАН-КДМ	-NH-C=O NH ₂	2,7	Волокна по текст 66

В качестве модифицирующих агентов были использованы как неорганические азотсодержащие основания (аммиак, гидразингидрат, гидроксилами), так и органические амины (этилендиамин, гексаметилендиамин, моно-, ди-, и триэтанолламины и другие). Для большей локализации производства при синтезе ионообменных материалов, основной упор при модификации полиакрилонитрила был сделан на обработку его мочевиной, выпускаемой на АО “Махат-Chirchik”.

Сорбцию металлов и искусственно приготовленных технологических растворов изучали как статическим, так и динамическим методами. При изучении сорбции статическим методом в коническую колбу ёмкостью 200 мл помещали 1г сорбента и заливали в него 100 мл искусственного технологического раствора. Опыты проводили в статических условиях в течении 48 часов. Количество адсорбированного металла определяли по разнице концентраций исходного и остаточного растворов. Для проведения сорбции в динамических условиях стеклянную колонку

набивали сорбентом и через колонку пропускали искусственно приготовленный раствор. Для сравнения в аналогичных условиях был испытан применяемый в АГМК сорбент фирмы Purolite марки Sim 202/4408.

В таблице 2 приведены результаты сорбции рения из искусственного технологического раствора. Видно, что все разработанные гранулированные сорбенты проявляют большую сорбционную способность по рению, чем промышленно применяемый сорбент Sim 202/4408. В частности СОЕ сорбентов П-МДА-1-2 и П-МДА-6 по рению почти в 2 раза больше, чем у промышленного сорбента. Однако следует отметить, что промышленный сорбент более избирателен. Из таблицы также видно, что тип сорбента (то есть природа функциональных групп модифицирующих агентов), его физическое состояние оказывают влияние на сорбционную способность сорбента. Небольшой процент извлечения металла обусловлен очень высокой концентрацией нитрат-ионов в растворе.

Таблица 2.

Сорбционная способность анионитов по рению и молибдену из искусственного технологического раствора АГМК ($m_{\text{сорб}}=1,00\text{г}$, $T=30^\circ\text{K}$, $t=48$ часов, $V=100\text{мл}$, $C_{\text{равн}}(\text{Re})=1200$, мг/л , $[\text{HNO}_3]=200\text{г/л}$)

№	Тип анионита	$C_{\text{равн}}(\text{Re})$ мг/л	Содержание Re в сорбенте, мг/л	Извлечение Re, %
1	Sim 202/4408	956,0	24,4	20,33
2	П-МДА-1-1	889,0	31,1	25,92
3	П-МДА-1-2	772,1	42,8	35,65
4	П-МДА-2	891,0	30,9	25,75
5	П-МДА-6	794,0	40,6	33,83
6	П-МДА-7	914,0	28,6	23,83
7	П-МДА-9	865,0	33,5	27,92
8	ПАН-КДМ ткань	960,0	24,0	20,00
9	ПАН-КДМ волокно	972,0	22,8	19,00

Как известно, ионы металлов в растворах существуют в виде соответствующих их солей в зависимости от pH-среды и природы. Первым этапом исследований был элементный анализ проб технологических растворов, взятых из разных участков НПО «

По производству редких металлов твердых сплавов» АГМК № 1-3. Анализ растворов проводили атомно-адсорбционным методом на приборе ISP-MS. Результаты анализа приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Результаты анализа по элементному составу растворов № 1-3 на ISP-MS

№	Концентрация металла в растворе, мг/л						
	Mo	Cu	Zn	Fe	Co	Ni	Re
1	473,24	1001,33	453,05	120,0	0,48	15,75	16,04
2	14383,23	12611,53	563,04	138,97	0,99	17,08	23,71
3	14675,45	2000,30	492,30	157,64	1,10	17,84	17,33

Также теоретически было рассчитана возможность дополнительного получения более 52,2 тонн гидроокиси меди ежегодно, при существующем объеме производства молибдена, при внедрении одного из разработанных способов извлечения меди. А внедрение ионообменного способа извлечения рения позволит дополнительно получать до 20 кг аммоний перрената.

