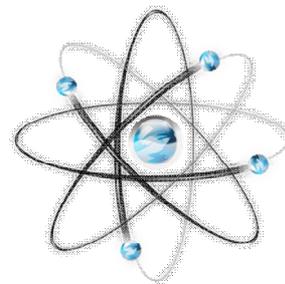


**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЖУРНАЛ
ISSN 2303-9868**

Периодический теоретический и научно-практический журнал.
Выходит 12 раз в год.
Учредитель журнала: ИП Соколова М.В.
Главный редактор: Миллер А.В.
Адрес редакции: 620036, г. Екатеринбург, ул. Лиственная, д. 58.
Электронная почта: editors@research-journal.org
Сайт: www.research-journal.org



**Meždunarodnyj
naučno-issledovatel'skij
žurnal**

**№5 (24) 2014
Часть 1**

Подписано в печать 08.06.2014.
Тираж 900 экз.
Заказ 17301.
Отпечатано с готового оригинал-макета.
Отпечатано в типографии ООО «Импекс».
620075, Екатеринбург, ул. Толмачева, д. 16, офис 12.

Сборник по результатам XXVII заочной научной конференции Research Journal of International Studies.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Полное или частичное воспроизведение или размножение, каким бы то ни было способом материалов, опубликованных в настоящем издании, допускается только с письменного разрешения авторов.

Номер свидетельства о регистрации в Федеральной Службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: **ПИ № ФС 77 – 51217.**

Члены редколлегии:

Филологические науки: Растягаев А.В. д-р филол. наук, Сложеникина Ю.В. д-р филол. наук, Штрекер Н.Ю. к.филол.н., Вербицкая О.М. к.филол.н.

Технические науки: Пачурин Г.В. д-р техн. наук, проф., Федорова Е.А. д-р техн. наук, проф., Герасимова Л.Г., д-р техн. наук, Курасов В.С., д-р техн. наук, проф., Оськин С.В., д-р техн. наук, проф.

Педагогические науки: Лежнева Н.В. д-р пед. наук, Куликовская И.Э. д-р пед. наук, Сайкина Е.Г. д-р пед. наук, Лукьянова М.И. д-р пед. наук.

Психологические науки: Мазилев В.А. д-р психол. наук, Розенова М.И., д-р психол. наук, проф., Ивков Н.Н. д-р психол. наук.

Физико-математические науки: Шамолин М.В. д-р физ.-мат. наук, Глезер А.М. д-р физ.-мат. наук, Свистунов Ю.А., д-р физ.-мат. наук, проф.

Географические науки: Умывакин В.М. д-р геогр. наук, к.техн.н. проф., Брылев В.А. д-р геогр. наук, проф., Огуреева Г.Н., д-р геогр. наук, проф.

Биологические науки: Буланый Ю.П. д-р биол. наук, Аникин В.В., д-р биол. наук, проф., Еськов Е.К., д-р биол. наук, проф., Шеуджен А.Х., д-р биол. наук, проф.

Архитектура: Янковская Ю.С., д-р архитектуры, проф.

Ветеринарные науки: Алиев А.С., д-р ветеринар. наук, проф., Татарникова Н.А., д-р ветеринар. наук, проф.

Медицинские науки: Медведев И.Н., д-р мед. наук, д.биол.н., проф., Никольский В.И., д-р мед. наук, проф.

Исторические науки: Меерович М.Г. д-р ист. наук, к.архитектуры, проф., Бакулин В.И., д-р ист. наук, проф., Бердинских В.А., д-р ист. наук, Лёвочкина Н.А., к.иси.наук, к.экон.н.

Культурология: Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

Искусствоведение: Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

Философские науки: Петров М.А., д-р филос. наук, Бессонов А.В., д-р филос. наук, проф.

Юридические науки: Грудцына Л.Ю., д-р юрид. наук, проф., Костенко Р.В., д-р юрид. наук, проф., Камышанский В.П., д-р юрид. наук, проф., Мазуренко А.П. д-р юрид. наук, Мещерякова О.М. д-р юрид. наук, Ергашев Е.Р., д-р юрид. наук, проф.

Сельскохозяйственные науки: Важов В.М., д-р с.-х. наук, проф., Раков А.Ю., д-р с.-х. наук, Комлацкий В.И., д-р с.-х. наук, проф., Никитин В.В. д-р с.-х. наук, Наумкин В.П., д-р с.-х. наук, проф.

Социологические науки: Замараева З.П., д-р социол. наук, проф., Солодова Г.С., д-р социол. наук, проф., Кораблева Г.Б., д-р социол. наук.

Химические науки: Абдиев К.Ж., д-р хим. наук, проф., Мельдешов А. д-р хим. наук.

Науки о Земле: Горяинов П.М., д-р геол.-минерал. наук, проф.

Экономические науки: Бурда А.Г., д-р экон. наук, проф., Лёвочкина Н.А., д-р экон. наук, к.ист.н., Ламоттке М.Н., к.экон.н.

Политические науки: Завершинский К.Ф., д-р полит. наук, проф.

Фармацевтические науки: Тринеева О.В. к.фарм.н., Кайшева Н.Ш., д-р фарм. наук, Ерофеева Л.Н., д-р фарм. наук, проф.

Екатеринбург - 2014

Оглавление

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHYSICS AND MATHEMATICS	5
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАЛЫХ МОЛЕКУЛ ОРГАНИЧЕСКИХ АЗИДОВ НА ПРИМЕРЕ HN_3 , CH_3N_3 , NCN_3 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3$, NCCH_2N_3	5
ОБ АНОМАЛЬНОЙ ФОСФОРЕСЦЕНЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ПОЛУПРОВОДНИКА	8
ЖЕЛАТИН КАК ОРГАНИЧЕСКИЙ ПОЛУПРОВОДНИК	10
ОБ ОРИГИНАЛЬНЫХ СВОЙСТВАХ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ ЖЕЛАТИН	11
НАХОЖДЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОГО ПИЩЕВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ И МЕТОДА РОЯ ЧАСТИЦ	13
ЧИСЛЕННЫЙ РАСЧЕТ ИСТЕЧЕНИЯ ВСКИПАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ ИЗ ЕМКОСТИ КОНЕЧНОГО ОБЪЕМА ЧЕРЕЗ ЩЕЛЬ	16
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ	17
ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ / CHEMISTRY	18
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНОЙ ДОБАВКИ – КАРБОКСИЛИРОВАННОГО ГАЗОКОНДЕНСАТА ДЛЯ ЦЕМЕНТНО-БЕТОННЫХ КОМПОЗИЦИЙ	18
БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGY	21
ПЫЛЕВАТЫЕ ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ РЕЦИКЛИНГА	21
РЕПРЕЗЕНТАТИВНОСТЬ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ СТАВРОПОЛЬСКОГО РАЙОНА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ	22
ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ АДАПТАЦИИ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ К УСЛОВИЯМ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ С УЧЕТОМ УРОВНЯ ЗНАНИЯ РУССКОГО ЯЗЫКА	24
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОИМПЕДАНСОМЕТРИИ И ОЦЕНКИ ТЕХНИКО-ТАКТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В ТЕКУЩЕМ И ЭТАПНОМ КОМПЛЕКСНОМ ОБСЛЕДОВАНИИ СПОРТСМЕНОВ	26
ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ КАЧЕСТВ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА СРЕДСТВАМИ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ	28
ДВУЯДЕРНЫЕ НЕЙРОНЫ В КУЛЬТУРЕ ТКАНИ	29
ЗООГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ФАУНЫ ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ (НЕТЕРОПТЕРА) ИЗВЕСТНЯКОВОГО СЕВЕРА СРЕДНЕРУССКОЙ ЛЕСОСТЕПИ	31
АНТАГОНИСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ШТАММОВ <i>TRICHODERMA ASPERELLUM</i> В ОТНОШЕНИИ ТОКСИНОБРАЗУЮЩИХ ГРИБОВ РОДА <i>FUSARIUM</i>	33
ГИПЕРИНСУЛИНИЕМия, ВЛИЯНИЕ НА МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ОРГАНИЗМЕ	35
ПОКАЗАТЕЛИ ОБМЕНА ГЛЮКОЗЫ В ЭРИТРОЦИТАХ БОЛЬНЫХ АПЛАСТИЧЕСКОЙ АНЕМИЕЙ	39
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / ENGINEERING	40
ОТРАСЛЕВАЯ ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА	40
НОВЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ БЕДНОТОВАРНЫХ КИМБЕРЛИТОВЫХ ТРУБОК	41
ПОНЯТИЕ «BIG DATA». ПОКАЗАТЕЛЬ ГОТОВНОСТИ ПЕРЕХОДА КОМПАНИИ НА НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ С БОЛЬШИМ ОБЪЕМОМ ДАННЫХ	45
ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ РОССИИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ОТПУСКА ТЕПЛОТЫ В НИХ	46
ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ ДЛЯ ДОГРЕВА СЕТЕВОЙ ВОДЫ	50
РАСЧЕТ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕХАНИЗМА ВРАЩЕНИЯ ЗАГОТОВОК ТРЕХКООРДИНАТНОМ ФРЕЗЕРНОМ СТАНКЕ	51
ОСОБЕННОСТИ НОВЕЙШИХ СИСТЕМ НА КРИСТАЛЛЕ, СВЯЗЬ ТЕХНОЛОГИЙ ПРЕДЫДУЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ И ПЕРЕДОВЫХ РАЗРАБОТОК	54
ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ ДАТЧИКА ПОТЕРЬ НА ПЕРЕМАГНИЧИВАНИЕ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	56
ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ БИЗНЕС-АНАЛИЗА ДЛЯ ПРИНЯТИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В РИТЕЙЛЕ	57

ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЁГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ЗА СЧЁТ РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ	59
ОТРАБОТАННЫЕ СОРБЕНТЫ НЕФЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	61
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ПАССАЖИРОПОТОКА И ПАССАЖИРОНАПРЯЖЕННОСТИ НА АВТОБУСНЫХ МАРШРУТАХ	62
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И БИЗНЕС-МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ	64
MODEL OPERATION OF MASS TRANSFER FOR THE CHARGED PARTICLES AT AN ELECTROLYSIS OF IONIC MELTS OF SALTS	66
СИСТЕМА ЛАБОРАТОРНОЙ ТЕЛЕМЕТРИИ	68
АНАЛИЗ ГИБРИДНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ «СПЛИТ» НА ПРИМЕРЕ АВТОМОБИЛЯ «ТОУОТА PRIUS»	69
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПГТ. ПЕРВОМАЙСКИЙ (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)	71
ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ВНЕДРЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ	74
ТЕПЛООБМЕН И АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ СОПРОТВЛЕНИЕ МАЛОРЯДНЫХ ПАКЕТОВ ПЛОСКООВАЛЬНЫХ ТРУБ	75
МНОГОКОНТУРНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ДАВЛЕНИЯ В МАГИСТРАЛЬНОМ НЕФТЕПРОВОДЕ	79
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ И МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ПЕРЕРАБОТКИ СЕМЯН СОИ	82
ОЦЕНКА ВИБРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КАРДАННОЙ ПЕРЕДАЧИ АВТОБУСА «ВОЛЖАНИН - 5270» С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ	83
РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ НУЖД ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО РЫНКА	85
ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ GNTLVTNYS[НА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКЕ	86
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ В ПОЛИМЕРНОМ АРМИРОВАННОМ ТРУБОПРОВОДЕ МАЛОГО ДИАМЕТРА	89
ЭЛАСТИЧНОСТЬ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	90
ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ МОДИФИКАТОРОВ НА КАЧЕСТВО ГРАНУЛ УДОБРЕНИЯ	92
ПРОЦЕССЫ РЕКУПЕРАЦИИ ТЕПЛА В БЛОКЕ КАТАЛИЧЕСКОГО РЕФОРМИНГА	95
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ КРИОЛИТОГЛИНОЗЕМНОГО РАСПЛАВА	98
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПИТАТЕЛЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ АЛЮМИНИЯ ПО СПОСОБУ ХОЛЛА-ЭРУ	100
ПРОБЛЕМЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ	102
ОБОБЩЕНИЕ ДАННЫХ ПО АЭРОДИНАМИЧЕСКОМУ СОПРОТИВЛЕНИЮ ПАКЕТОВ ВИНТООБРАЗНЫХ ТРУБ	103
ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МАЛОРАСХОДНЫХ ТУРБИН	106
АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ	113
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ И ФОРМ КОЛЕБАНИЙ ЛОПАТКИ МКЭ.	115
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ ОТДЕЛА ЗАРУБЕЖНОГО ОБУЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА УНИВЕРСИТЕТА Г. МУТАННЫ	117
«СИСТЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛА ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК»	120
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАВИТАЦИИ В ЦЕНТРОБЕЖНОМ НАСОСЕ	121
DSC AND HEAT FLUX CALORIMETRY - IMPORTANT AND POWERFUL TOOLS FOR TECHNOLOGICAL PROCESSES STUDY AND MATHEMATICAL MODELING	125
KINETIC STUDY OF MODIFICATION OF CHLORINE CONTAINING EPOXXY RESINS WITH USING HEAT FLUX CALORIMETRY	129
ЭЛЕКТРООСМОТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ КОРРОЗИИ	132

Зеневич С. Г.

Студент, Кемеровский государственный университет

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАЛЫХ МОЛЕКУЛ ОРГАНИЧЕСКИХ АЗИДОВ НА ПРИМЕРЕ HN_3 , CH_3N_3 , NCN_3 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3$, NCCH_2N_3

Аннотация

В работе приведены теоретические расчеты методом теории функционала плотности и анализ основных свойств малых молекул органических азидов HN_3 , CH_3N_3 , NCN_3 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3$, NCCH_2N_3 (молекулярная структура, электронный, колебательный спектры, параметры химической связи, термодинамические функции, пространственное распределение электронной плотности). С помощью экспериментального подтверждения теоретических данных проверяется пригодность метода B3LYP/TZVP для предсказания различных структур.

Ключевые слова: теория функционала плотности, органические азиды, эффективный заряд, структура и колебательный спектры.

Zenevich S.G.

Kemerovo State University, student

COMPUTER MODELLING OF SMALL MOLECULES OF ORGANIC AZIDES ON THE BASIS OF HN_3 , CH_3N_3 , NCN_3 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3$, NCCH_2N_3

Abstract

The theoretical calculations, made by using density functional theory, and the analysis of fundamental properties of small molecules of organic azides HN_3 , CH_3N_3 , NCN_3 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3$, NCCH_2N_3 (molecular structure, electron and vibrational spectra, elements of chemical bond, thermodynamic functions, space distribution of electron density) have been given in the article. The applicability of B3LYP/TZVP method for prognostication of various structures is proved by experimental confirmation of theoretical data.

Keywords: density functional theory, organic azides, effective charge, structure and vibrational spectra.

Органические азиды представляют собой богатые энергией молекулы, которые широко используются как взрывчатые вещества, компоненты ракетного топлива, в пиротехнике и биомедицине. Азидная группа (N_3) является одной из самых энергетических функциональных групп; её введение в органическое соединение увеличивает содержание энергии приблизительно на 300 кДж/моль. При нагревании либо под действием ультрафиолета азиды разлагаются с отщеплением азота и образованием нитренов: $\text{R-N}_3 \rightarrow \text{R-N:} + \text{N}_2$, которые являются высоко реакционно способными интермедиатами в различных реакциях внедрения. Экспериментальное исследование азидов затруднено в связи с их повышенной чувствительностью к внешним воздействиям. Поэтому прямые квантово-химические вычисления молекулярных физико-химических свойств являются весьма актуальными.

Большинство теоретических исследований было сосредоточено в основном на определении энергетических параметров органических азидов [1]. В настоящей работе методами теории функционала плотности с использованием гибридного функционала B3LYP в TZVP-базисе [2] программного пакета CRYSTAL09_2.0.1 [3] выполнены расчеты геометрии, электронного, колебательного спектров, параметров химической связи, термодинамических функций, пространственного распределения электронной плотности для малых молекул HN_3 (азотисто-водородная кислота), CH_3N_3 (метил азид), NCN_3 (би-азидоацетонитрил), $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3$ (этил азид), NCCH_2N_3 (азидоацетонитрил), необходимые для понимания их реакционной способности.

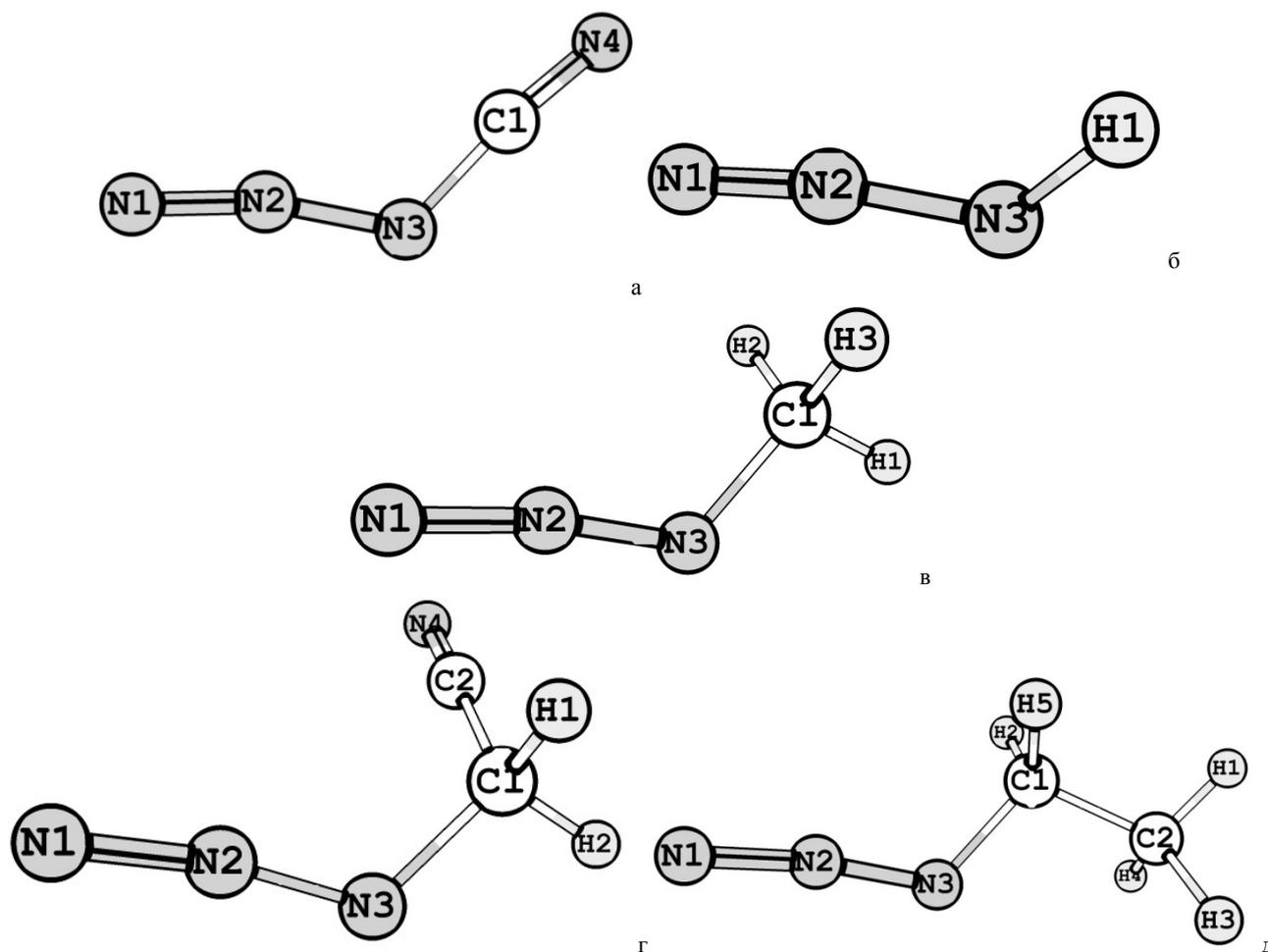


Рис. 1. Пространственные структуры молекул а) HN_3 , б) NCN_3 , в) NCCH_2N_3 , г) CH_3N_3 , д) $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3$

Структуры молекул, рассчитанные при $T=298,15\text{K}$ и $P=1.01\cdot 10^5\text{Па}$ приведены на Рисунке 1. Оптимизированная геометрия данных соединений, сфокусированная на азидном фрагменте, приведена в Таблице 1. Некоторые из этих соединений исследовались как теоретически [4-7], так и экспериментально [8-10]. В данной работе достигнуто оптимальное согласование собственных расчетных данных с экспериментальными и расчётными данными других исследователей. Что указывает на то, что модель B3LYP/TZVP, использованная в данной работе, способна безошибочно предсказывать структуры различных видов.

Таблица 1. Структурные параметры азидных групп

Азид \ Параметр	HN_3	Эксп. HN_3 , [8]	CH_3N_3	Эксп. CH_3N_3 , [9]	NCN_3	$\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3$	NCCH_2N_3
Содер. N, %	97.66		73.66		82.1	59.13	68.29
$R(\text{N1-N2})$, Å	1.14	1.13	1.15	1.13	1.14	1.15	1.15
$R(\text{N2-N3})$, Å	1.25	1.24	1.24	1.24	1.27	1.25	1.26
$R(\text{N3-C})$, Å	1.02(H)	1.02	1.47	1.46	1.34	1.49	1.48
$\angle\text{N1-N2-N3}$, °	171.4	171.3	173.0		170.2	173.8	172.3
$\angle\text{N2-N3-C}$, °	110.1(H)	108.8	115.6	117	117.6	114.9	114.7

Из приведенных в Таблице 1 данных видно, что длина связи между $\text{N}(1)\text{-N}(2)$ и $\text{N}(2)\text{-N}(3)$ существенно различается в определенной структуре, но соответствующие азидные длины связи практически одинаковы во всех пяти соединениях. Так в молекуле азотисто-водородной кислоты HN_3 , которая является наиболее азотосодержащим соединением 97.66%, длина связи между N1-N2 составляет 1.14Å, между N2-N3 составляет 1.25Å, между N3-H – 1.02Å. Угол азидной группы $\angle\text{N1-N2-N3}$ равен 171.4° , что указывает на её нелинейность, угол между $\angle\text{N2-N3-H}$ составляет 110.1° . Максимальная погрешность, касающаяся структурных данных, составляет 1.7%.

На Рисунке 2 представлены энергетические диаграммы рассчитанных структур с приведёнными значениями энергетических зазоров, на которых изображено несколько нижних свободных и несколько верхних заселенных молекулярных орбиталей. Так на диаграмме, соответствующей молекуле HN_3 , видно, что последняя заселенная орбиталь – это 11(o) (Occupied – занятый), а первая свободная орбиталь – это 12(u) (Unoccupied – свободный), энергетический зазор E_g составляет 6.4эВ. Наибольший вклад в энергию связи последнего заселенного уровня приносят P_y и P_z орбитали атома N3 , и лишь для NCCH_2N_3 это P_x и P_y орбитали атома N3 . В Таблице 2 приведены энергетические характеристики и характеристики химической связи: эффективный заряд, перекрывание электронных оболочек, энтальпия образования и энергия нулевых колебаний. Молекулярная энтальпия определяется как $\Delta H_f^0(g) = E_{e1} + E_0 - \sum_i n_i \varepsilon_i$, где E_{e1} – полная энергия электронной подсистемы, E_0 – энергия нулевых колебаний, ε_i – энергия i -го атома. Она максимальна в HN_3 с наибольшим содержанием азота 97.7% и минимальна в $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3$, где азота всего 59.1%. Эта величина характеризует энергетическую емкость материала. Для установления механизмов разложения азидов необходимо знать характер химической связи. Её характеризует распределение деформационной плотности, полученной вычитанием из молекулярной суперпозиции плотностей невзаимодействующих атомов.

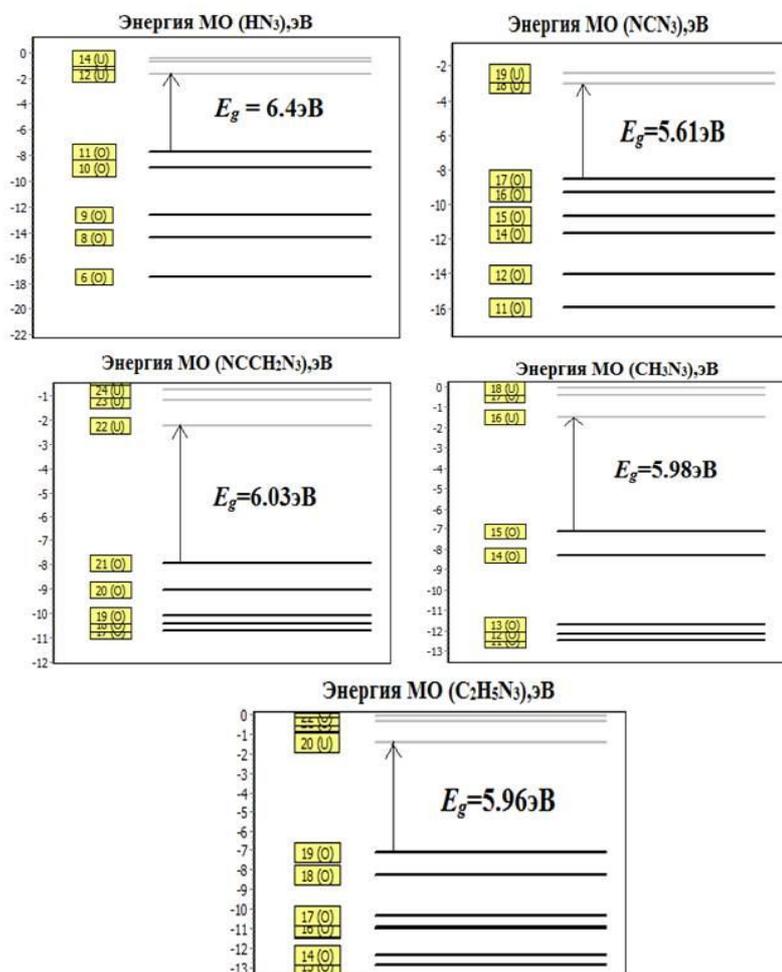


Рис. 2. Энергетические диаграммы рассчитанных структур

Таблица 2. Энергетические характеристики и характеристики химической связи рассчитанных структур

Азид	HN_3	CH_3N_3	NCN_3	$\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3$	NCCH_2N_3
Параметр					
QN1, e	+0.247	+0.259	+0.405	+0.258	+0.319
QN2, e	-0.268	-0.339	-0.329	-0.326	-0.334
QN3, e	-0.164	-0.232	-0.318	-0.261	-0.241
QC, e	+0.185(H)	+0.187	+0.573	+0.240	+0.170
P(N1-N2), e	0.451	0.405	0.360	0.379	0.401
P(N2-N3), e	0.355	0.274	0.252	0.228	0.290
P(N3-C), e	0.380(H)	0.320	0.473	0.300	0.299
ΔH_f , ккал/г	-2373	-1796	-2003	-1447	-1665
E_0 , кДж/моль	57.6	133.4	55.1	209.4	129.7

На Рисунке 3 представлены распределения деформационной плотности рассчитанных структур, главным образом сфокусированные на азидном фрагменте. Из Рисунка 3 видно, что все распределения практически идентичны, сплошными линиями обозначены её положительные значения, пунктирными – отрицательные, т.е. области, из которых электронный заряд при образовании молекулы вытекает. Эффективный заряд атомов QN2, QN3 отрицательный и в молекуле NCN_3 составляет -0.329 и -0.318 в единицах заряда электрона e соответственно. Заселенность перекрытия на связи P(N3-C), составляющая 0.473 e , максимальна в этом соединении. Заметим, что заселенность P(N2-N3) во всех азидных структурах меньше остальных, и это объясняет механизм разложения с образованием N_2 .

Таблица 3. ИК-спектр азидных групп рассчитанных структур, см^{-1}

Азид		HN_3 (hydrazoic acid)	Эксп. HN_3 , [10]	CH_3N_3 (methyl azide)	Эксп. CH_3N_3 , [10]	NCN_3 (2-azido- acetone)	$\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3$ (Ethyl azide)	NCCH_2N_3 (Azido- acetonitril)
Частоты, см^{-1}	Асимметричные.	2178	2129	2129	2106	2180	2123	2147
	Симметричные	1305	1264	1276	1272	1295	1267	1246

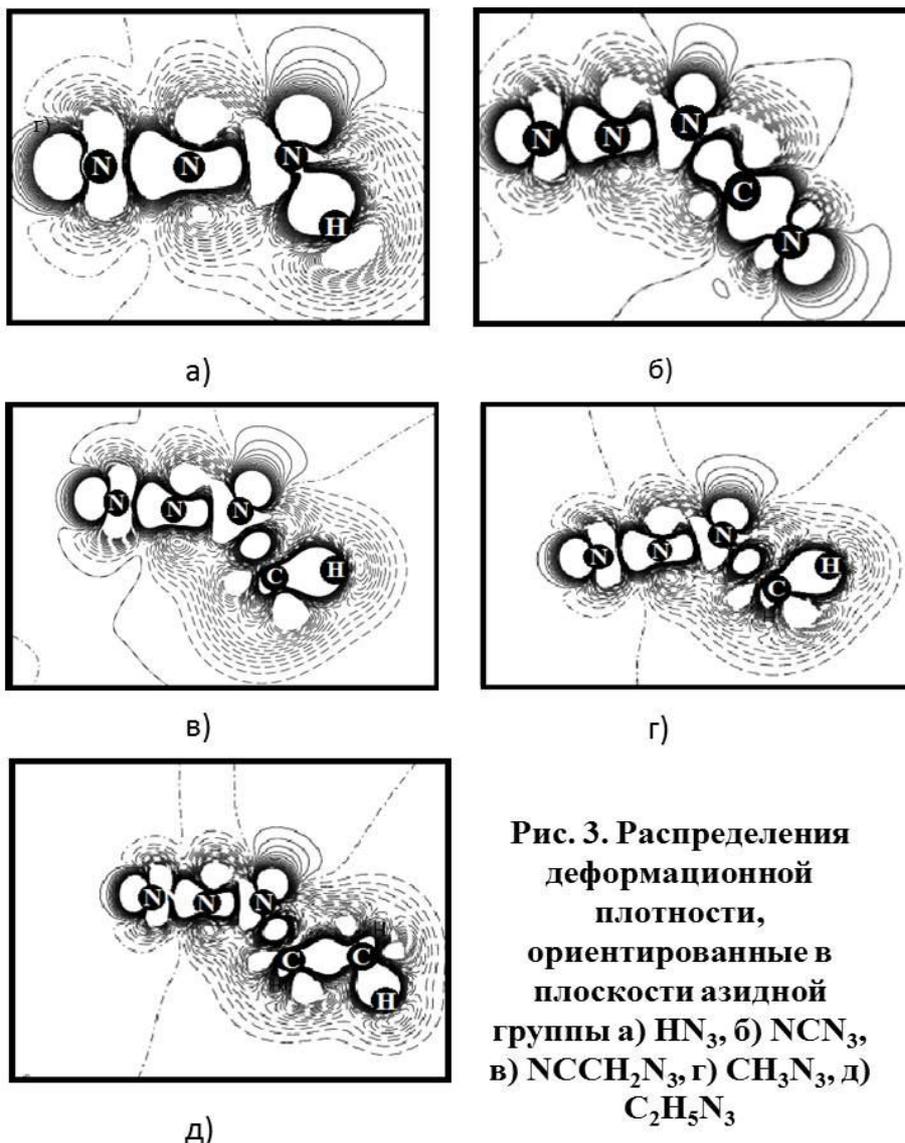


Рис. 3. Распределения деформационной плотности, ориентированные в плоскости азидной группы а) HN_3 , б) NCN_3 , в) NCCH_2N_3 , г) CH_3N_3 , д) $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3$

В Таблице 3 приведены расчетные данные частот азидных групп. Настоящие данные находятся в оптимальном согласии с экспериментом [10] и с другими расчётными работами [6]. Так азидная группа в молекуле CH_3N_3 имеет ассиметричную моду 2129cm^{-1} и симметричную моду 1276cm^{-1} . Максимальная погрешность, касающаяся ИК-спектра, составляет 3,2%. На Рисунке 4 приведен ИК-спектр всех пяти соединений. В ИК-спектрах всех азидов присутствуют характеристические полосы при $2180\text{--}2100\text{cm}^{-1}$ (ассимметричные валентные колебания) и $1310\text{--}1240\text{cm}^{-1}$ (симметричные валентные колебания). Наибольший вклад в ассиметричные колебания каждой молекулы привносят колебания среднего атома N_2 азидной группы.

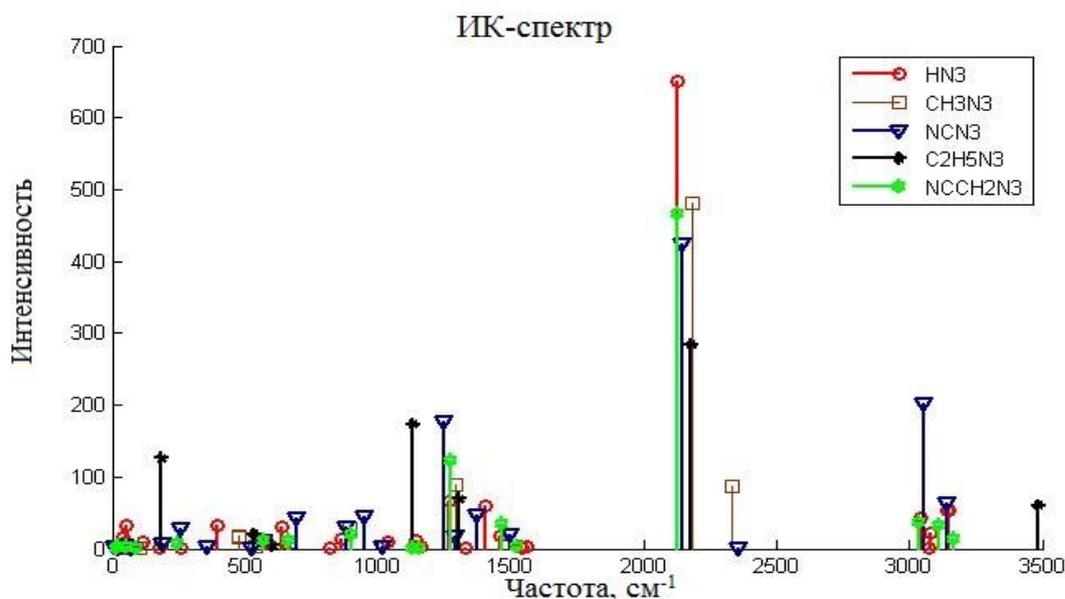


Рис. 4. ИК-спектр рассчитанных структур

В настоящей работе методом функционала плотности рассчитаны основные характеристики малых молекул органических азидов HN_3 , CH_3N_3 , NCN_3 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3$, NCCH_2N_3 : структурные, энергетические, частотные и характеристики химической связи. Структура азидной группы нелинейна, с характерным углом порядка 170° . Частотный спектр всех соединений имеет характеристические пики интенсивности, создаваемые средним атомом азота N_2 азидной группы. Приведенные данные находятся в хорошем согласии с экспериментом, максимальная погрешность метода составляет 3,2%. Проведенное исследование позволяет утверждать, что основополагающим фактором, определяющим реакционную способность малых молекул органических азидов, является сила химического связывания в азидной группе. С одной стороны, между крайним и центральным атомами азота $\text{N}_1\text{--}\text{N}_2$, с другой стороны, между углеродом (водородом) и ближайшим к нему атомом азота $\text{N}_3\text{--}\text{C}(\text{H})$.

Литература

1. O.V.Dorofeeva, O. N. Ryzhova, M. A. Suntsova. Accurate Prediction of Enthalpies of Formation of Organic Azides by Combining G4 Theory Calculations with an Isodesmic Reaction Scheme // J. Phys. Chem. A. 2013, 117, 6835–6845.
2. M. F. Peintinger, D.V. Oliveira, T.Bredow. Consistent Gaussian Basis Sets of Triple-Zeta Valence with Polarization Quality for Solid-State Calculations // J. Comput. Chem. 2013, 34(6), 451-459.
3. R. Dovesi, V.R. Saunders, C. Roetti, R. Orlando, C. M. Zicovich-Wilson, F. Pascale, B. Civalleri, K. Doll, N.M. Harrison, I.J. Bush, Ph. D'Arco, M. Llunell CRYSTAL09 2.0.1. User's Manual, 2013.
4. Sklenak, S.; Gatial, A.; Biskupic, S. Ab initio study of small organic azides. J. Mol. Struct. (THEOCHEM) 1997, 397, 249-262.
5. Badawi, H.M. Theoretical study of the structure and vibrational spectra of formyl and methyl azides. J. Mol. Struct. (THEOCHEM) 2002, 583, 89-97.
6. Fu, A.; Du, D.; Zhou, Z. Density functional study on the vibrational frequencies of hydrazoic acid and methyl azide Chinese Chem. Letts. 1999, 10, 619-622.
7. F. Chen, F. Wang. Electronic Structure of the Azide Group in 3'-Azido-3'- deoxythymidine (AZT) Compared to Small Azide Compounds // Molecules 2009, 14, 2656-2668.
8. Sklenak, S.; Gatial, A.; Biskupic, S. Ab initio study of small organic azides. J. Mol. Struct. (THEOCHEM) 1997, 397, 249-262.
9. Salathiel, W.M.; Curl, J.R.F. Microwave Spectrum of Methylazide. J. Chem. Phys. 1966, 44, 1288-1290.
10. Nielsen, C.J.; Sjøfjogren, C.E. The vibrational spectra, molecular structure and conformation of organic azides : Part IV. An ab initio study of hydrazoic acid, azidomethane, azidoethane, azidoethene and azidomethanal. J. Mol. Struct. (THEOCHEM) 1987, 150, 361-379.

Карданова З.И.

Соискатель, Кабардино-Балкарский государственный университет
ОБ АНОМАЛЬНОЙ ФОСФОРЕСЦЕНЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ПОЛУПРОВОДНИКА

Аннотация

Исследуя люминесцентные свойства органических полупроводников, в частности поли-N-винилкарбазола, была обнаружена аномальная фосфоресценция, т.е. немономтонное убывание затухания, особенно у чистого. Область времён, характерных для аномалии, в случае с поли-N-винилкарбазолом меньше, чем у желатина.

Ключевые слова: органические полупроводники, фосфоресценция, поли-N-винилкарбазол, желатин

Kardanova Z.I.

Graduate student, Kabardin-Balkar state university
ABOUT ABNORMAL PHOSPHORESCENCE OF ORGANIC SEMICONDUCTORS

Abstract

Investigating the luminescent properties of organic semiconductors, in particular poly-N-vinylcarbazol, the abnormal phosphorescence, i.e. nonmonotonic decrease of attenuation, was found, especially in the pure. The range of times, characteristic for abnormality, in the case with poly-N-vinylcarbazol is less, than for gelatin.

Keywords: organic semiconductors, phosphorescence, poly-N-vinylcarbazol, gelatin.

Широкое применение в электрофотографии и заслуживающим внимания является поли-N-винилкарбазол (ПВК), измерения проведены на двух образцах ПВК [1-5, 13-16], которые различались степенью чистоты, вследствие чего различной была и их электрофотографическая чувствительность, много большая у менее чистого образца.

Вполне отчетливо наблюдаются аномальная фосфоресценция у образцов ПВК, особенно для чистого. Как и следовало ожидать, область времен, характерных для аномалии, в случае ПВК существенно отличается от таковой в случае желатины.

Действительно, большая фотопроводимость ПВК по сравнению с желатиной свидетельствует либо, о более низкой концентрации ловушек фотоэлектронов в нем, либо о малой глубине ловушек, либо, наконец, о том и другом одновременно. Поэтому, время нахождения электронов в системе мелких ловушек после прекращения возбуждения, определяющее длительность наблюдаемой аномалии, должно быть невелико, и если для различных образцов желатины максимум аномалии соответствовал временам от нескольких десятых до целой секунды, то для ПВК он расположен при временах, на порядок меньших.

При сопоставлении результатов для ПВК и желатины можно отметить еще одну совпадающую особенность обеих веществ - антикорреляцию фосфоресцентных и фотографических характеристик. Что касается общих результатов работы, то они именно таковы, какие и ожидалось: во-первых, обнаружено еще одно органическое вещество с аномальной фосфоресценцией, т.е. желатина в этом отношении не уникальна, а является представителем целого класса веществ, и, во - вторых, подтверждена ожидавшаяся связь аномальной фосфоресценции с фото проводимыми свойствами.

Как показано выше, аномальная фосфоресценция, обнаруженная у желатины и других органических соединений, интерпретировалась как результат перераспределения электронов по мелким локальным уровням в запрещенной зоне. Чем дальше электроны находятся на этих уровнях и чем, следовательно, эффективнее система таких уровней, тем труднее должна происходить передача электронов желатиной микрокристаллам галогенида серебра в фотографической эмульсии. Если это действительно так, введение солей серебра непосредственно в желатину приведет к полному исчезновению или, по крайней мере, к значительному уменьшению аномалии, так как создается возможность для "отсасывания" электронов с мелких локальных уровней желатины путем перехода в зону проводимости Ag - соединений или на их локальные уровни.

Если в 10 % - ные растворы желатин всех типов ввести раствор AgNO_3 , то аномальная фосфоресценция исчезает, а длительность фосфоресценции существенно уменьшается, что свидетельствует о взаимодействии AgNO_3 с желатиной. Такой же результат, получается при синтезе AgBr МК в растворе желатины, одновременно вливая растворы AgNO_3 и KBr .

Влияние солей Ag, из которых AgNO_3 находится в состоянии молекулярной дисперсности, а AgBr образует отдельную фазу, вполне сопоставимо по величине. Это означает, что определяющую роль в "отсасывании" электронов в обоих случаях играют связи желатины с серебром, скорее всего в ионной форме, но не с нитратом и не с бромидом.

Утверждение дополнительно подкрепляется еще и результатами опытов, в которых слои желатины с AgNO_3 и AgBr засвечивались УФ - излучением до появления видимого почернения. Выделение фотолитического серебра приводит к тем же изменениям кинетики фосфоресценции образцов.

Для выяснения природы тех связей, которые служат каналом передачи электронов, [6-12, 17-19] проведены измерения инфракрасных (ИК) спектров тех же образцов, на автоматическом регистрирующем спектрометре ИКС-22. Как видно из рисунка 1, существенные и однотипные по характеру изменения по мере перехода от кривой 1 к кривым 2 и 3 обнаруживаются для четырех длинноволновых полос: 1410 , 1340 , 1205 и 1080 см^{-1} , особенно для второй и четвертой из них. Полосы 1420 и 1220 см^{-1} в спектре чистой желатины принадлежат соответственно ионизованной и не ионизованной формам карбоксильной группы COOH , легко переходящей в COOMe , что должно сопровождаться длинноволновым сдвигом полос (в данном случае до 1410 и 1205 см^{-1}) вследствие утяжеления группы. Следовательно, полученные результаты говорят в пользу связывания желатины с галогенидами или другими солями серебра через аспарагиновые остатки являющиеся основным поставщиком, как уже говорилось выше, группа COOH .

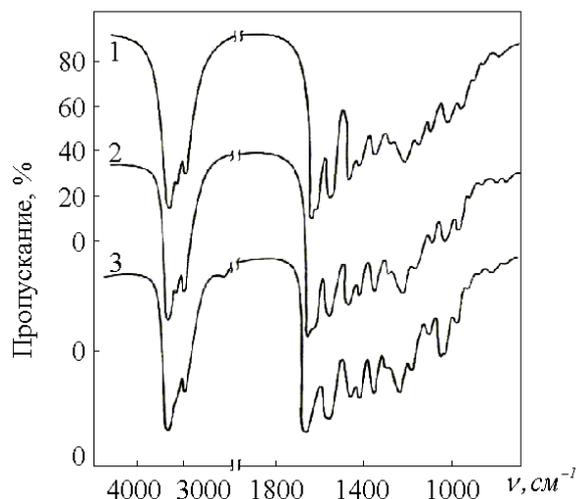


Рис. 1. ИК - спектры поглощения чистой инертной желатины (1), полученной на ней примитивной AgBr -эмульсии (2), после лазерного экспонирования (3). Для удобства рассматривания кривых ординаты каждой следующей кривой сдвинуты относительно предыдущей.

Итак, из всех изложенных результатов следует образование связей желатины с Ag, различных для двух форм дисперсности серебра - атомной и полиатомной (включая коллоидную). Та и другая, как следует из уже обсуждавшихся люминесцентных данных, участвуют в "отсасывании" электронов с мелких локальных уровней в запрещенной зоне желатины и передаче их в соединения серебра, в частности галогениды.

Используя полученные экспериментальные факты, построена теоретическая концепция возникновения аномальной фосфоресценции, у органических соединений рассматривая их как органический полупроводник.

Литература

1. Картужанский А.Л., Азизов И.К. Спектральные и кинетические различия люминесценции фотографических желатин разных типов // Журнал прикладной спектроскопии. - 1973. - Т. 19. - № 5. - С. 872-876.
2. Kartuzhanskii A.L., Azizov I.K. Spectral and Kinetic Differences in the Luminescence of Photographic Gelatins of Different Types // Journal of Applied Spectroscopy. - 1973. - Vol. 19. - № 5. - P. 1466 - 1470.

3. Абазехов М.М., Азизов И.К., Картужанский А.Л. Фосфоресценция фотографических желатин, содержащих тиосульфат или сульфит // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. – 1975. – № 2. – С. 145-147.
4. Азизов И.К. и др. Участие электронных уровней эмульсионного связующего в фотографическом процессе // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. – 1975. – Т. 20. – № 3. – С. 161-171.
5. Азизов И.К., Картужанский А.Л. Аномальная фосфоресценция поли-N-винилкарбазола // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. – 1977. – Т. 22. – № 4. – С. 289-290.
6. Азизов И.К. и др. Люминесцентное и ИК - спектральное проявление связей желатины с галогенидом серебра // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. – 1980. – № 1. – С. 11-14.
7. Абазехов М.М., Азизов И.К., Картужанский А.Л., Лиев А.Х. О собственных полосах фотолюминесценции микрокристаллов AgBr фотографических эмульсий // Оптика и спектроскопия. – 1982. – Т. 52. – № 2. – С. 286-288.
8. Liev A. Kh., Kartuzhanskii A.L., Azizov I.K. Structure of the IR Emission Band of Silver Sulfide Centers in AgBr Microcrystals // Optics and Spectroscopy. -1984. –Vol. 57. - № 5. – С. 572 – 573.
9. Лиев А.Х., Картужанский А.Л., Азизов И.К. О структуре ИК-полосы свечения сульфидосеребряных центров на микрокристаллах AgBr // Оптика и спектроскопия. – 1984. – Т. 57. – № 5. – С. 938-939.
10. Лиев А.Х., Картужанский А.Л., Азизов И.К. Фотолюминесценция и фотолиз в смешанных системах нитрита или бромида серебра с его сульфидом // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. – 1987. – Т. 32. – № 1. – С. 3-7.
11. Azizov I.K., Liev A.Kh., Khokonov Kh.V. Optical Phenomena in Planar AgBr Microcrystals // Crystallography Reports. - 2003. – Vol. 48. - № 2. – P. 311-314.
12. Azizov I.K. et al. Mechanical Deformation of Flat silver Bromide Microcrystals under Illumination // Crystallography Reports. - 2012. –Vol. 57. - № 7. – P. 920 – 922.
13. Азизов И.К., Лизарова А.В., Юрченко А.Ф. Некоторые результаты применения люминесцентного метода к исследованию эмульсионных слоев цветных фотобумаг // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. - 1973. - Т. 18. - № 1. – С. 130-132.
14. Азизов И.К., Зайденберг Я.З., Картужанский А.Л., Яхонтская Л.П. К вопросу о механизме влияния родия на галогенидосеребряные эмульсии // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. - 1973. – Т. 18. - №3. – С. 203-205.
15. Азизов И.К., Белоус В.М., Картужанский А.Л. Люминесцентное исследование мелких уровней захвата электронов, участвующих в образовании скрытого фотографического изображения // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. – 1973. - № 2. – С. 125-127.
16. Лиев А.Х., Ципинова А.Х., Пачев О.М., Азизов И.К. Люминесцентные исследования механизма спектральной сенсibilизации галогенидов серебра красителями // Вестник Кабардино-Балкарского государственного университета. - 1996. - № 1. – С. 201-207.
17. Азизов И.К., Лиев А.Х., Хоконов Х.Б. Оптические явления в плоских МК галогенидов серебра // Кристаллография. – 2002. - № 6. – С. 346-349.
18. Азизов И.К., Белимготов Б.А. Люминесценция галогенидов серебра при комнатной температуре // Вестник Дагестанского научного центра РАН. - 2001. - № 12. - С. 42-46.
19. Азизов И.К., Ципинова А.Х. Механизм фотолиза в микрокристаллах галогенида серебра // Вестник Дагестанского научного центра РАН. - 2002. - № 1. - С. 37-39.

Карданова З.И.¹, Белимготов Б.А.²

^{1,2}Соискатели, Кабардино-Балкарский государственный университет

ЖЕЛАТИН КАК ОРГАНИЧЕСКИЙ ПОЛУПРОВОДНИК

Аннотация

В работе показано, что фотографический желатин служит не только матрицей, в которой находятся микрокристаллы галогенидов серебра; они являются активным передатчиком электронов от желатины к микрокристаллам галогенидов серебра.

Ключевые слова: фотографический желатин, галогениды серебра.

Kardanova Z.I.¹, Belimgotov B.A.²

^{1,2}Graduate students, Kabardin-Balkar state university

GELATIN AS ORGANIC SEMICONDUCTOR

Abstract

In work it is shown that photographic gelatin serves not only as a matrix, in which there are microcrystals of halogenides of silver; they are the active transmitter of electrons from gelatin to microcrystals of halogenides of silver.

Keywords: photographic gelatin, halogenides of silver.

Для выяснения наличия передачи электронов от желатины к AgHal на свету во время экспонирования проведены исследования люминесцентных характеристик желатины [1-7, 16-19], AgHal (порошков) и фотоэмульсионных слоев с различным соотношением AgHal и желатины, возбуждая люминесценцию как излучением 365 нм, так и β - излучением от источника $Sr^{90} + Y^{90}$. Были измерены спектры возбуждения и свечения желатины и AgHal.

Для ответа на указанные вопросы проведены также измерения термовысвечивания желатины, порошков AgHal и эмульсионных слоев, возбуждаемых при 77 К ионизирующим излучением. Затем образцы медленно нагревали до комнатных или более высоких температур.

Исследования показали, что и желатина и порошки AgHal запасают энергии при 77 К, во время нагревания обнаруживают несколько максимумов термовысвечивания, позволяющих оценить глубину соответствующих ловушек для электронов, участвующих в запасании энергии. Наиболее интенсивны два максимума при 160 - 180 и 250 – 270 К. Как показали расчеты, указанным максимумам, соответствуют энергии термической активации 0,024 и 0,041 эВ; если принять как обычно оптическую энергию активации в 3 раза больше термической, то глубина мелких уровней в желатине должна составлять ~0,07 и ~0,12 эВ.

Запасанием светосуммы обладает и фотографическая эмульсия, которая зависит от концентрации желатины и имеет максимум при $C = 60\%$ что свидетельствует о взаимодействии желатины с МК при экспонировании. Наличие максимума можно объяснить, если предположить, что из желатины в AgHal происходит передача именно электрона, характеризуемая некоторым предельным расстоянием между местом возбуждения в желатине и местом инъекции электрона в AgHal.

Максимум светосуммы, соответствующий концентрации 60% желатины, достигается, как показывают расчеты, при зазоре ~30.0 нм. С другой стороны, эта величина приблизительно равна удвоенному диаметру макромолекулы желатины. Таким образом, оптимальная ситуация для передачи электронов из желатины в AgHal создается именно тогда, когда на поверхности AgHal образуется мономолекулярное покрытие адсорбированной желатины.

Как одно из очевидных положений в теории фотографического процесса всегда принималось, что при экспонировании эмульсионного слоя только поглощенная в AgHal энергия используется для регистрации экспонирующего излучения; энергия же,

поглощенная в желатине, считалась фотографически бесполезной. Полученные в работах [8-15] данные заставляют пересмотреть это положение и считать, что при известных условиях фотографически полезной может быть и энергия, поглощенная желатиной.

Все полученные данные при исследовании желатин: аномальная фосфоресценция, способность запасаения светосуммы и т.д. являются уникальными и ни один из заменителей желатины, в том числе и поливиниловый спирт, указанными свойствами не обладают.

Изучены механизм взаимодействия желатины с тиосульфатом и сульфитом. Исследования проводились на инертной желатине фирмы "Русело", Франция, с содержанием SO_2 -0,001% и отсутствием тиосульфата в аналитически определяемых количествах. На 100 мл 10 % - ного водного раствора этой желатины в различных образцы вводились $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ или Na_2SO_3 в количествах от 0,1 до 3,0 мл соответствующих 5 % - ных водных растворов; приготовление последних велось по методике, описанной в руководстве Кольтгофа и др. и имеющей целью предотвратить попадание в них O_2 и CO_2 .

Исследования показали, что влияние сульфита на активность желатины, иногда положительное, но иногда отрицательное, не может, по-видимому, иметь механизм того же типа, что и влияние тиосульфата.

Если тиосульфату, например, можно приписать создание в желатине донорных уровней, облегчающих передачу электронов в AgHal , то сульфиту его приписать нельзя. Возможно, действие сульфита не может быть сведено к какому - либо одному механизму, особенно если учесть усложнение картины в случае одновременного присутствия обеих исследуемых веществ, когда имеет место их взаимодействие, зависящее от их соотношения в желатине. Хотя полученными данными характер этого взаимодействия не устанавливается, можно определенно отвергнуть предположение об окислении иона S^{2-} -тиосульфата ионом S^{4+} сульфита (до S^0 и S^{6+} соответственно). Так как при этом влияние тиосульфата должно было бы убывать с уменьшением его содержания и увеличением содержания сульфита, что противоречит результатам эксперимента.

В связи с тем, что аномальная фосфоресценция для органолюминофоров вообще не была известна до этих работ, а рассмотрение желатины как фотопроводника и описание ее поведения в терминах зонной модели не являются общепринятыми, ощущалась необходимость в подтверждении использованного подхода. Таким подтверждением могло бы служить, например, обнаружение аномальной фосфоресценции у других полимерных органических соединений, особенно таких, которые заведомо были фотопроводниками.

Литература

1. Картужанский А.Л., Азизов И.К. Спектральные и кинетические различия люминесценции фотографических желатин разных типов // Журнал прикладной спектроскопии. – 1973. – Т. 19. – № 5. – С. 872-876.
2. Kartuzhanskii A.L., Azizov I.K. Spectral and Kinetic Differences in the Luminescence of Photographic Gelatins of Different Types // Journal of Applied Spectroscopy. – 1973. - Vol. 19. - № 5. – P. 1466 – 1470.
3. Абазехов М.М., Азизов И.К., Картужанский А.Л. Фосфоресценция фотографических желатин, содержащих тиосульфат или сульфит // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. – 1975. – № 2. – С. 145-147.
4. Азизов И.К. и др. Участие электронных уровней эмульсионного связующего в фотографическом процессе // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. – 1975. – Т. 20. – № 3. – С. 161-171.
5. Азизов И.К., Картужанский А.Л. Аномальная фосфоресценция поли-N-винилкарбазола // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. – 1977. – Т. 22. – № 4. – С. 289-290.
6. Азизов И.К. и др. Люминесцентное и ИК - спектральное проявление связей желатины с галогенидом серебра // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. – 1980. – № 1. – С. 11-14.
7. Абазехов М.М., Азизов И.К., Картужанский А.Л., Лиев А.Х. О собственных полосах фотолюминесценции микрокристаллов AgBr фотографических эмульсий // Оптика и спектроскопия. – 1982. – Т. 52. – № 2. – С. 286-288.
8. Liev A. Kh., Kartuzhanskii A.L., Azizov I.K. Structure of the IR Emission Band of Silver Sulfide Centers in AgBr Microcrystals // Optics and Spectroscopy. -1984. -Vol. 57. - № 5. – С. 572 – 573.
9. Лиев А.Х., Картужанский А.Л., Азизов И.К. О структуре ИК-полосы свечения сульфидосеребряных центров на микрокристаллах AgBr // Оптика и спектроскопия. – 1984. – Т. 57. – № 5. – С. 938-939.
10. Лиев А.Х., Картужанский А.Л., Азизов И.К. Фотолюминесценция и фотолит в смешанных системах нитрита или бромидов серебра с его сульфидом // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. – 1987. – Т. 32. – № 1. – С. 3-7.
11. Azizov I.K., Liev A.Kh., Khokonov Kh.V. Optical Phenomena in Planar AgBr Microcrystals // Crystallography Reports. - 2003. – Vol. 48. - № 2. –P. 311-314.
12. Azizov I.K. et al. Mechanical Deformation of Flat silver Bromide Microcrystals under Illumination // Crystallography Reports. - 2012. –Vol. 57. - № 7. – P. 920 – 922.
13. Азизов И.К., Лизарова А.В., Юрченко А.Ф. Некоторые результаты применения люминесцентного метода к исследованию эмульсионных слоев цветных фотобумаг // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. — 1973. – Т. 18. - №1. – С. 130-132.
14. Азизов И.К., Зайденберг Я.З., Картужанский А.Л., Яхонтская Л.П. К вопросу о механизме влияния родия на галогенидосеребряные эмульсии // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. -1973. – Т. 18. - № 3. –С. 203-205.
15. Азизов И.К., Белоус В.М., Картужанский А.Л. Люминесцентное исследование мелких уровней захвата электронов, участвующих в образовании скрытого фотографического изображения // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. – 1973. - № 2. – С. 125-127.
16. Лиев А.Х., Ципинова А.Х., Пачев О.М., Азизов И.К. Люминесцентные исследования механизма спектральной сенсibilизации галогенидов серебра красителями // Вестник Кабардино-Балкарского государственного университета. -1996. - № 1. – С. 201-207.
17. Азизов И.К., Лиев А.Х., Хоконов Х.Б. Оптические явления в плоских МК галогенидов серебра // Кристаллография. – 2002. - № 6. – С. 346-349.
18. Азизов И.К., Белимготов Б.А. Люминесценция галогенидов серебра при комнатной температуре // Вестник Дагестанского научного центра РАН. - 2001. - № 12. - С. 42-46.
19. Азизов И.К., Ципинова А.Х. Механизм фотолитиза в микрокристаллах галогенида серебра // Вестник Дагестанского научного центра РАН. - 2002. - № 1. - С. 37-39.

Кумахов А.М.

Доктор физико-математических наук, профессор, Кабардино-Балкарский государственный университет

ОБ ОРИГИНАЛЬНЫХ СВОЙСТВАХ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ ЖЕЛАТИН

Аннотация

Впервые обнаруженная в работе аномальная фосфоресценция органических соединений (фотографических желатин различной активности) свидетельствует о том, что их можно рассматривать как органические полупроводники. На это также указывает наличие структуры в спектре фосфоресценции желатин.

Ключевые слова: фосфоресценция, желатин, органические полупроводники.

Kumakhov A.M.

The abnormal phosphorescence of organic compounds for the first time found in work (photographic gelatin of various activity), testifies that they can be considered as organic semiconductors. To this fact also points structure existence in a phosphorescence spectrum of gelatins.

Keywords: phosphorescence, gelatin, organic semiconductors.

Как известно [1], в фотографических эмульсиях желатина выполняет несколько функций, важнейшей из которых является формирование фотографической чувствительности путем образования электроноакцепторных примесных центров на поверхности AgHal МК. Эти центры возникают при взаимодействии AgHal с соединениями лабильной двухвалентной серы, присутствующими в желатине, во время так называемого химического созревания, т.е. длительного прогрева системы AgHal + желатина. Независимо от конкретного механизма этого взаимодействия (пока остающегося предметом дискуссий) химическое созревание можно представить как процесс в широком смысле слова восстановительный, связанный с передачей электронов от желатины к AgHal.

Исследование [2, 5-9, 13-19] люминесцентных свойств 10% - ных растворов желатин трех типов - ВаМ (высокоактивная медленная), ВаС (высокоактивная средняя) и МаМ (малоактивная медленная) - показало, что они имеют длительную и притом аномальную (немонотонно меняющуюся) фосфоресценцию.

С увеличением активности желатины и скорости созревания с этой желатиной интенсивность и длительность фосфоресценции уменьшаются. В связи с этим представляло значительный интерес выяснить, является ли длительность аномальной фосфоресценции однозначной характеристикой фотографических свойств желатины. Были приготовлены образцы растворов одной из трех желатин [3, 10-12], а также желатины высокоактивная медленная, в которую до опытов вводились малые количества $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ или CuCl_2 ; первая добавка должна была повлиять на скорость созревания эмульсии с данной добавкой, а вторая - на активность желатины, т.е. превратить желатину высокоактивную медленную, при надлежащей концентрации добавок, в высокоактивную среднюю или малоактивную медленную, соответственно. Как оказалось, добавка $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ к желатине высокоактивная медленная, действительно доводила длительность фосфоресценции до значений, свойственных желатине высокоактивная средняя, а добавка CuCl_2 - до значений, свойственных желатине малоактивная медленная. Те же закономерности обнаружены для растворов желатин с AgCl.

Таким образом, фотографическая активность желатины определяется, по-видимому, именно присутствием соединений с лабильной серой и других активирующих или дезактивирующих примесей, а не свойствами самой макромолекулы желатины. Поэтому люминесцентные характеристики эмульсии могут служить критерием для оценки важнейших свойств фотографической желатины, причем измерение соответствующих характеристик выполняется много быстрее и проще, чем измерение сенситометрических характеристик после созревания эмульсий, как это принято для оценки желатин в настоящее время.

Проведены эксперименты [4], позволяющие рассматривать фотографическую желатину как своего рода органический полупроводник. Поводом для такого заключения послужил эксперимент, связанный с возбуждением желатиновых образцов не только излучением 365 нм, поглощаемым примесями желатины, но и излучением 254 нм, соответствующим собственному поглощению желатины. Эксперимент показал, что аномалия фосфоресценции характерна при возбуждении электронов не только с примесных, но и с собственных уровней желатины. Реальность наличия уровней в желатине подтверждается спектром фосфоресценции желатин.

Выше показано, что длительность фосфоресценции инертной желатины больше всех остальных. Это означает, что множество мелких уровней в ней не только задерживают возвращение возбужденных электронов желатины с локальных уровней в основное состояние (с чем связана большая величина t), но и препятствует переходу их в AgHal (чем объясняется ее минимальная активность).

По-видимому, непосредственный переход электронов с локальных уровней желатины, не содержащей активных примесей, в AgHal маловероятен. Об этом, в частности, свидетельствуют опыты, показывающие, что введение тиосульфата натрия в инертную желатину уменьшает, аномалию и длительность ее фосфоресценции, т.е. уменьшает и время нахождения электронов в системе мелких уровней, вероятно, путем создания более глубоких уровней.

На основании приведенных данных темновая передача электронов от желатины к AgHal представляется вполне реальной.

Литература

1. Картужанский А.Л., Азизов И.К. Спектральные и кинетические различия люминесценции фотографических желатин разных типов // Журнал прикладной спектроскопии. - 1973. - Т. 19. - № 5. - С. 872-876.
2. Kartuzhanskii A.L., Azizov I.K. Spectral and Kinetic Differences in the Luminescence of Photographic Gelatins of Different Types // Journal of Applied Spectroscopy. - 1973. - Vol. 19. - № 5. - P. 1466 - 1470.
3. Абазехов М.М., Азизов И.К., Картужанский А.Л. Фосфоресценция фотографических желатин, содержащих тиосульфат или сульфит // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. - 1975. - № 2. - С. 145-147.
4. Азизов И.К. и др. Участие электронных уровней эмульсионного связующего в фотографическом процессе // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. - 1975. - Т. 20. - № 3. - С. 161-171.
5. Азизов И.К., Картужанский А.Л. Аномальная фосфоресценция поли-N-винилкарбазола // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. - 1977. - Т. 22. - № 4. - С. 289-290.
6. Азизов И.К. и др. Люминесцентное и ИК - спектральное проявление связей желатины с галогенидом серебра // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. - 1980. - № 1. - С. 11-14.
7. Абазехов М.М., Азизов И.К., Картужанский А.Л., Лиев А.Х. О собственных полосах фотолюминесценции микрокристаллов AgBr фотографических эмульсий // Оптика и спектроскопия. - 1982. - Т. 52. - № 2. - С. 286-288.
8. Liev A. Kh., Kartuzhanskii A.L., Azizov I.K. Structure of the IR Emission Band of Silver Sulfide Centers in AgBr Microcrystals // Optics and Spectroscopy. - 1984. - Vol. 57. - № 5. - С. 572 - 573.
9. Лиев А.Х., Картужанский А.Л., Азизов И.К. О структуре ИК-полосы свечения сульфидосеребряных центров на микрокристаллах AgBr // Оптика и спектроскопия. - 1984. - Т. 57. - № 5. - С. 938-939.
10. Лиев А.Х., Картужанский А.Л., Азизов И.К. Фотолюминесценция и фотолиз в смешанных системах нитрита или бромида серебра с его сульфидом // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. - 1987. - Т. 32. - № 1. - С. 3-7.
11. Azizov I.K., Liev A.Kh., Khokonov Kh.V. Optical Phenomena in Planar AgBr Microcrystals // Crystallography Reports. - 2003. - Vol. 48. - № 2. - P. 311-314.
12. Azizov I.K. et al. Mechanical Deformation of Flat silver Bromide Microcrystals under Illumination // Crystallography Reports. - 2012. - Vol. 57. - № 7. - P. 920 - 922.
13. Азизов И.К., Лизарова А.В., Юрченко А.Ф. Некоторые результаты применения люминесцентного метода к исследованию эмульсионных слоев цветных фотобумаг // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. - 1973. - Т. 18. - №1. - С. 130-132.
14. Азизов И.К., Зайденберг Я.З., Картужанский А.Л., Яхонтская Л.П. К вопросу о механизме влияния родия на

галогенидосеребряные эмульсии // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. - 1973. – Т. 18. - № 3. –С. 203-205.

15. Азизов И.К., Белоус В.М., Картужанский А.Л. Люминесцентное исследование мелких уровней захвата электронов, участвующих в образовании скрытого фотографического изображения // Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии. – 1973. - № 2. – С. 125-127.

16. Лиев А.Х., Ципинова А.Х., Пачев О.М., Азизов И.К. Люминесцентные исследования механизма спектральной сенсibilизации галогенидов серебра красителями // Вестник Кабардино-Балкарского государственного университета. - 1996. - № 1. – С. 201-207.

17. Азизов И.К., Лиев А.Х., Хоконов Х.Б. Оптические явления в плоских МК галогенидов серебра // Кристаллография. – 2002. - № 6. – С. 346-349.

18. Азизов И.К., Белимготов Б.А. Люменесценция галогенидов серебра при комнатной температуре // Вестник Дагестанского научного центра РАН. - 2001. - № 12. - С. 42-46.

19. Азизов И.К., Ципинова А.Х. Механизм фотолиза в микрокристаллах галогенида серебра // Вестник Дагестанского научного центра РАН. - 2002. - № 1. - С. 37-39.

Остроух Е.Н.¹, Солопова О.Г.², Кулешова Е.Ю.³

¹Доцент, Донской государственной технической университет, кандидат технических наук, доцент (ДГТУ, г. Ростов-на-Дону);

²Доцент, Ростовский государственный экономический университет, кандидат технических наук, доцент (РГЭУ, г. Ростов-на-Дону);

³Магистрант, Донской государственной технической университет, (ДГТУ, г. Ростов-на-Дону).

НАХОЖДЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОГО ПИЩЕВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ И МЕТОДА РОЯ ЧАСТИЦ

Аннотация

В данной работе предложена оптимизационная постановка задачи управления функционированием предприятия, выпускающего пищевую продукцию с большой номенклатурой наименований, поставленная в форме задачи нелинейного программирования с векторным критерием, для решения которой разработан модифицированный генетический алгоритм, а также один из инновационных эвристических методов-метод роя частиц. Разработан программный продукт, применяющий два алгоритма оптимизации на выбор пользователя – генетический алгоритм или алгоритм роя частиц.

Ключевые слова: нелинейное программирование, генетический алгоритм, стратегия управления.

Ostrouh E.N.¹, Solopova O.G.², Kuleshova E.U.³

¹Professor of department, Don state technical University, candidate of technical Sciences (DSTU, Rostov on Don),

²Professor of department, Rostov state economic University, candidate of technical Sciences (RSEU, Rostov on Don),

³Undergraduate of Don state technical University (DSTU, Rostov on Don),

OPTIMAL STRATEGIES MULTIPRODUCT FOOD BUSINESSOPERATION USING GENETIC ALGORITHMS AND PARTICLE SVARM

Abstract

In this paper the authors propose an optimization problem of control over the operation of the company, which produces food products with a large range of items delivered in the form of a nonlinear programming problem with a vector criterion, for which we have developed a modified genetic algorithm, and also one of the innovative heuristic methods, particle swarm optimization. The developed software using two algorithms of optimization on the user selection - genetic algorithm or particle swarm optimization algorithm.

Keywords: nonlinear programming, genetic algorithms, management strategy.

Итак, рассматривается задача выбора оптимальной стратегии управления малым предприятием, имеющим дефицит финансовых ресурсов с учётом договорных обязательств и сезонности спроса на продукцию.

Решив её, получаем оптимальную стратегию управления предприятием на данный момент времени (изменение номенклатуры изделий, введение инновационных технологий и т.д.).

Математическая модель задачи имеет следующий вид:

$$\sum_{i=1}^n C_i \cdot X_i \rightarrow \max, \quad (1)$$

где: C_i – удельная прибыль от продажи единицы продукции, т.е., разница между доходом и затратами: на приобретение сырья Z_1 , транспортировки Z_2 , хранения на складе Z_3 , налогообложение Z_4 .

Исходя, например, из прибыли минимум в 25 %, имеем:

$$C_i = 1,25 \cdot (Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4) \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n b_i \cdot X_i \rightarrow \min, \quad (3)$$

где: $b_i, i=1..n$ – удельные издержки на транспортировку и хранение продукции;

$$\sum_{i=1}^n e_i \cdot X_i \rightarrow \min, \quad (4)$$

где: $e_i, i=1..n$ – экологические издержки при производстве;

$$\sum_{i=1}^n a_i \cdot X_i \leq A, \quad (5)$$

где: $a_i, i=1..n$ – удельная отпускная цена единицы товара;

A – розничная цена (цена в розничном магазине).

$$A \approx 0,85 \cdot A_1, \quad (6)$$

где: A_1 – оборотный капитал (на закупку, транспортировку и хранение продукции);

$$\sum_{i=1}^n b_i \cdot x_i \leq M \quad (7)$$

где – затраты на издержки: $M=0,15 \times A_1$, (8)

$A+M= A_1$, (9)

$\alpha_i \leq x_i \leq \beta_i$, (10)

где: α_i – договорные обязательства с постоянными заказчиками на продукцию x_i ;

β_i – максимальный спрос на продукцию x_i ;
 $x_i \geq 0$ (11)

Многокритериальная задача (1), (3)-(5), (7), (10)-(11) может быть сведена к однокритериальной. Обозначим критерии (1), (3), (4) как F_1, F_2, F_3 соответственно.

Тогда целевая функция принимает вид:

$$\alpha \cdot F_1 - \beta \cdot F_2 - \gamma \cdot F_3 \rightarrow \max \quad (12)$$

Поставленная задача весьма специфична и использование классического генетического алгоритма весьма затруднительно, поэтому была проведена некоторая модификация классического алгоритма и получен модифицированный генетический алгоритм (рис.1), достаточно эффективно решающий сформулированную задачу. В отличие от классического алгоритма, при генерации каждой особи необходимо проверять её «живучесть», т.е. удовлетворяет ли особь поставленным ограничениям. При мутации и скрещивании ограничения не учитываются. Подвергаться процессу мутации может любая особь, у которой вероятность мутации выше 49%. В скрещивании могут участвовать любые пары особей. Выбор особей, которые будут скрещиваться, происходит случайным образом из всего поколения. Фактически, любая особь может скреститься с любой другой. Некоторые особи могут участвовать в размножении не один раз. Формирование нового поколения происходит с учетом ограничений. Если окажется, что какая-либо новая особь не удовлетворяет ограничениям, то она выбрасывается из нового поколения. Недостающее число особей генерируется с учетом ограничений. Это гарантирует, что в каждом новом поколении будут находиться исключительно особи, которые удовлетворяют всем ограничениям. Ещё одним отличием является то, что количество поколений заранее фиксировано, т.е., идёт до указанного числа, и наилучшее решение будет получено при генерации всех поколений. Это неудобство возникло из-за того, что невозможно заранее предсказать желаемую прибыль. Так как классический генетический метод даёт сходимость в среднем за 500 итераций (поколений), то и в данной задаче было принято решение углубиться до 500 поколений. В каждом поколении существует 100 особей.

Блок-схема алгоритма представлена на рисунке 1.

Эта же задача была решена с использованием метода роя.

Блок-схема алгоритма представлена на рисунке 2.

Простой и эффективный путь подбора параметров метода роя предложен Педерсеном и другими авторами [1-2]. Они же провели численные эксперименты с учетом различного типа критериев оптимальности и ограничений для «настройки» параметров МРЧ.

Проведенные по данным алгоритмам вычисления решения конкретно поставленной задачи с нелинейными ограничениями дали схожие результаты, практически не отличающиеся друг от друга.

Результатом выполнения работы является программный продукт, который позволяет получить оптимальную стратегию работы малого

предприятия. Стратегия управления учитывает три критерия: доход, издержки и экологичность производства.

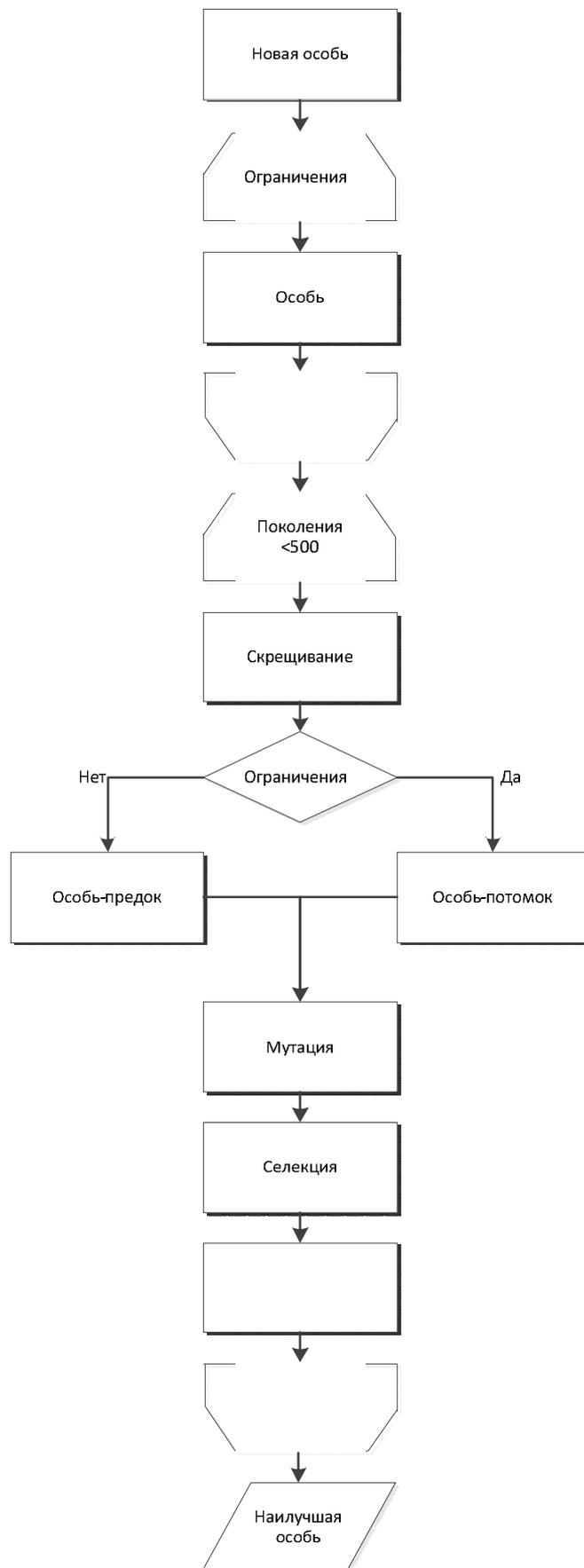


Рис. 1 – Блок схема модифицированного генетического алгоритма



Рис.2 – Блок схема алгоритма роя частиц

Было показано, что разработанная модель, благодаря учёту при расчетах экологической составляющей, обеспечивает наиболее безопасную и экологичную работу любого малого предприятия.

Литература

1. Алгоритм роя частиц [Электронный ресурс] – URL:http://ru.wikipedia.org/wiki/Алгоритм_роя_частиц
2. Алгоритм роя частиц [Электронный ресурс] – URL: <http://habrahabr.ru/post/105639/>

Хузина Ф.Р.¹, Салиева М.С.².

¹Кандидат физико-математических наук, доцент; ²старший преподаватель, Бирский филиал Башкирского государственного университета

ЧИСЛЕННЫЙ РАСЧЕТ ИСТЕЧЕНИЯ ВСПИПАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ ИЗ ЕМКОСТИ КОНЕЧНОГО ОБЪЕМА ЧЕРЕЗ ЩЕЛЬ

Аннотация

Рассмотрено истечение парожидкостной смеси из большой емкости через щель. Для адиабатического течения вскипающей жидкости предложено баротропическое уравнение состояния. Показано что в зависимости от условий внутри емкости и на выходе процесс истечения проходит как в режиме газодинамического запираания, так и в дозвуковом режиме. Приведены примеры численных расчетов.

Ключевые слова: жидкость, истечение, дозвуковой режим.

Huzina F.R.¹, Salieva M.S.².

¹PhD in Physical and Mathematical sciences, associate professor; ²senior teacher, Birsk Branch of Bashkir State University.

NUMERAL CALCULATION OF THE BOILING LIQUID OUTFLOW FROM THE FINITE VOLUME CONTAINER THROUGH THE SLOT

Abstract

The outflow of liquid-vapor mixture from the spacious container through the slot was under consideration. For the adiabatic boiling liquid outflow the barotropic equation of state was proposed. It was indicated that depending on the conditions inside the container and on the outlet – the outflow process is taking place in the gas-dynamic blocking mode as well as in subsonic mode. Examples of numerical calculations are given in the article.

Keywords: liquid, an outflow, a subsonic mode.

Исследуется стационарное истечение вскипающей жидкости из емкости конечного объема через щель. Принято, что давление в основном объеме (в достаточном удалении от щели) однородное, а процесс истечения–квазиустановившийся. Уравнение сохранения массы для системы, находящейся в объеме V , имеет вид:

$$V \frac{d\rho_{(i)}}{dt} = -S\rho_{(e)}w_{(e)} \quad (1)$$

здесь $\rho_{(i)}$ - средняя плотность смеси в емкости, $\rho_{(e)}$, $w_{(e)}$ - значения плотности и скорости истечения на срезе щели, S – площадь поперечного сечения щели.

Для определения скорости истечения используется интеграл Бернулли:

$$\frac{w_{(e)}^2}{2} + \int_{\rho_{(e)}}^{\rho_{(i)}} \frac{dp}{\rho} = 0. \quad (2)$$

Возможны два режима истечения. Во-первых, истечение в режиме газодинамического запираания, когда скорость истечения $w_{(e)}$ равна местной скорости звука. При этом величина давления P_c на выходном срезе щели больше, чем внешнее давление P_a , и оно находится из уравнения:

$$C^2(p_c) = w^2(p_c). \quad (3)$$

Причем значение $w(p_c) = w_{(e)}$ находится на основе интеграла Бернулли (2). Зависимость плотности от давления определяется

$$\frac{1}{\rho} = \frac{1}{\rho_0} + \frac{c_l(T_0 - T_s(p))T_s'(p)}{T_s(p)}$$

на основе уравнения состояния

Истечение в дозвуковом режиме, когда значение давления P_c станет равным внешнему атмосферному давлению P_a .

Вышеприведенные уравнения с учетом принятых допущений сводятся к системе из двух обыкновенных дифференциальных уравнений для значения давления $P_{(i)}$ внутри емкости и P_c на срезе щели. Системой уравнений следует пользоваться до момента времени $t = t_c$, при котором давление P_c опустится до значения атмосферного давления P_a .

В последующем при $t \geq t_c$ в уравнении (2) следует принять $\rho_{(e)} = \rho(p_{(a)})$ и $w_{(e)} = w(p_{(a)})$, и при этом реализуется дозвуковой режим истечения ($w_{(e)} < C(p_{(a)})$).

Расчеты выполнены истечения пропана из емкости, при а) $T_0 = 248K$ ($P_s(T_0) = 2 \text{ атм.}$), и б) $T_0 = 300K$ ($P_s(T_0) = 10,13 \text{ атм.}$). Параметры емкости: объем $V = 80 \text{ м}^3$, площадь сечения $S = 1 \text{ м}^2$. Было получено, что, чем выше температура в емкости, тем опорожнение емкости происходит быстрее, а также в начальной стадии опорожнения со временем происходит увеличение скорости истечения $w_{(e)}$. Это обстоятельство связано с ростом скорости звука для парожидкостной смеси при адиабатическом снижении давления. Но при этом общий массовый расход и плотность снижается.

Установлено, что при истечении вскипающей жидкости из емкости конечного объема в зависимости от условий внутри емкости опорожнение может происходить в двух режимах: в дозвуковом и в режиме газодинамического запираания. Показано, что в начальной стадии, когда истечение идет в режиме звукового запираания, происходит увеличение скорости истечения (хотя давление в емкости со временем снижается). Это обстоятельство связано с ростом скорости звука для парожидкостной смеси при снижении давления. Но при этом общий массовый расход через щель снижается, т.к. снижение средней плотности смеси $\rho_{(e)}$ происходит более интенсивно, чем рост скорости истечения при адиабатическом течении кипящей жидкости.

Литература

1. Бахвалов Н.С. Численные методы. -М.: Наука, 2004.-632 с.
2. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. Ч. 2.-М.: Наука, 1987.-360 с.
3. Хузина Ф.Р. Истечение вскипающей жидкости из емкости конечного объема через щель//Инженерно-физический журнал.-2005.-Т.78, №3.-С.141-144.

Прохорова О.В.¹, Якишик Д.В.²;

¹Доктор технических наук, доцент, Самарский архитектурно - строительный университет, ²студентка, Самарский архитектурно - строительный университет.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Аннотация

В статье кратко описан подход разработки информационной системы (ИС) мониторинга жилых зданий. Отличием от существующих ИС является возможность получения списка наиболее вероятных причин возникновения дефектов в строительной конструкции.

Ключевые слова: техническая диагностика, дефекты, причина возникновения дефекта, проявление дефекта, категория технического состояния, экспертные оценки, нечеткая логика.

Prokhorova O.V.¹, Yakischik D.V.²

¹Dr.Sci.Tech, docent, Samara state university of architecture and civil engineering, ²student, Samara state university of architecture and civil engineering.

INFORMATION SYSTEM FOR MONITORING RESIDENTIAL BUILDINGS

Abstract

The article briefly describes the development of the information system (IS) for monitoring residential buildings. Different from an existing IS is the ability to obtain the list of the most probable causes of the defects at the building structure.

Keywords: technical diagnostics, defects, the cause of the defect, the manifestation of the defect, the category of technical conditions, expert evaluation, fuzzy logic.

В настоящее время одной из самых актуальных градостроительных проблем является качество строительства, которое определяет, сколько прослужит здание и насколько физически безопасно будет проживание в нем. В Российской Федерации накопился большой фонд зданий с разными сроками службы, чье состояние колеблется, в широких пределах, от хорошего до

аварийного. Для того чтобы своевременно оценить состояние здания, необходимо проводить тщательное его обследование, которое проходит в два этапа: визуальный и инструментальный. Итоги визуального осмотра уже позволяют отнести здание к конкретной категории технического состояния и дать рекомендации по ремонтным работам.

На текущий момент отсутствуют какие либо единые нормативы и методики по комплексному обследованию и мониторингу технического состояния зданий и сооружений и их квалификации. Анализируя имеющиеся в свободном доступе методики [1], в рамках работы был составлен определенный формат отчета осмотра сооружения для разработки на его основе программы, организующей процесс инспекции здания и получения нужной отчетности.

Система предполагает многопользовательский режим работы с разграничением прав пользователей в зависимости от их роли. Заходя в систему как инспектор, пользователь получает возможность полностью оформить отчет по инспекции определенного здания. В начале выбирается адрес здания и заносится общая информация по зданию и материалам из которого оно выполнено. Затем, Инспектор имея фотографии фасадов, сделанные на месте инспекции, переходит на вкладку «Обнаруженные дефекты» и выбрав дефекты, загружает соответствующие изображения.

Для получения более полной картины состояния здания, система имеет вкладку «Анализ состояния здания». Программа позволяет получить список наиболее вероятных причин появления дефектов. Работая в условиях неопределенности, данная работа обращается к аппарату нечеткой логики [2]. Его интерпретация заимствована из задачи технической диагностики космических аппаратов [3].

Задача диагностики ставится следующим образом. Задано множество возможных причин возникновения дефектов $X = \{x_1, x_2, \dots, x_{i, \dots}, x_m\}$, множество проявлений дефектов $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_{i, \dots}, y_m\}$ и функция принадлежности $\mu_p(x_i, y_j)$. Функция принадлежности определена на множестве кортежей $(x_i, y_j), i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}$, она описывает степень уверенности инспектора в том, что i причина приводит к дефекту, проявляющему себя в виде j следствия. Таким образом, определяется бинарное нечеткое отношение $P\{(x_i, y_j), \mu_p(x_i, y_j)\}$. В результате анализа информации о конкретном случае нахождения дефекта определяется численная мера b_j проявления каждого дефекта и формируется вектор $b = (b_1, b_2, \dots, b_j, \dots, b_n)$, который назовем мерой достоверности.

Математическая постановка задачи заключается в нахождении вектора a , удовлетворяющего условию

$$a \otimes M_p = b,$$

где \otimes – знак нечеткой композиции, M_p – матрица, соответствующая нечеткому отношению, строки которой представляют собой первые элементы кортежей, а столбцы – вторые элементы кортежей рассматриваемого нечеткого отношения. Выявление причин появления дефектов отображается в соответствующем окне мониторинга.

Таким образом, система позволяет по крупным блокам последовательно сформировать отчет инспекции сооружения на предмет имеющихся дефектов. Кроме того, анализируя обнаруженные дефекты и их разряд, система выносит заключение, содержащее предполагаемую категорию здания: работоспособное, ограниченно-работоспособное, аварийное.

При входе в систему на правах Главного Инспектора пользователю помимо отчетов об инспекциях по инспекторам и адресам зданий, предоставляется отчет о динамике работ по инспекции зданий, а также отчет о работоспособности жилых сооружений. Таким образом, наполняя базу данных новыми данными по инспекциям, собирается статистика для последующего анализа.

Система рекомендуется к использованию в сфере ЖКХ при оценке состояния зданий, а также в организациях, занимающихся экспертизой недвижимости. Статистика, набираемая в ходе использования автоматизированной системы, может в последствии быть заложена в экспертные оценки связи причины-проявления дефекта. Подобная автоматизация визуального этапа обследования зданий оптимизирует работу Инспекторов и может послужить толчком к созданию единого стандарта по мониторингу жилых зданий.

Литература

1. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий. АО «ЦНИИПРОМЗДАНИЙ» – М: Москва, 2004. -207 с.
2. Блюмин С.Л., Шуйкова И.А., Сараев П.В., Черпаков И.В. Нечеткая логика: алгебраические основы и приложения. – Л.: ЛЭГИ, 2002. – 110 с.
3. А.С. Кучеров, А.А. Якишик, В.И. Куренков. Использование нечетких реляционных уравнений в задаче технической диагностики. Международная научно-техническая конференция ПИТ-2013. Сборник научных трудов. СГАУ. Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2013. – 488 с.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ / CHEMISTRY

Курочкина Г.Н.

Кандидат химических наук, старший научный сотрудник, Учреждение Российской академии наук Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения (ИФХиБПП РАН)

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНОЙ ДОБАВКИ – КАРБОКСИЛИРОВАННОГО ГАЗОКОНДЕНСАТА ДЛЯ ЦЕМЕНТНО-БЕТОННЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Аннотация

Получена поверхностно-активная добавка - карбоксилированный газоконденсат путем сополимеризации углеводородов газоконденсата и метакриловой кислоты в присутствии инициатора полимеризации – перекиси ди-третбутила. Показано, что полученная модифицирующая добавка с низким кислотным числом может быть использована для регулирования физико-механических свойств цементно-бетонных композиций, в частности, для повышения прочности бетона или гранулированного заполнителя бетона.

Ключевые слова: газоконденсат, углеводороды, карбоксильные группы, цемент, бетон, прочность, инициатор полимеризации, сополимеризация.

Kurochkina G.N.

Candidate Chemistry, Senior Research Fellow, Establishment of the Russian Academy of Sciences Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science

TECHNOLOGY OF RECEIVING THE SURFACE-ACTIVE ADDITIVE – THE CARBOXYLATED GAS CONDENSATE FOR THE CEMENT AND CONCRETE COMPOSITIONS

Abstract

The surface-active additive - carboxylic gas condensate by copolymerization of hydrocarbons gas condensate and metacrylic acids in the presence of the initiator of polymerisation – peroxides of di-tertbutiles is received. It is shown that the received modifying additive with low acid number can be used for regulation of physico-mechanical properties of cement-concrete compositions, in particular, for increase of durability of concrete or the granulated filler of concrete.

Keywords: gas condensate, hydrocarbons, carboxylic groups, cement, conc-rete, durability, the initiator of polymerisation, copolymerization.