По результату выполнения данной работы можно сделать следующие выводы:

1. Получены ионообменные материалы, имеющие в своей структуре различные функциональные группы.

2. Установлено, что разработанные ионообменные материалы, имеющие волокнистую и гранулированную структуры обладают достаточной сорбционной способностью по ионам меди

3. Получен ионит, который по сорбционной способности по ионам рения не уступающий импортному сорбенту фирмы Purolite марки Sim 202/4408.

4. Установлено, что из модельных растворов разработанный ионит марки МДА-1-3 имеет наибольшую сорбционную способность по иону рения.

5. Разработаны способы получения более чистого товарного продукта молибдена без ионов меди двумя способами: методом осаждения и ионообменной сорбции.

6. Установлена возможность дополнительного получения товарного продукта меди в виде гидроокиси меди разработанными методами.

7. Расчеты, проведенные на основе полученных экспериментальных данных, позволяют утверждать, что внедрение одного из разработанных способов извлечения меди позволит ежегодно получать до 52,2 тонн гидроокиси меди и до 20 кг аммоний перрената.

8. Для установления технико-экономических показателей разработанной технологии получения более высокой чистотой товарного продукта молибдена требуется проведение полупромышленных испытаний.

Список литературы:

1. Зеликман А.Н., Коршунов Б.Г. // Металлургия редких металлов. М.: Металлургия, 1991, с. 549.
2. Пирматов Э.А., Хасанов А.С., Шодиев А.Н., Туробов Ш.Н., Хамидов С.Б. Современное оборудование, применяемое в гидрометаллургической переработке редких металлов. // UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ - Москва, 2019. - №11 С. 33-39.

3. Пирматов Э.А., Хасанов А.С., Шодиев А.Н., Азимов О.А. Research of technology for extraction of rare and noble metals from reset cues and sludge field solutions // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ)- Москва, 2020. № 6, С. 13-18.
4. Хасанов А.С., Шодиев А.Н., Туробов Ш.Н., Каршибоев Ш.Б., Рахимов К.Х., Ахматов А.А. Способы извлечения редких металлов из техногенных отходов металлургического производства. XIII International correspondence scientific specialized conference «International scientific review of the technical sciences, mathematics and computer science» BOSTON. (USA). December 29-30, 2019 г. С. 17-23.
5. Хасанов А.С., Шодиев А.Н., Саидахмедов А.А., Туробов Ш.Н. Изучение возможности извлечения молибдена и рения из техногенных отходов // Горный вестник Узбекистана г. Навои. 2019г. -№ 3 С. 51-53.
6. Шодиев А.Н., Саидахмедов А.А., Туробов Ш.Н., Хакимов К.Ж., Эшонкулов У.Х. Исследование технологии извлечения редких и благородных металлов из сбросных растворов шламового поля. // UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ - Москва, 2020. - №5 С. 37-40.
7. Шарипов Х.Т., Пирматов Э.А., Шодиев А.Н., Хасанов А.С., Туробов Ш.Н. Изучение возможности извлечения молибдена и других металлов содовым выщелачиванием из отходов сбросных растворов // Композицион материаллар // – Ташкент, 2020. № 3. С. 56-59.
8. Шодиев А.Н., Туробов Ш.Н., Намазов С.З., Хамидов М.Б., Шукиров О.М., Яндашев А.А. Извлечение редких металлов из технологических растворов, образующихся при выщелачивании огарка. XII International correspondence scientific specialized conference «International scientific review of the technical sciences, mathematics and computer science» BOSTON. (USA). October10-11, 2019 г. С. 22-28.
9. Шодиев А.Н., Туробов Ш.Н., Саидахмедов А.А., Хамидов С.Б. Исследование технологии извлечения ценных компонентов из отходов молибденового производства. Международная узбекско-белорусская научно-техническая конференция композиционные и металлополимерные материалы для различных отраслей промышленности и сельского хозяйства Ташкент 2020 21-22 мая 2020 г. С. 292-294
10. Шодиев А.Н., Хужакулов А.М., Олимов Ф.М., Ахмедова Д.А., Туробов Ш.Н. Исследование Возможности извлечения Редких металлов из отходов металлургического производства // ВЕСТНИК НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ - Москва, 2020 - №13. С. 26-31.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