Введение. При решении экологических проблем, связанных с добычей нефти и газа, наиболее актуальным является эффективная утилизация выделяющихся при этом сопутствующих продуктов, в частности, газоконденсата [1-2, 10]. Газоконденсат представляет собой природную смесь легкокипящих, жидких нефтяных углеводородов. Он служит ценным сырьем для химии полимерных материалов и используется для получения синтетического каучука, пластмасс, лаков, красителей, а также при изготовлении отвердителей полимерных композиций на основе терморезактивных смол [3, 5-8]. Последние определяют жизнеспособность полимерной композиции на начальных стадиях структурообразования и, следовательно, его физико-механические свойства. Установлено, что отвердитель, полученный на основе газоконденсатов Узбекистана (Учкыр, Газли, Шодлик, Ачак, Мубарек и др.), содержащих от 10 до 30% ароматических углеводородов сульфированием ароматических углеводородов газоконденсата (СГК) серной кислотой, представляет собой смесь короткоцепочечных алкил-арил-сульфо-кислот, а именно толуол-, этил-, бензол-, ксилол-, кумол-сульфокислоты [3]. Сульфомасса, помимо ароматических сульфокислот, содержала значительное количество (до 40-50 %) остаточной серной кислоты. Присутствие ее в смеси повышало кислотное число и делало отвердитель очень «жестким» для процесса полимеризации смол. С целью понижения кислотного числа отвердителя СГК в вышеуказанной работе проведено модифицирование его органическими основаниями различной силы – мочевиной и моноэтаноламином. В зависимости от количества введенной мочевины кислотное число СГК, 10^{-3} кг КОН/кг изменялось в широких пределах от 800 до 420.

Однако получение кислого продукта на основе углеводородов газоконденсата с более низким кислотным числом без использования серной кислоты или олеума, то есть в «более мягких условиях» затруднено. Это обусловлено трудностями с замещением водорода на другие лиофильные группы, в частности, карбоксильные в составе как ароматических, так алифатических углеводородов. В связи с этим получение модифицирующей добавки на основе углеводородов газоконденсата с низким кислотным числом для улучшения физико-механических свойств цементно-бетонных композиций является актуальной задачей. Цель работы – разработка технологии получения новой модифицирующей добавки – карбоксилированных углеводородов газоконденсатов с пониженной кислотностью для регулирования прочностных характеристик цементнобетонных композиций.

Объекты и методы исследования. При разработке технологии получения модифицирующей добавки на основе углеводородов газоконденсатов с низким кислотным числом для регулирования прочностных свойств цементно-бетонных композиций использовали газоконденсат месторождения Газли (Узбекистан) - табл.1.

Таблица 1. Состав конденсатов месторождений Бухаро-Хивинской нефтегазоносной областей.

Состав	Газли	Южный Мубарек	Северный Мубарек
н-парафиновые углеводороды	22,47	33,29	33,51
и изо-парафиновые углеводороды	22,63	31,53	29,24
нафтеновые углеводороды	26,60	29,21	14,44
ароматические углеводороды	21,84	8,75	17,40
Невыясненные	5,53	1,70	5,42
Всего	100	100	100

В качестве связующего бетонных композиций использовали портландцемент марки 400 с содержанием по массе, %: C_3S - 48; C_2A - 4,0; C_4AIF - 20; MgO - 1,55 (приняты обозначения: C – CaO ; Al – Al_2O_3 ; S – SiO_2 ; F – F_2O_3). В качестве наполнителя при получении цементно-бетонных композиций использовали молотый кварцевый песок алмалыкского месторождения дисперсностью $500 \text{ м}^2/\text{кг}$. Химический состав алмалыкского песка SiO_2 – 72,52; Al_2O_3 – 10,565; $Fe_2O_3 + FeO$ – 8,18; CaO - 0,5; MgO - следы; SO_3 – 1,3; Na_2O - 1,1; K_2O – 1,6; P_2O_5 . По данным минералогического состава в алмалыкском песке, помимо кварца, отмечается незначительное количество полевых шпатов, а именно, анортита, ортоклаза и авгита. Примесей карбонатов не обнаружено. При получении искусственного гранулированного наполнителя на основе цементного связующего использовали барханный песок. Химический состав барханного песка, %: п.п.п – 9,72; SiO_2 – 62,02; Al_2O_3 – 10,16; F_2O_3 - 5,38; MgO - 1,22; SO_3 - 0,53. Содержание $CaCO_3$ - 4,54 %.

По минералогическому составу барханные пески отличает наличие минералов с высоким отрицательным потенциалом (кварц, гранат и другие), доля которых составляет 55,85 %. Также в барханных песках имеются минералы с пониженным потенциалом отрицательного знака, к числу которых относятся полевые шпаты, мусковит, биотит и др. содержание их в песках достигает 40-45%. Кроме того в барханных песках содержатся минералы с нейтральной поверхностью (тальк, графит) и с высоким положительным потенциалом (магнетит, известняк, кальцит). Их содержание составляет 11-20 %. Физические свойства барханных песков: плотность 2,60-2,65 $\text{г}/\text{см}^3$, объемная масса $\text{г}/\text{см}^3$, пористость 38-57%; водопроницаемость 0,1-0,3 м/мин; капиллярная влагоемкость 25-33%; коэффициент фильтрации 2-6 м/сут; эквивалентный диаметр частиц (2,2-3,5) * 10^{-4} м. В качестве минеральной добавки использовали клиноптилолит природный – высококремнеземистый цеолит месторождения Кермине со структурным модулем 8,5 (отношение $SiO_2 : Al_2O_3 = 8,5$). Основные свойства клиноптилолита: повышенная поглощающая способность, термостабильность, стойкость к агрессивным средам кислотной и щелочной природы, достаточная механическая прочность. Природный клиноптилолит имеет следующие параметры пористой структуры: емкость моно слоя - $a_m - 6,83 \text{ ммоль}/\text{г}$ (расчет по уравнению Дубинина-Радушкевича), суммарный объем пор 0,123 $\text{см}^3/\text{г}$. Высокая термостабильность и кислотостойкость являются важными эксплуатационными параметрами при использовании клиноптилолита в качестве добавки при получении гранулированного наполнителя на основе цементного связующего. При исследовании физико-механических свойств полученных цементно-бетонных композиций и гранулированного наполнителя на основе цементного связующего использовали стандартные методики и ГОСТы.

Результаты исследований.

1. Получение модифицирующей добавки - карбоксилированных углеводородов газоконденсата для улучшения прочностных свойств цементно-бетонных композиций.

Модифицирующую добавку получали путем радикальной сополимеризации метакриловой кислоты (МАК) с ароматическими и нафтенопарафиновыми углеводородами газоконденсата (ГК) [4, 9]. Сополимеризацию проводили в присутствии высокотемпературного катализатора - перекиси ди-третбутила (ПДТБ) при температуре 120-140⁰С в течение 4 часов. Молярное соотношение компонентов МАК: ГК : ПДТБ: (0,1-0,5): 1 : (0,025-0,05). Физико-химические исследования (вискозиметрия, ИК-спектроскопия) показали, что полученная добавка относится к классу высокомолекулярных поверхностно-активных веществ с молекулярной массой 5-10 тыс. Потенциометрическим методом установлено, что содержание кислотных групп составляет 34-40

мас.%, кислотное число 60-80. Полученный полимер имеет следующую общую формулу для элементарного звена макромолекулы: $[R - (C_n H_{2n-1} COOH)_m]_p$, где R – углеводородный радикал: ароматический (арил), циклический (циклан) или предельный (алкан). Обозначения: m – повторяемость карбоксильной группы (5-7), p – повторяемость элементарного звена в макромолекуле (20 -50).

2. *Результаты испытаний цементно-бетонных композиций с модифицирующей добавкой - карбоксилированным газоконденсатом*

Полученную модифицирующую добавку вводили в цементно-бетонную композицию при следующем соотношении ингредиентов, мас.% : цемент 20,45- 22,72; заполнитель 68,18-71,36; добавка - карбоксилированный газоконденсат (с содержанием группы -COOH - 34-40%) - 0,0041- 0,0114; вода – остальное. Испытания проводили при составе композиций цемент-песок 1: 3, водоцементное отношение в/ц = 0,4. Как видно из таблицы 2 внесение высокомолекулярной поверхностно-активной добавки – карбоксилированного газоконденсата в бетонную композицию повышает ее прочность при тепловлажностной обработке на 40-50 % по сравнению с контролем. Для сравнения использовали бетонную смесь с добавкой жирных кислот, представляющих собой смесь предельных и непредельных кислот и оксикислот состава C₁₀-C₁₈. Как видно из таблицы, что введение разработанной добавки повышает прочность композиции по сравнению с известным составом на 50-80%.

Таблица 2. Составы и физико-механические свойства бетонных композиций

Бетонная смесь, № пп	Состав смеси, масс. %				Прочность при сжатии после пропарки, МПа	
	портландцемент	вода	добавка	песок	Аналог	предлагаемый
1.	22,72	9,09	0,0000	68,190	26,8	26,8
	то же	то же	0,0045	68,185	24,3	37,9
	то же	то же	0,0114	68,179	22,1	41,8
	то же	то же	0,0455	68,145	18,4	28,7
2.	20,45	8,18	0,000	71,370	25,0	25,0
	то же	то же	0,0041	71,366	22,1	39,4
	то же	то же	0,0102	71,359	19,7	41,5
	то же	то же	0,0409	71,329	13,0	24,5

3. *Результаты испытаний гранулированного заполнителя, полученного на основе цементно-бетонной смеси с органической добавкой моноэтаноламинового производного карбоксилированного газоконденсата.*

Для приготовления гранулированного заполнителя на основе цементно-бетонных композиций в качестве органической добавки использовали моноэтаноламинового производное карбоксилированного газоконденсата. Добавка - поверхностно-активное вещество (ПАВ) была получена нейтрализацией карбоксилированного газоконденсата моноэтаноламином до pH 10-11. Композиция для получения гранулированного заполнителя содержала следующие компоненты, мас. %: портландцемент 15,84-18,70; вода 11,76-13,26; моноэтаноламинового производное карбоксилированного газоконденсата 0,0032-0,0068; природный клиноптилолит 0,016-0,060; барханный песок – остальное.

Приготовление смеси и получение гранул производили следующим образом. Отвешивали компоненты композиции, затем смешивали их в сухом виде – сначала цемент и добавку клиноптилолита, а также барханный песок. Затем в эту смесь, перемешивая, вводили с водой затворения поверхностно-активную добавку. Растворы ПАВ готовили заранее, за 1-2 часа до смешивания компонентов с целью полного растворения добавки. Полученную массу перемешивали в смесителе в течение 3-5 минут и из готового теста изготавливали гранулы размером от 0,1-0,2 мм до 20 мм методом экструзии через фильеру. Полученные гранулы направляли на барабан, на котором производилась их окатка, затем на пластинчатом транспортере они поступали на сушку. Сушили их полчаса при 40⁰С и полчаса при 90-120⁰С, а затем пропаривали в течение 3 часов. После остывания гранул проводили их физико-механические испытания (таблица 3). Как видно, введение добавки – моноэтаноламинового производного карбоксилированного газоконденсата в бетонную композицию значительно повышает прочность композиции по сравнению с контролем и известным составом.

Таблица 3. Составы и физико-механические свойства гранулированного заполнителя.

№ смеси	Состав смеси, мас. %					Прочность при сдавливании в цилиндре, МПа
	Портланд-цемент	вода	Добавка ПАВ	клиноптилолит	Барханный песок	
1.	15,84	11,76	0,0000	0,000	72,4000	3,8
2.	15,84	11,76	0,0032	0,016	72,3808	4,3
3.	18,70	13,26	0,0068	0,060	67,9737	10,0
4 - аналог	16,00	13,40	Добавка-арил-алкен-диеновая смола – 1,1	-	69,5000	3,0

Заключение. Следовательно, введение небольших количеств поверхностноактивной добавки – карбоксилированного газоконденсата или моноэтаноламинового производного карбоксилированного газоконденсата в композиции на основе цементного связующего оказывают усиливающее и структурообразующее действие на всю композицию в целом, повышая ее прочность. Полученные композиции цементного бетона с улучшенными физико-механическими свойствами могут быть использованы при изготовлении гидротехнического бетона или гранулированного заполнителя повышенной прочности для получения облегченных цементно-бетонных изделий. Утилизация газоконденсатов в технологии получения кислых отвердителей терморезактивных смол или модифицирующей добавки в цементно-бетонные смеси, помимо решения экологических проблем нефтегазовой отрасли,

связанных с утилизацией газоконденсата, позволяет получать полимерные или цементсодержащие материалы для крупнотоннажного производства строительных материалов.

Литература

1. Агаев Г.А., Настека В.И., Сеидов З.Д. Окислительные процессы очистки сернистых природных газов и углеводородных конденсатов. Москва: Недра. 1996. 301 с.
2. Амикс Дж., Басс Д., Уайтинг Р. Физика нефтяного пласта. М: Гостоптехиз- дат. 1962. 367 с.
3. Котлик С.И. и др. Способ получения кислого отвердителя термореактивных смол Авт.св. СССР, № 558517, 1974 г. (ДСП).
4. Котлик С.И., Курочкина Г.Н. и др. «Бетонная смесь», Авт.св. № 1239115, Бюл. № 23, 23.06.86.
5. Котлик С.И., Курочкина Г.Н. и др. Полимербетонная смесь – авт.св. СССР, № 1414827, Бюл. № 29 от 07. 88.
6. Котлик С.И., Курочкина Г.Н. и др. Полимербетонная смесь. Авт. св. СССР, № 1480333, 1989 г. (ДСП).
7. Котлик С.И., Курочкина Г.Н. и др. Способ получения кислого отвердителя термореактивных смол. Авт. св. СССР № 1476850. 1987 г. (ДСП)
8. Курочкина Г.Н., Пинский Д.Л. Утилизация газоконденсата при изготовлении отвердителей полимерных композиций. // Экология производства. Химия и нефтехимия. № 3 (13). 2008, с. 13-15.
9. Котлик С.И., Султанов Х.С., Курочкина Г.Н. «Бетонная смесь», № 1560517 Бюл. № 16. 30. 04. 90.
10. Технология переработки природного газа и конденсата. Справочник. Том 1. Москва. Недра. 2002. 560 с.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGY

Бариева Э.Р.¹, Фасхутдинова А.Р.², Королёв Э.А.³

¹Кандидат биологических наук, доцент, ²студент, Казанский государственный энергетический университет, ³кандидат геолого-минералогических наук, доцент Казанский федеральный университет

ПЫЛЕВАТЫЕ ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ РЕЦИКЛИНГА

Аннотация

В статье рассмотрены пылеватые отходы производства силикатного кирпича. Установлено, что в их составе преобладают портландит, кварц и кальцит, в меньших количествах присутствуют альбит и оксид кальция. Все минеральные компоненты относятся к 3-4 классу опасности, что делает возможным вторично использовать данный вид отхода в производственном процессе.

Ключевые слова: производство силикатного кирпича, состав пыли, класс опасности, рециклинг.

Barieva E.R.¹, Faskhutdinova A.R.², Korolev E.A.³

¹ PhD in Biology, associate professor; ² student, Kazan state power-engineering university, ³ Ph.D. in Geology, associate professor, Kazan state university

SILTY WASTE PRODUCTION OF SILICA BRICK AND PERHAPS THEIR RECYCLING

Abstract

In the article the silty wastes of production of silica brick. In their composition is dominated by portlandit, quartz and calcite, albite are present in smaller quantities and calcium oxide. All minerals are 3-4 danger class, which makes it possible to re-use this type of waste in the production process.

Keywords: production of a silicate brick, dust structure, danger class, recycling.

Производство силикатного кирпича сопровождается выделением большого количества пыли [1, 2]. Основными источниками пыления являются шаровые мельницы и ленточные конвейеры загрузки бункеров мельниц. В соответствии с требованиями техники безопасности подобные участки производственного цикла оборудованы аспирационными системами. Отсасываемая пыль подается на очистные установки, где и производится ее отделение из запыленного воздуха. Накапливающиеся объемы тонкодисперсного материала представляют серьезную проблему для производства, поскольку предприятия в большинстве своем не имеют ни лишних площадей для их размещения, ни возможности для их утилизации. Учитывая ужесточение требований к защите атмосферы от вредных выбросов, задача по вовлечению пыли в промышленное производство приобретает свою актуальность.

В рамках данной работы было проведено изучение пылеватого материала, образующегося на одном из предприятий по изготовлению силикатного кирпича. Визуально пыль имеет светло-серую окраску, агрегация отсутствует, дисперсность частиц варьирует от 0,005 до 0,1 мм. При взаимодействии с влажной атмосферой наблюдается слипание структурных компонентов в комочки, что свидетельствует о высокой активности пылеватых частиц.

Проведенные рентгенографические исследования показали наличие в составе пыли портландита ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), кварца (SiO_2), оксида кальция (CaO), кальцита (CaCO_3) и альбита ($\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$) (рис. 1). Узкие диагностические линии кварца, альбита, кальцита и CaO указывают на первичную природу соединений. Очевидно, CaCO_3 , SiO_2 и $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ представляют собой продукты дробления исходных карбонатных пород. Кальцитовые тонкодисперсные частицы образовались в процессе подготовке минерального сырья к термической обработки. Кварц и альбит, присутствовавшие в виде механической примеси в породах, при дроблении кусков высвобождались и с потоком воздуха всасывались в аспирационную систему. Оксид кальция является продуктом обжига известняков. Высокие температуры в топочной камере способствовали процессам рекристаллизации CaO , что, собственно, и выразилось в сужении его диагностических рефлексов. Портландит в отличие от выше рассмотренных минеральных соединений характеризуется более широкими симметричными линиями. Это свидетельствует о его вторичной природе. Очевидно, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ является продуктом гидратации оксида кальция. Именно он определяет гидравлическую активность пылеватого материала, собранного на пылеочистных сооружениях.

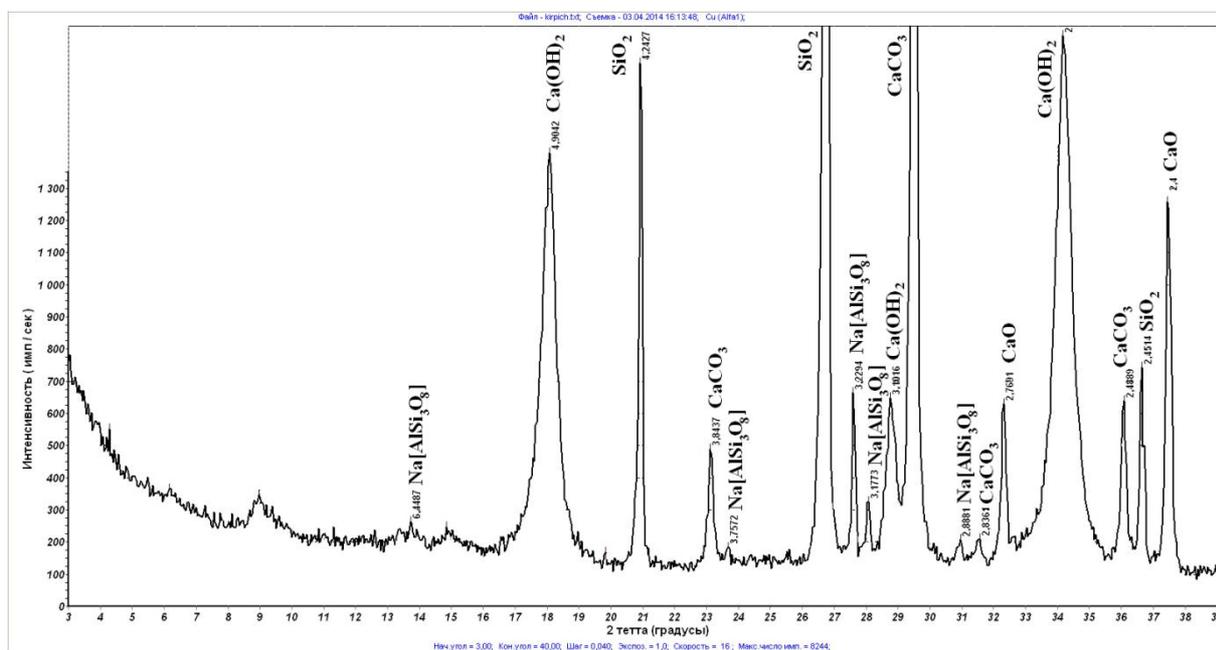


Рис. 1. Рентгеновская дифрактограмма пыли, собранной очистными сооружениями на предприятии по изготовлению силикатного кирпича.

Расчеты по количественному соотношению минеральных фаз в смеси показали, что составе пылеватого материала преобладает портландит (40%), кварц (30%) и кальцит (20%). В меньших количествах присутствуют альбит (5%) и CaO (5%). Большая часть выявленных минеральных компонентов относятся к 3 классу опасности, лишь CaCO₃ имеет 4 класс опасности. Это означает, что пыль, образующаяся при производстве силикатного кирпича, является отходом умеренно опасным для окружающей природной среды. При таких показателях их вполне можно вторично вовлекать в производство.

Поскольку состав пыли полностью соответствует минеральным продуктам технологического сырья, то наиболее рациональным будет использовать данный вид отхода на этом же предприятии в производстве силикатного кирпича. Предварительные эксперименты показали, что добавка пылеватого материала в клинкер никак не сказывается на прочностных характеристиках конечных изделий. Благодаря высокой дисперсности и гидравлической активности пылеватые частицы органически вписываются в процесс автоклавного твердения, при котором сырец превращается в прочный искусственный камень – силикатный кирпич.

Литература

1. Вахнин М.П., А.А. Анищенко Производство силикатного кирпича. М.: Высшая школа, 1989. 200 с.
2. Хавкин Л.М. Технология силикатного кирпича. – М.: Стройиздат, 1982. 384 с.

Безбородов Е. А.

Студент, Поволжская государственная социально-гуманитарная академия

РЕПРЕЗЕНТАТИВНОСТЬ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ СТАВРОПОЛЬСКОГО РАЙОНА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

В статье проанализирована репрезентативность особо охраняемых природных территорий в Ставропольском районе Самарской области. Нами предложены урочища для мониторинга и дальнейшей охраны.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, Ставропольский район, Самарская область.

Bezborodov E. A.

Student, Samara State Academy of Social Sciences and Humanities

REPRESENTATIVENESS OF THE PROTECTED AREAS OF THE STAVROPOL REGION OF SAMARA REGION

Abstract

The article analyzes the representativeness of protected areas in the Stavropolsky district of Samara region. We have offered tract for monitoring and further protection.

Keywords: protected areas, Stavropolsky district, Samara region.

Одним из главных шагов в решении экологических проблем является создание особо охраняемых природных территорий, которые не только способствуют охране и восстановлению ценных и уникальных природных объектов и участков, а также их изучению [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13], но и обеспечивают экологическое образование людей [14].

Целью нашей работы было изучение категорий существующих на территории Ставропольского района Самарской области особо охраняемых природных территорий, особенностей охранного режима и применения их на практике. Нами проанализирована репрезентативность особо охраняемых природных территорий в Ставропольском районе Самарской области. Установлено, что в северной части Самарского Низменного Заволжья низкий уровень охраны экосистем. Нами предложены урочища для мониторинга и дальнейшей охраны в данном районе. Практическая значимость работы заключается в возможности использования полученных данных в целях расширения Экологической сети ООПТ Самарской области при реализации Государственной программы Российской Федерации «Охрана окружающей среды на 2012-2020 годы».

Площадь Ставропольского района Самарской области – 366 200 га. Район граничит на севере с Ульяновской областью, на востоке – с Красноярским и Волжским, на юге – с Безенчукским, на западе с Сызранским и Шигонским административными районами Самарской области. На территории Ставропольского района Самарской области расположено 3 памятника природы регионального значения (Мастрюковские озера, Сосновый древостой (в черте г. Тольятти), Ставропольский сосняк), Жигулевский государственный природный заповедник и Государственный природный национальный парк «Самарская Лука» [17].

Площадь ООПТ: 35 149 га приходится на Национальный парк (примерно 4000 га – заповедная зона), 23 157 га – на заповедник, 937 га – на памятники природы регионального значения. Общая охраняемая площадь – около 28 000 га, что составляет около 7,5% от административного района. Однако следует отметить тот факт, что в данном отношении Ставропольский район находится в лидерах не только по области, но и во всем Волго-Уральском регионе, так как включает в себя Жигулевский заповедник и более 40% Национального парка «Самарская Лука».

В северной части Ставропольского района, территориально не расположенного на Самарской Луке, доля ООПТ составляет менее 0,0005% от общей площади. Этот обуславливает поиск и выделение новых ООПТ в Ставропольском районе. Также следует учесть, что Самарская Лука – крупный обособленный уникальный природный объект, на территории которого охраняются различные экосистемы – лесные, степные, луговые, водные, болотные. А в северной части района охраняются небольшие участки лесных, луговых и водных природных комплексов. Здесь не в полной мере учитывается ландшафтное и экосистемное разнообразие, что требует дальнейшей работы экологов.

Мы предлагаем обратить внимание на следующие урочища: Узюковский бор (1300 га); Овраг Ташла (360 га); Урочище «Бахчьевский угол» (400 га); Песчаные дюны у с. Пискалы (150 га); Федоровские старицы (300 га); Задельненский лес (1200 га); Озеро Тикуль (50 га).

Основа сети особо охраняемых природных территорий Ставропольского района представлена сосновыми лесами. Наиболее значимыми экологическими факторами, влияющими на их современное состояние, являются засухи и лесные пожары. Изучение постпирогенных сукцессий в сосняках находятся на начальных этапах, однако свидетельствуют о возможности их восстановления после крупных пожаров только через 25 лет и более [18, 19, 20, 21].

В северной части района охраняются небольшие участки лесных, луговых и водных природных комплексов. Здесь не в полной мере учитывается ландшафтное и экосистемное разнообразие, что требует дальнейшей работы по выявлению новых объектов охраны. Нами предложены урочища для мониторинга и включения в сеть ООПТ общей площадью не менее 3760 га.

Литература

1. Иванова А.В., Васюков В.М., Ильина В.Н., Елкина Е.М. Роль ценных степных экосистем Самарского Заволжья в сохранении редких степных видов // Степи Северной Евразии: материалы V Международ. симпозиума. – Оренбург: ООО «Оренбурггазпромсервис», 2009. – С. 327-329.
2. Ильина В.Н. Эталонные природные комплексы Самарского Заволжья: к вопросу сохранения фиторазнообразия степей региона // Вестник ОГУ. – Март 2007. Спец. выпуск (67). – С. 93-99.
3. Ильина В.Н. О сохранности фиторазнообразия степей Самарского Высокого Заволжья (на примере Кондурчинских яров) // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отделение биологическое. – т. 114. Вып. 3. – 2009. – Приложение 1. Часть 1. Экология. Природные ресурсы. Рациональное природопользование. Охрана окружающей среды. – С. 361-366.
4. Ильина В.Н., Матвеев В.И. Характеристика растительных сообществ с участием редких копеечников (*Hedysarum L.*, *Fabaceae*) // Известия Самарского научного центра РАН. – Т. 7. – № 1. – 2005. – С. 199-205.
5. Ильина В.Н., Митрошенкова А.Е. Сохранение фиторазнообразия на особо охраняемых природных территориях Самарской области // Проблемы современной биологии. – 2014. – № XII. – С. 20-26.
6. Ильина В.Н., Митрошенкова А.Е., Устинова А.А. Организация и мониторинг особо охраняемых природных территорий в Самарской области // Самарский научный вестник. – 2013. – № 3 (4). – С. 41-44.
7. Ильина Н.С., Ильина В.Н., Митрошенкова А.Е. Природный комплекс «Верховья реки Бинарадки»: современное состояние и охрана (Красноярский район, Самарская область) // Вестник ВУИТ. Научно-теоретический журнал. Сер. «Экология». – Вып. 12. – Тольятти, 2011. – С. 35-41.
8. Ильина Н.С., Устинова А.А., Ильина В.Н. Мониторинг памятников природы окрестностей с. Чубовка // Татищевские чтения: Актуальные проблемы науки и практики / Материалы Международной научной конференции. Актуальные проблемы экологии и охраны окружающей среды. Часть II. – Тольятти, 2004. – С. 159-164.
9. Митрошенкова А.Е. Современное состояние охраняемых природных территорий окрестностей Серноводска // Самарский край в истории России: Материалы юбилейной научной конф. – Самара, 2001. – С. 308-310.
10. Митрошенкова А.Е., Ильина В.Н., Устинова А.А. Природный комплекс «Игонов дол»: современное состояние и охрана (Кинельский район, Самарская область) // Известия Самарского научного центра РАН. – Том 15. – № 3 (2). – 2013. – С. 852-855.
11. Саксонов С.В. Роль памятников природы Самарской области в сохранении редких и исчезающих видов растений // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2007. – Т. 16. – № 3. – С. 503.
12. Саксонов С.В., Иванова А.В., Ильина В.Н., Раков Н.С., Савенко О.В., Силаева Т.Б., Соловьева В.В. Флора верховьев реки Бинарадка в Самарской области (Низменное Заволжье, Мелекесско-Ставропольский флористический район) // Фиторазнообразия Восточной Европы. – 2007. – № 2. – С. 99-124.
13. Саксонов С.В., Лобанова А.В., Иванова А.В., Ильина В.Н., Раков Н.С. Флора памятника природы «Гора Зеленая» Елховского района Самарской области // Вестник Волжского университета им. В.И.Татищева. Серия «Экология». – Вып. 5. – Тольятти: ВУИТ, 2005. – С. 3-22.
14. Саксонов С.В., Сенатор С.А. Вклад памятников природы регионального значения в сохранение раритетного комплекса видов Самарской области // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2012. – Т. 21. – № 4. – С. 34-110.
15. Сенатор С.А., Саксонов С.В. Охраняемые и рекомендуемые к охране ботанические памятники природы Волго-Иргизского ландшафтного района (в пределах Самарской области) // Известия Самарского научного центра РАН. – 2007. – Т. 9. – № 4. – С. 930-935.
16. Устинова А.А., Митрошенкова А.Е., Ильина В.Н. Вопросы ботанического образования в педагогическом вузе // Сибирский педагогический журнал. – 4/2013. – С. 169-172.
17. *Реестр особо охраняемых природных территорий регионального значения Самарской области* / Сост. А.С. Паженков. – Самара: Экотон, 2010. – 259 с.
18. Раков Н.С., Саксонов С.В., Сенатор С.А. Начальные стадии пирогенной сукцессии в городских лесах Тольятти (флористический аспект) // Сборник трудов III международного экологического конгресса (V международной научно-практической конференции) «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов» (Тольятти, 21-25 сентября 2011 г.). Т. 2. Научный симпозиум «Биотические компоненты экосистем». – Тольятти, ТГУ, 2011. – С. 196-200.
19. Саксонов С.В., Сенатор С.А., Раков Н.С., Шиманчик И.П., Давыдова И.В. Постпирогенные сукцессии в тольяттинских городских лесах: возможные сценарии развития // Синергетика природных, технических и социально-экономических систем: сб. статей IX Междунар. науч. конф. (29-30 сент. 2011). – Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2011. – С. 25-29.
20. Саксонов С.В., Раков Н.С., Сенатор С.А., Ужамецкая Е.А., Давыдова И.В. Состояние лесных экосистем Самарской области после пожаров 2010 года // Современное общество в условиях глобального вызова: преобразования и перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Тольятти-Москва, 27 апреля 2012 г.). – Самара: ООО «Изд-во Ас Гард», 2012. – С. 109-113.
21. Ilina V.N. Effect of fire on vegetation steppe southeast of the European part of Russia // Technical and natural sciences in Europe: development and adoption of innovative concepts / Monograph. – Stuttgart, 2014. – P. 3-13.

В статье уделяется внимание вопросам, связанным с изучением влияния уровня знания русского языка на особенности психофизиологической адаптации иностранных студентов к условиям обучения в российских вузах (на примере КемГСХИ). Установлено, что чем ниже уровень знания русского языка, тем менее выражено у студентов напряжение в регуляции вегетативных функций, но хуже психофизиологические и когнитивные показатели.

Ключевые слова: адаптация, иностранный студент, психофизиология, функциональное состояние

Varich L.A.¹ Vityaz S.N.² Krivkina E.O.³

¹PhD of biology, associate professor, Kemerovo State University; ²PhD of biology, Kemerovo State Agricultural University;

³Student, Kemerovo State University

**OBSERVATION OF FOREIGN STUDENTS ADAPTATION PARTICULARITIES TO THE LEARNING ENVIRONMENT
 IN THE UNIVERSITY CONSIDERING THE LEVEL OF RUSSIAN LANGUAGE PROFICIENCY**

Abstract

In clause are considered questions, related to influence of Russian language level on psychophysical adaptation particularity of foreign students to study in Russian universities (by the example of KemSAU). It is determined that, the lower knowledge of Russian language is, the lower is intension in vegetative functions regulation, but psychophysical indexes and cognitive functions are worse.

Keywords: adaptation, foreign student, psychophysiology, functional state

Первые годы обучения в высшем учебном заведении, процесс «акклиматизации» к новым условиям и к новому коллективу - все это сложный психофизиологический процесс. Этот процесс очень сложен и требует от первокурсника больших усилий, физиологическая «цена» которых бывает достаточно высока. Иностранные студенты – первокурсники должны не только привыкнуть к новым людям, установить с ними разносторонние контакты, принять, как свои собственные, цели и задачи группы, вуза, но и адаптироваться к условиям «двуязычия». Эффективная адаптация повышает качество и уровень обучения иностранных студентов, позволяет поддерживать потенциал здоровья на высоком уровне [7].

В настоящее время контингент иностранных студентов в вузах России существенно увеличился и в большей степени представлен гражданами СНГ. С первых дней пребывания в российском вузе иностранные студенты находятся в непривычной для них социокультурной, языковой и национальной среде, к которой им предстоит адаптироваться в кратчайшие сроки. Актуальность проблемы адаптации и сохранения здоровья таких студентов в российских вузах определяется, в первую очередь, задачами их дальнейшего эффективного обучения как будущих специалистов.

Целью исследования явилось изучение особенностей срочной адаптации иностранных студентов, являющихся гражданами Таджикистана, к условиям обучения в Кемеровском государственном сельскохозяйственном институте (КемГСХИ) с учетом уровня знания русского языка.

Материалы и методы исследования

В исследовании приняли участие юноши в возрасте 17 - 19 лет, приехавшие из Таджикистана и обучающиеся в КемГСХИ на 1 курсе в количестве 50 человек. Все респонденты в зависимости от уровня знания русского языка были разделены на следующие группы: 1 группа – низкий уровень знания языка – (n=13); 2 группа – средний уровень знания языка – (n=15); 3 группа – высокий уровень знания языка – (n=22).

Изучение особенностей адаптации студентов проводилось в 2012 учебном году с октября по ноябрь. Было проведено комплексное исследование, включающее определение нейродинамических и психодинамических особенностей, типа функциональной асимметрии мозга, оценку функционального состояния и адаптивных возможностей организма студентов по показателям сердечного ритма.

Для оценки состояния регуляторных систем организма использовалась кардиоритмографическая программа, основанная на математическом анализе сердечного ритма [1], модифицированная на кафедре физиологии человека и животных и валеологии КемГУ с применением региональных нормативов. При анализе сердечного ритма оценивались показатели: частота сердечных сокращений (ЧСС), амплитуда моды (АМо), вариационный размах (ΔX), индекс напряжения регуляторных систем (ИН) в покое и ортостатической пробе.

Исследование нейродинамических характеристик и показателей когнитивной сферы студентов осуществлялось с помощью программно-аппаратного комплекса «Status» и включало изучение следующих показателей: скорость простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР), уровень функциональной подвижности нервных процессов (УФП НП), сила нервной системы по теппинг-тесту, реакция на движущийся объект (РДО), объем кратковременной памяти (механической, смысловой, образной), объем внимания [4].

Для определения индивидуальных особенностей функциональной асимметрии мозга использовались общепринятые тесты, по которым определялись коэффициенты моторной (КМА), сенсорной (КСА) и общей (КОА) асимметрий [2, 5].

Результаты исследования

Сравнительная оценка функционального состояния организма юношей, из Таджикистана, показала, что чем лучше иностранные студенты знают русский язык, тем более высокие значения показателей, характеризующих симпатические влияния на сердечный ритм (АМо, ИН, ЧСС) характерны для них, тогда как, наименьшие значения аналогичных показателей отмечены у студентов с низким уровнем знания языка (табл.1).

Таблица 1 – Показатели variability сердечного ритма студентов КемГСХИ с учетом уровня знания русского языка

Показатель	1 группа n=13	2 группа n=15	3 группа n=22	P<0,05
АМо (%) покой	32,3±3,1	38,5±4,08	45,1±3,8	1-3
АМо (%) ортостаз	41,8±4,1	44,9±4,3	47,4±3,5	
ИН (усл.ед) покой	66,8±15,5	107,9±22,9	162,8±39,2	1-3
ИН (усл.ед) ортостаз	168,3±48,5	293,3±131,4	221,8±36,2	1-3
ЧСС (уд/мин) покой	66,5±2,02	70,1±1,9	76,8±2,3	1-2,2-3
ЧСС (уд/мин) ортостаз	85,7±2,3	88,7±4,3	94,4±3,05	1-3
ΔX (сек) покой	0,3±0,03	0,3±0,03	0,3±0,03	
ΔX (сек) ортостаз	0,3±0,03	0,2±0,02	0,2±0,02	

То есть, с одной стороны иностранные студенты, хорошо владеющие русским языком, имеют существенные преимущества в адаптации к условиям обучения в российском вузе перед студентами с низким уровнем знания русского языка, с другой – они более точно понимают требования, предъявляемые к ним в процессе освоения учебных дисциплин, в отличие от последних, поэтому относятся к учебному процессу ответственной и на неудачи реагируют более выраженным психоэмоциональным напряжением, отражающимся на регуляции деятельности сердечно - сосудистой системы.

Установлено, что для студентов с низким уровнем знания русского языка (1 группа) характерно ухудшение показателей ПЗМР и УФП НП по сравнению со студентами 2 и 3 групп, свидетельствующее о снижении функциональных возможностей ЦНС в процессе адаптации к условиям обучения (табл.2).

Таблица 2 – Когнитивные и нейродинамические характеристики студентов КемГСХИ с учетом уровня знания русского языка

Показатель	1 группа n=13	2 группа n=15	3 группа n=22	P<0,05
Объем внимания, балл	6,2±0,5	7,3±0,5	7,3±0,5	
Образная память, балл	7,6±0,3	8±0,3	8,3±0,3	1-3
Механическая память, балл	6,2±0,4	6,3±0,4	6,2±0,4	
Смысловая память, балл	5,3±0,7	4,7±0,4	5,5±0,4	
ПЗМР, мс	428,1±26,4	377,6±20,7	344,6±13,04	1-3
УФП, с	80,4±3,2	74,6±2,2	72,2±1,7	1-2,1-3
РДО количество опережений	8,5±1,02	7,06±0,8	7,8±0,8	
РДО количество запаздываний	16,6±1,08	15,75±0,8	16,5±0,7	
РДО количество точных	4,8±0,6	7,06±0,8	5,7±0,5	
РДО общее среднее, мс	55,8±4,6	45,8±3,5	46,1±3,1	

Первокурсники 3 группы наряду с высоким уровнем зрительного реагирования и подвижности нервных процессов, имеют более высокие значения когнитивных показателей: объема внимания, образной и смысловой памяти (табл.2). Это позволяет им более успешно осваивать образовательную программу, которая реализуется в выбранном ими высшем учебном заведении.

По результатам оценки функциональной асимметрии мозга студентов трех групп (табл. 3), было выявлено, что при незначительных различиях в общей асимметрии большая часть парциальных асимметрий отличается в зависимости от уровня знания русского языка.

Таблица 3 – Показатели функциональной асимметрии мозга студентов КемГСХИ с учетом уровня знания русского языка

Показатель	1 группа n=13	2 группа n=15	3 группа n=22	P<0,05
КОА	51,1±5,6	54,9±4,08	48,9±3,8	
КМА	51,5±5,02	66,6±5,4	59,7±3,7	
КСА	45,6±6,7	40±5,3	35,1±4,6	1-3

Так, студенты с низким и средним уровнем знания русского языка отличаются более высокими значениями коэффициентов общей и сенсорной асимметрии. Возможно, находясь в условиях билингвизма, они сталкиваются с определенными трудностями в общении с местным населением, что, в свою очередь, и приводит к усилению активации у них левого полушария. Согласно современным представлениям формирование глубинных структур второго (не родного) языка и их трансформация в поверхностные обеспечивается именно механизмами левого полушария [3,8].

Для группы студентов с высоким уровнем знания языка характерны более низкие значения сенсорной асимметрии, но при этом у них достаточно выражено моторное «правшество» (табл. 3). По-видимому, у юношей данной группы при отсутствии трудностей, связанных с общением с русскоязычным населением, резкое изменение климатогеографических условий приводит к усилению межполушарного взаимодействия в процессе адаптации, что, по мнению В.П. Леутина [6] является показателем более успешного ее протекания.

Выводы

Особенности срочной психофизиологической адаптации студентов-первокурсников из Таджикистана определяется уровнем знания русского языка:

а) для юношей с низким уровнем знания русского языка характерно усиление сенсорного «правшества», ухудшение показателей функционального состояния головного мозга, когнитивных характеристик (памяти, внимания) на фоне отсутствия напряжения в регуляции вегетативных функций;

б) студенты со средним уровнем знания русского языка отличаются средними значениями показателей психофизиологических функций, более высокими значениями моторной асимметрии и выраженной реакцией на ортостатическую пробу по сравнению с представителями двух других групп;

в) у иностранных студентов с высоким уровнем знания русского языка отмечаются усиление межполушарного взаимодействия, достаточные функциональные возможности ЦНС при умеренном повышении симпатoadреналовой активности в регуляции сердечного ритма.

Литература

1. Баевский Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии – М.: Медицина, 1979. – 280 с.
2. Брагина Н. Н., Доброхотова Т. А. Функциональные асимметрии человека – М.: Медицина, 1988. – 288 с.
3. Дашинимаева П. П. Нейропсихофизиологические основания функциональной асимметрии билингвизма // Вестник ТГПУ, 2010. - Выпуск 7 (97). – С. 129 – 132.
4. Иванов В. И., Литвинова Н. А., Березина М. Г. Автоматизированные методы психодиагностики: методические рекомендации – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2002. – 28 с.
5. Леутин В. П., Николаева Е. И. Функциональная асимметрия мозга: мифы и действительность – СПб.: Речь, 2005. – 368 с.

6. Леутин В. П., Ройфман М. Д., Кривошеков С. Г. Половой диморфизм трансформации латерального фенотипа и функциональное состояние детей пубертатного возраста в суровых климатогеографических условиях // Бюллетень СО РАМН, 1997. - №3. - С.15 – 20.

7. Налчаджян А. А. Психологическая адаптация. Механизмы и стратегии. – СПб.: Эксмо, 2010. – 368 с.

8. Черниговская Т.В., Баллонов Л. Я., Деглин В. Л. Билингвизм и функциональная асимметрия мозга // Текст и культура. Труды по знаковым системам XVI. – Тарту, 1983. – С. 62 – 83.

Петрушова О.П.¹, Аллакин Ю.А.², Пашин А.А.³, Васильев А.В.⁴

¹Кандидат биологических наук, доцент, Пензенский государственный университет; ²кандидат педагогических наук, доцент, Пензенский государственный университет; ³доктор педагогических наук, профессор, Пензенский государственный университет; ⁴аспирант, Пензенский государственный университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОИМПЕДАНСОМЕТРИИ И ОЦЕНКИ ТЕХНИКО-ТАКТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В ТЕКУЩЕМ И ЭТАПНОМ КОМПЛЕКСНОМ ОБСЛЕДОВАНИИ СПОРТСМЕНОВ

Аннотация

Показана необходимость применения биоимпедансометрии совместно с методами оценки техники плавания. По данным корреляционного анализа обнаружены различной направленности взаимосвязи между показателями химического состава тела и скоростно-силовых характеристик. Выявлено, что значения технико-тактических показателей находятся в зависимости от динамики изменений химического состава тела. Неполное восстановление организма спортсмена, которое можно диагностировать по значению удельного обмена, лимитирует физическую работоспособность, снижает уровни силовых и скоростно-силовых характеристик. Значения коэффициентов использования силовых возможностей и коэффициентов координации можно рассматривать как корректирующие показатели соотношения работы на суше и в воде по развитию силовых качеств.

Ключевые слова: биоимпеданс, фитнес-тест, сила тяги.

Petrushova O.P.¹, Allakin Y.A.², Pashin A.A.³, Vasiliev A.V.⁴

¹PhD, associate professor, Penza state university; ²ph.d., associate professor, Penza state university; doctor of sc., professor, Penza state university; ⁴ postgraduate student, Penza state university

BODY COMPOSITION MEASUREMENT AND ESTIMATION OF TECHNICAL AND TACTICAL ABILITIES IN CURRENT AND STAGE COMPLEX INSPECTION OF SPORTSMEN

Abstract

It has been shown necessity of body composition measurement application together with estimation of swim technology methods. According to correlation analysis data different interconnections between the body chemical composition indexes and the speed and strength abilities have been discovered. It has been discovered that technical and tactical indexes depend upon the dynamics of body chemical composition changes. Incomplete rehabilitation of sportsman organism, which can be diagnosed on the index of specific exchange, limits the physical capacity for work and reduces the levels of speed and strength abilities. The coefficients indexes of strength abilities application and co-ordination coefficients can be considered as correcting indexes of work on land and water correlation on development of strength abilities.

Keywords: bioimpedance, fitness-test, tractive force

В практике спорта высших достижений большое значение имеет постоянный контроль текущего состояния отдельных сторон подготовленности спортсменов с целью обеспечения системного подхода в управлении тренировочным процессом [1, 3, 4].

Программы этапных комплексных обследований включают оценку морфологического статуса, определение уровня физической работоспособности, силовой и скоростно-силовой подготовленности, что необходимо для разработки мер по коррекции тренировочного процесса.

Считается, что химический состав тела является важным фактором, влияющим на спортивный результат [2, 6, 7, 10]. Показано, что рост силовых показателей, развитие физической работоспособности, механизмов энергообразования зависит от количества костной, скелетно-мышечной, жировой массы [1, 4, 5,]. Используются показатели активного и реактивного сопротивления тканей, проводят оценку состояния мышечной массы [8, 9], водного баланса при физической нагрузке [6].

Целью нашей работы было показать необходимость применения биоимпедансометрии совместно с методами оценки техники плавания с целью получения более полной информации о состоянии тренированности спортсменов в текущем и этапном комплексном обследовании.

Материалы и методы исследования

Анализ химического состава тела и оценка технико-тактических характеристик были проведены у 50 спортсменов, занимающихся плаванием. Этапное обследование осуществлялось в рамках подготовительного периода.

Для оценки состава тела применялся интегральный одночастотный метод. Электроды располагались на запястье правой руки и щиколотке правой ноги. Измерение выполнялось на одной частоте, равной 50 кГц. В результате исследований получали показатели активного и реактивного сопротивления тканей, фазового угла, жировой, тощей, скелетно-мышечной, активной клеточной масс, удельного и основного обмена, а также количества общей, внеклеточной, клеточной жидкостей.

Для оценки техники плавания использовалась компьютерная тензометрическая система позволяющая проводить измерения силы тяги в воде и на суше. В воде сила тяги измерялась в трех упражнениях: плавание на «руках», плавание на «ногах» и плавание в координации. На основе полученных результатов рассчитывались коэффициент использования силовых возможностей (КИСВ) и коэффициент координации (КК).

Для оценки уровня функционального состояния проводился фитнес-тест с использованием мониторов сердечного ритма RS 800, на которых установлена программа Polar Fitness Test™.

Корреляционный анализ проводили с помощью программы Statgraphics (версия 6.0).

По данным корреляционного анализа обнаружены различной направленности взаимосвязи между показателями технико-тактических характеристик и биоимпедансометрии. Значения фитнес-теста, показатели плавания в координации, силовые уровни рук, ног в воде и на суше положительно коррелировали с количеством тощей ($r = 0,8^{***}$), скелетно-мышечной ($r = 0,75^{***}$), активной клеточной ($r = 0,8^{***}$), жировой масс ($r = 0,5^{**}$); уровнями общей ($r = 0,85^{***}$), внеклеточной ($r = 0,75^{***}$), клеточной жидкости ($r = 0,8^{***}$), а также со значениями основного обмена ($r = 0,9^{***}$), фазового угла ($r = 0,45^{**}$), индекса массы тела ($r = 0,6^{**}$); отрицательно – с показателями активного ($r = - 0,74^{***}$) и реактивного сопротивления ($r = - 0,43^{**}$), удельного обмена ($r = - 0,85^{***}$) (рис.1).

Известно, что с увеличением объема проводящей жидкости происходит снижение активного сопротивления [2]. При этом усиливаются транспорт веществ через мембраны, химические реакции, действие гормонов и медиаторов; кроме того, создаются условия для сопряжения процессов окисления и фосфорилирования. Необходимо отметить, что количество скелетно-мышечной массы определяет функциональное состояние организма, скоростные и силовые возможности.

Высокие уровни удельного обмена могут указывать на кислородный дефицит, что, возможно, связано с нарушением процессов восстановления организма. На этом фоне могут отмечаться отрицательные изменения в технико-тактических характеристиках.

Согласно корреляционному анализу значения КИСВ и КК отрицательно коррелировали с показателями общего обмена ($r = -0,5^{**}$), тощей ($r = -0,5^{**}$), скелетно-мышечной ($r = -0,47^{**}$), активной клеточной масс ($r = -0,49^{**}$), общей жидкости ($r = -0,45^{**}$); положительно – с уровнями активного ($r = 0,45^{**}$) и реактивного сопротивления ($r = 0,4^{**}$) и удельного обмена ($r = 0,48^{**}$) (рис. 2).

Коэффициент использования силовых возможностей — это отношение абсолютных силовых показателей при плавании в полной координации к силе рук на суше.

Коэффициент координации — это отношение силовых показателей при плавании в полной координации к сумме силовых показателей при плавании на ногах и руках.

Согласно результатам исследования на фоне неполного восстановления, снижения уровней активной клеточной, скелетно-мышечной и тощей масс нарушаются координационные возможности организма спортсмена, что выражается в уменьшении значений КИСВ и КК.

Таким образом, комплексная оценка уровня подготовленности спортсмена позволяет наиболее полно оценивать функциональное состояние организма, от которого зависят технико-тактические характеристики плавания.

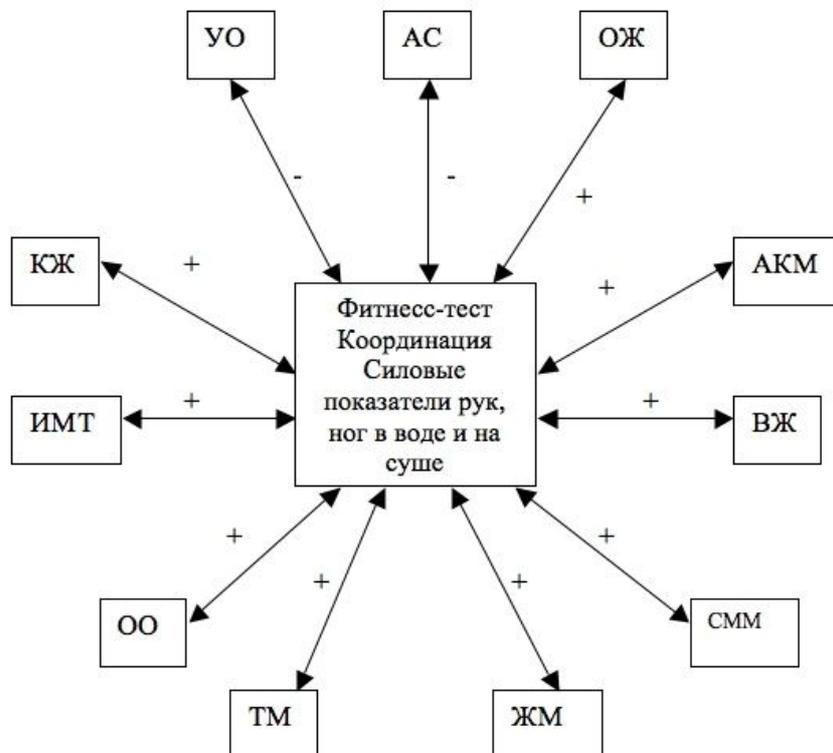


Рис. 1. Корреляционные взаимосвязи показателей фитнесс-теста и технико-тактических характеристик с параметрами химического состава тела

Условные обозначения: АС – активное сопротивление, ОЖ – общая жидкость, ВЖ – внеклеточная жидкость, КЖ – клеточная жидкость, АКМ – активная клеточная масса, СММ – скелетно-мышечная масса, ТМ – тощая масса, ОО – основной обмен, ЖМ – жировая масса, ИМТ – индекс массы тела, УО – удельный обмен.

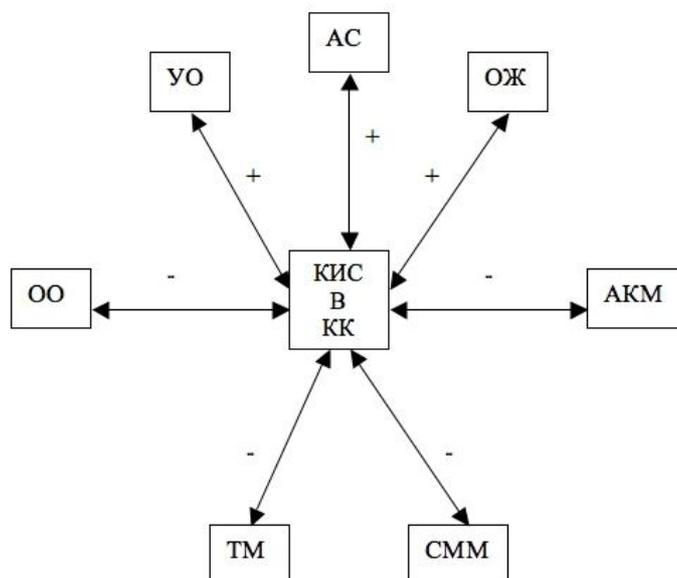


Рис. 2. Корреляционные взаимосвязи показателей технико-тактических характеристик с параметрами химического состава тела

Условные обозначения: АС – активное сопротивление, ОЖ – общая жидкость, АКМ – активная клеточная масса, СММ – скелетно-мышечная масса, ТМ – тощая масса, ОО – основной обмен, УО – удельный обмен.

Выводы

1. Значения абсолютных показателей по технико-тактическим характеристикам находятся в зависимости от динамики изменений химического состава тела.
2. Неполное восстановление организма спортсмена, которое можно диагностировать по значению удельного обмена, лимитирует физическую работоспособность, снижает уровни силовых и скоростно-силовых показателей.
3. Значения коэффициентов использования силовых возможностей и коэффициентов координации можно рассматривать как корректирующие показатели соотношения работы на суше и в воде по развитию силовых качеств.

Литература

1. Бурмистров Д.А. Способ развития силовых качеств и увеличения мышечной массы для лиц разного возраста // Вестник спортивной науки – 2010. – № 6. – С. 47-50
2. Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобринская И.Г., Руднев С.Г. Биоимпедансный анализ состава тела человека. – Москва: Наука, 2009
3. Тамбовцева Р., Сонькин В. Возрастное развитие тканевых источников энергообеспечения мышечной функции // Вестник спортивной науки – 2009. – № 6. – С. 32-38
4. Тамбовцева Р. В. Взаимосвязь аэробной и анаэробной производительности с ростом костной, мышечной и жировой тканей у школьников 7-17 лет // Вестник спортивной науки – 2011. – № 5. – С. 29-34
5. Armstrong N., McManus A.M/ Physiology of elite young male athletes // Med. Sport. Sci. – 2011. – Vol. 56. – P. 1-22
6. Beckmann L., Hahne S., Medrano G., Kim S., Walter M., Leonhardt S. Monitoring change of body fluids during physical exercise using bioimpedance spectroscopy // Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. – 2009. – P. 4465-4468
7. Jaffin M.Y. Body composition determination by bioimpedance: an update // Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care – 2009. – Vol. 12, № 5. – P. 482-486
8. Nescolarde L., Yanguas J., Medina D., Rodas G., Rosell-Ferrer J. Assessment and follow-up of muscle injuries in athletes by bioimpedance; preliminary results // Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. – 2011. – P. 1137-1140
9. Stahn A., Terblanche E., Strobel G. Modeling upper and lower limb muscle volume by bioelectrical impedance analysis // J. Appl. Physiol. – 2007. – Vol. 103, № 4. – P. 1428-1435
10. Wong J.E., Poh B.K., Nik Shanita S., Isham M.M., Chan K.Q., Tai M.D., Ng W.W., Ismail M.N. Predicting basal metabolic rates in Malaysian adult elite athletes // Singapore Med. J. – 2012. – Vol. 53, № 11. – P. 744-749

Доева А.Н.¹, Гагиева З.А.²

¹Доктор биологических наук, профессор, Северо-Осетинский государственный университет; ²кандидат биологических наук, доцент, Северо-Осетинский государственный университет

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ КАЧЕСТВ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА СРЕДСТВАМИ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

Аннотация

В статье рассмотрен вопрос наиболее рационального двигательного режима, положительно влияющего на развитие двигательных качеств и формирование навыков основных движений дошкольников. Предложен наиболее эффективный двигательный режим физкультурных занятий, включающий нагрузки с 40%-ным содержанием упражнений на выносливость. Упражнения, развивающие выносливость положительно влияют на технику выполнения основных движений дошкольников.

Ключевые слова: физическая культура, двигательные качества, дошкольники.

Доева А.Н.¹, Гагиева З.А.²

¹Dr.Sci.Biol., professor, North Ossetian state university; ²Candidate of Biology, associate professor, North Ossetian state university

PEDAGOGICAL CONDITIONS OF DEVELOPMENT OF MOTIVE QUALITIES AT CHILDREN OF PRESCHOOL AGE MEANS OF PHYSICAL CULTURE

Abstract

In article the question of the most rational motive mode which is positively influencing development of motive qualities and formation of skills of the main movements of preschool children is considered. The most effective motive mode of sports occupations including loads with the 40% content of exercises on endurance is offered. The exercises developing endurance positively influence equipment of performance of the main movements of preschool children.

Keywords: physical culture, motive qualities, preschool children.

В современных социально-экономических условиях отмечается снижение продолжительности жизни и уровня здоровья детей, подростков и взрослого населения всех регионов страны.

Поэтому актуальной задачей является забота о здоровье детей дошкольного возраста и формирование у них потребности здорового образа жизни.

В своем исследовании, направленном на выявление рационального двигательного режима, положительно влияющего на развитие двигательных качеств и формирование навыков основных движений, мы исходили из того, что в занятиях по физическому воспитанию дошкольников должны преобладать средства и методы, способствующие развитию общей выносливости. Так как правильно дозируемые физические нагрузки оказывают стимулирующее влияние на растущий детский организм. При этом большое внимание должно уделяться «стайерским» формам деятельности, исключающие максимальные напряжения. Подобные мягкие и сравнительно длительные физические нагрузки положительно влияют на двигательный аппарат, вегетативную систему и высшую нервную деятельность детей.

На наш взгляд, основным пробелом в программном материале является отсутствие упражнений, способствующих развитию общей выносливости. В связи с этим и была предпринята попытка изучить влияние двигательных режимов, способствующих развитию общей выносливости, формированию навыков основных движений и развитию некоторых физических качеств.

Работа осуществлялась в два этапа, что позволило решить поставленные задачи. На первом этапе (май 2013 г.) было проведено обследование детей 3-х лет из трех групп детских садов г. Владикавказ. Обследование проводилось с целью определения физической и технической подготовленности на начальном этапе эксперимента. Физическая подготовленность определялась общепринятыми в педагогической практике тестами: бег 10 м и с хода, прыжок в длину с места, бросок набивного мяча 0,5 кг из-за головы двумя руками, бег 10 м змейкой и бег 60 м, которые характеризуют разные стороны физической подготовленности детей. Бег 10 м с хода отражает развитие качества быстроты, прыжок в длину и бросок набивного мяча – уровень развития скоростно-силовых качеств, бег 10 м змейкой – уровень развития выносливости у детей трехлетнего возраста.

Во время тестирования физической подготовленности проводилась оценка техники выполнения основных движений. Качество выполнения основных движений (бег, прыжок в длину с места и метания набивного мяча из-за головы) определялось методом экспертной оценки.

Оценка техники исполнения проводилась тремя экспертами. Высшим баллом за технику исполнения была оценка «б», низшим – «з». Сопоставление средних данных всех групп начала эксперимента показало, что существенного различия, как в показателях физической подготовленности, так и в оценках техники выполнения основных движений не наблюдается (т.е. различия не достоверны).

На втором этапе в течение 11 месяцев (март 2014 г.) проводился педагогический эксперимент, организация которого решала задачу выявления наиболее рационального двигательного режима физкультурных занятий. Физкультурные занятия проводились специалистами физического воспитания. Общая продолжительность физкультурного занятия для детей 3-4 лет составляла 15 - 20 минут.

Особенностью предложенной нами методики физкультурных занятий явилось включение в каждое из них различных объемов упражнений, направленных на развитие общей выносливости. За основу был взят медленный бег: в первой группе объем этих упражнений на период эксперимента составил 40 %, во второй – 30 % и в контрольной группе эти упражнения отсутствовали. Спустя 11 месяцев, при повторном тестировании физической подготовленности и оценки техники выполнения основных движений были зарегистрированы значительные количественные изменения в показателях развития быстроты в начале и в конце эксперимента и отмечено улучшение в первой группе в среднем на 0,79 с, во второй – на 0,63 с и в контрольной – на 0,34 с.

В то же время отмечалось улучшение качества выполнения основного упражнения (бега). Разница в оценке за технику в начале и в конце эксперимента в первой группе составила 0,71 балла, во второй группе – 0,53 балла, в контрольной группе – 0,04 балла.

В показателях прыжка в длину с места, отражающего уровень развития скоростно-силовых качеств, в конце эксперимента было отмечено улучшение во всех группах. В первой группе длина прыжка улучшилась на 33,14 см, во второй – на 23,00 см, в контрольной – на 8,10 см, т.е. наиболее ощутимый прирост наблюдается в первой группе.

Техника выполнения прыжка в длину с места также увеличилась: в первой группе составила 0,78 балла, во второй – 0,36 балла, в контрольной – 0,32 балла.

При анализе результатов в метании мяча из-за головы двумя руками отмечается улучшение результатов во всех группах. К концу эксперимента показатели в метании улучшились в первой группе на 59,81 см, во второй – на 42,84 см, в контрольной – на 45,32 см. Данные показатели также характеризуют уровень развития скоростно-силовых качеств.

Оценка за технику исполнения основного движения метания набивного мяча из-за головы двумя руками улучшилась следующим образом: в первой группы – на 0,4 балла, во второй – на 0,29 балла и в четвертой – на 0,52 балла, т.е. наиболее ощутимо улучшение в технике выполнения броска наблюдается в контрольной группе.

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

- 1) из трех предложенных двигательных режимов физкультурных занятий, наиболее эффективными оказались нагрузки с 40%-ным содержанием упражнений на выносливость;
- 2) упражнения, развивающие выносливость положительно влияют на технику выполнения основных движений дошкольников.

Литература

1. Бальсевич В.К. Физическая культура для всех и для каждого / В.К. Бальсевич. – М.: ФиС, 1988. – 208 с.
2. Бальсевич В.К. Физическая подготовка в системе воспитания культуры здорового образа жизни человека (методологический, экологический и организационный аспекты) / В.К. Бальсевич // Теория и практика физической культуры. – 1990. - № 1. – С. 22-26.
3. Никаноров Д.В., Никаноров В.Т., Лентюков Н.Г. Становление и развитие движений детей от рождения и до 7 лет // Материалы международной научно-практической конференции. – Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т, 2009. – С. 311-318.

Лактионова А.А.¹, Сотников О.С.²

¹Кандидат биологических наук; ²доктор биологических наук, профессор, ФГБУ науки Института физиологии им. И.П. Павлова РАН

ДВУЯДЕРНЫЕ НЕЙРОНЫ В КУЛЬТУРЕ ТКАНИ

Аннотация

В ганглиях автономной нервной системы все многочисленные исследователи отмечают большое количество (от 13% до 56%) двуядерных нейронов. Причиной двуядерности считается амитоз, неполный митоз нейронов взрослых животных. Однако процесс амитоза на живых нервных клетках никто не изучал. В проведенном исследовании предпринята попытка воспроизвести массовую двуядерность в эксперименте, изучить структурную кинетику и механизм этого неврологического феномена.

Ключевые слова: культура ткани, нейроны, слияние.

Laktionova A.A.¹, Sotnikov O.S.²

¹PhD; ²Doctor of Biological Sciences, professor in Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences

BINUCLEATE NEURONS IN TISSUE CULTURE

Abstract

In the ganglia of the autonomic nervous system all the numerous researchers have noted a large number (13% to 56%) of binucleate neurons. The reason of binucleate neuron cells is considered the amitosis, incomplete mitosis neurons of adult animals. However, the process amitosis on living nerve cells nobody studied. In this research, an attempt to reproduce mass dicarions of the neurons in an experiment to study the structural kinetics and mechanism of this neurological phenomenon.

Keywords: tissue culture, neurons, fusion.

Двуядерные нейроны (дикарионы) встречаются в центральной нервной системе достаточно редко. Однако в ганглиях автономной нервной системы их количество может достигать несколько десятков процентов от общего количества нейронов [1-5]. Число дикарионов увеличивается и в раннем онтогенезе [14], и при патологии нервной системы. Значимым следует считать не только массовость явления в некоторых случаях, но и отсутствие, в принципе, в современной нейрофизиологии четких представлений о механизме этого оригинального процесса в нервной системе. Поэтому мы считали необходимым попытаться выявить механизм формирования двуядерных нейронов с помощью культуры живых нейронов.

Исследования проведены на изолированных нейронах окологлоточного ганглия *Lymnaea stagnalis*. Изоляция клеток осуществляли с помощью обработки ганглиев 0,4% проназой в течение 40 мин, повторного пипетирования (повторного всасывания через пипетки разного диаметра) и отмывания клеточной суспензии от остатков глиальных оболочек. Культивирование проводилось до 5 суток в среде RPMI-1640. Нормальные культуры исследовались в инвертированном фазово-контрастном микроскопе (БИОМЕД-3И, Россия) с использованием видеокамеры (ДСМ 300, КНР), связанной с компьютером. Для получения большого количества слившихся нейронов изолированные клетки центрифугировали в течение 15 мин при 3000 g оборотов в минуту и по общепринятой методике фиксировали с помощью 2,5% глутарового альдегида и в 2% OsO₄ в течение 90 мин на холоде (детальнее см. [8]).

Среди только что отпрепарированных нейронов обнаружено 0,165 % дву- и трехядерных нейронов (рис. 1, а, в). Такое явление у моллюсков обнаружено впервые. Процент дикарионов в контроле оказался небольшим. Тем убедительнее будет утверждение о

том, что двуядерность нейронов можно воспроизвести в эксперименте и показательнее – механизм процесса удвоения ядер в одном нейроне. Ядра у таких двуядерных клеток оказались неодинакового размера (рис. 1, б), что противоречит представлениям об одинаковых размерах ядер при их делении в клетке.

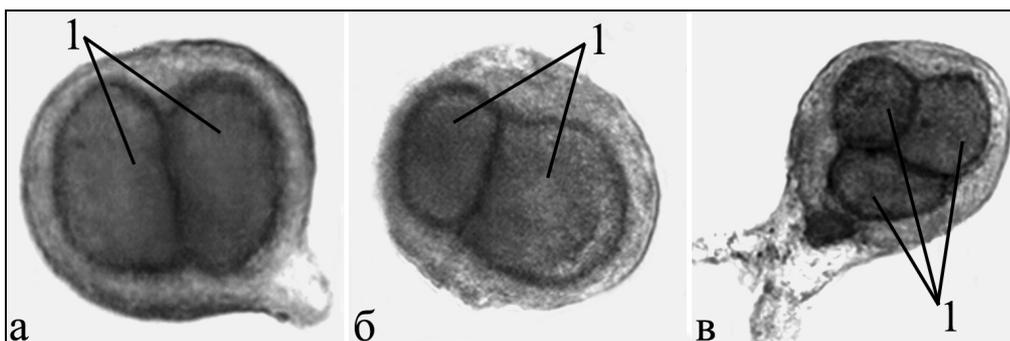


Рис. 1. Живые необычные нейроны из диссоциированных окологлоточных ганглиев нормальных моллюсков *Lymnaea stagnalis*. а – двуядерный нейрон; б – дикарион с ядрами разных диаметров; в – трехядерный нейрон; 1 – ядро. Прижизненная микроскопия. Фазовый контраст. Об. 40Ph, ок. 10.

Наблюдения за поведением живых нейронов в культуре выявляют несколько этапов их взаимодействия. Вначале, расположенные поодиночке клетки образуют отростки, которые целенаправленно растут к соседним, но не обязательно к ближайшим нейронам. После их контактов с телами или отростками соседей, нейриты начинают сокращаться, притягивая клетки, друг к другу (рис. 2, а-в).

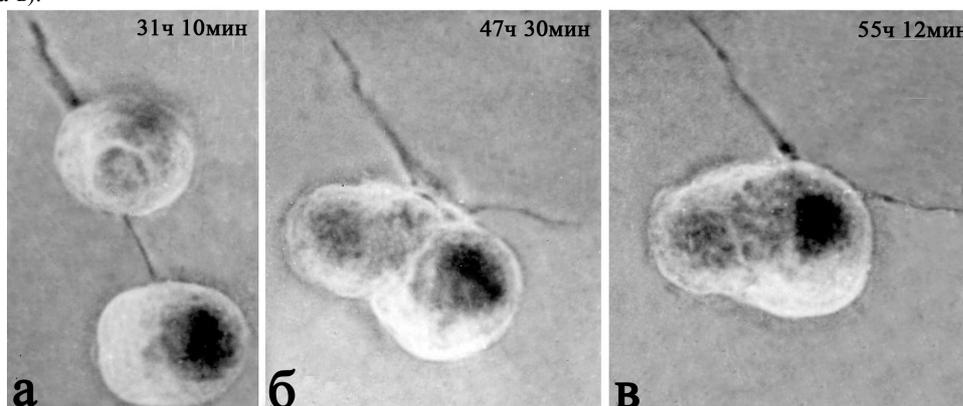


Рис. 2. Сближение и слияние двух одноядерных нейронов в культуре ткани.

а-в – динамика процесса. Время – от начала съемки. Культура ткани. Прижизненная микроскопия. Фазовый контраст. Об. 40Ph, ок. 10.

На вторые сутки культивирования граница в области контакта тел нейронов выравнивается и вдоль нее при фазовом контрасте просматривается ряд вытянутых, прозрачных, вакуолеподобных структур которые представляют собой расширившиеся фрагменты межклеточной щели. Картины этих расширенных щелей наглядно проявляются после фиксации на полутонких срезах (рис. 3). Между ними видны мостики слияния спаренных клеток.

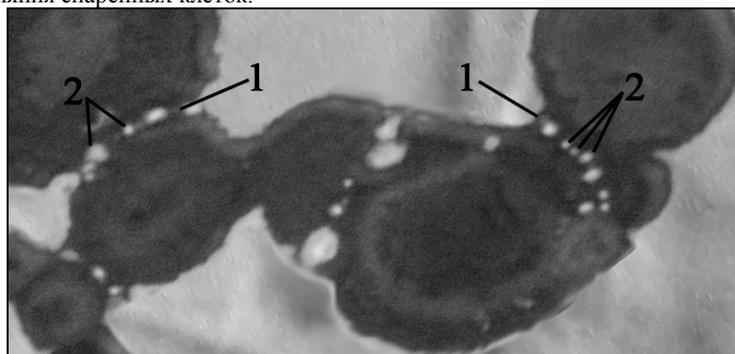


Рис. 3. Синцитиально сливающиеся многоядерные нейроны (симпласты), сближенные в результате их центрифугирования. 1 – мостики синцитиального слияния; 2 – фрагменты межклеточных щелей резко расширенных. Фиксация глутаральдегидом. Фазовый контраст. Об. 40Ph, ок. 10.

Сливаются нейроны и в более поздние сроки, при развитии нервного сплетения (рис. 4 а, б). Контуры спаренных клеток 8-образной формы, постепенно увеличивая угол контакта между ними, превращаются в единую сферическую структуру – двуядерный нейрон. Синцитиальное слияние двух, трех и более тел живых клеток разного диаметра в культуре наблюдается нередко (рис. 4 в-д). При сближении тел живых нейронов путем их центрифугирования можно получить многоядерные синцитиально связанные нейроны (симпласты) (рис. 3).

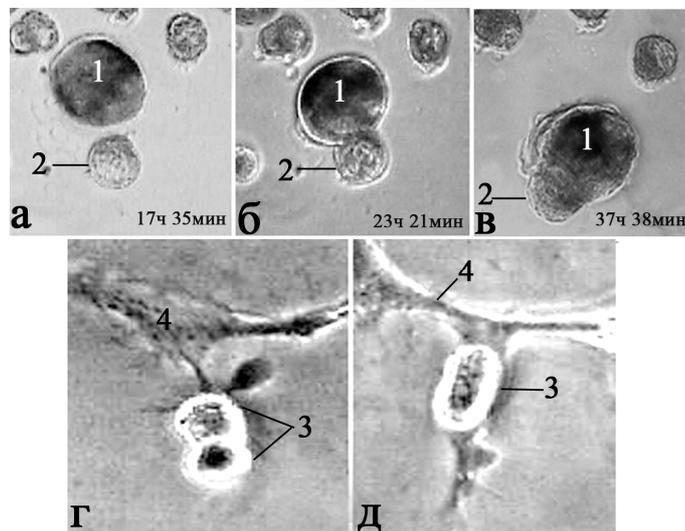


Рис. 4. Слияние массы живых нейронов разного диаметра до (а-в) и после (г-д) формирования нервного сплетения.

а-д – стадии процессов; 1 – крупный изолированный нейрон; 2 – мелкий сливающийся нейрон; 3 – фрагмент нервного сплетения; 4 – те же синцитиально слившиеся нейроны (дикарион). Время – от начала съемки. Прижизненная микроскопия. Фазовый контраст. Об. 40Ph, ок. 10.

Таким образом, с помощью культуры изолированных нейронов удастся доказать, что механизмом образования двуядерных нейронов является их синцитиальное слияние. Полный или частичный amitosis на живых нейронах никогда не наблюдается. Кроме того, в эксперименте показана возможность искусственного получения массовой двуядерности. Прижизненные исследования в культуре изолированных нейронов убеждают нас в том, что образование дикарионов – это сложный естественный многоступенчатый процесс слияния нейронов, воспроизводимый в культуре ткани в массовом порядке. В природе, *in vivo*, массовый бинуклеарный процесс так же встречается при условии высокой естественной концентрации нейронов. Например, нами подробно описан массовый процесс формирования обширных синцитиальных пор слияния у тесно расположенных нейронов гиппокампа при механической травме [9, 10]. При гипоксии слияние нейронов часто отмечается в коре полушарий большого мозга [11, 12]. С помощью микроэлектродной техники доказана возможность массового образования дикарионов путем естественной перфорации *gap junction* при действии вирусов псевдотуберкулеза на вегетативные нейроны в культуре ткани [13]. Для образования межнейронального синцития и слияния нейронов имеет значение и степень покрытия нейронов глиальной оболочкой, например, в онтогенезе [14]. Пока неясно, почему бинуклеарность принимает массовый характер у вегетативных нейронов в периферических ганглиях. Видимо близкий контакт этих нейронов – не единственное объяснение их удвоения. Вообще, по-видимому, речь идет о распространенной общей закономерности – способности любых спаренных биологических мембран к сближению, локальному контактированию с образованием синцитиальных перфораций и молекулярному слиянию [15]. Об этом убедительно свидетельствуют многочисленные уже работы о слиянии различных нейронов с клетками других тканевых типов [16-18]. Доказательство формирования массовой двуядерности свидетельствует также о необходимости дополнить представления о нейронной теории С. Рамон и Кахала [19] данными о принципиальной возможности формирования синцитиальной межнейронной связи в нервной системе.

Литература

- Ehlers P. Über Altersveränderungen an Grenzstrang-Ganglien vom Meerschweinchen // *Anat. Anz.* – 1951. – Bd. 98, H. ½. – S. 24-34.
- Pawlikowski M.Z. // *Folia Morph.* – 1951. – № 3. – p. 211-218.
- Guzek J.W. // *Folia Morph.* – 1958. – № 4. – p. 315-327.
- Шабаташ А.Л., Зелкина Т.И. Цитохимия экспериментальной кариотомии в невритах вегетативных ганглиев млекопитающих // *ДАН СССР.* – 1968. – т. 183. № 4. – с. 944-947.
- Ярыгин Н.Е., Ярыгин В.Н. Патологические приспособительные изменения нейрона. М.: Медицина, 1973. – 175 с.
- Anastas S.B., Mueller D., Semple-Rowland S.L. et al. // *Cereb. Cortex.* – 2011. – v. 21, № 2. – p. 338-344.
- Kawataki T., Sato E., Sato T. et al. // *Neurol. Med. Chir.* – 2010. – v. 50, № 3. – p. 228-231.
- Sotnikov O.S. *Biomedical Tissue Culture.* – Ch. 6. – Intech., 2012. – p. 83-114.
- Sotnikov O.S., Paramonova N.M., Archakova L.I. // *Cell Biol. Int.* – 2010. – v. 34, № 4. – p. 361-364.
- Парамонова Н.М., Сотников О.С., Краснова Т.В. // *Бюлл. exper. биол. мед.* – 2010. – т. 150, № 7. – с. 113-116.
- Пальцын А.А., Колокольчикова Е.Г., Константинова Н.Б. и др. // *Бюлл. exper. биол. мед.* – 2008. – т. 146, № 10. – с. 467-470.
- Пальцын А.А., Константинова Н.Б., Романова Г.А. и др. // *Бюлл. exper. биол. мед.* – 2009. – т. 148, № 11. – с. 580-583.
- McCarthy K.M., Tank D.W., Enquist L.W. // *PLoS Pathog.* – 2009. – v. 5, № 10. – p. 1-20.
- Сотников О.С., Малашко В.В., Рыбакова Г.И. // *Морфология.* – 2007. – в. 131, № 2. – с. 7-15.
- Сотников О.С., Парамонова Н.М., Арчакова Л.И. // *Биол. мембр.* – 2010. – т. 27, № 5. – с. 1-9.
- Alvarez-Dolado M., Pardal R., Garcia-Verdugo J.M. et al. // *Nature.* – 2003. – v. 425, № 6961. – p. 968-973.
- Ackman J.B., Siddiqi F., Walikonis R.S. et al. // *J. Neurosci.* – 2006. – v. 26, № 44. – p. 11413-11422.
- Bae J.S., Han H.S., Youn D.H. et al. // *Stem. Cells.* – 2007. – v. 25, № 5. – p. 1307-1316.
- Ramon y Cajal S. Neuron or reticular theory? Objective evidence of the anatomical unity of nerve cells. – Madrid: Institute "Ramon y Cajal", 1954. – XIII – 144 p.

Лычковская И.Ю.¹, Николаева А.М.²

^{1,2}Кандидат биологических наук, ФГБУ «Окский государственный заповедник»

ЗООГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ФАУНЫ ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ (НЕТЕРОПТЕРА) ИЗВЕСТНЯКОВОГО СЕВЕРА СРЕДНЕРУССКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Аннотация

В биотопах с выходами известняка на территории Рязанской и Липецкой областей выявлено 169 видов клопов. Основу составляют транспалеаркты и виды с западным типом ареалов. Выдвинуто предположение, что становление фауны кальцефитных ландшафтов известнякового севера происходило в открытых биотопах степного типа.

Ключевые слова: Heteroptera, Среднерусская лесостепь, известняк, зоогеография.

Lychkovskaya I.Yu.¹, Nikolaeva A.M.²

^{1,2}Ph. D. in Biology, Oka State Nature Biosphere Reserve

ZOOGEOGRAPHICAL STRUCTURE OF THE BUGS (HETEROPTERA) FAUNA OF THE LIMESTONE NORTH OF FOREST-STEPPE

Abstract

The fauna of bugs of the territory of the limestone forest-steppe of Ryazan and Lipetsk regions includes 169 species. The species that are transpalearctics and the species of western type area consists the basis of fauna. The formation of fauna of these complexes occurred in open biotopes.

Keywords: Heteroptera, Central Russian forest-steppe, limestone, zoogeography.

Западная часть Среднерусской лесостепи приурочена к Среднерусской возвышенности и состоит из двух регионов: известнякового севера (от р. Оки на севере до широты Воронеж - Курск на юге) и мелового юга (включающего Белгородскую, Курскую и значительную часть Воронежской области). Восточная часть располагается на Окско-Донской равнине (ограничена р. Дон, р. Воронеж на западе, р. Окой на севере, Калачской и Приволжской возвышенностями на юге и востоке). Верхнедевонские и нижнекарбонные известняки выходят на поверхность по речным долинам и оврагам в различных частях южных районов Рязанской области, а также в примыкающих к ним районах Липецкой области [1]. По склонам долин широко распространены овраги, оползни, лощины. Наиболее часто овраги с выходами известняка встречаются по склонам долин рек [2].

Изучению полужесткокрылых известняковых биотопов в Липецкой области посвящено небольшое количество работ, и, преимущественно, они затрагивают территорию заповедника «Галичья гора» [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. Исследований по фауне и зоогеографии клопов кальцефитных биотопов в Рязанской области ранее не проводилось.

Статья основана на материалах, собранных авторами в период 2001-2010 гг. в кальцефитных биотопах Данковского, Лебедянского, Елецкого, Задонского, Грязинского, Липецкого, Тербунского, Усманского районов Липецкой области и Сасовского, Милославского, Касимовского районов Рязанской области.

Приведенная ниже классификация ареалов видов клопов кальцефитных биотопов среднерусской лесостепи основана на схеме, предложенной А.Ф. Емельяновым [11]. Ареалы 169 видов клопов, отмеченных на исследованной территории, объединены по поясно-секторному и провинциальному принципам в 27 групп ареалов, 9 типов.

I. Палеарктическо-эфиопский тип ареалов (1 вид): *Nysius ericae ericae*;

II. Голарктический тип ареалов (16 видов):

1. Бореально-суббореальная группа ареалов (3 вида): *Monosynamma bohemanii*, *Stictopleurus viridicatus*, *Stygnocoris rusticus*;

2. Бореально-субтропическая группа ареалов (8 видов): *Lygocoris pabulinus*, *Capsus cinctus*, *Polymerus cognatus*, *P. vulneratus*, *P. unifasciatus*, *Lygus rugulipennis*, *Trigonotylus caelestialium*, *Berytinus minor minor*;

3. Суббореальная группа ареалов (2 вида): *Orius minutus*, *Chlamydatus pullus*;

4. Суббореально-субтропическая группа ареалов (3 вида): *Nysius thymi thymi*, *Dolycoris baccarum*, *Zicrona caerulea*.

III. Транспалеарктический тип ареалов (62 вида):

5. Бореально-суббореальная группа ареалов (24 вида): *Tingis pilosa*, *Polymerus palustris*, *Pantilius tunicatus*, *Criocoris crassicornis*, *Plagiognathus chrysanthemis*, *Chlamydatus pulicarius*, *Berytinus clavipes*, *Nysius helveticus*, *Cymus glandicolor*, *Geocoris ater*, *Plinthis pusillus*, *Pterotmetus staphylinifomis*, *Coptosoma scutellatum*, *Acanthosoma haemorrhoidale*, *Elasmucha ferrugata*, *Eurygaster testudinaria*, *Neottiglossa pusilla*, *Carpocoris purpureipennis*, *Pentatoma rufipes*, *Picromerus bidens*, *Capsus wagneri*, *Stenodema holsata*, *Nithecus jacobaeae*;

6. Бореально-субтропическая группа ареалов (21 вид): *Nabis fesus*, *Orius horvathi*, *Oncochila simplex*, *Physatocheila smreczynskii*, *Tingis cardui*, *Capsodes gothicus gothicus*, *Adelphocoris lineolatus*, *A. seticornis*, *Stenodema calcarata*, *Strongylocoris leucocephalus*, *Halticus apterus*, *Piesma capitatum*, *Kleidocerys resedae*, *Rhyparochromus pini*, *Coreus marginatus*, *Alydus calcaratus*, *Corizus hyoscyami*, *Brachycarenum tigrinus*, *Rhopalus parumpunctatus*, *Stictopleurus punctatonervosus*, *Lygaeus equestris*;

7. Суббореальная группа ареалов (10 видов): *Acalypta punctata*, *Tingis crispata*, *Plagiognathus albipennis*, *Phymata crassipes*, *Geocoris grylloides*, *Eurygaster maura*, *Aelia klugii*, *Palomena prasina*, *Eurydema dominulus*, *Arma custos*;

8. Суббореально-субтропическая группа ареалов (7 видов): *Nabis limbatus*, *Anthocoris nemoralis*, *Globiceps flavomaculatus*, *Nysius senecionis*, *Nabis punctatus*, *Oncolytus viridiflavus*, *Acrotelus caspicus*.

IV. Суператлантический тип ареалов (17 видов):

9. Бореально-суббореальная группа ареалов (3 вида): *Orthops basalis*, *Liocoris tripustulatus*, *Myrmecoris gracilis*;

10. Бореально-субтропическая группа ареалов (9 видов): *Orius niger*, *Dictyla echii*, *Charagochilus gyllenhalii*, *Capsus ater*, *Polymerus nigrata*, *Aphanus rolandii*, *Orthops kalmii*, *Campylomma verbasci*, *Chorosoma schillingii*;

11. Суббореальная группа ареалов (1 вид): *Myrmus miriformis*;

12. Суббореально-субтропическая группа ареалов (4 вида): *Elasmotropis testacea*, *Platyplax salviae*, *Eurydema ventralis*, *Heterogaster artemisiae*.

V. Западный тип ареалов (28 видов):

13. Бореально-суббореальная группа ареалов (8 видов): *Catoplatus fabricii*, *Notostira erratica*, *Megaloceraea recticornis*, *Pyrrhocoris apterus*, *Geocoris dispar*, *Xanthochilus quadratus*, *Stictopleurus crassicornis*, *Anthemina lunulata*;

14. Бореально-субтропическая группа ареалов (9 видов): *Tingis geniculata*, *Stenodema laevigata*, *Pilophorus perplexus*, *Rhyparochromus vulgaris*, *Syromastus rhombeus*, *Rhopalus subrufus*, *Thyreocoris scarabaeoides*, *Eysarcoris aeneus*, *Orthops campestris*;

15. Суббореальная группа ареалов (5 видов): *Heterocordylus genistae*, *Oncotylus setulosus*, *Scolopostethus puberulus*, *Sehirus morio*, *Adelphocoris ticinensis*;

16. Суббореально-субтропическая группа ареалов (6 видов): *Prostemma aeneicolle*, *Himacerus mirmicoides*, *Nabis pseudoferus pseudoferus*, *Tingis auriculata*, *T. grisea*, *Rhopalus conspersus*.

VI. Панатлантический тип ареалов (19 видов):

17. Бореально-суббореальная группа ареалов (8 видов): *Dicyphus globulifer*, *Deraeocoris ruber*, *Phytocoris ulmi*, *Trigonotylus ruficornis*, *Leptopterna ferrugata*, *Orthocephalus saltator*, *Globiceps fulvicollis*, *Psallus variabilis*;

18. Бореально-субтропическая группа ареалов (2 вида): *Peritrechus geniculatus*, *Aelia rostrata*;

19. Суббореальная группа ареалов (7 видов): *Orthocephalus brevis*, *Halticus pusillus*, *Hallodapus montandoni*, *Criocoris sulcicornis*, *Plagiognathus bipunctatus*, *Neides tipularius*, *Berytinus montivagus*;

20. Суббореально-субтропическая группа ареалов (2 вида): *Catoplatus carthusianus*, *Polymerus asperulae*.

VII. Западнопанконтинентальный тип ареалов (2 вида):

21. Суббореальная группа ареалов (2 вида): *Megalocoleus confusus*, *Eysarcoris venustissimus*.

VIII. Суператлантико-эвриконтинентальный тип ареалов (19 видов):

22. Бореально-суббореальная группа ареалов (6 видов): *Orthocephalus vittipennis*, *Sciocoris cursitans*, *Holcostethus strictus vernalis*, *Eurycolpus flaveolus*, *Stenodema virens*, *Notostira elongata*;

23. Бореально-субтропическая группа ареалов (7 видов): *Lygus pratensis*, *Eurydema oleracea*, *Leptopterna dolabrata*, *Cymus claviculus*, *Megalonotus chiragra*, *Aelia acuminata*, *Stenotus binotatus*;

24. Суббореальная группа ареалов (3 вида): *Plagiognathus arbustorum arbustorum*, *Legnotus picipes*, *Carpocoris fuscispinus*;

25. Суббореально-субтропическая группа ареалов (3 вида): *Lygus gemellatus*, *Dicranocephalus agilis*, *Graphosoma lineatum*.

IX. Эвриконтинентальный тип ареалов (5 видов):

26. Суббореальная группа ареалов (3 вида): *Plagiognathus fulvipennis*, *Aelia sibirica*, *Neottiglossa leporina*;

27. Суббореально-субтропическая группа ареалов (2 вида): *Piezodorus lituratus*, *Enoplops scapha*.

Большая часть видов известняковых биотопов имеют широкое распространение с транспалеарктическим (36,68%) и западным (16,58%) типами ареалов. Минимально представлены виды западнопанконтинентального (1,18%) и эвриконтинентального (2,96%) типов ареалов. Еще меньше роль видов, ареал которых выходит за пределы Палеарктики – палеарктическо-эфиопский тип ареала (1 вид – 0,59%). Примерно в равных долях представлены голарктические (9,47%), суператлантические (10,06%), панатлантические и суператлантическо-эвриконтинентальные виды (по 11, 24%).

При анализе распределения видов по широтному простиранию, выявлено, что преобладают широкие бореально-субтропический (33,93%) и бореально-суббореальный (31,52%) группы. При этом, в долготном направлении среди них преобладают виды с широкими секторными ареалами – транспалеаркты (37,5% и 46,2% соответственно). Наименьшее число видов в исследуемой фауне обладают ареалами, вытянутыми от суббореального до субтропического пояса (28 видов), причем основную часть этой группы составляют виды широкой транспалеарктической (7 видов) и узкой западной (6 видов) групп.

Фауна полужесткокрылых известнякового севера в пределах Рязанской и Липецкой областей включает виды широко распространенные в Палеарктике и заселяющие преимущественно открытые, хорошо инсолированные биотопы. Большинство видов не имеют специфики в отношении приуроченности к строго определенному типу ландшафтов, некоторые приурочены непосредственно к каменистым биотипам (*Eysarcoris fabricii*, *Geocoris dispar*, и др.).