АНАЛИЗ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА С ЛИНЕЙНОЙ СТРУКТУРОЙ

Темербекова Барнохон Маратовна

*д-р философии (PhD) по техническим наукам,
заведующая кафедрой «Горное дело, Металлургия и Автоматизация»
Национального исследовательского технологического университета «МИСИС» в Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Алмалык
E-mail: asadbekrano@mail.ru*

ANALYSIS OF NOISE IMMUNITY OF A CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL COMPLEX WITH A LINEAR STRUCTURE

Barnokhon Temerbekova

*Doctor of philosophy (PhD) in technical Sciences,
Head of the Department "Mining, Metallurgy and automation"
of the national research technological University "MISIS" in Almalyk,
Uzbekistan, Almalyk*

АННОТАЦИЯ

Приведено понятие помехозащищенности, проведено анализ для оценки помехозащищенности математического аппарата теории нечетких множеств позволяет оценивать ситуацию не только при наличии объективной статистической информации о возмущениях, но и на основе субъективной информации, например, такой как экспертные оценки характеристик возможных возмущений. Построенная оценка имеет зависимость от значений выработок технологических узлов, в построенной оценке учитываются структура химико-технологического комплекса и взаимное влияние узлов этого комплекса друг на друга.

ABSTRACT

The concept of noise immunity is given, and an analysis for evaluating the noise immunity of the mathematical apparatus of fuzzy set theory allows us to assess the situation not only in the presence of objective statistical information about perturbations, but also on the basis of subjective information, such as expert estimates of the characteristics of possible perturbations. Constructed rating depends on the values of the workings of technological units in the constructed evaluation structure, chemical technology complex and mutual influence of nodes of this complex to each other.

Ключевые слова: оперативно - диспетчерское управления, задачи прогнозирования, помехозащищенность, оперативный контроль, первичная переработка, входная информация, теория нечетких множеств, технологические узлы, нагрузка-выработка.

Keywords: operational dispatch management, forecasting tasks, noise immunity, operational control, primary processing, input information, fuzzy set theory, process nodes, load-generation.

Введение. Автоматизированная система оперативно - диспетчерского управления (АСОДУ) представляет собой человеко-машинную систему, включающую в себя средства сбора, обработки, представления информации и человека как управляющего звена системы. Автоматизированная система оперативно-диспетчерского управления производственным объединением это — самостоятельный уровень в иерархии управления предприятием. На уровне АСОДУ, происходит преобразование управленческих решений в технологические, проигрываются

имитационные модели, решаются задачи прогнозирования, анализ зависимости помехозащищенности технологического комплекса с линейной структурой от выработок его узлов, и человек на основе поступающей информации имеет возможность принимать конкретные решения [7].

АСОДУ — основное звено, обеспечивающее интеграцию всех уровней управления, организационный и технический узел управления предприятием. Это объясняется тем, что АСОДУ присуща определенная раздвоенность. С одной стороны, АСОДУ обладает признаками организационно-экономической системы

(например, реализация задачи выпуска определенной продукции за заданный интервал времени с привлечением различных ресурсов), с другой, - АСОДУ решает задачи, характерные для систем управления технологическими процессами - первичную обработку информации, оперативный учет с фиксацией хода технологического процесса, коррекцию оперативных заданий с учетом производственной ситуации. Можно утверждать, что интегрированность автоматической системы управления (АСУ) проявляется в том случае, если нижние уровни управления, являясь не только поставщиками информации для верхних ступеней, будут использовать их вычислительные комплексы для решения собственных задач, а также получать по запросу всю необходимую информацию из оперативной базы данных [3].

Система решает задачи оперативного контроля и учета, когда средний интервал между возмущениями меньше планового периода. Информация, предназначенная для решения этих задач, поступает непосредственно с датчиков. Съём показаний, и их обработка ведутся в реальном масштабе времени. Задачи оперативного контроля и учета относятся к области обработки результатов измерений и заключаются в вычислении заранее известных математических функций от результатов измерений. Сюда отнесены задачи фильтрации выходных сигналов датчиков для оценки текущих значений параметров в реальном времени, оценки текущих параметров на достоверность, вычисления действительных значений расходов и уровней, задачи агрегирования и интегрирования текущих значений расходов.

Решение этих задач обеспечивается комплексом разработанных программ первичная переработка входной информации.

Другой класс задач составляют задачи расчета управляющих воздействий на технологический комплекс, помехозащищенность, технико-экономические показатели, учета работы оборудования и расчета текущих мощностей производства, анализ зависимости помехозащищенности технологического комплекса с линейной структурой от выработок его узлов, задачи идентификации весовых функций по данным нормального функционирования производств по каналам «нагрузка-выработка», расчет устойчивости производственных процессов [3]. Под помехозащищенностью накопительного узла подразумевается его способность без внесения управляющих воздействий сохранять устойчивость в течение всего периода действия отклонения. В основу определения величины помехозащищенности целесообразно положить надежные характеристики связанных с ними технологических узлов. В качестве меры помехозащищенности узла, имеющего в момент уровня заполнения накопителя, примем вероятность такого отклонения в системе, время, в течение которого прежняя производительность имеет величину, отличную от первоначального значения.

Решение задачи. Однако вычислительные трудности, связанные с получением плотностей распределения вероятностей отказов технологических узлов

и совокупностей отказов на интервале одной диспетчерской смены, препятствуют использованию критерия помехозащищенности для постановки и решения задач компенсации потерь от возмущений в рамках принятого подхода. Одним из способов преодоления этих трудностей, на наш взгляд, является использование элементов математического аппарата теории нечетких множеств. Кроме упрощения чисто вычислительных операций, этот аппарат позволяет ввести в обработку «нестатистическую» информации, например, такую, как субъективная оценка диспетчером возможностей возникновения отказов и их параметров (длительность и величина снижения выработки). При этом математический аппарат теории нечетких множеств не исключает возможности использования имеющейся статистической информации о надежных характеристиках технологических элементов объекта управления [4].

Управляющие воздействия на технологический комплекс, реализуемые диспетчером в момент времени (t_0) , выражаются в переводе системы от выработок $Q^1(t_0) = g_1^1(t_0)$ к выработкам $Q^2(t_0) = g_1^2(t_0), \dots, g_N^2(t_0)$. Установим зависимость значений помехозащищенности Z_a от выработок, т.е. рассмотрим помехозащищенность как функцию от $Q(t_0)$. Так как $Z_a(Q(t_0))$ определяется с помощью отображения $r(x)$, то оно так же должно рассматриваться как функция выработок $r(x, Q(t_0))$.

Величина $Z_a(Q(t_0))$ может быть определена в следующем виде:

$$Z_a(Q(t_0)) = \bigoplus_{x \in X_a(Q(t_0))} \mu_\epsilon(x) \quad (1)$$

где $\bigoplus$ - либо операция суммирования (при вероятностной интерпретации функции принадлежности), либо операция $\max$;

$$X_a(Q(t_0)) = \{x \in X : r(x, Q(t_0)) \geq a\} \quad (2)$$

Теперь можно перейти к следующему достаточно важному утверждению. В том случае, если заданы два набора выработок $Q^1(t_0) = g_1^1(t_0), \dots, g_N^1(t_0)$ и $Q^2(t_0) = g_1^2(t_0), \dots, g_N^2(t_0)$, причем для всех выполнено неравенство

$$g_i^1(t_0) \leq g_i^2(t_0) \quad (3)$$

то

$$Z_a(Q^1(t_0)) \leq Z_a(Q^2(t_0)) \quad (4)$$

Докажем справедливость сформулированного утверждения. Для этого построим последовательности:

$$\{Q_k(t_0)\} = \{g_{k,1}(t_0), \dots, g_{k,N}(t_0)\}, k = 1, \dots, N + 1 \quad (5)$$