По результатам наших исследований, в известняковых биотопах среднерусского севера видов отчетливо южного или северного происхождения очень мало. Судя по тому, что большинство Heteroptera в своем распространении ограничены западной частью Палеарктики и их ареалы находятся под влиянием Атлантики, в формировании в целом фауны полужесткокрылых насекомых кальцефитных биотопов преобладали автохтонные формообразовательные процессы. К группе с западным типом ареалов относятся виды с максимальной численностью в исследованных биотопах, что отражает наиболее оптимальные условия для их развития. Таким образом, становление фауны кальцефитных ландшафтов происходило в открытых биотопах степного типа.

Литература

1. Шустов Б.С. Карстовые явления в Рязанской и Липецкой областях. Региональное карстоведение / Б.С. Шустов. – М.: АН СССР, 1961. <http://styx-speleo.ru/biblioteka/151-karstovye-yavleniya-v-ryazanskoj-i-lipetskoj-oblastyakh> (дата обращения 30.04.2014).

2. Мильков Ф.Н. Общий обзор природы известнякового севера Среднерусской возвышенности / Ф.Н. Мильков // Известняковый север Среднерусской возвышенности. – Воронеж, 1978. – С. 4-12.

3. Скуфьин К.В. Реликтовая фауна известнякового севера Среднерусской возвышенности / К.В. Скуфьин, В.Т. Кузнецова // Изучение и охрана природы малых заповедных территорий. – Воронеж, 1986. – С. 140-147.

4. Голуб В.Б. Видовой состав полужесткокрылых (Heteroptera) заповедника «Галичья гора» / В.Б. Голуб // Состояние и проблемы экосистем Среднего Подонья. – Воронеж, 1996. – Вып. 8. – С. 89-91.

5. Парфенова Н.И. Дополнения к видовому составу клопов-слепняков заповедника «Галичья гора» / Н.И. Парфенова // Состояние и проблемы экосистем среднерусской лесостепи. – Воронеж, 2000. – Вып. 14. – С. 60-63.

6. Лычковская И.Ю. Полужесткокрылые надсемейства щитников (Heteroptera, Pentatomoidea) заповедника «Галичья гора» / И.Ю. Лычковская // Вопросы естествознания: материалы межвуз. науч. конф. преподавателей, аспирантов и студентов. – Липецк, 2003. – Вып. 11. – С. 32-35.

7. Лычковская И.Ю. Полужесткокрылые насекомые (Heteroptera) Каменного лога г. Липецка / И.Ю. Лычковская // Состояние и проблемы экосистем среднерусской лесостепи. – Воронеж, 2004. – Вып. 18. – С. 62-64.

8. Лычковская И.Ю. Изучение фауны полужесткокрылых (Heteroptera) карьерно-отвалных ландшафтов Липецкой области / И.Ю. Лычковская // Экология Центрально-Черноземной области Российской Федерации. – 2005. – №2 (15). – С. 77-80.

9. Лычковская И.Ю. Полужесткокрылые насекомые (Heteroptera) кальцефитных биотопов Среднего Дона / И.Ю. Лычковская // Проблемы устойчивого функционирования водных и наземных экосистем. – Ростов-н/Д., 2006 а. – С. 245-248.

10. Лычковская И.Ю. Особенности фауны полужесткокрылых (Heteroptera) карьерно-отвалных комплексов по разработке известняка в Липецкой области / И.Ю. Лычковская // Труновские чтения: традиции и современность. – Липецк, 2013. – С. 133-139.

11. Емельянов А.Ф. Предложения по классификации и номенклатуре ареалов / А.Ф. Емельянов // Энтомологическое обозрение. – 1974. – Т. 53, вып. 3. – С. 497-522.

Попова А.Д.¹, Садыкова В.С.²

¹Студент, ФГБОУ ВПО Московский Государственный Университет Пищевых Производств; ²Профессор, доктор биологических наук, научно-исследовательский институт по изысканию новых антибиотиков им. Г.Ф. ГАУЗЕ РАМН, г. Москва, Россия.

АНТАГОНИСТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ШТАММОВ *TRICHODERMA ASPERELLUM* В ОТНОШЕНИИ ТОКСИНОБРАЗУЮЩИХ ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM*

Аннотация

Исследование антагонистической активности штаммов *Trichoderma asperellum* к токсинообразующим фитопатогенным грибам рода *Fusarium*. Для оценки антимикробной активности проводили исследования методами перпендикулярных штрихов, бумажных дисков и агаровых блоков (метод диффузии в агар). Перспективным для штаммов *Trichoderma asperellum* является разработка антимикробных препаратов.

Ключевые слова: гиперпаразитическая, антагонистическая, антимикробная, токсинообразующие, грибы.

Popova A.D.¹, Sadykova V.S.²

¹Student, Moscow State University of Food Production; ²Doctor of Biological Sciences, Professor Research Institute of New Antibiotics them. G.F. Gause RAMS, city of Moscow, Russia.

ANTAGONISTIC PROPERTIES OF *TRICHODERMA ASPERELLUM* WITH RESPECT TO THE TOXIGENIC FUNGI *FUSARIUM*

Abstract

Research antagonistic activity of *Trichoderma asperellum* with respect to toxigenic fungi *Fusarium*. Research were performed out by methods: perpendicular line, paper discs and blocks agar (agar diffusion method). *Trichoderma asperellum* is the strain to be promising for further development of antimicrobial preparations.

Keywords: biparasitic, antagonistic, antimicrobial, toxigenic, fungi.

Одними из естественных антагонистов фитопатогенных микроорганизмов являются грибы рода *Trichoderma*, обнаруживающие космополитизм и встречающиеся во всех типах почв. На основе этих грибов создана группа биопрепаратов-триходерминов. Большинство исследователей во всем мире отмечают их высокую эффективность в подавлении многих возбудителей болезней растений. В связи с широким применением грибов рода *Trichoderma* в самых разных странах накоплен огромный фактический материал, касающийся физиолого-морфологических, биохимических и генетических исследований грибов, а также технологии получения биопрепаратов и их успешное применение. Однако, потенциальные возможности использования представителей вида микромицетов *Trichoderma asperellum* в биологическом контроле возбудителей инфекций растений изучены недостаточно. По словам ведущего специалиста, занимающегося исследованием этих грибов Г. Самуельса (Samuels, 2006): «Род *Trichoderma* сейчас в стадии открытия для человечества. Численность, биоразнообразие, роль и взаимодействие видов *Trichoderma* в окружающей среде только теперь можно оценить в полной мере. С открытием новых экологических ниш и описания новых видов в неизученных географических регионах еще много новых видов будет найдено, изучены процессы жизнедеятельности этого «захватывающего» рода и использован их потенциал в биотехнологии будущего» [1,4,5,6].

В связи с этим, цель работы такова: исследование антагонистической активности штаммов *Trichoderma asperellum* к токсинобразующим фитопатогенным грибам рода *Fusarium*.

Исследования проводили со штаммами *Trichoderma asperellum*: МГ/6 (ВКПМ F-878), Т-30 (ВКПМ F-767) и ТН-7 (ВКПМ F-888), выделенными из различных природных объектов Средней Сибири (Садыкова, 2012).

1. Т-30 (Номер штамма в Генбанке KF900134) – выделен из исходного штамма, изолированного из почвы тепличного комплекса Березовского района Красноярского края.
2. Мг-6 (Номер штамма в Генбанке KF922326) – моноспорный штамм, выделен из исходного Мг-97, изолированного из почв лесного биоценоза Маганского лесхоза Красноярского края.
3. ТН-7 (Номер штамма в Генбанке KF922329) – выделен из исходного штамма, изолированного из почв Таловского лесничества Красноярского края.

В качестве тест-объектов изучали штаммы токсинобразующих видов *Fusarium sambucinum* Fuckel (ВКПМ F-900) и *Fusarium sporotrichioides* Sherb. (ВКПМ F-890).

Для получения культуральных фильтратов и мицелия штаммы глубоко культивировали на питательной среде Сабуро в течении 10 и 14 суток. Антимикробные соединения исследовали в водных, спиртовых и этилацетатных экстрактах мицелия. Для оценки антимикробной активности исследования проводили методами перпендикулярных штрихов, бумажных дисков и агаровых блоков (метод диффузии в агар) (Егоров, 2004, Егоров 1965).

Как показали наши исследования, оценка гиперпаразитической активности показала гетерогенность штаммов в пределах вида и различия по степени активности изолятов в отношении фитопатогенных микромицетов. Штаммы вида *Trichoderma asperellum* проявили внутривидовую вариабельность по гиперпаразитической активности в зависимости от вида фитопатогена (в таб. 1).

Для описания типов взаимоотношений между грибами рода *Trichoderma* и фитопатогенами родов *Fusarium* использовали шкалу Джонсона и Карла, в модификации и дополнении Ф.К. Алимовой.

Таблица 1 - Индекс антагонизма в баллах

Исследуемый штамм	Индекс антагонизма	
	<i>F.sporotrichioides</i>	<i>F.sambucinum</i>
<i>T. asperellum</i> ТН-7	2	4
<i>T. asperellum</i> Т-30	4	4
<i>T. asperellum</i> МГ/6	5	5

Исследуемый штамм *Trichoderma asperellum* МГ/6 характеризуется максимальной активностью и действует на *Fusarium sporotrichioides* Sherb. (ВКПМ F-890) и *Fusarium sambucinum* Fuckel (ВКПМ F-900) одинаково по шкале Джонсона и Карла – 5 баллов. Механизм подавления – при контакте антагонист продолжает расти с неизменной скоростью поверх колонии подавляемого организма. Штамм *Trichoderma asperellum* Т-30 действует одинаково на *Fusarium sporotrichioides* Sherb. (ВКПМ F-890) и *Fusarium sambucinum* Fuckel (ВКПМ F-900). Индекс антагонизма по шкале Джонсона и Карла составляет 4 балла, т.е. подавление одного организма при контакте, антагонист обрастает колонию подавляемого организма. Для *Trichoderma asperellum* ТН7 в отношении обоих видов *Fusarium* характерна низкая гиперпаразитическая активность, индекс антагонизма составил 4 и 2 балла соответственно.

Исследуя культуральные экстракты штамма *Trichoderma asperellum* методом бумажных дисков и методами диффузии в агар, наиболее эффективные действия проявил этилацетатный экстракт из культуральной жидкости штамма *Trichoderma asperellum* МГ/6 и Т-30. Этилацетатный экстракт получали выращиванием глубоко в колбах на 1000 мл на жидкой среде Сабуро на качалке в течении 10 и 14 суток, затем культуральную жидкость фильтровали через мембранные фильтры на воронке Зейца под вакуумом. Для извлечения антибиотических веществ культуральную жидкость экстрагировали этилацетатом (1:1). Полученные экстракты упаривали в вакууме на ротаторном испарителе «Rotavapor-RBüchi» (Швейцария) при 42°C досуха, сухой остаток растворяли в водном 60% этаноле и получали спиртовые концентраты. Во всех фракциях – маточниках (исходной культуральной жидкости).

Однако, проверяя спиртовые и водные экстракты из штаммов *Trichoderma*, методом диффузии в агар, выяснили, что спиртовой экстракт активнее, чем водный экстракт по отношению токсинобразующим грибам рода *Fusarium*. Для получения спиртовых и водных экстрактов грибы глубоко культивировали на жидкой среде Сабуро на качалке (120-140 об/мин) в течении 10 и 14 суток, затем культуральную жидкость фильтровали через мембранные фильтры на воронке Зейца под вакуумом. Отобранный мицелий помещали в морозильную камеру, после оставляли в сушильном шкафу при температуре 40°C до полного испарения влаги.

Водные и спиртовые экстракты из биомассы мицелия получали путем измельчения биомассы и экстрагирования при температуре: 22 ± 1 °С. Соотношение исследуемого образца к экстрагенту составляло 1:3. Из мицелия определяли антимикробную активность методом диффузии в агар. Действие спиртового экстракта наглядно изображено на рисунке 1.

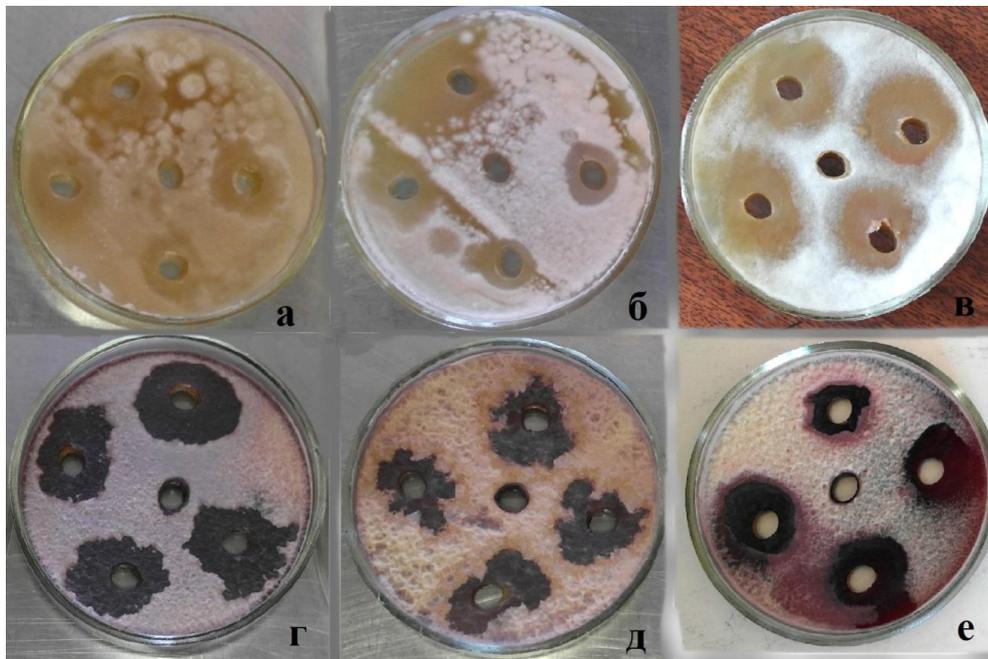


Рис. 1 Метод диффузии в агар со спиртовым экстрактом *Trichoderma asperellum* на *Fusarium sambucinum* и *Fusarium sporotrichioides*. а) *T. asperellum* МГ/6 и *F. sambucinum* F-900; б) *T. asperellum* Т-30 и *F. sambucinum* F-900; в) *T. asperellum* ТН-7 и *F. sambucinum* F-900; г) *T. asperellum* МГ/6 и *F. sporotrichioides* F-890; д) *T. asperellum* Т-30 и *F. sporotrichioides* F-890; е) *T. asperellum* ТН-7 и *F. sporotrichioides* F-890.

В результате проведенных исследований были получены следующие результаты: Микромицеты рода *Trichoderma asperellum* МГ/6, Т-30 и ТН-7 проявляют антибиотическую активность по отношению к токсинообразующим штаммам *Fusarium sambucinum* и *Fusarium sporotrichioides*. Из трех представленных штаммов грибов *T. asperellum* высокую антагонистическую активность в отношении фитопатогенов рода *Fusarium* проявляют штаммы *Trichoderma asperellum* МГ/6 и Т-30.

Вывод

Все штаммы рекомендуется использовать в виде спорово-мицелиального препарата, так как только такая форма обеспечивает подавление сразу двух видов фитопатогенов - *Fusarium sambucinum* и *Fusarium sporotrichioides*. Таким образом, на основе штаммов *T. asperellum* МГ/6 и Т-30 рекомендуется получение биопрепаратов.

Литература

1. Аспите, А.Ф. Использование триходермина для защиты растений от фитопатогенных микромицетов / Аспите А.Ф., Швинка Ю.Э., Стрикаускас С.В. // Вестник с.-х. науки. - 1981. - № 9. - С. 114-118.
2. Егоров Н.С. Микробы антагонисты и биологические методы определения антибиотической активности// Издательство «Высшая школа», Москва, 1965, с – 96-130
3. Егоров Н.С. Основные учения об антибиотиках// Изд.МГУ, Наука, Москва 2004г. – с 78
4. Садыкова В.С. Экология грибов рода *Trichoderma* (Pers.:Fr.) бассейна реки Енисей, их биологические свойства и практическое использование: Автореф. док. биол. наук / Садыкова В.С. - Москва, 2012. - С.8-31
5. Chet I. *Trichoderma* - application, mode of action, and potential as a biocontrol agent of soilborne plant pathogenic fungi / Chet I. // In Innovative Approaches to Plant Disease Control (ed. I. Chet). - 1987. - P. 137-160.
6. Reino, J.L. Secondary metabolites from species of the biocontrol agent *Trichoderma* / J.L. Reino, R.F. Guerriero, R. Hernandez-Gala', I.G. Collado // Phytochem Rev. 2008. - Vol. 7. - P. 89-123.

Никольская¹ В.А., Постольник² Н. А., Меметова³ З.Н.

¹Кандидат биологических наук, доцент, Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского; ²Магистр, Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского; ³Аспирант, Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского

ГИПЕРИНСУЛИНЕМИЯ, ВЛИЯНИЕ НА МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ОРГАНИЗМЕ

Аннотация

В данной статье определена результирующая в изучении воздействия гиперинсулинемического состояния на различные процессы в организме при его проявлении как в роли самостоятельного фактора влияния на организм, так и в виде осложнения при патологии, а также произведена краткая систематизация имеющихся в литературе данных, способствующих раскрытию механизмов возникновения и развития гиперинсулинемии.

Ключевые слова: гиперинсулинемия, гестационный сахарный диабет, ишемическая болезнь сердца, окислительная модификация белков.

Nikol'skaya V.A.¹, Postol'nik N.A.², Memetova Z.N.³

¹PhD, lecturer, Taurida National V. I. Vernadsky University; ²Holder of a master's degree, Taurida National V. I. Vernadsky University; ³Postgraduate student, Taurida National V. I. Vernadsky University

HYPERINSULINEMIA, INFLUENCE ON METABOLIC PROCESSES IN AN ORGANISM

Abstract

In this article a resultant is certain in the study of influence of the state excessively increased contents of insulin on different processes in an organism at his display both in a role of independent factor of influence on an organism and as complication at pathology, and also short systematization of present in literature of information, cooperant opening of mechanisms of origin and development of hyperinsulinemia is made.

Keywords: hyperinsulinemia, gestational diabetes, ischemic disease, oxidative modifications of proteins.

Изменения метаболических процессов в организме определяют последующую вероятность развития патологии, а структурный след любого отклонения – её интенсивность и направленность; следует учитывать, что, в конечном счете, совокупность затронутых звеньев различных процессов обуславливают характер выраженности заболевания.

Система тестирования, как правило, направлена на выявление индикаторов любого патологического состояния или изменения физиологического. Однако следует отметить, что предикторная функция является той малоиспользуемой составной частью медицинских исследований, которая позволила бы уже на ранних этапах диагностировать отклонения, а не фиксировать уже имеющуюся патологию.

Сегодня, помимо инсулиннезависимого сахарного диабета, установлен целый ряд заболеваний, в том числе сердечно-сосудистой системы, при которых выявлена гиперинсулинемия [1–8]. Вместе с тем хорошо известен феномен гиперинсулинемии как адаптивный процесс, который развивается в ответ на тканевую гипоксию после достаточно длительного периода гипоксических тренировок.

Инсулинотерапия применяется с лечебной целью у психически больных [9,10]. Лечебный эффект связан не с прямым действием инсулина на центральную нервную систему, а с вызываемой инсулином гипогликемией, которая оказывает влияние на нервную систему и обмен веществ [11,12].

В настоящее время установлена многогранность эффектов инсулина [13,14]. Показаны некоторые механизмы его непосредственного участия в регуляции сосудистого тонуса, энергетического метаболизма кардиомиоцитов [6,15]. Особое значение придается роли инсулина в регуляции микроциркулярного звена коронарного русла и обеспечении жизнедеятельности сердца. Поэтому изучение механизмов развития и последствий ответной реакции организма на состояние гиперинсулинемии является одной из важных задач биохимии и медицины, поскольку данное состояние может быть как выражением отклонения с последующим нарастанием негативных последствий, в результате чего возможно развитие патологии, так и сопутствующим фактором, обеспечивающим усиление и увеличение количества осложнений.

Воздействие экспериментальной гиперинсулинемии на организм

Изучение биохимического аспекта влияния на организм гиперинсулинемического состояния, проявляющегося гипогликемическим симптомокомплексом, является несомненно актуальным в связи с тем, что его проявление достаточно часто встречается в лечебной практике; кроме того искусственно вызванная гиперинсулинемия применяется в лечении психических расстройств. Гиперинсулинемическое состояние может быть вызвано различными причинами [16–20] и обусловлено абсолютным или относительным повышением уровня инсулина. При этом особую значимость имеют гипогликемии у больных сахарным диабетом, развивающиеся на фоне инсулинотерапии, реже при лечении сахароснижающими сульфаниламидными препаратами, что в свою очередь может вызывать диагностические ошибки и трудности [21].

Инсулин усиливает транспорт глюкозы и аминокислот через цитолемму клеток тканей, снижая их уровень в крови, синтез гликогена, белков и липосинтез [22]. В то же время инсулин предохраняет гексозофосфаты от расщепления, тормозит глюконеогенез и липолиз. Снижение глюкозы крови под воздействием избыточной секреции инсулина (например, в случае опухоли островковых клеток Лангерганса, врожденной гиперинсулинемии) либо введении больших доз инсулина может привести к гипогликемии [15].

В процессе метаболизма в клетках аэробных организмов постоянно образуются активные формы кислорода (АФК), которые при избыточной их продукции либо при нарушении работы защитных систем могут оказывать токсическое действие и приводить к окислительной модификации фактически всех аминокислот, вызывая деградацию очищенных белков, белков интактных клеток и интрацеллюлярных органелл [23], к разрушению структуры мембран клеток и, как следствие, к окислительному повреждению тканей и органов [24–26]. Накопление продуктов свободнорадикального окисления ведет к истощению антиоксидантной системы, снижению содержания восстановленного глутатиона и активности супероксиддисмутазы и каталазы. Одним из серьезных нарушений энергетического обмена при усилении свободнорадикального окисления является разобщение дыхания и фосфолирования, а, следовательно, и ослабление биосинтеза макроэргических соединений, особенно АТФ. Это, в свою очередь, затормаживает процессы биосинтеза белков, нуклеиновых кислот и других соединений, а также нарушает функции организма [24,27,28].

Результаты исследований воздействия на организм белых крыс-самцов (*Rattus norvegicus*) экспериментальной гиперинсулинемии свидетельствуют, о том, что воздействие инсулинового шока приводит к увеличению степени окислительной модификации белков: содержания альдегид-динитрофенилгидразонов и кетон-динитрофенилгидразонов как нейтрального, так и основного характера в исследуемых тканях опытных групп лабораторных крыс по сравнению с контрольной [29].

Перегрузка дыхательной цепи митохондрий при активном гликолизе приводит к тому, что молекула кислорода способна присоединять один электрон, образуя супероксиданион-радикал $\cdot\text{O}_2^-$. В этих условиях супероксиданион-радикал претерпевает превращения, приводящие к образованию других высокорективных радикалов, которые могут причинить прямой вред клетке: $\cdot\text{O}_2^-$, H_2O_2 , OH^\cdot [30]. Утилизация глюкозы крови при воздействии избыточных доз инсулина способствует снижению процессов гликолиза и ослаблению биосинтеза АТФ. При адаптации организма к стрессовым ситуациям для быстрого образования и получения АТФ имеют место более короткие пути тканевого дыхания: отщепившиеся в процессе окисления в цикле Кребса атомы водорода переносятся на флавиновые ферменты электронотранспортной цепи митохондрий, минуя систему никотинамидных ферментов, при этом образуется всего две молекулы АТФ вместо трех. Более коротким путем быстрого получения АТФ является перенос атомов водорода с окисляемых субстратов с помощью флавиновых ферментов непосредственно на молекулярный кислород, минуя систему цитохромов. Конечным продуктом окисления в этих случаях будет не вода, а пероксид водорода [28,30]. Повышение скорости образования свободных радикалов нарушает работу антиоксидантных систем (АО), а, следовательно, ведет к накоплению АФК, избыточная продукция которых оказывает токсическое действие и приводит к окислительному повреждению тканей и органов [30].

После введения избыточных доз инсулина в ткани печени наблюдалось достоверное увеличение содержания альдегидных продуктов нейтрального характера на 24%, кетонных продуктов нейтрального характера – на 13%, продуктов окислительной модификации аминокислотных остатков основного характера – на 36%. После введения глюкозы достоверных изменений показателя окислительной модификации белков в ткани печени крыс не выявлено.

В ткани головного мозга после введения избыточных доз инсулина содержание окислительных продуктов нейтрального характера возросло в 1,4 раза, альдегидных продуктов основного характера – в 2 раза, кетонных продуктов основного характера – в 5 раз.

После введения глюкозы достоверно снижалось на 30% содержание альдегидных и кетонных продуктов окислительной модификации нейтрального характера, большая часть которых может быть продуктами окислительной модификации гидрофобных аминокислотных остатков. Возможно, полученные результаты являются подтверждением того, что окислительную модификацию претерпевают аминокислотные остатки не только в поверхностных слоях, но и в более глубоких участках белковых молекул ткани, где они также подвержены окислительной деградации при воздействии АФК [23,24].

Фактором, усиливающим окислительный стресс в ткани головного мозга, является закисление среды, вызванное происходящей при гипоксии активирующей гликолиза. При этом образование АТФ уменьшается [28]. Поэтому после введения глюкозы и восстановления кровообращения появляющийся в тканях кислород взаимодействует с промежуточными компонентами дыхательной цепи. Такое взаимодействие происходит по одноэлектронному пути и заканчивается образованием супероксиданион-радикала [25,26]. В результате этого купирование гипогликемии глюкозой в ткани головного мозга не привело к снижению показателей окислительной модификации белков.

В ткани сердца лабораторных крыс после введения избыточных доз инсулина содержание продуктов окислительной модификации белков по сравнению с контрольной группой увеличилось почти в 2 – 2,5 раза при всех длинах волн, регистрирующих данные соединения. После купирования комы глюкозой в ткани сердца крыс наблюдается достоверное снижение содержания продуктов окислительной модификации белков: альдегидных – в 1,5 раза, кетонных – в 2 раза по сравнению с показателем крыс в состоянии выраженной гиперинсулинемии.

Снижение изученных показателей в ткани сердца могут являться отражением на биохимическом уровне сопряжения состояния данного органа и изменений концентрации глюкозы в постоянной циркулирующей крови.

Результаты исследований позволяют предположить, что изменения показателя окислительной модификации белков в тканях лабораторных крыс могут быть обусловлены резким снижением содержания углеводов под воздействием экспериментальной гиперинсулинемии, что приводит к уменьшению скорости гликолитических процессов, ослаблению биосинтеза АТФ с последующей интенсификацией окислительных реакций.

Гиперинсулинемия при развитии патологических состояний

Относительное увеличение инсулина может наблюдаться у больных с надпочечниковой недостаточностью. Это обусловлено не столько увеличением секреции инсулина β -клетками островков Лангерганса, сколько со снижением секреции кортизола корой надпочечников. Дефицит гормона-антагониста инсулина – кортизола, может вызвать повышение уровня инсулина, и в частности С-пептида [32 – 37].

Показано, что при данной патологии наблюдается тенденция к увеличению концентрации калия и уменьшению натрия в сыворотке крови по сравнению с контрольной группой. Показаны достоверные изменения концентрации исследуемых ионов в эритроцитах больных с гипопункцией коры надпочечников: в направлении повышения на 11% – для концентрации ионов калия и снижения на 23% – для ионов натрия, по сравнению с контрольной группой [38].

Всасывание натрия усиливается в присутствии кортизола, а так как у больных с надпочечниковой недостаточностью наблюдается достоверное снижение кортизола, то в результате этого снижается концентрация натрия в крови, приводящие к уменьшению концентрации глюкозы в эритроцитах из-за нарушения механизма транспорта глюкозы в клетку [39]. Нарушение ионного обмена связано с недостаточной секрецией гормонов коры надпочечников и сопровождается комплексом структурно-метаболических нарушений эритроцитов в виде дезорганизации плазматических мембран с увеличением проницаемости мембраны для ионов воды [39,40].

Гиперинсулинемия являются одним из основных факторов, ведущих к развитию СД 2 типа, особенно у лиц с наследственной предрасположенностью [18]. В условиях инсулинорезистентности происходит снижение утилизации глюкозы периферическими тканями, повышается продукция глюкозы печенью, что способствует развитию гипергликемии. При адекватной способности β -клеток реагировать на повышение глюкозы в крови компенсаторной гиперинсулинемией сохраняется состояние нормогликемии. Однако постоянная стимуляция β -клеток в сочетании с вероятными генетическими нарушениями, влияющими на их функциональные возможности, и воздействием повышенной концентрации СЖК на β -клетки (феномен липотоксичности), способствуют развитию секреторной дисфункции β -клеток, прогрессирующему нарушению секреции инсулина. С течением времени развивается СД 2 типа.

Исследования зарубежных ученых показали, что высокий уровень инсулина у практически здоровых мужчин увеличивает риск развития ишемической болезни сердца. Причем эта взаимосвязь не зависела от массы тела, артериального давления или концентрации липопротеидов в плазме крови. У пациентов с ишемической болезнью сердца изначальные значения содержания инсулина натощак были на 18% выше, чем в контрольной группе. Взаимоотношения между уровнем инсулина и ишемической болезнью сердца не изменились и после того, как были внесены поправки на уровень триглицеридов и липопротеидов высокой и низкой плотности [15,31].

Гиперинсулинемия, манифестирующая при индуцированной ишемии, не связана с инсулинорезистентностью, но, вероятно, является адаптивно-компенсаторной реакцией на возрастание потребности миокарда в глюкозе и может быть одним из ранних маркеров ишемической болезни сердца [3].

Достоверных сведений о роли коррекции уровня инсулина в крови, как и показателя инсулинорезистентности для уменьшения заболеваемости ишемической болезнью сердца и смертности пока нет.

Комплекс метаболических, гормональных и клинических нарушений, являющихся факторами риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, в основе которых лежит инсулинорезистентность и компенсаторная гиперинсулинемия, в литературе известен под названием синдром Х. Также употребляются названия метаболический синдром и синдром инсулинорезистентности [2,4,42].

Нарушения, объединенные рамками метаболического синдрома, длительное время протекают бессимптомно, нередко начинают формироваться в подростковом и юношеском возрасте, задолго до клинической манифестации СД 2 типа, артериальной гипертензии и атеросклеротических поражений сосудов. Следует отметить, что взаимосвязь между артериальной гипертензией и гиперинсулинемией при метаболическом синдроме до сих пор продолжает активно обсуждаться. В развитии артериальной гипертензии при синдроме инсулинорезистентности ведущее значение имеет комплексное влияние гиперинсулинемии и сопутствующих метаболических нарушений [41].

Гестационный сахарный диабет представляет по своей сути непереносимость глюкозы, впервые диагностированную во время беременности [1]. Порог, при котором непереносимость глюкозы вредно воздействует на беременность и увеличивает риск будущего диабета у матери и ее ребенка, неизвестен. Поэтому вопрос о лечении остается спорным. С точки зрения перспективы развития диабета беременность представляет собой физиологический стрессовый тест β -клеткам, сохранение толерантности к глюкозе при этом зависит от присутствия достаточного запаса материнских β -клеток. При нормальной беременности чувствительность к инсулину уменьшается вдвое, а выделение инсулина после приема пищи увеличивается к третьему триместру и возникает гиперинсулинемия [22]. Гестационный сахарный диабет развивается при неспособности повысить секрецию инсулина до уровня, достаточного, чтобы противостоять этому физиологическому снижению чувствительности к инсулину и поддерживать эугликемию; доказательства сниженной функции β -клеток могут сохраняться и в послеродовой период [1,22,42].

Клинически вероятно, что особенность роста плода, а не абсолютная масса тела при рождении, лучше отражает гликемический контроль при беременности, сопровождаемой диабетом.

Беременные обезьяны макаки резус, у которых гиперинсулинемия была вызвана экспериментальным путем с помощью инфузии инсулина, показали ненормальный рост плода (с отложением жира в животе и органомегалией), имитирующий огромного младенца у страдающей диабетом матери. Это предполагает, что гиперинсулинемия плода, а не его гипергликемия несет ответственность за особенности роста [1].

Гиперинсулинемия плода и быстрый рост в последнем триместре беременности могут происходить независимо от материнской гликемии как следствие измененной дифференциации и пролиферации фетальных β -клеток в ранний период беременности или присутствия в фетальных β -клетках средства, усиливающего секрецию иначе, чем глюкоза.

Механизмы и последствия воздействия гиперинсулинемии на метаболические процессы в организме

Развитие артериальной гипертензии при СД типа 2 связано с активацией ряда механизмов, особое место среди которых занимает повышение тонуса симпатической нервной системы под влиянием гиперинсулинемии [34–37]. Гиперинсулинемия

увеличивает поглощение и обмен глюкозы в инсулинчувствительных клетках вентромедиального гипоталамуса. Это приводит к растормаживанию симпатических центров ствола головного мозга и повышает центральную активность симпатической нервной системы. К усилению активности центральных ядер симпатической нервной системы ведет и уменьшение тормозящих воздействий, исходящих с барорецепторов крупных сосудов шеи, эластичность которых изменяется под воздействием гиперинсулиемии.

Повышение концентрации свободных жирных кислот в крови под влиянием норадреналина, выделение которого повышено в этом случае препятствует поглощению глюкозы мышечными клетками и таким образом способствует еще большему нарастанию инсулинорезистентности и гиперинсулиемии [34–37].

Гиперинсулинемия может приводить к осложнениям, которые повышают риск развития ишемической болезни сердца, поскольку вазодилатацию за счет стимуляции образования окиси азота в клетках сосудистого эндотелия. Однако инсулин также может стимулировать образование эндотелина-1, мощного вазоконстриктора, поэтому возникло предположение, что влияние инсулинорезистентности на сосуды зависит от баланса между двумя указанными механизмами. Инсулин также является антинатрийуретическим гормоном, то есть он препятствует экскреции натрия с почками. Это сопровождается задержкой мочевой кислоты, что объясняет высокую распространенность гиперурикемии и предрасположенность к артериальной гипертонии при инсулинорезистентности. Баланс между симпатической и парасимпатической нервными системами также может изменяться под действием инсулина в сторону увеличения активности симпатической нервной системы [14,34–37].

Таким образом, инсулинорезистентность и гиперинсулинемия самостоятельно или опосредованно (через сопутствующие метаболические нарушения), оказывая патологическое воздействие на сердечно-сосудистую систему, в конечном итоге ускоряют развитие атеросклеротических сосудистых заболеваний [3].

Гиперинсулинемия у беременных является причиной вызывающей ряд осложнений при развитии плода. Во-первых, гиперинсулинемия ведет к макросомии плода, являющейся причиной высокой частоты родового травматизма и асфиксии новорожденных. Во-вторых, угнетая синтез лецитина в легких плода, гиперинсулинемия способствует повышению риска развития синдрома дыхательных расстройств (респираторного дистресс-синдрома новорожденных). В-третьих, наличие гиперинсулиемии у плода незадолго перед родами приводит к высокому риску развития гипогликемических состояний, в том числе тяжелых, в раннем послеродовом периоде [1].

Заключение

Возрастающий интерес исследователей к проблеме гиперинсулиемии обусловлен, прежде всего, тем, что осложнения, вызванные или сопутствующие данному состоянию, могут привести к серьезным отдаленным отрицательным последствиям для здоровья человека. На современном этапе развития медицины и биохимии формируется новая система видения процессов формирования данного отклонения, способствующая поиску маркеров, позволяющих оценить интенсивность его проявления.

Клиническая значимость нарушений, объединенных рамками гиперинсулинемического состояния, заключается в том, что их сочетание в значительной степени ускоряет развитие и прогрессирование заболеваний.

Литература

1. Караченцев Ю. И. Гестагенный сахарный диабет (обзор) // Терапевтический архив. – 2001. – Т. 8, №10. – С. 201 – 208.
2. Изможерова Н.В. Гиперинсулинемия и инсулинорезистентность у женщин с метаболическим синдромом в климатерическом периоде // Клиническая медицина. – 2006. – №5. – С. 65 – 68.
3. Sowers J.R. Hyperinsulinemia, insulin resistance and hyperglycemia: contributing factors in pathogenesis of hypertension and atherosclerosis // Am. J. Hypertens. – 1993. – V. 6. – P. 260 – 270.
4. Loren C. Hyperinsulinemic diseases of civilization: more than just syndrome X / C.Loren., Michael R. Eades, Mary D. Eades // Comparative biochemistry and physiology part. – USA. – 2003. – P. 95 – 112.
5. Giovannucci E. The role of insulin resistance and hyperinsulinemia in cancer causation // Curr. Med. Chem. – Immun., Endoc. & Metab. Agents Boston MA. – USA. – 2005. – P. 53 – 60.
6. Kuo-Liong Chien. Hyperinsulinemia and Related Atherosclerotic Risk Factors in the Population at Cardiovascular Risk: Community-based Study // Clinique Chemistry. – 1999. – № 6. – P. 838 – 846.
7. Hermans M.P. L'insulinorésistance et ces conséquences // Service d'endocrinologie et nutrition, cliniques universitaires. St-Luc et Université catholique de Louvain, Bruxelles, Belgique. – 2003. – P. 305 – 307.
8. Makoundou V. Résistance à l'insuline et syndrome métabolique / V. Makoundou, A.Golay // Médecine pratique. Genève 14, Suisse – 2007 – P. 280 – 282.
9. Берн Э. Введение в психиатрию и психоанализ для непосвященных. Перевод Федорова А.И. – Минск: Попурри, 1998. – С. 124 – 126.
10. Жариков Н.М., Тюльпин Ю.Г. Психиатрия. – М.: Медицина, 2000 – 389с.
11. Ефимов А.С. Неотложная эндокринология / А.С. Ефимов, И.В. Комисаренко, Н.А. Скорбонская. – М.: Медицина, 1982 – С. 46 – 49.
12. Ефимов А.С. Инсулиноterapia больных сахарным диабетом / А.С. Ефимов, Н.А. Скорбонская, С.Н. Ткач, Е.А. Сакало. – Киев: Здоров'я, 2000 – 245с.
13. Елисеева О.С. Исследование природы взаимодействий инсулина с поверхностью эритроцитов и состава гормонтранспортирующего комплекса плазмы крови человека // Вестник ОГУ. – 2009. № 6. – С. 476 – 478.
14. Valdiguié. P. Métabolisme des glucides / P Valdiguié., T. Levade // Biochimie clinique, 2^{ième}, éd. France. – 2000. – P. 150 – 175.
15. Ogilvy-Suart A. Hypoglycemia, management of hyperinsulinism / A. Ogilvy-Suart, P. Midgley // Practical Neonatal Endocrinology. – 2006. – P. 7 – 27.
16. Егоров А.В. Диагностика и лечение органического гиперинсулинизма // Хирургия. – 1999. – №12. – С. 21 – 26.
17. Кузин Н.М. Органический гиперинсулинизм // Клиническая медицина. – 1998. – №4. – С. 7 – 11.
18. Gerald L. Diabetes: A prevalent disease that disrupts glucose utilization, metabolism // Human biochemistry and disease. California. – 2008. – P. 134 – 586.
19. Дедов И.И. Эндокринология / И.И. Дедов, Г.А. Мельниченко, В.В. Фадеев – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – С.177 – 220.
20. Долгов В.В. Лабораторная диагностика нарушений обмена углеводов / В.В. Долгов, Т.Ю. Демидова. – Москва: Практика, 2002. – 80 с.
21. Троньк М.Д. Стандарты диагностики и лечения эндокринных заболеваний / Троньк М.Д. – Киев: Здоровье Украины, 2005. – С. 136 – 185.
22. Марри Р. Биохимия человека. Т. 2 / Р. Марри, Д. Греннер, П. Мейес, В. Родуэлл, пер. с англ. М. Д. Гроздовой. – Москва: МИР, 1993. – 415 с.
23. Дубинина Е. Окислительная модификация белков / Е. Дубинина, В. Шугалей // Успехи современной биологии. – 1993. – Т. 113, Вып. 1. – С. 71 – 81.

24. Абакумова Ю.В. Свободнорадикальное окисление при атеросклерозе как патогенный фактор / Ю.В. Абакумова, Н.А. Ардаматский //Медико-биологический вестник им. Я.Д. Витебского. – 1996. – Т. 21. – Вып. 2. – С. 15 – 21.
25. Зенков Н. К. Окислительный стресс: Биохимический и патофизиологический аспекты / Н.К. Зенков, В.З. Ланкин, Е.Б. Меньщикова – М.: МАИК, 2001. – 343 с.
26. Кулинский В.И. Активные формы кислорода и оксидативная модификация макромолекул: польза, вред и защита // Соросовский Образовательный Журнал. – 1999. – № 1. – С. 2 – 7.
27. Калуев А.В. Выполняют ли регуляторную роль в клетке взаимодействия АФК с ДНК? //Український біохімічний журнал. – 1999. – Т. 71. – Вып. 2. – С. 104 – 108.
28. Скулачев В.П. Кислород в живой клетке: Добро и зло // Соросовский Образовательный Журнал. – 1996. № 3. – С. 4 – 10.
29. Никольская В.А. Влияние экспериментальной гиперинсулинемии на процессы окислительной модификации белков в тканях лабораторных крыс / В.А. Никольская, Т.В. Рубановская // Учёные записки ТНУ, серия «Биология. Химия». – 2009. – Т. 22 (61), №2. – С. 103 – 109.
30. Владимиров Ю.А. Свободные радикалы в живых системах // Итоги науки и техники. Сер. Биофизика. – 1991. – Т. 29. – С. 3 – 15.
31. Keith M. Increased oxidative stress in patients with congestive heart failure // Journal of the American college of cardiology. – 1998. – Vol. 31. – P. 1350 – 1355.
32. Теппермен Дж. Физиология обмена веществ и эндокринной системы. Вводный курс / Дж. Теппермен, Х. Теппермен, пер. с англ. В. И. Кандрора – М.: Мир, 1989. – 656 с.
33. Данн М.Дж. Почечная эндокринология. – Москва: Медицина, 1987. – 667 с.
34. Гроллман А. Клиническая эндокринология и ее физиологические основы, пер. с англ. И. А. Эскин. – Москва: Медицина, 1989. – 338 с.
35. Лавина Н. Эндокринология, пер. с англ. док. мед. наук В.И. Кандрора . – Москва: Практика, 1999. – С. 683 – 701.
36. Горячковский А.М. Клиническая биохимия. – Одесса: Астропринт, 2004. – С. 287 – 325.
37. Хаггинс Ч. Расшифровка клинических лабораторных анализов, пер. с англ. В.Л. Эмануэля. – Москва: Бином, 2004. – С. 41 – 87.
38. Никольская В.А. Влияние гиперинсулинемии на отдельные биохимические показатели у больных с надпочечниковой недостаточностью / В.А. Никольская, И.Н. Недбайло // Учёные записки ТНУ, серия «Биология. Химия». – 2009. – Т. 22 (61), №4. – С. 106 – 111.
39. Введение в биомембранологию. – Изд-во Московского ун-та [под ред. А.А. Болдырева], 1990. – 208 с.
40. Кометиани З.П. Кинетика мембранных транспортных ферментов / З.П. Кометиани, М.Г. Векуа. – Москва: Высшая школа, 1988. –111 с.
41. Мамедов М.Н. Компоненты метаболического синдрома у больных с артериальной гипертензией // Кардиология. – 1997. – № 12. – С. 37 – 41.
42. Спиридонова Н. В. Микроэлементный состав крови и ротовой жидкости у беременных гестозом / Н. В. Спиридонова, Р. Б. Батлер // Вестник СамГУ – Естественнонаучная серия. – 2007. – Т. 52, №2. – С. 276 – 280.

Коношенко С.В.¹, Эмирсалиева Л.З.²

¹Профессор, доктор биологических наук, кафедра биохимии, Таврический национальный университет им.В.И.Вернадского;

²Магистр, специализант кафедры биохимии,Таврический национальный университет им.В.И.Вернадского

ПОКАЗАТЕЛИ ОБМЕНА ГЛЮКОЗЫ В ЭРИТРОЦИТАХ БОЛЬНЫХ АПЛАСТИЧЕСКОЙ АНЕМИЕЙ

Аннотация

Изучены показатели обмена глюкозы в эритроцитах практически здоровых людей и больных апластической анемией. Показано, что в эритроцитах больных возрастает интенсивность гликолитических реакций и реакций пентозофосфатного пути превращения глюкозы в эритроцитах.

Полученные данные могут быть использованы в клинической практике.

Ключевые слова: эритроциты, гликолиз, фосфоенолпируват, АТФ, гексокиназа, глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа, апластическая анемия.

Konoshenko S.V.¹, Emirsaliyeva L.Z.²

¹Professor, Doctor of Biological Sciences, Department of Biochemistry; Taurida National Vernadsky V.I. University; ²Masters,

Department of Biochemistry, Taurida National Vernadsky V.I. University

INDICATORS GLUCOSE METABOLISM IN PATIENTS WITH APLASTIC ANEMIA ERYTHROCYTES

Abstract

Studied indicators of glucose metabolism in the erythrocytes of healthy subjects and patients with aplastic anemia. It was shown that erythrocytes of patients intensity increases glycolytic reactions and conversion of the pentose phosphate pathway of glucose in red blood cells.

The data obtained can be used in clinical practice.

Keywords: Erythrocytes (Red blood Cells), glycolysis, phosphoenolpyruvate, ATP, hexokinase, glucose-6-phosphatedehydrogenase, aplastic anemia.

В последние годы становится все более актуальным изучение отдельных биохимических показателей в целях диагностики и оценки степени тяжести патологии. Достаточно перспективным, в связи с этим, является выяснение биохимического статуса эритроцитов, которые наряду с другими компонентами крови могут вовлекаться в патологические процессы [3,7,8].

Как известно, эритроциты млекопитающих лишены митохондрий, поэтому в качестве энергетического материала они могут использовать глюкозу, окисляя ее в гликолитическом пути. В эритроцитах катаболизм глюкозы обеспечивает целостность плазматической мембраны, образование энергии для работы ионных насосов и поддержание на оптимальном уровне кислородо-транспортной функции гемоглобина. Около 90% поступающей в эритроцит глюкозы используется в гликолитических реакциях, остальные

10 % - в пентозофосфатном пути [6].

Апластическая анемия – заболевание, характеризующееся панцитопенией вследствие угнетения костномозгового кроветворения. Наряду с геморрагическим и анемическим синдромами клиническую картину болезни определяют различные инфекционные осложнения [2].

В современной литературе недостаточно описаны биохимические особенности эритроцитов при развитии апластической анемии.

Учитывая это, целью работы являлось изучение некоторых показателей обмена глюкозы в эритроцитах больных апластической анемией (АА).

Материалы и методы исследований

Материалом для исследования служили эритроциты практически здоровых людей (15 человек) - доноров станции переливания крови, которые составили контрольную группу и больных апластической анемией

(11 человек, средний возраст 54,5 года). В каждой обследованной группе соотношение мужчин и женщин было приблизительно одинаковым. Кровь больных брали на базе Крымского онкологического центра.

Гемолиз эритроцитов осуществляли по Д. Драбкину [9].

Для оценки состояния гликолитических реакций в эритроцитах в гемолизатах определяли содержание макроэргического метаболита гликолиза – фосфоенолпирувата (ФЕП) и АТФ [1], определяли активность гексокиназы [4], катализирующую первую «пусковую» реакцию гликолиза. Также активность глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназы [4], катализирующую первую реакцию пентозофосфатного пути превращения глюкозы.

Статистическую обработку данных эксперимента проводили с использованием стандартных методов статистики [5].

Результаты исследования и их обсуждение

Как показали результаты исследований (табл. 1,2), в эритроцитах больных апластической анемией содержание АТФ было выше в 2,77 раза по сравнению с контрольной группой доноров. Содержание ФЕП в эритроцитах больных было также выше, чем в контрольной группе (в 2,79 раза).

Таблица 1 Содержание ФЕП (мг%Ф_н) и АТФ (мг%Ф_н) в эритроцитах здоровых людей и больных апластической анемией (M±m).

Обследованные группы	АТФ	ФЕП
Контрольная группа	0.48 ± 0.01	0.43 ± 0.02
Больные АА	1.33 ± 0.03*	1.2 ± 0.1*

* - достоверность различий по сравнению с контрольной группой (p < 0.05)

Таблица 2. Активность гексокиназы (нмоль·мин⁻¹·мл⁻¹) и глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназы (нмоль·мин⁻¹·мл⁻¹) в гемолизате эритроцитов больных апластической анемией (M±m).

Обследованные группы	Гексокиназа	Глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназа
Контрольная группа	0.66 ± 0.03	0.047 ± 0.002
Больные АА	1.78 ± 0.1*	0.090 ± 0.01*

* - достоверность различий по сравнению с контрольной группой (p < 0.05)

Как видно из данных таблицы 2, у больных апластической анемией уровень активности гексокиназы в гемолизате эритроцитов крови выше в 2,7 раза, по сравнению с контрольной группой. Что касается активности глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназы, то ее уровень в эритроцитах больных был в 1,9 раза выше, по сравнению с контрольной группой доноров.

В целом, отмеченные изменения в содержании ФЕП и АТФ в эритроцитах больных апластической анемией и повышение активности пускового фермента гликолиза - гексокиназы свидетельствуют об интенсификации гликолитических реакций в эритроцитах при данной патологии. Повышение уровня глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназы в эритроцитах больных апластической анемией свидетельствует о повышении интенсивности реакций пентозофосфатного пути превращения глюкозы в эритроцитах.

Заслуживает внимания тот факт, что увеличение уровня АТФ в эритроцитах больных было менее выраженным по сравнению с фосфоенолпируватом. По всей вероятности, это связано с большим расходом АТФ в эритроцитах, изменением энергообмена в направлении стабилизации структурного и функционального состояния эритроцитов в условиях патологии.

Выводы

1. При апластической анемии в эритроцитах возрастает интенсивность гликолитических реакций.
2. В эритроцитах больных апластической анемией наблюдается повышение интенсивности реакций пентозофосфатного пути превращения глюкозы, о чем свидетельствует повышение активности глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназы.

Литература

1. Алейникова Т.А. Рубцова Г.В. Руководство к практическим занятиям по биологии / Т.А. Алейникова, Г.В. Рубцова. Химич.-М.: Высшая школа.-1988.-223с.
2. Воробьев А.У. Руководство по гематологии /А.У.Воробьев.-М.: Медицина, 1985.Т.2.-135-142 с.
3. Коношенко С.В., Йолкина Н.М. Характеристика некоторых показателей эритроцитарного метаболизма в норме и при желчекаменной болезни // Эксперим. и клиническая физиология и биохимия.-2004, N1.-С.65-68.
4. Кочетов Г.А. Практическое руководство по физиологии / Г.А.Кочетов.-М.:ВШ.-1980.-271 с.
5. Лакин Г.Ф.Биометрия / Г.Ф.Лакин.-М.:Высш.шк.,1990.-352 с.
6. Мак-Мюррей У. Обмен веществ у человека.-М.:1980.-366 с.
7. Новицкий В.В. Белковый спектр мембран эритроцитов у больных раком легких и опухолями головы и шеи // Бюлл.эксперим.биологии и медицины.-1999.-Прилож.1.-С.18-20.
8. Титов В.Н. Внутриклеточный дефицит полиеновых жирных кислот в патогенезе атеросклероза // Кардиология.-1998.-Т.38, N1.-С.43-49.
9. Drabkin D. The crystallographic and optical properties of the haemoglobin of man in the comparison with those of other species/ D. Drabkin // J.Biol.chem.-1946.-Vol.164.-P.703

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / ENGINEERING

Аванесов Г.М.

Кандидат технических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный экономический университет

ОТРАСЛЕВАЯ ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНАЯ СИСТЕМА

Аннотация

Разработана информационная справочная поисковая система для поставщиков импортного металлорежущего, вспомогательного инструмента и принадлежностей на машиностроительные предприятия России.

Ключевые слова: информационная система, поиск, заказ, документ.

Avanesov G.M.

PhD of technical science, associate professor, St. Petersburg State University of economics

BRANCH INFORMATION HELP SYSTEM

Abstract

Information help search engine is developed for suppliers of the import metal-cutting, auxiliary tool and accessories on machine-building enterprises of Russia.

Keywords: information system, search, order, document.

Разработано отраслевое решение информационно-справочной системы для группы компаний – поставщиков импортного металлорежущего, вспомогательного инструмента и станкопринадлежностей на машиностроительные предприятия России. Цель системы: подбор инструмента и технической оснастки под конкретные условия обработки.

Поиск средств технологического оснащения (далее СТО) служит для:

1. Ведения электронной библиотеки предприятия путём заключения договоров на информационное сопровождение с производителями;
2. Сокращения времени поиска при технологической подготовке производства (в некоторых случаях до нескольких секунд - 99,9%);
3. Создания специальных инструментальных наборов при помощи уникального механизма, реализованного в «ПОИСК СТО»;
4. Выбора типа инструмента, в соответствии с технологическим процессом, путём уточнений и быстрого перебора;
5. Помощи в принятии решения о необходимости закупки или изготовления путём накопления проверенных инструментальных решений;
6. Помощь в повышении производительности труда на базе существующего оборудования путём систематизации знаний служб предприятия;
7. Оптимизация затрат при выборе инструмента путём ускорения обзора рынка средств технологического оснащения;
8. Оптимизация норм времени изготовления деталей путём систематизации информации.

Поиск инструментов с помощью «ПОИСК СТО» для любого технологического оборудования дает возможность заказать оборудование, а также оценить рыночную уникальность предложения, в самые сжатые сроки. Одно из главных достоинств системы – широкий выбор оборудования и режущего инструмента, который не предлагает даже крупный производитель.

Система имеет многофункциональный интерфейс пользователя с функциями многокритериальной обработки и выдачи готовых документов. Широкие возможности информационно-справочной системы включают в себя исправление структуры первичной информации поступающей от производителя — с целью получения стандартной структуры удобной для сравнения и хранения, функционирования и анализа.

Информационно-справочная система обладает широкими возможностями по поиску инструментов и готовым набором различных функций по дальнейшей работе с ними. Инструменты можно искать по производителям, реквизитам, тематике, артикулу, названию и другим ключевым словам. Для удобства пользователей предусмотрены многообразные функции по работе с данными. Например, быстрый поиск взаимозаменяемых элементов системы, где представлен фирменный инструмент, отличается удобной навигацией, благодаря классификации предлагаемых товаров по разным признакам, учитываемым покупателями, в процессе оформления заказа.

Профессиональное детальное сравнение разных производителей оборудования позволят справиться с поставленными задачами в сжатые сроки, повысить производительность и качество труда, сделать все необходимое, чтобы готовый объект отличался надежностью, долговечностью и безопасностью в эксплуатации, заданной рентабельность, полностью реализовав свои функции.

Эффективность поиска информации как способность уменьшать время поиска и увеличивать производительность обеспечена возможностью многократного использования предыдущих заказов для новых заказов путем модификации и быстрого редактирования заказов созданных ранее, текущим контролем поставок и оплаты заказов с учетом скидок и разовых акций.

Литература

1. Аванесов Г. М. Управление интегрированными цепями в автомобильной промышленности // Журнал правовых и экономических исследований. – 2013. – № 1. – С. 191-195.
2. Аванесов Г. М. Тенденции интеграционных бизнес-процессов в промышленности: теория, методология, механизмы реализации. – СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского государственного университета экономики и финансов. – 2006. – 111 с.
3. Аванесов Г. М. Интеграционные бизнес-группы в пищевой промышленности // Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов. – 2006. – № 4 (48). – С. 68-80.
4. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е., Галстян А. Ш., Шиянова А. А. Обобщенная экономико-математическая модель распространения и замещения инноваций // Экономический анализ: теория и практика. – 2012. – № 47 (302). – С. 49-54.
5. Воробьев В. П., Минаков В. Ф., Минакова Т. Е. Эффект инновационных процессов – генерирование денежного потока // Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов. – 2012. – № 3. – С. 27-32.
6. Маслов В. И., Минаков В. Ф. Эластичность качества по цене и затратам // Стандарты и качество. – 2012. – № 9 (903). – С. 88-90.
7. Барабанова М.И., Воробьев В.П., Минаков В.Ф. Экономико-математическая модель динамики дохода отрасли связи России // Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов. – 2013. – № 4 (82). – С. 24-28.
8. Минаков В. Ф., Корчагин Д. Н., Король А. С., Галстян А. Ш., Азаров И. В. Оптимизация автоматизированных систем межбанковских расчетов // Финансы и кредит. – 2006. – № 20 (224). – С. 17-21.
9. Артемьев А. В., Минаков В. Ф., Макаруч Т. А. Управление обучением персонала коммерческого банка // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2013. – № 3. – С. 11-15.
10. Минакова Т. Е., Минаков В. Ф. Инновационное развитие региональных информационных ресурсов как облачных платформ // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота. – 2013. – № 12 (79). – С. 116-117.
11. Минаков В. Ф., Артемьев А. В., Лобанов О. С. Модель динамики технологических инноваций // Международный научно-исследовательский журнал = Research Journal of International Studies. – 2014. – № 2-1 (21). – С. 110-111.

Андросов А.Д.¹, Иванова Е.А.²

¹Доктор технических наук, профессор Горный институт СВФУ им. М.К.Аммосова, ²Магистрант, Горного институт СВФУ им. М.К.Аммосова

НОВЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ БЕДНОТОВАРНЫХ КИМБЕРЛИТОВЫХ ТРУБОК

Аннотация

В статье авторов рассмотрены вопросы повышения эффективности разработки беднотоварных кимберлитовых трубок за счет применения нового комплекса горнотранспортного оборудования при вертикальной схеме подъема горной массы. Эффективность достигается благодаря применению бестранспортной схемы перемещения горной массы с обеспечением экологически безопасного ведения горных работ.

Ключевые слова: нестандартное горное оборудование, кранлайны, бестранспортная схема, саморазгружающиеся сосуды, контрейлеры.

Androsov A.D.¹, Ivanova E.A.²

¹Ph.D., professor of the Institute of Mines NEFU them. M.K.Ammosov; ²Undergraduate, Mining Institute NEFU them. M.K.Ammosov

NEW INNOVATIVE TECHNOLOGY MINING BEDNOTOVARNYH KIMBERLITE PIPERS

In this article the authors considered the increase in efficiency of development bednotovarnyh kimberlite pipes by applying a new set of mining equipment for vertical lifting scheme of the rock mass. Efficiency is achieved by besttransportnoj movement pattern of the rock mass with providing environmentally safe mining operations.

Keywords: non-standard mining equipment kranlayny, besttransportnoj scheme, hopper vesselscontrailers.

В настоящее время из-за отсутствия совершенных технологий малые алмазосодержащие трубки на разведанных кимберлитовых полях продолжают оставаться как забалансовые запасы для будущих поколений. Количество таких трубок насчитывает более 800 шт. Созданные на горном факультете СВФУ базовые технологии, подтвержденные соответствующими патентами, позволяют с достаточной эффективностью отработать их с применением новых технологий [1, 2]. Они преимущественно ориентированы на бестранспортную схему перевалки руды и вскрыши при вертикальной схеме подъема горной массы, как это показано на рис. 1 [2]. Более того, в такой технологической схеме использовано нестандартное горное оборудование – кранлайны, позволяющие безопасно производить перемещение горной массы при высоких уступах (высокоуступная технология) [3].

Суть инновационной научно-технической разработки, применительно к горнотехническим условиям залегания малообъемных кимберлитовых трубок, сводится к следующему. Авторами впервые предлагаются отличительные подходы, которые основаны на применении принципиально нового комплекса оборудования, осуществляющего вертикальную бестранспортную схему подъема горной массы. Саморазгружающиеся сосуды (обозначения см. на рис. 1), например, загружаются погрузчиками на отм. 30 м, затем кранлайн, расположенный на горизонте с отм. 15 м, перемещает сосуд на отм. 0 м. (на поверхность), где вскрышные породы укладываются во временных отвалах, а руда перегружается в контейнеры, которые автосамосвалами доставляются на обогатительную фабрику.

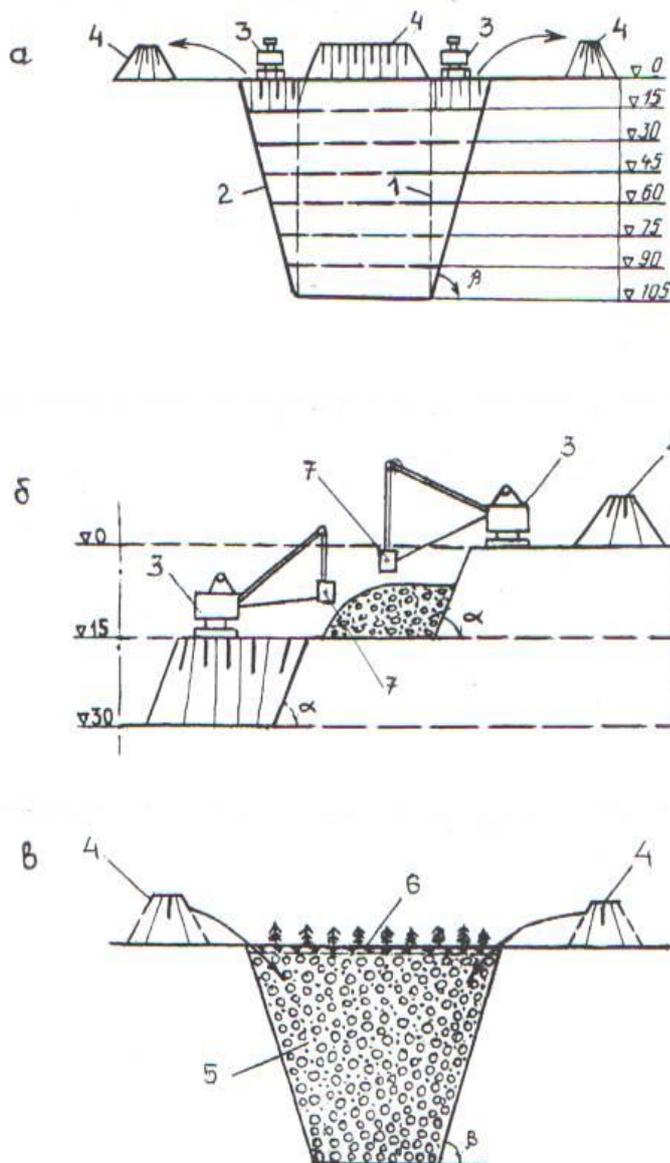


Рис.1 Схема отработки малой кимберлитовой трубки при бестранспортной перевалке горной массы: а, б – расположение кранлайнов, соответственно в период формирования рабочих уступов и углубки карьера; в – восстановленный участок поверхности земли после доработки карьера. 1- кимберлитовая трубка; 2- борт карьера; 3- кранлайны; 4- временные отвалы на борту карьера; 5- карьерное пространство, заполненное пустыми породами; 6- восстановленный участок рельефа поверхности земли; 7- специальные саморазгружающиеся сосуды.

Основными преимуществами предлагаемого технического решения по сравнению с традиционным автомобильным транспортом для подъема горной массы при отработке малых трубок являются:

- применение бестранспортной разработки малых кимберлитовых трубок в кратное количество раз повышает эффективность горных работ;
- снижает вредные выбросы горного производства благодаря исключению из технологического цикла автомобильного транспорта глубоких горизонтов;
- обеспечивает сохранение окружающей природы благодаря восстановлению нарушенных горными работами территорий отчуждаемых земель;
- снижает капитальные затраты на разработку месторождения путем исключения дорогостоящего колесного транспорта для вывозки вскрышных пород;
- улучшает экологическую ситуацию в регионах ведения горных работ.

Такая технологическая схема, в отличие от аэростатических, шнекопневматических и др. подъемников обеспечит высокую мобильность, удобства и простоту конструктивного исполнения, повышая эффективность ее работы в условиях вахтового метода освоения малых месторождений [4].

Следует также отметить, что поиски и разведка месторождений кимберлитовых трубок изначально были ориентированы лишь только на алмазность, а другие сопутствующие в кимберлитах минералы- спутники не принимались во внимание. По исследованиям многих ученых геологов установлено, что в кимберлитах наряду с алмазами присутствуют такие мелкие ценные минералы (МЦМ), как платиноиды, минералы титана, циркона, гранаты, пироны, хромдиопсид и др., в которых нуждается сварочное, металлургическое и ювелирное производство. Их насчитывается более 50 наименований. Они присутствуют также на хвостах обогатительных фабрик и других отходах горно-обогатительных производств [5,6].

В связи с изложением создано техническое решение, позволяющее вести отработку малой кимберлитовой трубки по принципиально новой технологической схеме [7]. Суть ее состоит в следующем (рис. 2).

Разработку беднотоварной кимберлитовой трубки осуществляют с разделением карьерного пространства по глубине на верхнюю и нижнюю зоны. Причем отработку верхней зоны ведут скреперами с предварительным разупрочнением полускальных кимберлитовых рыхлителями. Вынутую при этом руду транспортируют автосамосвалами до обогатительной фабрики, вскрышные породы укладывают на борту карьера. Для вскрытия и отработки нижней зоны карьера проходят глубокую въездную траншею внешнего заложения, в конце въездной траншеи на скальных грунтах создают перегрузочную площадку. Выемку руды производят экскаваторами нижнего черпания, с повышенным усилием резания, вынутую руду грузят в контрейлеры* и транспортируют по вертикальной схеме с помощью клетевых подъемников до перегрузочной площадки, где контрейлеры выкатом перегружают в кузова автосамосвалов. Руду до обогатительной фабрики доставляют автосамосвалами в контрейлерах, а на хвостах обогатительной фабрики устанавливают мини- фабрику для извлечения мелких ценных минералов и редкоземельных элементов.

Эффективность от реализации технического решения будет достигнута благодаря снижению затрат на разработку малой трубки и получению дополнительной прибыли за счет попутного извлечения из кимберлитов МЦМ и редкоземельных элементов. Кроме того, будет улучшено качество выполнения работ по усреднению алмазосодержащих руд, подаваемых на обогатительную фабрику. Разработка преимущественно рекомендуется также при вахтовом методе освоения кимберлитовых трубок малых размеров, расположенных в зоне освоенных территорий. Возможные варианты отработки малых трубок и способов их реализации практически неисчерпаемы.

Контрейлер* - контейнер на колесах для перевозки грузов на железнодорожных платформах или по дорогам автосамосвалами.

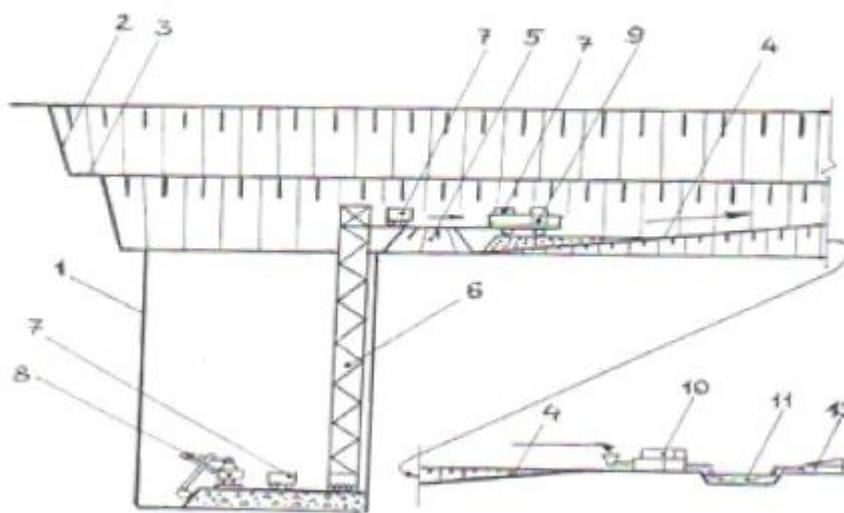


Рис. 2. Схема размещения комплекса горнотранспортного оборудования при вертикальной схеме подъема горной массы с применением контрейлеров: 1- кимберлитовая трубка; 2- нерабочий борт карьера; 3- берма безопасности; 4- глубокая траншея внешнего заложения; 5- перегрузочная площадка; 6- клетевой подъемник; 7- контрейлер; 8- экскаватор нижнего черпания; 9- автосамосвал; 10 – обогатительная фабрика; 11- хвостохранилище; 12- мини – фабрика для извлечения мелких ценных минералов.

Основными преимуществами данной инновационной научно-технической разработки являются:

1. Комбинация скреперной и экскаваторной выемки горной массы их верхних горизонтов снижает капитальные и эксплуатационные затраты на отработку малой кимберлитовой трубки.
2. Применение контрейлеров на роликовом ходу обеспечивает оперативность перегрузочных работ и сокращает простои работы транспорта.
3. Использование вертикальной схемы транспортирования горной массы с высокими уступами не требует выполнения специальных горнокапитальных работ.

4. Исключение автомобильного транспорта их технологической цепи при отработке глубоких горизонтов карьера снижает вредные выбросы в окружающую среду в виде выхлопных газов.

В табл.1 приведено ожидаемое улучшение технико-экономических показателей от внедрения новых технологий отработки малых и беднотоварных кимберлитовых трубок.

Таблица 1 Ожидаемое улучшение технико-экономических показателей от внедрения инновационных разработок

№	Наименование показателей	Традиционная технология	Рекомендуемая инновационная разработка
I	Способ разработки малой кимберлитовой трубки: 1. Глубина карьера, м	105	105
	2. Угол откоса борта карьера	60*	60*
	3. Объем удаляемой горной массы из карьера, млн.м ³	2,21	2,21
	4. Количество экскаваций горной массы (перевалка), шт	1	7
	5. Объем экскавируемой горной массы, млн.м ³	2,21	8,49
	6. Объем вывозимой горной массы автотранспортом, млн, м ³	2,24	-
	7. Объемы обратно засыпаемых вскрышных пород в карьер, млн.м ³	1,38	1,38
	8. Снижение затрат на разработку малой кимберлитовой трубки, млн. долл	-	0,24
	9. Затраты на восстановление нарушенных земель, млн. долл	2,98	0,96
	10. Снижение затрат на восстановление нарушенных земель, млн. долл	-	1,92
	11. Суммарный экономический эффект, млн. долл	-	2,16
	12. Социальный эффект- улучшение экологической обстановки в регионе		до 5 раз
II	Способ разработки беднотоварных кимберлитовых трубок: 1. Глубина карьера беднотоварной кимберлитовой трубки, м	100	100
	2. Угол откоса борта карьера, град	45*	90*
	3. Объем горной массы в контуре карьера, млн. м ³	4,5	1,96
	4. Снижение затрат на разработку беднотоварной кимберлитовой трубки, млн. долл	-	8,83
	5. Продуктивность 1 т беднотоварной кимберлитовой трубки, долл	50	130
	6. Дополнительный доход от реализации МЦМ, млн. долл	-	62,8
	7. Суммарный экономический эффект от реализации способа, млн. долл	-	71,7

Таким образом, результаты обосновывающих расчетов показывают экономическую целесообразность отработки малообъемных кимберлитовых трубок новыми технологиями в условиях развития рыночных отношений, обеспечивая дополнительные доходы акционерной компании.

Литература

1. В.С. Попов, В.Г. Гринев. Конструирование технологии подземной отработки кимберлитовых трубок- Якутск: ЯНЦ СО РАН СССР, 1990.-88 с.
2. Пат. 2426882 РФ, СПК Е 21 С 41/26. Способ разработки малых кимберлитовых трубок / Егоров Е.Г., Андросов А.Д., Данилов Ю.Г., Андросов А.А. – Оpubл. В БИ. – 2009. -№ 23.
3. К.Н. Трубецкой, А.Н. Домбровский, И.А. Сидоренко. Высокоуступная технология открытых горных работ на основе применения кранлайнов. – Горн. журн. – 2005. -№3.

4. Актуальные проблемы разработки кимберлитовых месторождений: современное состояние и перспективы решения: Сб. докл. Междунар. научно-практ. конф. «Мирный -2001». – М.: Изд. Дом «Руда и металл», 2002.- С. 346-355.

5. К.П.Аргунов. Алмазы Якутии: физические, морфологические, геммологические особенности. Новосибирск: Изд-во СО РАН, Филиал «Гео», 2005.- 402 с.

6. Андросов А.Д., Михайлов В.Е. Постановка задачи комплексной переработки минерального сырья в условиях рыночной модели экономики// Горный информационно-аналитический бюллетень: Современные геотехнологии на горных предприятиях. – М.: Изд-во МГГУ, отдельный выпуск, 2011.- № 10.

7. Андросов А.Д., Иванова Е.А. Возможности применения контейнеров для подъема алмазосодержащих руд из глубоких карьеров// Сб. материалов VI Междунар. научно-практ. конференции «Научная дискуссия: вопросы технических наук», Москва, 2013.

Бабаев Э.О.¹, Баша Н.В.², Томша П.П.³

**¹ Аспирант, ² аспирант, ³ аспирант, Санкт-Петербургский государственный экономический университет
ПОНЯТИЕ «BIG DATA». ПОКАЗАТЕЛЬ ГОТОВНОСТИ ПЕРЕХОДА КОМПАНИИ НА НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
РАБОТЫ С БОЛЬШИМ ОБЪЕМОМ ДАННЫХ**

Аннотация

Исследованы факторы, влияющие на работу с большими данными, такие как: объем, вариативность, скорость и ценность. Раскрыто понятие «Big data», выведен показатель готовности перехода компании на новые технологии работы с большим объемом данных.

Ключевые слова: компания, объем, вариативность, скорость, ценность, большие данные.

Babaev E.O.¹, Basha N.V.², Tomsha P.P.³

**¹ Postgraduate, ² postgraduate, ³ postgraduate, St. Petersburg State University of economics
«BIG DATA» DEFINITION. COMPANY READINESS INDICATOR TO IMPLEMENT NEW TECHNOLOGIES TO WORK
WITH BIG DATA AMMOUNT**

Abstract

Factors that effect the work with big data, such as volume, variety, velocity and value were explored. Reveals the definition of big data, indicator of company readiness to deploy new technologies to work with big data was developed.

Keywords: company, volume, variety, velocity, value, big data.

В современном мире нас повсюду окружают источники информации. В качестве их могут выступать поток сообщений из социальных сетей, непрерывно поступающие данные с измерительных приборов, потоки данных о местонахождении абонентов сетей сотовой связи, видео и аудио информация с телевизионных устройств. Поэтому, повсеместное распространение выше перечисленных технологий и принципиально новых моделей использования различного рода устройств и интернет-сервисов послужило отправной точкой для проникновения больших данных едва ли не во все сферы деятельности человека. В первую очередь, научно-исследовательскую деятельность, коммерческий сектор и государственное управление.

Объем информации растет по экспоненциальному закону и её большая доля относится к неструктурированным данным [1, 2]. В связи с этим появляются концепция «больших данных» (Big Data)

Сам термин «Big Data» был впервые упомянут 3 сентября 2008 года на страницах британского журнала «Nature» в специальном номере, посвященный поиску ответа на вопрос «Как могут повлиять на будущее науки технологии, открывающие возможности работы с большими объемами данных?» [3]

В современном мире нет отрасли где, так или иначе не стояли бы задачи по Big Data.

Большие данные предназначены для обработки более значительных объемов информации, чем бизнес-аналитика, и это, конечно, соответствует традиционному определению больших данных.

Большие данные предназначены для обработки более быстро получаемых и меняющихся сведений, что означает глубокое исследование и интерактивность. В некоторых случаях результаты формируются быстрее, чем загружается веб-страница.

Большие данные предназначены для обработки неструктурированных данных способы, использования которых мы только начинаем изучать после того, как смогли наладить их сбор и хранение, и нам требуются алгоритмы и возможность диалога для облегчения поиска тенденций, содержащихся внутри этих массивов.

Исходя из реалий нашего мира вопрос об использовании технологий «больших данных» все чаще и чаще встает перед руководителями компаний. Но как понять, готова ли компания к внедрению новой технологии Big Data?

При внедрении технологии Big Data ориентируются на понятия о четырех V: Volume, Variety, Velocity и Value (объеме, вариативности, скорости и ценности) [4].

Что бы упростить принятие решения о внедрении технологий «больших данных» мы вывели показатель готовности перехода компании на новые технологии работы с большим объемом данных – показатель готовности к Big Data (Bigd)

$$\text{Bigd} = \frac{\text{Volume} * \text{Variety} * \text{Value}}{\text{Velocity}} * 100\%$$

Если его значение будет больше 50% то компании необходимо внедрять технологии Big Data.

Параметр «Volume» (объем) показывает размер накопленные данных.

Параметр «Velocity» (скорость) рассчитывается по двум значения. Первое характеризует захват и обработку данных в режиме, близком к реальному времени (получение данных путем высокоскоростной потоковой передачи). Второе — это скорость накопления в организации данных, подлежащих анализу. Генерируемые данные должны накапливаться со скоростью более 60% в год, то есть рост данных таков, что в компании, не имеющей ИТ-инфраструктуры, которая позволяет осуществлять масштабирование в широких пределах при минимальных затратах, через какое-то время ресурсы масштабирования ИТ-инфраструктуры будут исчерпаны, а апгрейд будет стоить столько, что окажется экономически нецелесообразным.

Параметр «Variety» (вариативность) определяется следующим образом: «данные собираются из одного или нескольких источников и, возможно, в разных форматах». Данный параметр определяется экспертным путем. количественным значением совокупности источников.

Параметр «Value» (ценность) определяется руководством экспертным путем и находится в диапазоне от 0 до 1. И показывает ценность информации из источника данных.

В сущности, понятие больших данных подразумевает работу с информацией огромного объема и разнообразного состава, весьма часто обновляемой и находящейся в разных источниках в целях увеличения эффективности работы, создания новых продуктов и повышения конкурентоспособности.

С точки зрения бизнеса результатом применения технологий «Big Data» - это реальные деньги, которые компания экономит или зарабатывает за счет того, что управленческие решения принимаются на основе обработки всего объема реальных данных, даже если их очень много. Ценность таких решений не соразмерна ценности решений, которые появились благодаря интуиции, анализу отдельного «куска» информации или каких-то вторичных признаков. Качество данных возрастает прямо пропорционально их количеству: чем больше информации – тем правильнее будет финальное решение. А технологии Big Data помогут его найти еще и быстро.

Литература

1. Martin Hilbert, Priscila López (2011) / The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information // Science 332, pp. 60-65
2. Крис Преймсбергер / Большие планы на «большие данные» // [Электронный ресурс] – <http://www.pcweek.ua/themes/detail.php?ID=134659>
3. Владимир Митин / Концепции Big Data помогают прогнозировать поведение клиентов // [Электронный ресурс] – <http://www.pcweek.ru/themes/detail.php?ID=47358>
4. Леонид Черняк / Большие Данные - новая теория и практика // Открытые технологии – [Электронный ресурс] – <http://www.osp.ru/os/2011/10/13010990/>
5. Donald A. Marchand, Joe Peppard / Why IT Fumbles Analytics // [Электронный ресурс] – <http://hbr.org/product/why-it-fumbles-analytics/an/R1301H-PDF-ENG>
6. Леонид Черняк / Большие Данные - новая теория и практика // Открытые технологии – [Электронный ресурс] – <http://www.osp.ru/os/2011/10/13010990/>
7. Christy Pettey / Gartner Says Solving 'Big Data' Challenge Involves More Than Just Managing Volumes of Data // [Электронный ресурс] – <http://www.gartner.com/newsroom/id/1731916>

Барановская М.Г.¹, Барановская А.Э.², Возняк Е.И.³

Специалисты ЗАО «Промышленное и гражданское строительство»

ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ РОССИИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ОТПУСКА ТЕПЛОТЫ В НИХ

Аннотация

В статье представлен обзор современного состояния систем теплоснабжения России и регулирования отпусков теплоты в них. Определяются основные проблемы их функционирования и приводятся основные известные подходы по их решению.

Ключевые слова: Теплофикация, эффективность, недогрев, моделирование, объекты, теплота.

Baranovskaja M.G.¹, Baranovskaja A.E.², Voznjak E.I.³

Specialists of "Industrial and civil construction"

OVERVIEW OF THE CURRENT STATE OF HEAT AND RUSSIA REGULATION OF HEAT RELEASE IN THEM

Abstract

The article presents an overview of the current state of Russian heat supply systems and regulation of heat supply in them. Identifies the main problems of their operation, and basic well-known approaches to address them.

Keywords: District heating, efficiency, subcooling, modeling, objects heat.

Теплоснабжение сегодня – одна из наиболее затратных областей коммунального хозяйства. Обеспечение качественного и энергоэффективного теплоснабжения потребителей тепловой энергии является ее основной задачей. В соответствии с современными (к примеру действующими нормами для Забайкальского края) СНиП температура воздуха в жилых помещениях в холодный период года должна составлять не менее 22 °С, в общественных и административно-бытовых помещениях при их использовании – как правило 18 °С вне зависимости от погодных и временных условий [1-3]. Однако, в настоящее время повсеместно наблюдается недогрев и перегрев потребителей тепла. Проблема ненормативного отпуска присуща практически всем городам России с централизованным теплоснабжением, и это связано с рядом факторов. До начала 90-х годов XX в. и возникновения остро кризиса в экономике центральное качественное регулирование тепловой нагрузки в большинстве случаев позволяло обеспечивать потребителей теплом требуемых параметров и в необходимых количествах. В период экономического кризиса осуществление центрального качественного регулирования на теплоисточниках во многих городах практически прекратилось. Почти все системы теплоснабжения страны стали работать со значительным недоотпуском (недогревом сетевой воды в подающей магистрали $\Delta\tau_1$ до нормативных величин), вызванным систематическими неплатежами за тепловую энергию, удорожанием топлива, отсутствием средств на модернизацию оборудования систем теплоснабжения [4].

Анализ потребления тепловой энергии потребителями города Читы Забайкальского края, оборудованными приборами учета тепловой энергии, показал значительное отклонение реального теплоснабжения от расчетных значений. К примеру, из 81 объекта, финансируемого из городского бюджета, 14 характеризуются превышением фактического потребления над расчетным, причем отклонение доходит до 40%, что определяет перетоп данных объектов. Остальные 67 объектов характеризуются недоотпуском тепловой энергии. При этом общий недоотпуск тепловой энергии на всех объектах составил более 22%. Усредненные статистические данные теплоснабжения в течение отопительного периода данных объектов за последние 5 лет представлены в таблице 1. [5-7]

В таблице 2 представлены статистические данные по ряду неведомственных объектов города Читы [8-9].

Поддержание комфортных температурных условий в помещениях потребителей является первоочередной задачей для систем теплоснабжения, а при общем недоотпуске тепловой энергии не представляется возможным.

Таблица 1 – Статистические данные по фактическому и расчетному теплоснабжению 81 ведомственного объекта (объектов комитета образования города Чита) оборудованных приборами учета тепловой энергии, за отопительный период

Показатель	Отопительный период							
	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Всего
Фактическое теплоснабжение, МВт·ч	4876,5	7595,	11369,7	15936,3	14940,9	12573,2	9732,4	77025,1
Расчетное теплоснабжение (по графику отпусков тепла с ТЭЦ), МВт·ч	5670,4	8347,1	15364,4	18748,6	15894,6	14287,7	10244,6	98313,4
Отношение фактического значения к расчетному, %	86	91	74	85	94	88	94	87

Таблица 2 – Статистические данные по фактическому и расчетному теплоснабжению 100 неведомственных объектов города Читы, оборудованных приборами учета тепловой энергии, за отопительный период

Наименование потребителя	Количество потребителей	Фактическое теплоснабжение, МВт ч / Расчетное теплоснабжение (по графику отпуска тепла с ТЭЦ), МВт ч / Отношение фактического значения к расчетному, %							
		Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Всего
Жилые здания	20	2284,5	3558,4	5326,3	7465,6	6999,3	5890,1	4559,3	36083,5
		2611,8	3840,3	7550,2	9025,3	7477,2	6569,7	4248,6	41323,1
Другие объекты	80	87 %	93 %	71 %	83 %	94 %	90 %	107 %	87 %
		5438,4	11186,7	15874,3	20335,6	18593,3	14602,7	10874,8	96905,8
Итого	100	9227,9	17437,9	24956,4	30981,2	22894,6	20595,2	14105,3	140198,5
		59 %	64 %	64 %	66 %	81 %	71 %	77 %	69 %
		7722,9	14745,1	21200,6	27801,2	25592,6	20492,8	15434,1	132989,3
		11839,7	21278,2	32506,6	40006,5	30371,8	27164,9	18353,9	182521,6

В работах [10-12] авторами приводятся результаты исследований ряда действующих систем теплоснабжения Центральной России. В ходе обследования системы теплоснабжения сравнивались фактические температуры сетевой воды с температурами, которые должны быть по графику 150/70 °С для климатических условий г. Ульяновска, что позволило определить степень нарушения графика тепловых нагрузок. За время всех исследованных отопительных периодов теплоисточники работали со значительным недогревом сетевой воды до стандартного температурного графика. Величина недогрева увеличивалась с понижением температуры наружного воздуха и достигала 60-70 °С при расчетной температуре наружного воздуха.

Работа системы теплоснабжения с недотопом привела к нарушению условий комфортности у потребителей: температура внутренних ограждений зданий при температуре наружного воздуха $t_{нв} = -20$ °С и ниже была отрицательной [10].

Подобная ситуация в системах теплоснабжения приводится авторами не только для г. Ульяновска, но и для систем теплоснабжения других городов, в частности, г. Иваново, г. Набережные Челны и г. Москвы. Проведенные обследования показывают, что системы теплоснабжения в них работают со значительным недогревом сетевой воды до стандартных температурных графиков. Практически прекращено центральное качественное регулирование тепловой нагрузки систем теплоснабжения [13-16]. Недотоп на теплоисточнике означает сознательное ухудшение качества теплоснабжения подключенных потребителей. Причем в большинстве случаев снижение качества теплоснабжения значительно превосходит ожидаемое, а получаемая на теплоисточнике экономия топлива далека от ожидаемого значения.

Например, при нормальном режиме теплоснабжения с температурами $\tau_1 = 125$ °С и $\tau_2 = 62$ °С, соответствующими температурному графику работы теплосети при температуре наружного воздуха $t_{н} = -20$ °С (для климатических условий г.

Ульяновска), принимается решение снизить температуру τ_1 до 100 °С. Температура $t_{н} = -20$ °С и ниже в г. Ульяновске стоит в течение двух недель в году [11] и при принятом снижении τ_1 , казалось бы, появляется возможность снизить на этот период на 40% нагрев сетевой воды $\Delta\tau = \tau_1 - \tau_2$ и, соответственно, расход топлива на подогрев сетевой воды. Однако понижение температуры

сетевой воды в подающей магистрали постепенно приводит к остыванию обратной сетевой воды. Понижение τ_2 при уменьшенном расходе топлива на подогрев сетевой воды в свою очередь приводит к дальнейшему снижению τ_1 и последующему, еще большему, понижению температуры обратной сетевой воды. Величина снижения τ_1 и τ_2 определяется температурой наружного воздуха, длительностью работы системы с недотопом и рядом других факторов.

Действительное снижение температуры сетевой воды всегда значительно превышает первоначальное, поэтому ухудшение качества теплоснабжения получается гораздо более серьезным, чем в начале работы с недотопом. Как правило, чтобы не допустить

дальнейшего остывания воды в системе на теплоисточнике приходится вновь увеличивать расход топлива для поддержания τ_1 и $\Delta\tau$.

Предположим, конечную температуру сетевой воды удастся относительно стабилизировать на уровне $\tau_1 = 100$ °С и $\tau_2 = 45$ °С, следовательно, действительное снижение $\Delta\tau$ и расхода топлива оказывается в 3,15 раза меньше желаемых величин. Таким образом, в большинстве случаев недотоп не приводит к значительному реальному снижению расхода топлива, сказываясь, тем не менее, крайне отрицательно на теплоснабжении жилищно-коммунального сектора и промышленных предприятий. [11]

Одним из главных отрицательных последствий работы с недотопом является гидравлическая разрегулировка систем теплоснабжения. Нарушения теплового режима зданий и сооружений при недотопе вынуждают отдельных потребителей самостоятельно повышать расход сетевой воды на отопление, например, увеличивать размер сопел элеваторов при присоединении местных систем по зависимым схемам или, что наиболее распространено и опасно, - включать местные системы отопления со сливом обратной сетевой воды в канализацию для улучшения теплообмена в отопительных приборах. Разрегулировка носит цепной характер: увеличение расхода сетевой воды у одного из абонентов снижает располагаемые перепады напора у соседних потребителей, которые также вынуждены прибегать к аналогичным мерам увеличения расхода сетевой воды через свои отопительные установки.

Разрегулировке систем теплоснабжения способствует также изменение режима горячего водоснабжения абонентов. При пониженной температуре сетевой воды для горячего водоснабжения используется вода только из подающей магистрали (в нормальных условиях вода забирается как из подающей, так и из обратной магистралей, а в расчетном режиме вся нагрузка горячего водоснабжения покрывается обратной сетевой водой). Отбор воды на горячее водоснабжение из подающей магистрали связан с увеличением циркуляционного расхода сетевой воды и понижением экономичности систем теплоснабжения. Гидравлическая разрегулировка систем теплоснабжения вызывает дальнейшее снижение качества теплоснабжения большинства абонентов, неуправляемый рост расхода сетевой воды и расхода воды на подпитку тепловых сетей. Увеличение количества циркулирующей в системе воды приводит к понижению экономичности теплоснабжения вследствие повышения удельного расхода сетевой воды на отпущенную единицу теплоты и возрастания затрат электроэнергии на транспорт теплоты. Во многих городах технически и экономически неоправданный режим работы систем теплоснабжения с заниженным температурным графиком стал утверждаться теплоэлектростанциями и городскими властями в качестве нормативного. Например, в г. Ульяновске в течение ряда

последних лет согласовывается температурный график теплоснабжения от городских ТЭЦ с максимальной температурой воды в подающей магистрали 95 °С [11], а в городе Чите варьируется и доходит до 106 °С. Серьезные осложнения в работе магистральных теплопроводов связаны с изменением их гидравлического режима вследствие увеличения циркуляционного расхода сетевой воды и большими ее утечками в абонентских системах. [17] Наиболее ощутимо это проявляется в изменении пьезометрического графика системы теплоснабжения, снижении располагаемых перепадов давлений и ухудшении теплоснабжения удаленных потребителей. Которые зачастую переходят на альтернативные источники энергии. [18-25]

В местных тепловых пунктах абонентов при пониженном температурном режиме открытых систем теплоснабжения в связи с использованием для горячего водоснабжения сетевой воды только из подающей магистрали теплосети исключаются из работы и приходят в негодность регуляторы температуры. При восстановлении стандартного температурного режима теплосети восстановление нормального режима горячего водоснабжения становится вследствие этого практически невозможным.