где $g_{k,i}(t_0) = g_i^1(t_0)$ при $i \geq k$
 $g_{k,i}(t_0) = g_i^2(t_0)$ при $i < k$

Очевидно, что

$$Q_1(t_0) = Q^1(t_0), Q_{N+1}(t_0) = Q^2(t_0) \quad (6)$$

При этом два соседних члена этой последовательности $Q_k(t_0)$ и $Q_{k+1}(t_0)$ отличаются только одной величиной-значением выработки узла Π_{k+1} , причем в силу условия (3) и способа построения последовательности (5) имеем

$$g_{k,k+1}(t_0) \leq g_{k+1,k+1}(t_0) \quad (7)$$

Доказательство утверждения проведем для двух соседних членов построенной последовательности, т.е. покажем, что

$$Z_a(Q_k(t_0)) \leq Z_a(Q_{k+1}(t_0)) \quad (8)$$

Если наработка $G_{k+1}^k(T)$ узла Π_{k+1} , работающего с выработкой $g_{k,k+1}(t_0)$, лимитируется нагрузками связанных с ним технологических узлов, то увеличение выработки до величины $g_{k,k+1}(t_0)$, как было показано выше, не приводит к изменению наработки рассматриваемого узла [5]. Нарботки других узлов также не изменяются-в силу неизменности выработка этих узлов, следовательно, для всех Q_k определяемых выражением (5), выполняется равенство

$$r(x, Q_k(t_0)) = r(x, Q_{k+1}(t_0)) \quad (9)$$

Отсюда, учитывая (2), можно заключить

$$X_a(Q_k(t_0)) = X_a(Q_{k+1}(t_0)) \quad (10)$$

т.е. рассматриваемые множества совпадают. Следовательно, в соответствии с определением (1) выражение (8) выполняется в виде равенства.

Теперь рассмотрим случай, когда наработка $G_{k+1}^k(T)$ узла Π_{k+1} не лимитируется нагрузками других технологических узлов. Тогда как было показано выше, возрастание выработки до величины $g_{k,k+1}(t_0)$ приводит к увеличению наработки, т.е. для любого

$$\begin{aligned} G_{k+1}^k(T) &= g_{k,k+1}(t_0) \cdot (T - t_0) + G_{k+1}(t_0) - W_{k+1}^e \ll \\ &\ll g_{k+1,k+1}(t_0) \cdot (T - t_0) + G_{k+1}(t_0) - W_{k+1}^e = \\ &G_{k+1}^{k+1}(T) \end{aligned} \quad (11)$$

отсюда следует, что

$$r_{k+1}^k(x) = \frac{G_{k+1}^k(T)}{A_{k+1}} < \frac{G_{k+1}^{k+1}(T)}{A_{k+1}} = r_{k+1}^{k+1}(x) \quad (12)$$

Для остальных узлов Π_i наработки $G_i^k(x)$ не изменяются. Поэтому

$$r_i^k(x) = r_i^{k+1}(x) \quad (13)$$

Из выражений (12), (13) и определения (3) величины $r(x_1 Q(t_0))$ следует, что

$$r(x_1 Q(t_0)) = \min_{i=1, \dots, N} r_i^k(x) \leq \min_{i=1, \dots, N} r_i^{k+1}(x) = r(x_1 Q_{k+1}(t_0)) \quad (14)$$

Тогда в силу определения (2) любое $x \in X_a(Q_k(t_0))$ принадлежит также и множеству $X_a(Q_{k+1}(t_0))$. Следовательно,

$$X_a(Q_k(t_0)) \leq X_a(Q_{k+1}(t_0)) \quad (15)$$

Отсюда, если в множестве X найдется такое x' , для которого

$$r(x'_1 Q_k(t_0)) < a \leq r(x'_1 Q_{k+1}(t_0)) \quad (16)$$

то выполняется строгое вложение множеств

$$X_a(Q_k(t_0)) < X_a(Q_{k+1}(t_0)) \quad (17)$$

Как видим, мы пришли к выполнению отношения (8). При этом заметим, что если под операцией $\oplus$ в (1) понимается суммирование, то (8) выполняется как строгое неравенство-всегда, когда справедливо (17). если в качестве операции $\oplus$ фигурирует операция max, то строгое неравенство в (8) соблюдается только в том случае, когда величина $\mu_e(x')$ превосходит $\mu_e(x)$ для всех $x \in X_a(Q_{k+1}(t_0))$.

Из доказанного отношения (8) и свойств построенной последовательности $Q_1(t_0), Q_2(t_0), \dots, Q_{N+1}(t_0)$ имеем

$$Z_a(Q_1(t_0)) \leq Z_a(Q_2(t_0)) \leq \dots \leq Z_a(Q_{N+1}(t_0)) \quad (18)$$

Эта оценка в совокупности с (6) приводит к отношению (4), что и служит доказательством сформулированного утверждения.

Сформулируем и докажем утверждение, в некотором смысле обратное только что рассмотренному [6, 7].

Пусть заданы два набора значений выработок $Q^1(t_0) = (g_1^1(t_0), \dots, g_N^1(t_0))$ и $Q^2(t_0) = (g_1^2(t_0), \dots, g_N^2(t_0))$, для которых справедливы неравенства

$$Z_a(Q^1(t_0)) < Z_a(Q^2(t_0)) \quad (19)$$

В этом случае обязательно найдется такое k , что

$$g_k^1(t_0) < g_k^2(t_0) \quad (20)$$

Докажем это утверждение. Из неравенства (19) следует, что

$$X_a(Q^1(t_0)) < X_a(Q^2(t_0)) \quad (21)$$

Это означает, что существует, по крайней мере одно такое x , что

$$x \in X_a(Q^2(t_0)) \text{ и } x' \notin X_a(Q^1(t_0)) \quad (22)$$

с учетом (2) получаем

$$r(x'_1 Q^1(t_0)) < a \leq r(x'_1 Q^2(t_0)) \quad (23)$$

исходя из определения отображения r , можно записать

$$\min_{i+1, \dots, N} r_i(x'_1 Q^1(t_0)) < a \leq \min_{i+1, \dots, N} r_i(x'_1 Q^2(t_0)) \quad (24)$$

Отсюда, для номера k такого, что

$$\min_{i+1, \dots, N} r_i(x'_1 Q^1(t_0)) = r_k(x'_1 Q^2(t_0)) \quad (25)$$

следует справедливость неравенства

$$r_k(x'_1 Q^1(t_0)) < a \leq r_k(x'_1 Q^2(t_0)) \quad (26)$$

То же самое в развернутой форме выглядит следующим образом:

$$\frac{g_k^1(T)}{A_k} < a \leq \frac{g_k^2(T)}{A_k} \quad (27)$$

Из (27) следует, что

$$G_k^1(T) < G_k^2(T) \quad (28)$$

Согласно отношения (11) и доказанного первого утверждения, возрастания наработки технологического узла можно достичь либо путем увеличения его выработки (в случае, когда наработка этого элемента не лимитируется наработками других звеньев, связанных с данным), либо увеличением выработок всех технологических узлов, лимитирующих рассматриваемый узел. Таким образом, когда наработки узла не лимитируются из (28) и (11) имеем

$$G_k^1(T) = g_k^1(t_0)(T - t_0) + G_k(t_0) - W_k^e < g_k^2(t_0)(T - t_0) + G_k(t_0) - W_k^e = G_k^2(T) \quad (29)$$

Отсюда непосредственно вытекает необходимое для нас неравенство (20).

Теперь следует проанализировать ситуацию, когда наработка узла P_k лимитируется наработкой узла P_{k-1} ,

которая, в свою очередь может лимитироваться наработкой узла P_{k-2} и так далее. Двигаясь от узла к началу технологической цепочки, установим узел P_j , наработка которого не лимитируется наработкой предшествующего ему узла P_{j-1} . Тогда из соотношения (11) имеем

$$G_k^1(T) = G_{k-1}^1(T) + G_k(t_0) - G_{k+1}(t_0) + S_{k-1}(t_0) - S_{k-1}^{min} \quad (30)$$

В свою очередь, для $G_{k-1}^1(T)$ из того же выражения (3.2.11) имеем

$$G_{k-1}^1(T) = G_{k-2}^1(T) + G_{k-1}(t_0) - G_{k-2}(t_0) + S_{k-2}(t_0) - S_{k-2}^{min} \quad (31)$$

И так далее-вплоть до узла P_{j+1} . Для узла P_j , все из того же соотношения следует

$$G_j^1(T) = g_j^1(t_0)(T - t_0) + G_j(t_0) - W_j^e \quad (32)$$

Подставляя полученное выражение $G_{j+1}^1(T)$, подобное (31), а затем выражение, полученное для $G_{j+1}^1(T)$ в выражение для G_{j+2}^1 и так далее, получим в конце соотношение для серии таких подстановок

$$G_k^1(T) = g_j^1(t_0)(T - t_0) - W_j^e + \sum_{i=j}^k G_i(t_0) + \sum_{i=j+1}^{k-1} (S_i(t_0) - S_i^{min}) \quad (32)$$

Заключение. Из последнего выражения следует, что необходимым условием выполнения неравенства (28) является $g_i^2(t_0) > g_j^1(t_0)$ поскольку остальные члены в выражении (33) фиксированы. Следовательно, неравенство (20), необходимое для доказательства сформулированного утверждения, выполняется для узла P_j . Для случая, когда наработка узла P_k лимитируется нагрузками узлов P_{k+1} , P_{k+2} и так далее, доказательство неравенства (20) проводится аналогичным образом. Итак, можно считать утверждение доказанным. Таким же образом решается задача при возмущении с потерей определяющего ресурса. Причем, перед началом решения модель корректируется в соответствии с возникшим возмущением. Далее задача решается аналогично.

Список литературы:

1. Бусленко В.И. Автоматизация имитационного моделирования сложных систем. М: Наука, 1977, 239 с.
2. Гулямов Ш.М., Темербекова Б.М., Усманова З.М. Обеспечение достоверности измерительной информации и фильтрация измеряемых величин от помех // "Производственные предприятия энергия и энергия в решении проблем эффективности важность инновационных технологий" Республиканская научно-практическая конференция. Карши-2016г. С. 45-49
3. Зверев В.Д., Постелин Б.В., Фомин Б.Ф. Концептуальные модели управления производством. – Электронная техника, 1977, вып. 2 (23), С. 69-80.
4. Кафаров В.В., Мешалкин В.П., Перов В.Л. Математические основы автоматизированного проектирования химических производств – М: Химия, 1979, 318 с.
5. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М: Мир, 1975, 166 с.

6. Юсупбеков Н.Р., Алиев Р.А., Алиев Р.Р., Юсупбеков А.Н. Интеллектуальные системы управлений и принятия решений. Учебник для вузов. Изд-во «Ўзбекистон миллий энциклопедияси», Ташкент 2014. – 490 с.
7. Юсупбеков Н.Р., Гулямов Ш.М., Темербекова Б.М., Атауллаев А.О. Алгоритм оценивания устойчивости и помехозащищенности производственного процесса в сложных технологических установках и комплексах. Узбекский журнал Проблемы информатики и энергетики. № 3-4 2014 С. 3-12.

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 11(80)
Ноябрь 2020

Часть 1

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 – 54434 от 17.06.2013

Издательство «МЦНО»
123098, г. Москва, улица Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74
E-mail: mail@7universum.com
www.7universum.com

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3

16+