Кроме представленных выше, можно выделить следующие причины неоптимальной работы системы транспортировки, распределения и потребления тепловой энергии.

1. Разрегулировка абонентов друг относительно друга вследствие их разноудаленности от источника теплоснабжения. Конфигурация тепловой сети может иметь сложный вид, абоненты расположены на разных расстояниях от источников теплоснабжения. К примеру, не в самой большой системе теплоснабжения г. Читы запаздывание температурных откликов различных лучей теплосетей составляет от 1 до 8 часов [26].

2. Отсутствие комплексного учета воздействующих на эффективность теплоснабжения факторов при формировании графиков отпуска тепла от источников теплоснабжения. К таким факторам можно отнести погодные условия, суточное изменение нагрузки ГВС, потери тепла на участках тепловой сети, инерционное запаздывание теплоносителя, аккумулирующую способность зданий, техническое состояние теплосети, а также множество схем абонентских вводов и неоднородность у различных потребителей соотношения разных видов тепловой нагрузки.

3. Увеличение тепловой нагрузки. С каждым годом тепловые сети значительно расширяются, ведется строительство большого количества благоустроенных зданий. Увеличение же нагрузки не учтено в действующих графиках отпуска тепла от источников теплоснабжения. Во многих городах графики регулирования не пересчитывались еще с 90-х годов и необоснованно отклонялись от оптимальных значений [11].

4. Установка местных и индивидуальных средств автоматики. Потребители тепла самостоятельно устанавливают на вводах и перед отопительными приборами средства автоматического регулирования, что никак не учитывается на источниках теплоснабжения. Результаты испытаний и расчетов [27-33] показывают экономическую целесообразность энергосбережения путем индивидуального автоматического регулирования отопительных приборов и оборудования абонентских вводов автоматическими узлами управления, но только для конкретного абонента, а не всей системы в целом. Срок окупаемости капитальных затрат, включающих затраты на закупку оборудования, составляет 2-3 года. Небольшой срок окупаемости является положительным фактором стимулирования установки автоматических узлов управления индивидуальными потребителями.

Оснащение большинства абонентов регуляторами отопления приведет к естественному изменению расхода сетевой воды в соответствии с изменением температуры наружного воздуха, т.е. к количественному регулированию тепловой нагрузки. Такое явление наблюдалось в 1980-е годы в ряде районов г. Москвы при оснащении абонентов отечественными приборами местного регулирования отопительной нагрузки. Полная автоматизация абонентских установок делает их определяющим звеном систем теплоснабжения, от которого зависят режимы работы теплоисточников и тепловых сетей, качество и энергетическая эффективность теплоснабжения. Изменение расхода сетевой воды в абонентских системах должно сопровождаться адекватным изменением расхода сетевой воды на теплоисточниках, обеспечивающим сохранение расчетного гидравлического режима системы теплоснабжения. В наиболее экономичном режиме такое изменение осуществляется при использовании сетевых насосов с электродвигателями, оснащенными частотным регулированием числа оборотов [11].

5. В связи с большим разнообразием условий эксплуатации оборудования, режимов его работы, характер динамики изменений технического состояния элементов и контролируемых параметров является случайным. И поэтому, с учетом приведенных выше факторов требует оптимизации отпуска теплоты от ТЭЦ потребителям. [34-36]

В современной технической литературе приводятся различные способы решения рассматриваемой проблемы неоптимальной работы системы транспортировки, распределения и потребления тепловой энергии вследствие разветвленности и разной инерционности участков тепловых сетей, а также влияния различной степени автоматизации потребителей тепловой энергии и разнородности их тепловых нагрузок, целиком либо ее составных частей. Предметом исследования в них является система транспортировки, распределения и потребления тепловой энергии. По целям и задачам исследования их можно разделить на три группы: технические изменения системы транспортировки [16-25], распределения и потребления тепловой энергии, новые подходы к построению графиков центрального регулирования и программные методы оптимизации [34-39]. Фактическое внедрение данных методов сопряжено с множеством проблем и не нашло массового применения.

В результате можно сделать следующий вывод: к основным причинам неоптимальной работы современных систем транспортировки, распределения и потребления тепловой энергии России можно отнести разветвленность и разную инерционность участков тепловых сетей, а также влияние различной степени автоматизации потребителей тепловой энергии и разнородности их тепловых нагрузок, не учитываемые в графиках центрального регулирования.

Литература

1. Петин В.В. Современные технологии использования электрической энергии в системах централизованного теплоснабжения / В.В. Петин, А.Г. Батухтин, А.В. Калугин, П.Г. Сафронов. // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2010. – №4. – С. 32–38.
2. Калугин А.В. Применение технологии тепловых насосов для повышения эффективности методов оптимизации отпуска теплоты / А.В. Калугин, А.Г. Батухтин, С.Г. Батухтин. // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2011. № 1. – С. 201-203.
3. Батухтин А.Г. Моделирование современных систем централизованного теплоснабжения / А.Г. Батухтин, А.В. Калугин. // Вестник ИрГТУ, 2011. - Т. 55. -№8. - С. 84-91.
4. Шарапов В.И. Особенности теплоснабжения городов при дефиците топлива на электростанциях / В.И. Шарапов. // Электрические станции. – 1999. – № 10. – С. 63-66.
5. Батухтин А.Г. Применение оптимизационных моделей функционирования систем теплоснабжения для снижения себестоимости тепловой энергии и увеличения располагаемой мощности станции / А.Г. Батухтин, В.В. Маккавеев // Промышленная энергетика 2010. – №3. С. 7-8.
6. Батухтин А.Г. Методы повышения эффективности и увеличения располагаемой мощности систем централизованного теплоснабжения / А.Г. Батухтин // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2010. – №1. – С. 189-192.
7. Батухтин А.Г. Методы повышения эффективности функционирования современных систем транспортировки, распределения и потребления тепловой энергии // А.Г. Батухтин, М.С. Басс, С.Г. Батухтин / Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2009. – №2. – С. 199-202.

8. Маккавеев В.В. О проблеме ненормативного отпуска теплоты потребителям / В.В. Маккавеев, С.А. Иванов, А.Г. Батухтин // *Промышленная энергетика*. – 2010. – № 7. – С. 12-14.
9. Батухтин А.Г. Анализ методов повышения эффективности систем централизованного теплоснабжения / А.Г. Батухтин, В.В. Пинигин, М.В. Кобылкин // *Научно-технические ведомости СПбГПУ*. – 2012. №3-2. С. 45-51.
10. Куликов А.И. Проблемы эксплуатации зданий при систематических нарушениях теплоснабжения (недотопак) / А.И. Куликов. // *Энергосбережение в городском хозяйстве: материалы Второй Рос. научн.-техн. конф.* – Ульяновск: УлГТУ. 2000. – С. 49-51.
11. Шарапов В.И. Регулирование нагрузки систем теплоснабжения / В.И.Шарапов, П.В. Ротов. // – Москва: *Новости теплоснабжения*, 2007. – 164 с.: ил.
12. Шарапов В.И. Особенности теплоснабжения городов при дефиците топлива на электростанциях / В.И. Шарапов. // *Электрические станции*. – 1999. – № 10. – С. 63-66.
13. Иванов С.А. Повышение эффективности работы ТЭЦ: оптимизация отпуска теплоты потребителю: монография / С.А. Иванов, А.Г. Батухтин, О.Е. Куприянов. – Новосибирск: Наука, 2008. – 80 с.
14. Маккавеев В.В. Оптимизация отпуска теплоты при качественно-количественном регулировании открытых системах теплоснабжения: монография / В.В. Маккавеев, О.Е. Куприянов, А.Г. Батухтин. – Чита: ЧитГУ, 2009. – 132 с.
15. Батухтин А.Г. Особенности моделирования современных систем централизованного теплоснабжения: монография / А.Г. Батухтин. – Чита: ЗабГУ, 2012. – 128 с.
16. Батухтин А.Г. Разработка критериев и методов совершенствования систем централизованного теплоснабжения функционирующих в условиях резкоконтинентального климата: монография / А.Г. Батухтин. – Чита: ЗабГУ, 2013. – 216 с.
17. Басс М.С. Проблемы нормирования тепловых потерь в тепловых сетях на примере г. Чита / М.С. Басс, А.Г. Батухтин // *Научно-технические ведомости СПбГПУ*. – 2009. – №4. – С. 177-183.
18. Сафронов П.Г. Использование теплового насоса в тепловых схемах тепловых электростанций / П.Г. Сафронов, А.Г. Батухтин, С.А. Иванов // *Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока*. – 2009. – №2. – С. 202-204.
19. Батухтин А.Г. Обеззараживание воды в системах централизованного теплоснабжения / А.Г. Батухтин, В.В. Петин, И.Ф. Суворов // *Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока*. – 2010. – №1. – С. 209-212.
20. Батухтин А.Г. Использование тепловых насосов для повышения тепловой мощности и эффективности существующих систем централизованного теплоснабжения / А.Г. Батухтин // *Научно-технические ведомости СПбГПУ*. – 2010. – №2. – С. 28-33.
21. Петин В.В. Современные технологии использования электрической энергии в системах централизованного теплоснабжения / В.В. Петин, А.Г. Батухтин, А.В. Калугин, П.Г. Сафронов // *Научно-технические ведомости СПбГПУ*. – Санкт Петербург: пб. – 2010. – № 4. – С. 32-38.
22. Батухтин А.Г. Особенности моделирования работы в течение суток установок гелионагрева абонентских вводов потребителей тепловой энергии / А.Г. Батухтин // *Научно-технические ведомости СПбГПУ*. – 2010. – № 4. – С. 50-58.
23. Батухтин А.Г. Современные методы повышения эффективности совместной работы установок гелиоотопления и систем централизованного теплоснабжения / А.Г. Батухтин, С.Г. Батухтин // *Научно-технические ведомости СПбГПУ*. – 2009. – №3. – С. 48-53.
24. Петин В.В. Комплексное использование инновационных методов обработки воды в системе "ТЭЦ-потребитель" / В.В. Петин, А.Г. Батухтин, Ю.В. Дорфман // *Научно-технические ведомости СПбГПУ*. – 2011. – №1. – С. 63-69.
25. Батухтин А.Г. Современные способы модернизации существующих систем теплоснабжения / А.Г. Батухтин, М.В. Кобылкин, А.В. Миткус, В.В. Петин // *МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЖУРНАЛ*. – 2013. №7 (14) Часть 2 С. – 40–45.
26. Иванов С.А. Оптимизация отпуска теплоты от источника теплоснабжения с учетом функционирования тепловых сетей и потребителей тепловой энергии как один из методов энергосбережения / С.А. Иванов, А.Г. Батухтин, В.В. Маккавеев // *Вестник Забайкальского центра РАЕН*. – 2008. – №1. – С. 80-83.
27. Батухтин А.Г. Автоматизированная система регулирования расхода теплоносителя для теплоснабжения групп потребителей / А.Г. Батухтин, М.В. Кобылкин // *Научно-технические ведомости СПбГПУ*. – 2013. №2. С. 68-72.
28. Басс М.С. Методические вопросы оценки эффективности систем централизованного теплоснабжения / М.С. Басс, А.Г. Батухтин, С.А. Требунских // *Научно-технические ведомости СПбГПУ*. – 2013. №2. С. 80-84.
29. Горячих Н.В. Использование факторного анализа для оптимизации режимов работы систем теплоснабжения / Н.В. Горячих, А.Г. Батухтин // *Промышленная энергетика*. – 2013. - № 9. С. 26-30.
30. Батухтин А.Г. Повышение эффективности современных систем теплоснабжения / А.Г. Батухтин, С.А. Иванов, М.В. Кобылкин, А.В. Миткус // *Вестник Забайкальского государственного университета*. - Чита: ЗабГУ. – 2013. - №9(100). С.112–120.
31. Иванов С.А. Метод повышения электрической мощности турбин / С.А. Иванов, А.Г. Батухтин, Н.В. Горячих // *Промышленная энергетика*. – 2009. – № 12. – С. 13-15.
32. Иванов С.А. Оптимизация систем централизованного теплоснабжения / С.А. Иванов, А.Г. Батухтин, Н.В. Горячих // *Вестник Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности т. 14, №3. Санкт-Петербург – Чита. 2009.* – С. 102 – 104.
33. Горячих Н.В. Некоторые методы повышения маневренности ТЭЦ / Н.В. Горячих, А.Г. Батухтин, С.А. Иванов // *Теплоэнергетика*. – 2010. – №10. – С. 69-73.
34. Батухтин А.Г. Особенности математических моделей современных теплопотребляющих установок в системах централизованного теплоснабжения / А.Г. Батухтин // *Научно-технические ведомости СПбГПУ*. – 2011. – № 1. – С. 250-255.
35. Батухтин А.Г. Особенности диспетчеризации современных систем теплоснабжения / А.Г. Батухтин // *Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока*. – 2011. – №1. – С. 198-201.
36. Иванов С.А. Методика расчета параметров потребителя при качественно-количественном регулировании в открытых системах централизованного теплоснабжения / С.А. Иванов, А.Г. Батухтин, В.В. Маккавеев // *Промышленная энергетика*. – 2008. – № 4. – С. 13-15.
37. Иванов С.А. Расчет суточного графика отпуска теплоты от источника теплоснабжения при качественно-количественном регулировании в открытых системах централизованного теплоснабжения / С.А. Иванов, А.Г. Батухтин, В.В. Маккавеев // *Промышленная энергетика*. – 2008. – № 5. – С. 32-34.
38. Маккавеев В.В. Практическое применение некоторых методик оптимизации режимов отпуска теплоты / В.В. Маккавеев, О.Е. Куприянов, А.Г. Батухтин // *Промышленная энергетика*. – 2008. – № 10. – С. 23-27.
39. Маккавеев В.В. Математическая модель ряда абонентских вводов закрытых систем теплоснабжения / В.В. Маккавеев, А.Г. Батухтин // *Научно-технические ведомости СПбГПУ*. – 2009. – №3. – С. 200 - 207.
40. Сафронов П.Г. Способ увеличения экономичности основного оборудования ТЭЦ / П.Г. Сафронов, С.А. Иванов, А.Г. Батухтин, И.Ю. Батухтина // *Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока*. – 2010. – №1. – С. 175-178.
41. А.Г. Батухтин. Оптимизация отпуска теплоты от ТЭЦ на основе математического моделирования с учетом функционирования различных типов потребителей: Автореф. дис. канд. техн. наук. Улан - Удэ.: ВСГТУ, 2005 – 16 с.

В статье представлены методы использования тепловых насосов для совершенствования режимов работы, системы распределения и потребления тепловой энергии на основе оптимизационных моделей. Дается оценка экономического эффекта применения технологии тепловых насосов для повышения эффективности методов оптимизации отпуска теплоты.

Ключевые слова: Оптимизация, эффективность, система централизованного теплоснабжения, моделирование

Batukhtin A.G.

PhD in engineering, associate professor, Transbaikal State University

HEAT PUMPS FOR WATER MAINS REHEATING

Abstract

The paper presents methods of using heat pumps to improve modes, distribution and consumption of thermal energy based optimization models. Assesses the economic impact of application of heat pump technology to enhance the effectiveness of the methods of optimization of heat supply.

Keywords: Optimization, efficiency, system of centralized heat-supply, modeling.

Комплекс теплоснабжения, как правило, состоит из производителя, поставщика, и потребителя тепловой энергии. Экономичность всего комплекса остается низкой, при достаточно совершенном производстве энергии ее распределение, передача и потребление еще требуют совершенствования. Низкая эффективность комплекса теплоснабжения определяет высокую энергоёмкость экономики России в целом. Последние заявления первых лиц государства призывают обратить внимание на энергосберегающие технологии. К методам энергосбережения можно отнести мероприятия по оптимизации отпуска теплоты от ТЭЦ потребителю, которые могут быть отнесены к самым малозатратным энергосберегающим технологиям.

Большинство городов и поселков РФ отапливаются от местных котельных или ТЭЦ, работающих по графикам центрального качественного регулирования отпуска теплоты, рассчитанным по методикам 50-х годов прошлого века. При этом рост городов значительно увеличивает и количество потребителей теплоты, подсоединенных к местной системе централизованного теплоснабжения. Новые же нагрузки покрываются за счет повышения мощностей источников теплоснабжения, как правило без учета изменения характеристик тепловых сетей. Все это приводит к неоптимальному использованию топливных ресурсов и повышению стоимости энергии. Обеспечение качественного и энергоэффективного теплоснабжения потребителей тепловой энергии является ее основной задачей. В соответствии с действующими нормами температура воздуха в помещениях в холодный период года должна иметь определенное значение и не зависит от погодных и временных условий. Однако, в настоящее время повсеместно наблюдается недогрев и перегрев потребителей тепла. Эта проблема ненормативного отпуска присуща практически для всех городов России с централизованным теплоснабжением. Поддержание комфортных температурных условий в помещениях потребителей является первоочередной задачей для систем теплоснабжения, а при общем недоотпуске тепловой энергии не представляется возможным без внедрения современных технологий [1-3].

Современные методы оптимизации отпуска теплоты потребителям основаны на построении моделей функционирования системы распределения и потребления тепловой энергии. Наиболее полные из них обладают следующими функциями:

- корректировка подаваемой от источника теплоты основана не на системе поправок температуры сетевой воды, а на теплогидравлическом расчете абонентских вводов с учетом схем присоединения установок ГВС, при этом реакция на любые возмущения осуществляется качественно-количественным регулированием;

- нагрузка ГВС принимается в расчетах с учетом суточной неравномерности определенной для различных групп потребителей, а проверка суточного баланса теплоты у потребителей и корректировка температурного графика в связи с изменением нагрузки ГВС предлагается не в качестве рекомендаций, а как одно из основных ограничительных условий суточного графика регулирования;

- в модели производится расчет характеристик абонентов не только в конкретные моменты времени, но и осуществляется суточный анализ, при этом появляется возможность учитывать суточный перегрев абонентов и осуществлять регулирование параметров на источнике теплоснабжения с учетом суточной оптимизации;

- помимо удовлетворения потребностей всех потребителей в модели появляется возможность оптимизировать суточный график отпуска теплоты на основе анализа всевозможных графиков, а в качестве критерия оптимальности принимаются затраты на ТЭЦ при заданной электрической нагрузке;

- при оптимизации отпуска теплоты учитывается инерционность изменения параметров теплоносителя, а также аккумулярующая способность потребителей.

Произведенный расчет эффективности оптимизации отпуска теплоты от ТЭЦ потребителю с учетом изменения в течение суток нагрузки ГВС и температуры наружного воздуха на основе моделирования системы с учетом ее реального состояния на примере системы теплоснабжения микрорайона КСК (г. Читы Забайкальского края) отапливаемого от теплофикационных отборов двух турбин ПТ-60 Читинской ТЭЦ-1 показал экономический эффект 3 млн. руб./год. При этом располагаемая тепловая мощность станции может быть увеличена на 6,1% при сохранении расхода теплоносителя и пропускной способности тепловых сетей, а также выработки электрической энергии [4-5].

Данный экономический эффект не является предельным поскольку диапазон температур прямой сетевой воды на ТЭЦ, в котором находится оптимальная, на конкретном временном промежутке, ограничивается: разной протяженностью отдельных участков тепловых сетей; участки тепловых сетей имеют разные характеристики тепловой изоляции, скорость изменения температуры прямой сетевой воды на ТЭЦ не должна превышать 30 °С/ч; районы теплотребления обладают разными потребителями тепловой энергии и как следствие требуют разного изменения температур прямой сетевой воды в течение суток [6]. Снять эти ограничения позволит изменение температуры теплоносителя по лучам тепловых сетей. Данное изменение температуры согласно оптимизированным графикам центрального регулирования (в зависимости от оптимального суточного графика и потребностей конкретных потребителей) для каждого направления тепловых сетей позволит уменьшить перерасходы тепловой энергии, а также снизить температуру обратной сетевой воды и как следствие увеличить выработку на тепловом потреблении на ТЭЦ. Решением этой задачи может служить применение установок по перераспределению потоков теплоты по разноинерционным ветвям теплосетей в зависимости от оптимального суточного графика и потребностей конкретных потребителей. Перераспределение потоков теплоты предполагается осуществлять с применением технологии тепловых насосов [7-10]. Метод перераспределения заключается в том, что от источника отпускается оптимальная температура теплоносителя, при этом в период натопа в наиболее удаленные участки тепловых сетей температура увеличивается за счет нагрева в конденсаторе теплового насоса, а в период снижения тепловой нагрузки температура увеличивается в ближних участках тепловых сетей. Применение данной методики позволит экономический эффект увеличить на 30-50% в зависимости от времени года.

Для снижения эксплуатационных затрат на нагрев в качестве низкопотенциального источника теплоты может быть использованы другие источники. К возможным источникам можно отнести тепло грунта, воду различных источников, воздух, а

также тепло солнечного излучения воспринятое солнечными коллекторами. Оценка эффекта применения сторонних источников теплоты с учетом снижения эффекта от изменения температуры обратной сетевой воды показала увеличение экономической эффективности до 70%. При этом на использование предложенной методики накладываются дополнительные ограничения за счет снижения температуры в испарителе. Кроме того, наблюдается снижение коэффициента преобразования теплоты.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ (МК-1184-214.8).

Литература

1. Батухтин А.Г. Методы повышения эффективности функционирования современных систем транспортировки, распределения и потребления тепловой энергии / А.Г. Батухтин, М.С. Басс, С.Г. Батухтин // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2009. №2 С. 199-202.
2. Петин В.В. Современные технологии использования электрической энергии в системах централизованного теплоснабжения / В.В. Петин, А.Г. Батухтин, А.В. Калугин, П.Г. Сафронов. // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2010. – №4. – С. 32–38.
3. Сафронов П.Г. Использование теплового насоса в тепловых схемах тепловых электростанций / П.Г. Сафронов, А.Г. Батухтин, С.А. Иванов // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2009. – №2. – С. 202-204.
4. Батухтин А.Г. Методы повышения эффективности и увеличения располагаемой мощности систем централизованного теплоснабжения. Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2010. №1 С. 189-192..
5. Сафронов П.Г. Способ увеличения экономичности основного оборудования ТЭЦ / П.Г. Сафронов, С.А. Иванов, А.Г. Батухтин, И.Ю. Батухтина // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2010. – №1. – С. 175-178.
6. А.Г. Батухтин. Оптимизация отпуска теплоты от ТЭЦ на основе математического моделирования с учетом функционирования различных типов потребителей: Автореф. дис. канд. техн. наук. Улан - Удэ.: ВСГТУ, 2005 – 16 с.
7. Батухтин А.Г., Куприянов О.Е. Влияние протяженности тепловых сетей на режимы отпуска теплоты от ТЭЦ с учетом функционирования потребителей / А.Г. Батухтин, О.Е. Куприянов // Промышленная энергетика. – 2005. – № 5. – С.39–41.
8. Батухтин А.Г. Использование тепловых насосов для повышения тепловой мощности и эффективности существующих систем централизованного теплоснабжения. Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2010. №2. С. 28-33.
9. Goryachikh N.V., Batukhtin A.G., and S.A. Ivanov. Some Methods for Making Cogeneration Stations More Maneuverable// Thermal Engineering, 2010, Vol. 57, No. 10, pp. 892–896.
10. Батухтин А.Г. Применение оптимизационных моделей функционирования систем теплоснабжения для снижения себестоимости тепловой энергии и увеличения располагаемой мощности станции / А.Г. Батухтин, В.В. Маккавеев // Промышленная энергетика 2010. – №3. С. 7-8.

Ведрова Софья Александровна

Магистрант, Сибирский Федеральный Университет

РАСЧЕТ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕХАНИЗМА ВРАЩЕНИЯ ЗАГОТОВОК ТРЕХКООРДИНАТНОМ ФРЕЗЕРНОМ СТАНКЕ

Аннотация

В статье рассмотрен расчет жесткости инструмента и механизма вращения заготовки в трехкоординатном деревообрабатывающем станке. Так же рассчитаны собственные значения динамической системы четырехкоординатного станка, амплитуды вынужденных колебаний в системе инструмент-заготовка при работе моторшпинделя.

Ключевые слова: s, собственные частоты, амплитуды вынужденных колебаний, механизм вращения заготовки.

Vedrova S.A.

Master degree, Siberian Federal University

CALCULATION OF THE SAMPLE SWINGING MECHANISM DYNAMIC CHARACTERISTICS ON THE THREE-COORDINATE MILLING MACHINE

Abstract

The article considers rigidity calculation of the tool and the sample swinging mechanism in the three-coordinate woodworking. Eigen values of the fourth coordinate machine dynamic system and the amplitude of forced oscillations in the tool-sample system with working motor spindle are calculated.

Keywords: rigidity, Eigen values, amplitude of forced oscillations, sample swinging mechanism.

Создание легких беспилотных летательных аппаратов (БЛА) связано с изготовлением деревянных технологических шаблонов для основных элементов конструкций БЛА. Общий вид одного из таких шаблонов – для фюзеляжа БЛА с размерами: 1790x600x270 мм, приведен на рисунке 1. Допустимые отклонения геометрических размеров изготовленного шаблона от расчетных – не более 0,4 мм.

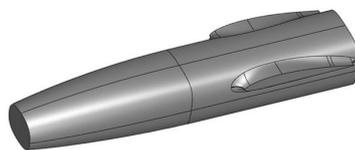


Рис. 1- Шаблон фюзеляжа БЛА

В ходе работ по созданию БЛА для обработки шаблонов был создан деревообрабатывающий станок с ЧПУ. В станке реализованы 3 программно управляемых координаты (X, Y, Z).

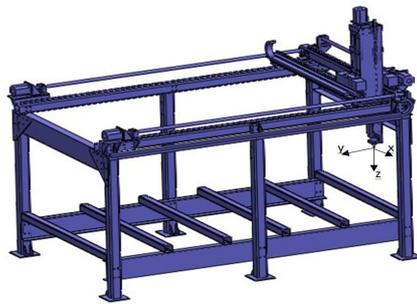


Рис. 2 – Деревообрабатывающий станок

На ползуне станка установлен мотор-шпиндель мощностью 1,5 кВт с максимальной частотой вращения 12000 мин⁻¹. Деревянные шаблоны обрабатываются по программе с приводами от шариковых передач винт-гайка качения и шаговых двигателей твердосплавными концевыми фрезами диаметром 6 мм. Максимальные скорости перемещения рабочего органа по координатам – 5000 мм/мин.

Конструкция механизма вращения заготовок

Механизм вращения заготовки (МВЗ) состоит из основания 1, передней бабки 2 и бабки задней 3.

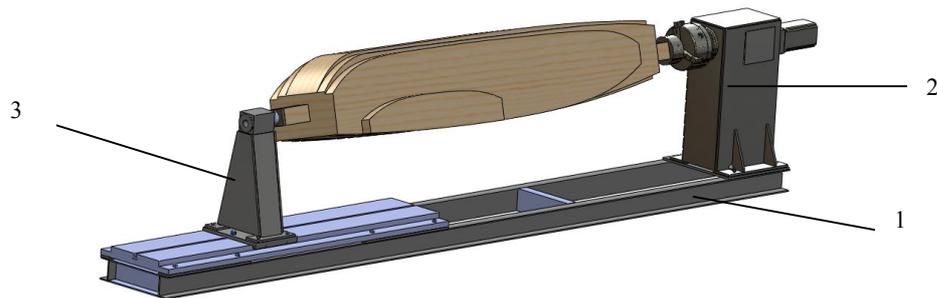


Рис.3 – Механизм вращения заготовки

Основание состоит из рамы и пластины (крепится винтами к раме).

Рама состоит из продольных и поперечных швеллеров и платиков (приваренных к швеллерам).

Передняя бабка состоит из корпуса, шпинделя на подшипниках качения, связанного с шаговым электродвигателем, и патрона, в котором крепиться заготовка. Передняя бабка в разрезе представлена на рисунке 4.

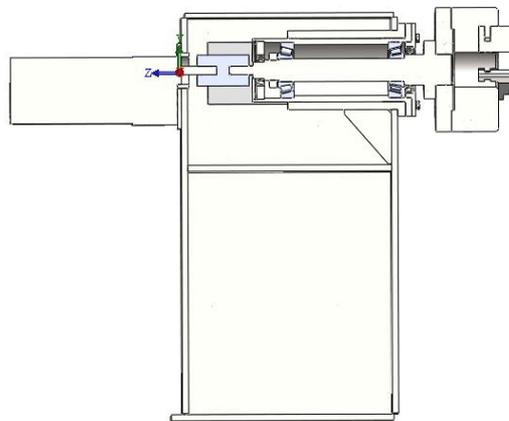


Рис. 4 – Передняя бабка

Задняя бабка состоит из корпуса, крепящегося к основанию и вращающегося центра, который подпирает заготовку.

При разработке конструкции основное внимание уделялось обеспечению требуемой жесткости системы.

Нормы жесткости на станки

Анализ требуемой жесткости для металлорежущих станков показывает, что нормы жесткости, устанавливаемые для металлорежущих станков, выше норм для деревообрабатывающих станков в 5 – 25 раз. Лишь для плоскошлифовальных станков они отличаются в 2 – 3,5 раза [1–4].

Такое отличие объясняется различием характеристик прочности обрабатываемых материалов: на металлорежущих станках обрабатывается сталь с $\sigma_B = 600 - 900$ МПа, а прочность древесины лежит в пределах $\sigma_B = 41 - 100$ МПа для сосны, $\sigma_B = 55 - 122$ МПа для лиственницы и $\sigma_B = 47 - 161$ МПа для березы.

Норма жесткости на деревообрабатывающие станки лежит в пределах 3,00 – 3,53 кН/мм [4].

Динамическая модель МВЗ и системы инструмента станка

Разработана динамическая модель четырехкоординатного фрезерного станка для обработки крупногабаритных, деревянных шаблонов, позволяющая расчетным путем определять спектр собственных частот и амплитуды виброперемещений инструмента и изделия в зоне обработки [5].

На основании анализа конструкции трехкоординатного станка в качестве динамической модели привода перемещения инструмента была принята наиболее податливая часть – ползун с установленным мотор-шпинделем (Рисунок 5).

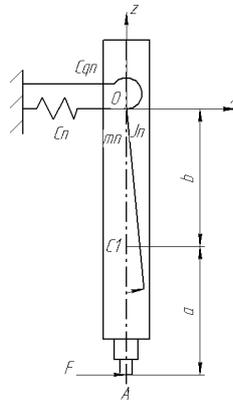


Рис. 5 – Динамическая система привода инструмента

Где, C_1 – центр масс, O_1 – центр жесткости.

Динамическая модель МВЗ представлена как суппортная группа (Рисунок 6).

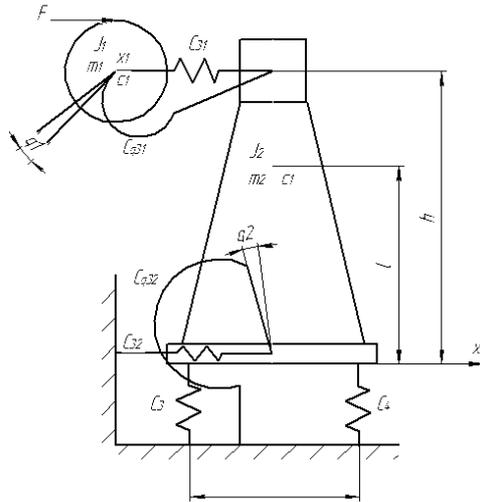


Рис.6 – Динамическая система суппортной группы

Где, C_1, C_2 – центр масс заготовки и механизма

В результате динамическая система станка была представлена шестью обобщенными координатами. Уравнения движения системы представлены в матричном виде.

Расчет жесткости МВЗ и системы инструмента станка

Инерционная матрица динамической системы инструмента:

$$A_{xi} = \begin{pmatrix} m_1 & -m_1 a \\ -m_1 a & J_1 + 2m_1 a^2 \end{pmatrix}$$

Матрица жесткости динамической системы инструмента:

$$B_{xi} = \begin{pmatrix} C_n & 0 \\ 0 & C_\varphi \end{pmatrix}$$

Инерционная матрица динамической системы суппортной группы:

Матрица жесткости динамической системы суппортной группы:

$$B_c := \begin{pmatrix} C_{31} & 0 & 0 & -C_{31} & 0 & -C_{31} h \\ m_1^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & -C_{31} \\ 0 & C_{31} & 0 & 0 & 0 & C_{31} h \\ 0 & J_1 & 0 & C_{32} & 0 & 0 \\ -C_{31} & 0 & 0 & C_{31} h^2 & C_{31} h^2 & C_{31} h^2 + C_{\varphi 32} + C_{\varphi 31} \\ 0 & 0 & m_2 & m_2 l & 0 & 0 \\ -C_{31} h & -C_{31} & C_{31} h^2 & C_{31} h^2 & C_{31} h^2 & 0 \\ 0 & 0 & m_2 l & J_2 & m_2 l^2 & 0 \end{pmatrix}$$

Инерционные динамические параметры системы были получены с помощью программного комплекса SolidWork, упругие – аналитически [6]. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – жесткости полученные аналитически

Ползун		
Поперечная жесткость ползуна	C	$6,375 \cdot 10^5 \text{ Н/м}$
Угловая жесткость ползуна	C_φ	$1,63 \cdot 10^6$
Суппорт		
Поперечная жесткость заготовки	C_{31}	$1,11 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$

Угловая жесткость заготовки	$C_{\varphi 21}$	$4,4 \cdot 10^8 \frac{H \cdot M}{рад}$
Поперечная жесткость установки	C_{22}	$7,67 \cdot 10^9 \frac{H}{м}$
Угловая жесткость установки	$C_{\varphi 22}$	$1,8 \cdot 10^8 \frac{H \cdot M}{рад}$

Рассчитаны жесткости передней и задней бабки по трем осям под действием единичной нагрузки в программной среде Ansys (Таблица 2).

Таблица 2 – жесткости передней и задней бабки от единичной нагрузки рассчитанные с помощью программного комплекса solidwork

Ось приложения нагрузки	Передняя бабка		Задняя бабка	
	Перемещение, мм	Жесткость, $\frac{кН}{мм}$	Перемещение, мм	Жесткость, $\frac{кН}{мм}$
x	$1,5 \cdot 10^{-2}$	67	0,29	3,44
y	$3,07 \cdot 10^{-2}$	325,73	0,36	2,78
z	$8,5 \cdot 10^{-2}$	117,64	0,05	20

Определяются собственные частоты и амплитуды вынужденных колебаний системы инструмента и суппортной группы (Рисунок 7) по формуле:

$$A(p) = \sqrt{U(p)^2 + N(p)^2},$$

Где p – частота колебаний, $U(p)$ – реальная составляющая комплексной амплитуды, $N(p)$ – мнимая составляющая комплексной амплитуды.

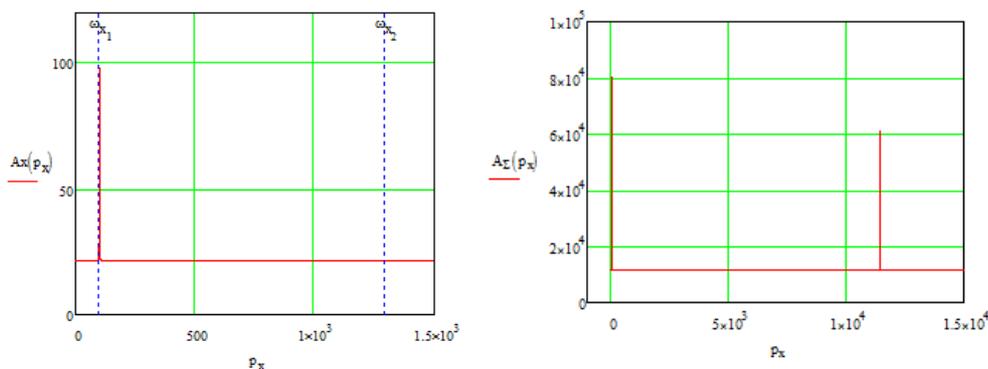


Рис. 7 – Амплитудно-частотная характеристика системы инструмента и суппортной группы

Заключение

Разработана конструкция механизма вращения заготовки для трехкоординатного деревообрабатывающего станка с ЧПУ. Разработаны динамические модели упругих систем станка и механизма. Определены собственные частоты системы и амплитудно-частотные характеристики. Жесткость механизма вращения заготовок соответствует нормам.

Методика позволяет проанализировать слабое звено и повысить жесткость конструкции.

Литература

- ГОСТ 9726-89 Станки фрезерные вертикальные с крестовым столом. Терминология. Основные размеры. Нормы точности и жесткости. Введ. впервые; дата введ. 01.01.1991. М.: Издательство стандартов, 1991. – С. 42.
- ГОСТ 17734-88 Станки фрезерные консольные. Нормы точности и жесткости. Введ. впервые; дата введ. 01.01.1990. М.: Издательство стандартов, 1990. – С. 32.
- ГОСТ 26-75 Станки долбежные. Нормы точности и жесткости. Введ. впервые; дата введ. 01.01.1977. М.: Издательство стандартов, 1977. – С. 15.
- ГОСТ 69-75 Деревообрабатывающее оборудование. Станки фрезерные с нижним расположением шпинделя. Нормы точности и жесткости. Введ. впервые; дата введ. 01.07.1976. М.: Издательство стандартов, 1976. – С. 15.
- Кудинов В.А. Динамика станков Машиностроение Москва 1967.– С. 358.
- Чернянский П.М. Основы проектирования точных станков Кнорус Москва 2012.– С. 239.

Веденев Н.А.

Студент, Владимирского Государственного Университета, г. Владимир

ОСОБЕННОСТИ НОВЕЙШИХ СИСТЕМ НА КРИСТАЛЛЕ, СВЯЗЬ ТЕХНОЛОГИЙ ПРЕДЫДУЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ И ПЕРЕДОВЫХ РАЗРАБОТОК

Аннотация

В данной статье рассмотрены основные технические характеристики наиболее перспективных семейств программируемых логических интегральных микросхем, их связь между собой, условия взаимодействия, возможности для реализации в различных научных-технологических проектах.

Ключевые слова: FPGA, ARM, ZedBoard, Virtex, Spartan, Zynq.

Vedeneev N.A.

Student, Vladimir State University

FEATURES OF THE LATEST SYSTEM ON CHIP, COMMUNICATION OF PREVIOUS TECHNOLOGIES AND ADVANCED PROJECTS

Abstract

This article describes the main technical characteristics of the most promising families of field programmable gate array and their relation to each other, reaction conditions, the ability to implement in various scientific and technological projects.

Key words: FPGA, ARM, ZedBoard, Virtex, Spartan, Zynq.

ZedBoard Zynq-7000 All Programmable SoC многофункциональная платформа, являющаяся одной из наиболее современных FPGA, разработанных компанией Xilinx Corporation.

Основными техническими достоинствами ZedBoard являются Xilinx XADC, FMC (FPGA Mezzanine Card), и Diligent PMOD. ZedBoard обладает возможностью выполнять высокопроизводительные вычисления, благодаря наличию DDR3 блока памяти, флэш-память, интерфейсу Ethernet, входов/выходов общего назначения, портов различного назначения (USB-UART, JTAG и так далее).

Zynq-7000 AP SoC XC7Z020-CLG484-1 обладает следующими основными характеристиками: [3]

- Двухъядерный процессор ARM Dual Cortex A9;
- Встроенная память 512 MB DDR3;
- Съёмная память 256 Mb Quad-SPI Flash о 4 GB SD card;
- Встроенные интерфейсы:
- USB-JTAG.
- 10/100/1000 Ethernet.
- USB OTG 2.0 and USB-UART.
- FMC-LPC connector (68 single-ended or 34 differential I/O) PMOD compatible headers (2x6) о Agile Mixed Signaling (AMS) header.

Встроенный генератор тактового импульса:

- 33.33333 MHz clock source for PS о 100 MHz oscillator for PL;

Дисплей/Аудио:

- HDMI output supporting 1080p60 with 16-bit, 4:2:2 mode color of VGA output (12-bit resolution color), 128x32 OLED display;
- Onboard USB-JTAG interface;
- Xilinx Platform Cable JTAG connector;
- 8 пользовательские светодиоды LEDs о 7, кнопки, переключатели 8 DIP switches;

В настоящее время ассортимент выпускаемых программируемых логических интегральных схем очень широк. Различные производители предлагают различные компоновки и модификации, отличающиеся как по техническим характеристикам, так и по функциональным особенностям. Рассмотрим те из них, которые могут быть использованы для реализации DSP алгоритмов. [1]

Virtex- 6 используется для проектирования целевых платформ, которые обеспечиваются интегрированным программным обеспечением и аппаратными компонентами. Использование третьего поколения ASMBL (Advanced Silicon Modular Block) блоков на основе column-based архитектуры, поколение Virtex- 6 включает в себя несколько видов. В дополнение к высокой производительности, Virtex- 6 содержат множество встроенных блоков на уровне системы. Эти функции позволяют проектировать логические системы с самым высоким уровнем производительности и функциональности.

Выполненные на 40 нм кремниевых подложках с использованием современных технологий Virtex- 6 является альтернативой пользовательских ASIC (application-specific integrated circuit, «интегральная схема специального назначения») технологий. Virtex- 6 FPGA, позволяет реализовывать множество высокопроизводительных логических проектов, DSP проектов, высокопроизводительных и высокоэффективных встраиваемых систем.

Основные характеристики Virtex-6:

- Real 6-input look-up table (LUT) technology;
- Dual LUT5 (5-input LUT) option;
- LUT/dual flip-flop pair for applications requiring rich register mix;
- Improved routing efficiency;
- 64-bit (or two 32-bit) distributed LUT RAM option per 6-input LUT;
- SRL32/dual SRL16 with registered outputs option Powerful mixed-mode clock managers (MMCM);
- MMCM blocks provide zero-delay buffering, frequency synthesis, clock-phase shifting, input-jitter filtering, and phase-matched clock division;
- 36-Kb block RAM/FIFOs;
- Dual-port RAM blocks;

По своим характеристикам, на сегодняшний день Virtex – 6 являются наиболее производительными из всего списка производимых изделий от компании Xilinx.

Virtex-7 — семейство ПЛИС седьмого поколения предназначенное для высокопроизводительных систем. Переход на новый технологический процесс (28нм) позволил вдвое увеличить емкость и быстродействие по сравнению с семейством предыдущего поколения Virtex-6 при уменьшении энергопотребления на 50%.

Особенности семейства Virtex-7 (Включает три подсемейства оптимизированных для различного применения):

- До двух миллионов логических ячеек;
- Скорость передачи до 28.05 Гбит/сек;
- Блок обработки аналоговых сигналов (AMS);
- Встроенные блоки PCI Express Gen2 и Gen3;
- Объем памяти до 96Мбит;
- Производительность DSP до 6.7 TeraMACS;
- Предназначено для построения систем проводной и беспроводной связи, радаров, гражданских систем обработки информации;

Произведенные по новейшему технологическому процессу (28нм) все три семейства ПЛИС седьмого поколения (Artix-7, Kintex-7 и Virtex-7) используют унифицированную архитектуру, что позволяет переносить удачную разработку с одной платформы на другую для достижения соответствия требованиям рынка - уменьшение стоимости и энергопотребления, либо увеличение производительности. Кристаллы Virtex-7 из всего седьмого семейства имеют самый большой объем логических и специализированных аппаратных ресурсов и по производительности превосходят Virtex-6 вдвое. [2]

Spartan-6 — ПЛИС шестого поколения компании Xilinx <http://fpga.su/> изготовленные по технологии 45 нм. Переход на этот технологический процесс позволил добиться оптимального баланса стоимости, энергопотребления и производительности. В отличие от Virtex ПЛИС семейства Spartan предназначены для применения в экономичных приложениях (бытовая электроника, проводная и беспроводная связь).

- Приблизительное число логических ячеек от 3500 до 150000 в зависимости от кристалла
- 60% снижение динамического и 50% снижение статического энергопотребления по сравнению с ПЛИС семейства Spartan-3A
- Напряжение питания ядра 1.2В (1.0В для кристаллов подсемейства LX с классом быстродействия 1L)
- Встроенный аппаратный блок ЦОС DSP48A1

- Наличие скоростных приемопередатчиков (только в подсемействе LXT)
- Блок управления и синтеза сигналов синхронизации СМТ
- Поддержка большого числа стандартов ввода/вывода

Семейство Spartan-6 выпускается с 2009 года и на сегодняшний день является наиболее актуальным решением для изделий массового производства и приложений, где стоимость играет наиболее важную роль.

Литература

1. Евгений Ставинов, 100 Power tips for FPGA Designers: USA, 2011.
2. Pong P. Chu, FPGA Prototyping by VHDL Examples, USA, 2008 by John Wiley & Sons, Inc.
3. Zynq - 7000 All Programmable SoC Overview of architecture, September, 2013. – URL: <http://www.zedboard.org/documentation/1521> (дата обращения 08.08.2013)

Вильданов Р.Г.¹, Лукьянцев М.А.², Исхаков Р.Р.³

¹ Профессор, доктор технических наук; ² аспирант; ³ студент, Уфимский государственный нефтяной технический университет.

ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ ДАТЧИКА ПОТЕРЬ НА ПЕРЕМАГНИЧИВАНИЕ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Аннотация

В статье предложено обрабатывать диагностическую информацию датчика потерь на перемагничивание с помощью нейронных сетей. Для распознавания различных видов дефектов на разных частотах построено несколько нейронных сетей. Для оценки уровня поврежденности сформированы обучающие выборки.

Ключевые слова: диагностика, неразрушающий контроль, нейронная сеть, обучающая выборка.

Vildanov R.G.¹, Lukyantsev M.A.², Iskhakov R.R.³

¹ Professor, Doctor of Technical Science; ² postgraduate student; ³ student, Ufa State Petroleum Technical University.

PROCESSING OF DATA RECEIVED FROM SENSOR OF MAGNETIZATION REVERSAL BASED ON NEURAL NETWORKS

Abstract

The article suggested process diagnostic information losses at magnetization reversal sensor by neural networks. To distinguish the various types of defects at several different frequencies of neural networks constructed. For assessing the level of fatigue failure are generated training samples.

Keywords: diagnostics, nondestructive testing, neural network, a self-learning sample.

Актуальной задачей неразрушающего контроля является применение нейронных сетей для распознавания дефектов по сигналам прибора неразрушающего контроля (НК). Современные технические возможности позволяют упростить работу оператора и перевести задачу классификации дефектов на машинную часть системы. Целью данной работы является определение возможности применения нейронных сетей для распознавания дефектов в металлических конструкциях.

Для построения системы распознавания дефектов на базе искусственных нейронных сетей были проведены ряд экспериментов с образцами:

- пластина с дефектом сплошности;
- непровар сварных соединений;
- пластина с одиночным дефектом в виде газового включения;
- пластина с коррозией металла.

Эксперименты проводились интроскопом, принцип действия которого основан на измерении потерь на перемагничивание в металле [1,2]. Определение уровня поврежденности основано на том факте, что если ферромагнитный материал подвергается периодическому перемагничиванию, то в нем возникают потери энергии на гистерезис и вихревые токи. В данной работе использовались конструкции датчиков потерь на перемагничивание для оценки уровня накопленных повреждений при деформациях и выявления дефектов сплошности [3].

Датчик поочередно устанавливался на пластину над каждым дефектом. Регистрацию сигналов проводили с помощью мультиметра, замеры фиксировали в большом диапазоне частот от 50 Гц до 20 кГц. Для всестороннего исследования применялось различные входное напряжение и частота [4].

При уменьшении частоты напряжения обмотки возбуждения, следовательно, и частоты перемагничивания, магнитное поле глубже проникает в испытуемый образец. Такое проникновение обеспечивает распознавание дефекта на разной глубине. Было проведено более 90 экспериментальных измерений.

Для построения системы распознавания дефектов на базе искусственных нейронных сетей было проведено ряд экспериментов, которые помогли создать обучающую выборку для нейронной сети. Для распознавания различных видов дефектов предлагается построить несколько нейронных сетей, которые будут ориентированы на тот или иной вид дефекта, т.к. распознавание видов дефектов происходит на различных частотах. Следовательно, необходимо построить 4 вида нейронных сетей - для распознавания дефектов сплошности, непроваров сварных соединений, одиночных дефектов и газовых включений и коррозии металла.

Для решения задач неразрушающего контроля с применением нейронной сети необходимо первым делом сформировать обучающую выборку. Обучающая выборка – это набор входных векторов типа $P \{p_1, p_2, p_3, \dots, p_n; 1, 2, 3, \dots, m\}$, в соответствии которым поставлены выходные вектора $D \{d_1, d_2, d_3, \dots, d_k\}$, где n и k – количество нейронов во входном и выходном слое сети; m – частота, при которой наиболее точно определяется тот или иной дефект. Входные вектора P поочередно подаются на вход сети, а выход её сравнивается с заданным парным входному выходным вектором D , затем параметры сети корректируются таким образом, чтобы сократить различие между фактическим и желаемым выходом сети.

В качестве параметров $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ входных векторов P предлагается взять сигналы, полученные при помощи датчика потерь перемагничивания с наиболее значимыми частотами. Выходными векторами D в таком случае будут вектора с тремя классами (по состоянию поврежденности) вида $\{d_1, d_2, d_3\}$. Номера классов 1, 2 и 3 соответствуют состояниям поврежденности оборудования: 1 – повреждение не обнаружено, 2 – повреждение обнаружено, 3 – обнаружено критическое повреждение.

Для построения нейронной сети, которая будет определять состояние поврежденности дефекта сплошности, заданы обучающую последовательность следующего вида: $P=[7.56 \ 7.55 \ 7.54 \ 7.53 \ 7.40 \ 7.39 \ 7.38 \ 7.37 \ 7.30 \ 7.29 \ 7.28 \ 7.27; 20 \ 20 \ 20 \ 20 \ 20 \ 20 \ 20 \ 20 \ 20 \ 20 \ 20]$; $T_c=[1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 2 \ 2 \ 2 \ 2 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3]$. Из структуры обучающей последовательности следует, что первые четыре значения соответствуют первому классу - повреждение не обнаружено, вторые четыре значения относятся ко второму классу – повреждение обнаружено, четыре оставшихся значения соответственно принадлежат третьему классу – обнаружено критическое повреждение. Значение 20 - здесь соответствует частоте, при которой определяется дефект сплошности. Вектор T_c - это индексы классов.

Совокупный анализ динамики количества покупателей, среднего чека, количества товаров в чеке и объема продаж – может показать, в какую сторону необходимо развивать конкретный магазин и торговую сеть в целом, нужны ли изменения в ассортименте или достаточно использовать рекламные паллеты и маркетинговые акции [4]. С помощью полученной информации ритейловая компания может оперативно отслеживать реакцию магазина на проводимые изменения, что показывает целесообразность и направление его дальнейшего развития. В зависимости от изменений этих показателей становится понятно, нужно ли развивать магазин, менять его концепцию или же стоит задуматься о более радикальных мерах [5].

Помимо базовых широко используемых показателей возможность и варианты анализа данных для ритейловых компаний безграничны. Существуют, как стандартно используемые показатели, так и что-то особенное для конкретной компании. Приведем пример одного из таких внедрений:

Немного о компании

Компанией-ритейлером, столкнувшимся с проблемой анализа данных являлась ведущая продовольственная компания в России. Она ведет свою деятельность во многих регионах страны и включает в себя несколько торговых сетей.

Раньше в компании уже была разработана и внедрена аналитическая модель, в которой анализировались основные показатели продаж. Однако для полного анализа компании и каждого магазина в отдельности данной информации было недостаточно. Поэтому мы разработали для Заказчика несколько специфических моделей.

Группировка подозрительных чеков.

Данный анализ позволил выделить кластеры (группы) подозрительных чеков, выбиваемых в каждом магазине. Возникает вопрос, для чего это было нужно? Работники торговой сети компании получают премию за количество обработанных чеков, поэтому зачастую встречаются ситуации, когда в дни распродажи клиент покупает в магазине, к примеру, 20 пачек гречки, а кассир пробивает по 5 пачек в отдельные чеки. Таким образом, фиктивно увеличивая количество пробитых чеков, кассир повышает свои показатели. Модель позволила отслеживать такие ситуации, т.е. если встречались чеки, пробитые на одной кассе, с одним товаром, идущие подряд, то это был повод причислить их к группе подозрительных чеков, выделив в отдельный кластер.

Группировка товаров в чеках по интервалам

Для бизнес-пользователей компании было важно анализировать наличие мелкого опта в магазинах своих сетей, т.е. выявлять, какие товары наиболее часто покупаются не в единичном экземпляре. Этот анализ, производимый с помощью аналитической модели, позволяет проводить более эффективные маркетинговые кампании для повышения спроса и сумм продаж. Анализ проводился следующим образом: пользователь выбирает интересующий его товар и интервал количества единиц данного товара в чеке, например, от 5 штук. По этим параметрам система анализирует чеки и выдает информацию по тем, в которых обнаружен интересующий товар в количестве более 5 штук. В результате пользователь получает отчет о том насколько хорошо покупают выбранный товар. Такая модель позволила оперативно отслеживать реакцию покупателей на акции, проводимые в магазине. Например, если в магазине проходит акция «Купи 3 пачки печенья и получи 4-ую в подарок», то, строя такой отчет, пользователь может увидеть на сколько эффективна акция, т.е. сколько встречается чеков за время ее проведения, в которых присутствуют 4 пачки печенья. Если пользователь видит, что такая акция не популярна. Он может оперативно принять решение об изменении ее условий, тем самым увеличивая эффективность. Данный отчет также позволяет компании оптимизировать объемы продаж, за счет предложения покупателям маркетинговых акций на те товары, которые они наиболее часто покупают в большом количестве, тем самым повышая объемы продаж и поддерживая спрос на эти товары.

Кросс-проникновение

Под кросс-проникновением в компании Заказчика понимается анализ рыночной корзины, т.е. поиск наиболее типичных шаблонов покупок в торговых точках компании. Разработанная модель производит анализ чеков торговых сетей компании, с целью определения комбинаций товаров, которые продаются совместно. Данный анализ позволяет компании выявлять товары, наличие которых в чеке влияет на вероятность появления других товаров или их комбинаций. Пользователю модели необходимо просто выбрать интересующий товар и сопутствующий ему, и система выполнит расчет количества совершенных покупок, т.е. чеков. Этот анализ для любой ритейловой компании очень важен и эффективен. Он позволяет оптимизировать расстановку ассортимента товаров в торговых залах магазина, а также увеличивать объемы продаж за счет маркетинговых акций и предложений покупателям сопутствующих товаров. Например, если в результате такого анализа будет установлено, что совместная покупка молока и печенья является часто встречающимся шаблоном, то при размещении этих товаров на одной витрине или неподалеку друг от друга можно специально «спровоцировать» покупателя на их совместное приобретение, тем самым увеличивая количество проданных товаров в магазине.

Ценовое позиционирование

Ценовое позиционирование – один из методов ведения эффективной ценовой политики для ритейловой компании. Важной задачей для рассматриваемой компании было понимание, как каждая из его торговых сетей ведет себя на рынке по отношению к друг к другу. Сложность в данном анализе заключалась в том, что механизм ценообразования для каждой из торговых сетей компании ведется по-своему, потому что каждая сеть рассчитана на привлечение определенной целевой аудитории.

Одна из сетей, например, является «дисконт» магазинами и цены в них должны быть меньше, чем в магазинах других торговых сетей компании. Ценообразование в данных магазинах происходит фиксированно, однако необходимо следить за тем, чтобы цены на товары не превысили показатели других торговых сетей компании.

Главной задачей для компании является контроль того, чтобы первая торговая сеть оставалась в ценовом диапазоне «дискаунтера», а цены второй торговой сети были более выигрышными, за счет верно просчитанного ценового индекса.

Анализ такого большого количества данных - это длительный и дорогой процесс, который может препятствовать своевременному принятию решений об изменении цен в торговых сетях, а в следствии помешать развитию и конкурентоспособности торговой компании.

Как проводился анализ цен до?

Главной сложностью, с которой сталкивалась компания заключалась в том, что каждая торговая сеть компании имеет собственных специалистов, занимающихся мониторингом цен торговых сетей компании. Периодически представитель отдела ценообразования торговой сети вручную производит анализ продаж и выбирает наиболее оборачиваемые товары массового потребления, которые в сумме дают 25% от оборота всего ассортимента. Цены на эти товары он и проверяет относительно магазинов других сетей.

Ранее автоматическое формирование отчетности в компании не было предусмотрено, поэтому руководству приходилось каждую неделю с помощью написанного вручную запроса выгружать необходимые данные из внедренной в компании ERP-системы. Данные находились в нескольких таблицах в формате Excel и представляли собой набор несвязанной и сложной для анализа информации. Работа по приведению данных к пригодному виду занимала у представителя торговой сети около недели. Руководитель отдела ценообразования должен был через сложные ссылки на таблицы сгруппировать данные и рассчитать вручную ценовой индекс.

В результате чего появлялось три варианта оценки для каждой торговой сети в отдельности. В то время, как для высшего руководства компании необходимо анализировать данные как по отдельной торговой сети, так и по всей компании в целом. Для того, чтобы избежать возможности возникновения ошибочных данных и их фальсификации высшему руководству компании было

необходимо параллельно с представителями торговых сетей сводить воедино данные по торговым сетям для представления на совете директоров.

Из-за сложности анализа данных процесс формирования жизненно важных отчетов для компании занимал огромное количество времени, а сами данные в отчете могли быть уже не актуальны. Отсюда и возникла жесткая необходимость в аналитической модели, которая бы позволила упростить жизнь сотрудникам компании, включая руководство отдела ценообразования, которые при приближении дня формирования отчета впадали в панику.

Решение проблемы. Возможности аналитической модели

Разработанная модель позволила автоматически формировать отчетность для ценового позиционирования всего за несколько секунд. Теперь для получения результата нужно просто выбрать интересующие параметры, такие как торговая сеть, дата анализа, товар.

За счет интеграции с внедренной в компании ERP-системой модель позволяет автоматически выгружать нужную информацию. Ранее информация выгружалась раз в неделю и ценовой индекс рассчитывался только на один день. Модель же позволяет формировать отчет, делая выгрузку каждый день, что значительно повышает актуальность данных, а также обеспечивает возможность следить за ежедневной динамикой влияния проведенного мониторинга на цены товаров.

Модель позволила разделить магазины каждой торговой сети на три канала сбыта:

Low cost;

Standart;

Luxury.

Ранее такой сегментации не проводилось из-за сложности анализа данных. С получением возможности разделить каждую торговую сеть на каналы сбыта в пределах определенного региона, компания смогла формировать ценовой индекс более эффективно, ведь цена в торговых сетях рассчитывается относительно местоположения магазина и его целевой аудитории. К примеру, в магазине одной и той же торговой сети, но расположенных в центре города и на его окраине цены могут отличаться, т.е. магазины относятся к разным каналам сбыта. Такой гибкий ценовой индекс помогает в разы повысить лояльность покупателей, а значит и прибыльность.

Кроме преднастроенных отчетов был реализован конструктор, который позволяет анализировать информацию в различных интересных для бизнеса разрезах. Формирование отчетов по различным параметрам позволяет компании более точно прогнозировать спрос на товары, сократить издержки, оперативно реагировать на действия конкурентов, повысить качество обслуживания и увеличить лояльность покупателей.

Подведем итоги

Таким образом можно смело сказать, что качественно разработанная BI-модель позволяет решать практически неограниченное количество проблем и потребностей, с которыми сталкивается большинство ритейловых компаний. Модель является инструментом, который в короткие сроки может доказывает свою необходимость, повышая эффективность управленческих решений и управления бизнесом.

Литература

1. Харитонова А.В. BI: как отделить зерна от плевел. Jet Info, 2013.
2. Business Intelligence Market by Types, Function, Deployment, Features, Verticals, Organization Size & Regions: Worldwide Trends, Market Forecasts and Analysis (2013 - 2018), 2013. 329 с.
3. Александр Гуревич. BI в ритейле: ожидаемый эффект [Электронный ресурс] URL: <http://www.topsbi.ru/default.asp?artID=2126>. (дата обращения 18.04.2014).
4. BIG DATA в ритейле: новая ценность [Электронный ресурс] URL: http://ibusiness.ru/blog/cio_i_it_v_rossii/19185. (дата обращения 13.04.2014).
5. Антон Жлудов. BI-системы в ритейле окупаются за 3 месяца – реальность или маркетинговая уловка? Пресс-служба Digia, 2011.

Грецкая Л.Г.¹, Грецкий А.Н.²

¹Кандидат технических наук, доцент, Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского государственного технического университета; ²главный инженер проектов ЗАО «Интма» г. Москва

ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЁГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ЗА СЧЁТ РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Аннотация

В статье рассматриваются аспекты повышения конкурентоспособности предприятий лёгкой промышленности за счёт внедрения когерационных теплоэлектростанций, приведен расчёт экономической эффективности.

Ключевые слова: лёгкая промышленность, конкурентоспособность, энергетическая эффективность

Gretskaya L.G.¹, Gretskiy A.N.²

¹PhD in Engineering, Institute of the service sector and entrepreneurship (branch) Don State Technical University; ²chief engineer of projects CJSC «Intma», Moscow

INCREASE OF COMPETITIVENESS OF LIGHT INDUSTRY'S ENTERPRISES WITH IMPLEMENTING ENERGY EFFICIENCY MEASURES

Abstract

In the article considered aspects of competitiveness of the enterprises of light industry with introducing cogeneration power plants, the calculation of economic efficiency.

Keywords: light industry, competitiveness, energy efficiency.

Развитие энергосбережения и повышение энергоэффективности, обеспечение потребности внутреннего рынка в надёжном, качественном и экономически обоснованном снабжении электроэнергией и теплом позволит надёжно обеспечить страну топливно-энергетическими ресурсами, повысить эффективность использования топливно-энергетических ресурсов и снизить антропогенного воздействия топливно-энергетического комплекса на окружающую среду [1].

Лёгкая промышленность Российской Федерации - это важнейший многопрофильный и инновационно привлекательный сектор экономики, обеспечивающий укрепление обороноспособности, экономической, социальной и интеллектуальной безопасности страны, сохранение ее статуса независимой и суверенной индустриальной державы.

Отрасль содействует гармоничному развитию регионов, решению социальных вопросов (особенно в градообразующих населенных пунктах) - повышению занятости населения и улучшению его благосостояния, становлению и развитию малого бизнеса.[2]

Для улучшения конкурентоспособности предприятий лёгкой промышленности необходим переход на инновационную модель развития, ориентированную на повышение их конкурентных преимуществ, увеличение выпуска качественной продукции.

При этом большое внимание должно уделяться вопросам технического перевооружения и развития отраслевой науки, обеспечения отрасли материально-сырьевыми ресурсами и профессиональными кадрами.

Состояние основных фондов, особенно их активной части, зачастую не соответствует современным требованиям по показателям, характеризующим конкурентный и технический уровень производственного потенциала отрасли. Из-за технической и технологической отсталости отрасли производство продукции имеет высокую сырьёмкость, трудоёмкость и энергоёмкость. В результате действия этого фактора только удельная трудоёмкость производства в отрасли в 3 - 5 раз выше, чем за рубежом

Следует отметить, что, имея самую низкую заработную плату в обрабатывающем комплексе страны, отрасль вынуждена оплачивать постоянно растущие тарифы на электроэнергию, тепло, газ, в которые заложен высокий уровень зарплаты работников соответствующих отраслей.

Для ряда компаний энергоэффективность уже стала действенным инструментом модернизации производства, однако в большинстве случаев мероприятия по повышению энергоэффективности ограничиваются заменой оборудования, систем освещения и линий подачи электроэнергии [3]. Типичные инвестиции в энергоэффективность часто представляют собой простую замену или модернизацию бойлеров, устаревшего оборудования и механизмов, а также использование отходов для обогрева или других целей.

Требуемое снижение энергоёмкости и улучшение финансового положения предприятий лёгкой промышленности за счёт уменьшения энергетической составляющей себестоимости их продукции возможны на базе перехода к собственному когенерационному обеспечению электрической и тепловой энергией.

Структура энергопотребления предприятий лёгкой промышленности такова, что отрасль может стать самодостаточной в вопросе электрообеспечения. В результате внедрения когенераторных электростанций возможно решение проблемы обеспечения предприятий теплом и электроэнергией без дополнительного строительства мощных линий электропередачи и теплотрасс. Приближенность источников к потребителям позволит значительно снизить потери передачи энергии, улучшить ее качество, повысить коэффициент использования энергии природного газа.

Следует отметить, что капитальные затраты на приобретение когенераторной установки, возмещаются, а капитальные затраты на подключение к сетям безвозвратно теряются при передаче вновь построенных подстанций на баланс энергетических компаний. Капитальные затраты при применении когенераторной установки компенсируются за счёт низкой себестоимости энергии в целом.

Приведём расчёт экономической эффективности использования когенерационной теплоэлектростанции общей электрической мощностью 12,176 МВт (4 газопоршневые установки GE JENBACHER в контейнерном исполнении, завод-изготовитель GE JENBACHER, Австрия), тепловая мощность 9,72 Гкал/час, температура прямой/обратной воды 90/70°C.

Установки электрогенераторные с поршневым двигателем внутреннего сгорания с искровым зажиганием мощностью более 750 кВт попадают под действие постановления Правительства Российской Федерации от 30 апреля 2009 г. N 372 «Об утверждении перечня технологического оборудования (в том числе комплектующих и запасных частей к нему), аналоги которого не производятся в российской федерации, ввоз которого на территорию российской федерации не подлежит обложению налогом на добавленную стоимость» (в ред. от 17.04.2014 N 350) и не облагаются НДС и ввозными пошлинами при ввозе через границу РФ конечным Заказчиком.

Себестоимость производства электроэнергии в проекте, выполненном ЗАО «Интма» г. Москва, составила 1,4 руб./кВт·ч, при этом стоимость электроэнергии от централизованного энергоснабжения в Ростовской области 5,50 руб./кВт·ч, что подтверждает преимущество автономного энергоснабжения перед централизованным. Нормативный срок службы оборудования 60000 часов. Срок окупаемости проекта 48 месяцев. Удельные показатели капитальных затрат приведены в таблице 1.

Сооружение когенерационной электростанции обеспечит низкую себестоимость электроэнергии, позволит вырабатывать тепловую энергию для производства и снижать затраты на топливо за счёт тепловой экономичности установки, даст возможность получения прибыли от продажи электроэнергии внешним потребителям.

Таблица 1 – Удельные показатели капитальных затрат

Удельные показатели капитальных затрат	%	Евро
Удельная стоимость управления проектом к 1 кВт электрической мощности	0,9	8,7
Удельная стоимость проектирования к 1 кВт электрической мощности	2,4	22,6
Удельная стоимость основного оборудования к 1 кВт электрической мощности	55,8	529,7
Удельная стоимость доставки основного оборудования к 1 кВт электрической мощности	3,2	30,5
Удельная стоимость вспомогательного оборудования к 1 кВт электрической мощности	17,0	161,6
Удельная стоимость монтажных работ по основному оборудованию к 1 кВт электрической мощности	1,8	16,6
Удельная стоимость монтажных работ по вспомогательному оборудованию к 1 кВт электрической мощности	3,4	32,1
Удельная стоимость пуско-наладочных работ основного оборудования к 1 кВт электрической мощности	1,2	11,4
Удельная стоимость пуско-наладочных работ вспомогательного оборудования к 1 кВт электрической мощности	2,4	23,2
Удельная стоимость поставки и возведения здания к 1 кВт электрической мощности	0,0	0,0
Удельная стоимость строительных работ по подготовке площадки, фундаментов и коммуникаций к 1 кВт электрической мощности	11,8	111,8
Удельная стоимость обучения к 1 кВт электрической мощности	0,1	0,7
Удельная стоимость предложения к 1 кВт электрической мощности		€ 949

Решение задачи надёжного энергообеспечения предприятий и повышение эффективности энергобизнеса окажет положительное влияние на процесс конкурентного развития лёгкой промышленности в целом.

Литература

1. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Энергоэффективность и развитие энергетики» [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. N 321. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. Об утверждении стратегии развития лёгкой промышленности России на период до 2020 года и плана мероприятий по её реализации [Электронный ресурс]: Приказ Минпромторга РФ от 24.09.2009 N 853. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

3. Шаповалова Л. Энергоэффективные ключи к модернизации // Эксперт Online №18-20 (309) 12 мая 2014 – 19 мая 2014. URL:<http://expert.ru/south/2014/20/energoeffektivnyie-klyuchi-k-modernizatsii/> (дата обращения 20.05.2014).

Вильбицкая Н.А.¹, Дзюба Е.Б.²

¹Доцент, кандидат технических наук, Южно-Российский государственный политехнический университет (Новочеркасский политехнический институт) имени М.И. Платова; ²Кандидат технических наук, Южный федеральный университет

ОТРАБОТАННЫЕ СОРБЕНТЫ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация

В статье рассмотрена разработка ресурсосберегающей безотходной технологии по утилизации отработанных сорбентов нефтяной промышленности в качестве сырья для производства керамических строительных материалов.

Ключевые слова: ресурсосбережение, безотходная технология, сорбент, керамические строительные материалы.

Vilbitsky N.A.¹, Dzyuba E.B.²

¹Docent, PhD in Engineering, Southern-Russian state polytechnical university (Novocherkassk polytechnical institute) M. I. Platov's name;

²PhD in Engineering, Southern federal university

THE FULFILLED SORBENTS OF THE NEFYANY INDUSTRY AS RAW MATERIALS FOR PRODUCTION OF CONSTRUCTION MATERIALS

Abstract

In article development of resource-saving waste-free technology on utilization of the fulfilled sorbents of oil industry as raw materials for production of ceramic construction materials is considered.

Keywords: resource-saving, waste-free technology, sorbent, ceramic construction materials.

Разработка безотходных технологий является эффективным направлением развития многих отраслей производства, позволяющим экономить природные ресурсы, решать экологические проблемы, интенсифицировать производственные процессы за счет рационального использования сырья и электроэнергии. Особенно остро необходимость в таких разработках проявляется в отраслях промышленности, использующих достаточно дешевые сырьевые материалы, которые после обработки становятся техногенными продуктами [1]. К таким технологическим продуктам относятся сорбенты в нефтяной промышленности. В качестве сорбентов были предложены местные сырьевые материалы Ростовской области – бентонит Тарасовского месторождения и диатомит Мальчевского месторождения. На основе модифицированных содой форм диатомита и бентонита были разработаны адсорбенты для регенерации нефтяных масел. В процессе контактной очистки масел образуется отработанный сорбент, содержащий кислото- и смолосодержащие вещества, а также до 60 % масел. В промышленности отработанные сорбенты не регенерируют из-за низкой эффективности процесса. Однако, их можно использовать в качестве пластифицирующих и стабилизирующих добавок в производстве керамических материалов и как добавка к кровельным и гидроизоляционным материалам [1-3].

Исследования по возможности утилизации отработанных адсорбентов осуществляли в производстве керамического кирпича. Исходная керамическая масса содержала 90 % легкоплавкой глины Армавирского месторождения Краснодарского края и 10 % песка Тарасовского месторождения. Образцы формовали пластическим способом. Обжиг осуществляли в муфельных печах, с выдержкой при температуре 1000 °С в течение 2 ч. Ранее проведенными исследованиями было установлено, что, максимальное количество добавки диатомита и бентонита в составе керамической массы не должно превышать 10 %, т.к. содержание в кирпиче отработанного адсорбента в таком количестве приводит к разрушению образцов, вследствие интенсивного выгорания углеродородов. Результаты изучения влияния количества диатомита и бентонита на составы керамической массы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Зависимость физико-механических свойств кирпича от содержания добавки сорбента

Содержание добавки, %	Водопоглощение, %	Огневая усадка, %	Предел прочности при сжатии, МПа
Диатомит			
0	8,9	3,3	20,0
2	9,1	2,7	18,6
Бентонит			
0	9,4	3,5	20,0
2	10,1	3,0	18,0

Определено, что, в исследуемых пределах, увеличение количества вводимой добавки приводит к повышению водопоглощения образцов, что связано с увеличением пористости изделий. Физико-механические свойства образцов, содержащих добавку, удовлетворяют всем требованиям ГОСТ 530-95 для керамического кирпича марки 150 (водопоглощение - не менее 8 %; предел прочности при сжатии – не менее 15,0 МПа).

Литература

1. Масленникова Л.Л., Сватовская Л.Б., Бабак Н.А. Технологические и теоретические принципы применения техногенного сырья в керамической промышленности//Экологические проблемы и пути их решения в XXI в.: образование, наука, техника. - СПб.: Изд-во СПбГТУ. - 2000. - С.156-157.
2. Карташев А.К., Чернышев В.П., Круглова Т.А. Отработанная глина как добавка к кровельным и гидроизоляционным материалам//Химия и технология топлив и масел. - 1996. - № 5. - С. 36-37.
3. Бердиев С.А., Хамидов Б.Н. Регенерированные глины в производстве керамических материалов//Узбекский химический журнал. - 2001. - № 1. - С. 57-58.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ПАССАЖИРОПОТОКА И ПАССАЖИРОНАПРЯЖЕННОСТИ НА АВТОБУСНЫХ МАРШРУТАХ

Аннотация

В статье исследована зависимость между пассажиронапряженностью и пассажиропотоком на автобусном маршруте и приведен пример практического использования данной зависимости для обоснованного расчета требуемого количества транспортных средств.

Ключевые слова: пассажиропоток, пассажиронапряженность, автобусные перевозки.

Zhukov A.I.

PhD in technics, associate professor, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI)

RESEARCH OF CORRELATION BETWEEN A PASSENGER INTENSITY AND A PASSENGER TRAFFIC VOLUME ON A BUS ROUTE

Abstract

In article correlation between a passenger intensity and a passenger traffic volume on a bus route is researched and the example of practical use of this correlation for reasonable calculation of necessary quantity of buses on a bus route is given.

Keywords: passenger traffic volume, passenger intensity, bus traffic.

Введение

При организации перевозок пассажиров на автобусных маршрутах эксплуатационным службам предприятия необходимо иметь актуальную и достоверную информацию о потребности в перевозках, которая отражается в величинах пассажиронапряженности на маршруте. Зачастую получить эту информацию не представляется возможным. Однако на основе данных автоматизированных систем (АСКП, АСМПШ и т.п.) зачастую можно получить информацию о часовых пассажиропотоках на маршруте. Теоретическое исследование взаимосвязи пассажиропотока и пассажиронапряженности позволит эксплуатационным службам, не прибегая к дорогостоящим обследованиям, получать необходимую информацию для планирования и организации пассажирских перевозок [Ошибка! Источник ссылки не найден.].

Анализ взаимосвязи пассажиропотока и пассажиронапряженности на автобусных маршрутах

Под пассажиропотоком понимается общее количество пассажиров, перевезенных на маршруте в единицу времени (обычно 1 час) - Q_i . Пассажиронапряженность представляет собой пассажиропоток на наиболее загруженном участке маршрута за определенное время в одном направлении (рис. 1). Максимальная пассажиронапряженность Q_{max} – максимальный пассажиропоток на наиболее загруженном участке маршрута за определенное время (обычно наблюдается в утренние часы пик) в одном направлении. Исходя из этой величины необходимо осуществлять выбор пассажироместности автобусов, рассчитывать их требуемое количество и иные технико-эксплуатационные технико-экономические показатели работы на маршруте для полного удовлетворения спроса на перевозки [Ошибка! Источник ссылки не найден.].

Для исследования связи часового пассажиропотока на маршруте Q_i с максимальной часовой пассажиронапряженностью Q_{max} приведем следующие рассуждения.

Необходимая часовая транспортная работа на маршруте $P_i^{необх}$ определяется по формуле

$$P_i^{необх} = Q_i \times l_{cp} \tag{1}$$

где l_{cp} – средняя дальность ездки пассажира, км;

Значения этой области пассажиронапряженностей должны приниматься в качестве исходных данных для определения оптимальной пассажироместности подвижного состава на маршруте

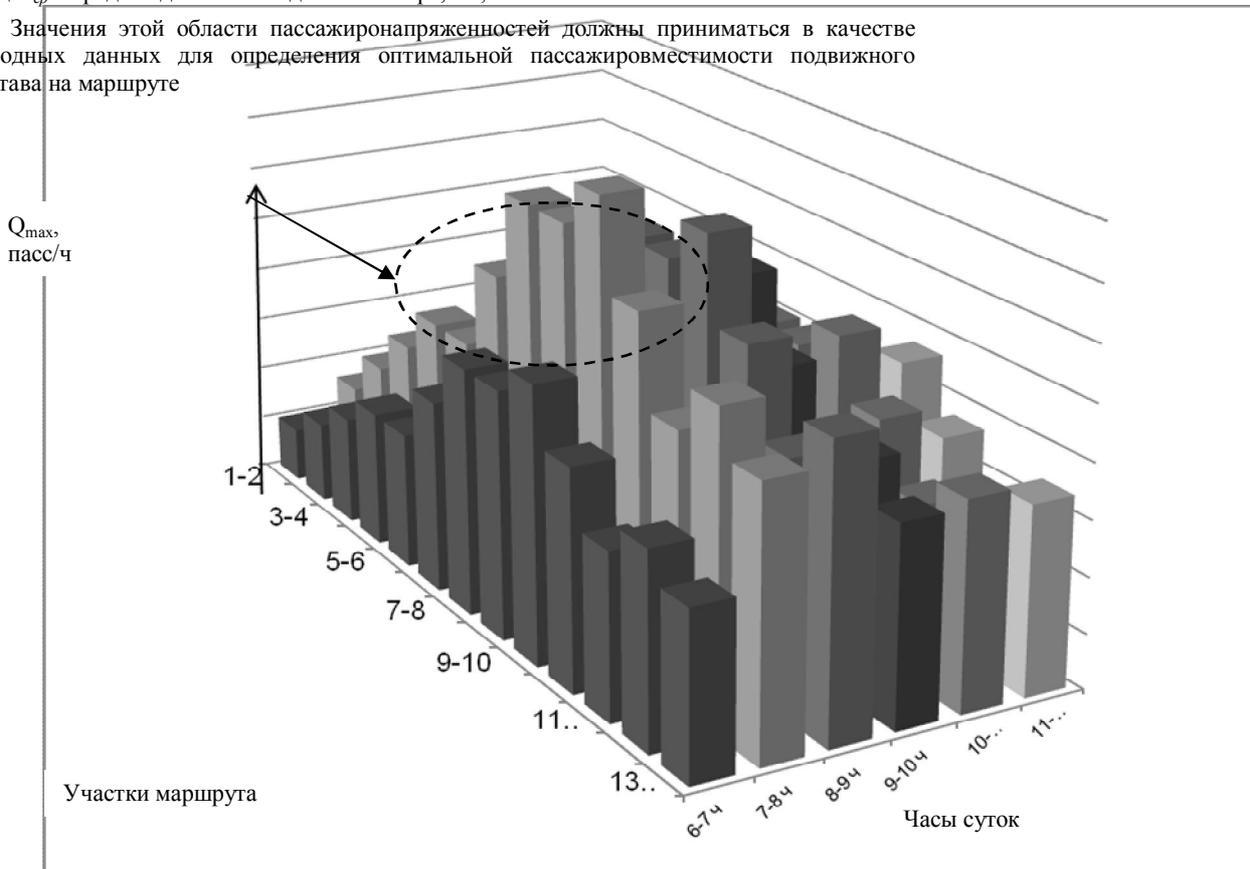


Рисунок 1. Фрагмент гистограммы часовых пассажиронапряженностей на автобусном маршруте

Совершаемая часовая транспортная работа на маршруте $P_i^{сов}$ определяется по формуле

$$P_i^{сов} = q_n \times h \times l_m \tag{2}$$

где l_m – длина маршрута, км;

q_n – номинальная пассажироместность автобуса на маршруте, пасс.;

h – частота движения автобусов на маршруте в рассматриваемый час, ед./ч.

$$P_{\text{ч}}^{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{max}} \times l_{\text{н}}}{\gamma} \quad (3)$$

или
где γ – коэффициент наполнения на наиболее загруженном участке маршрута в рассматриваемый час.

Введем коэффициент, показывающий отношение необходимой транспортной работы к совершаемой – $K_{\text{н}}$, который отражает величину неравномерности пассажиронапряженностей по участкам маршрута. Очевидно, что он не может превышать единицы. Для транспортных предприятий выгодно максимизировать данный коэффициент для снижения неэффективной транспортной работы на маршруте путем реформирования маршрутной сети, введения укороченных или экспрессных рейсов. Это в свою очередь ставит задачу выбора оптимального сочетания количества единиц подвижного состава различной пассажироместности на маршрутах. На данный момент реальное значение $K_{\text{н}}$ на большинстве городских маршрутов находится в пределах 0,45-0,65.

$$K_{\text{н}} = \frac{P_{\text{ч}}^{\text{ср}}}{P_{\text{ч}}^{\text{теор}}} = \frac{Q_{\text{ч}} \times l_{\text{ср}} \times \gamma}{Q_{\text{max}} \times l_{\text{н}}} \quad (4)$$

Преобразовав (4) с учетом (5) получим зависимость максимальной пассажиронапряженности Q_{max} от часового пассажиропотока на маршруте $Q_{\text{ч}}$ – (6).

$$K_{\text{сн}} = \frac{l_{\text{н}}}{l_{\text{ср}}} \quad (5)$$

$$Q_{\text{max}} = \frac{Q_{\text{ч}} \times \gamma}{K_{\text{н}} \times K_{\text{сн}}} = Q_{\text{ч}} \times \frac{\gamma}{K_{\text{н}} \times K_{\text{сн}}} \quad (6)$$

где $K_{\text{сн}}$ – коэффициент сменяемости на маршруте.

Из физического смысла Q_{max} и $Q_{\text{ч}}$ ясно, что $Q_{\text{max}} \leq Q_{\text{ч}}$. Тогда:

$$\frac{K_{\text{н}} \times K_{\text{сн}}}{\gamma} \geq 1 \rightarrow \frac{\gamma}{K_{\text{сн}}} \leq K_{\text{н}} \leq 1. \quad (7)$$

Имея данные о длине маршрута $l_{\text{н}}$ и средней дальности поездки пассажира $l_{\text{ср}}$, а также установленный предприятием уровень качества перевозок γ , можно сузить область определения коэффициента $K_{\text{н}}$ (7). Выбрав экспертным путем из установленной области определения $K_{\text{н}}$ его величину, а также зная часовой пассажиропоток на маршруте в пиковое время $Q_{\text{ч}}$ (например, по данным АСКП), можно теоретически рассчитать максимальную пассажиронапряженность на маршруте Q_{max} (6), которая необходима для организации работы на маршруте.

Практическое применение исследованной взаимосвязи

Имеются данные о перевозках пассажиров на маршруте №19 Зеленоградской автоколонны, полученные по АСКП (рис. 2).

Основные технико-эксплуатационные показатели работы на маршруте №19 Зеленоградской АК представлены в таблице 1.

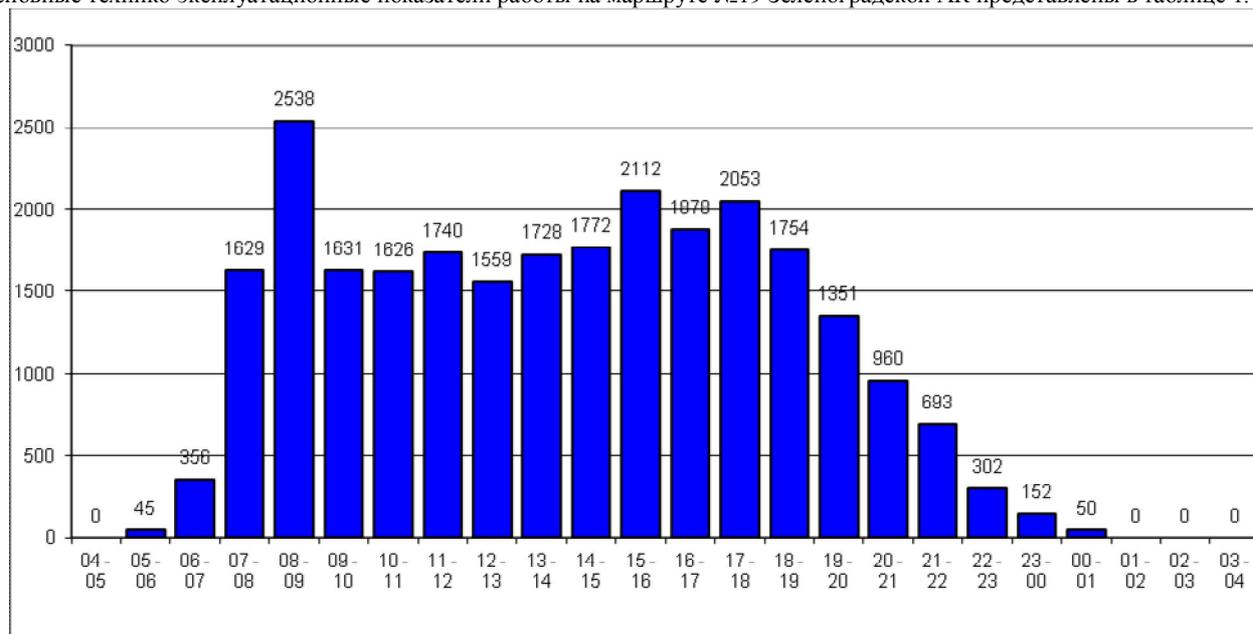


Рисунок 2. Почасовая перевозка пассажиров по маршруту №19 Зеленоградской АК

Из диаграммы видно, что максимальный часовой пассажиропоток в обоих направлениях составляет 2538 пасс. Требуется получить информацию о максимальной пассажиронапряженности. Для этого необходимо определить величины коэффициентов: γ , $K_{\text{сн}}$, $K_{\text{н}}$.

Таблица 1. Основные технико-эксплуатационные показатели работы на маршруте №19 Зеленоградской АК

№п/п	Наименование, единица измерения	Значение
1	Тип используемого подвижного состава	Особо большой вместимости (ОБВ) ¹
2	Количество автобусов, работающих на маршруте, ед.	18
3	Время оборота, ч	1,75
4	Длина маршрута, км	11,8
5	Средняя дальность ездки пассажиров, км	3,5

Коэффициент наполняемости на наиболее загруженном участке маршрута является показателем качества перевозок и устанавливается перевозчиком. Обычно он принимается равным единице, если номинальная пассажироместность автобуса рассчитана исходя из норматива 5 человек на квадратный метр.

Коэффициент сменяемости $K_{\text{сн}}$ определяется по (5):

¹ Расчетная величина вместимости указанного типа используемого подвижного состава взята в соответствии с [Ошибка! Источник ссылки не найден.].

$$K_{\text{сн}} = \frac{I_{\text{н}}}{I_{\text{ср}}} = \frac{11,8}{3,5} \approx 3,4 \quad (8)$$

Коэффициент, показывающий величину неравномерности пассажиро-напряженностей по участкам маршрута K_n определяется экспертным путем следующим образом.

Определяется диапазон допустимых величин K_n (7):

$$\frac{\gamma}{K_{\text{сн}}} \leq K_n \leq 1 \rightarrow 0,3 \leq K_n \leq 1 \quad (9)$$

Расчетное значение K_n выбирается по таблице 2.

Таблица 2. Выбор расчетного значения K_n

№п /п	Описание	Диапазон K_n	Расчетное значение K_n
1	Наполнение автобусов более чем на половину наблюдается лишь на нескольких перегонах маршрута	0,3...0,5	0,4
2	Наполнение автобусов более чем на половину наблюдается лишь на половине перегонов маршрута	0,5...0,7	0,6
3	На половине перегонов маршрута наблюдается максимальное наполнение автобусов	0,7...0,9	0,8
4	Почти на всем протяжении маршрута наблюдается максимальное наполнение автобусов	0,9...1,0	0,95

Для данного маршрута экспертным путем выбрана вторая ситуация. Таким образом, расчетная величина K_n равна 0,6.

По формуле (6) рассчитывается максимальная пассажиро-напряженность на маршруте:

$$Q_{\text{max}} = Q_{\text{ч}} \times \frac{\gamma}{K_n \times K_{\text{сн}}} = 2538 \times \frac{1}{0,6 \times 3,4} = 1244 \text{ пасс.} \quad (10)$$

Имея величину максимальной пассажиро-напряженности, можно рассчитать необходимое количество транспортных средств для полного удовлетворения спроса на перевозки:

$$A_{\text{н}} = \frac{Q_{\text{max}}}{q_{\text{н}}} \times t_{\text{об}} = \frac{1244}{110 \times 1} \times 1,75 \approx 20 \text{ ед.} \quad (11)$$

где $t_{\text{об}}$ – время оборота на маршруте, ч.

Таким образом, для полного удовлетворения спроса на перевозки с заданным уровнем качества на маршруте №19 Зеленоградской АК необходимо дополнительно задействовать два автобуса особо большой вместимости.

Литература

1. Жуков, А.И. К вопросу о классификации автобусов для целей организации перевозок пассажиров / А.И. Жуков // В мире научных открытий, - 2012. – №12. – С. 123-128.
2. Жуков, А.И. Разработка методики формирования парка подвижного состава автобусного предприятия: дис. ... канд. техн. наук : 05.22.08 / А.И. Жуков. – Москва, 2011. – 126 с.
3. Роцин, А.И. Исследование взаимосвязи пассажиропотока на автобусных маршрутах регулярных перевозок / А.И. Роцин // Организация перевозок грузов и пассажиров на современном этапе: сб. науч. тр. МАДИ (ГТУ), 2007. – С 102 – 106.

Альшанская Т.В.¹, Ахметжанова В.К.², Захарова Э.Н.³.

¹Доцент, кандидат педагогических наук, Поволжский государственный университет сервиса; ²студент, Поволжский государственный университет сервиса; ³студент, Поволжский государственный университет сервиса

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И БИЗНЕС-МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ

Аннотация

В этой статье используется понятие «информационные технологии», для повышения уровня качества управления бизнесом. Это исследование направлено на определение задач, которые необходимы для эффективного управления предприятием и поиска соответствующих ИТ-средств для ее полноценного функционирования.

Ключевые слова: ИТ-технологий, эффективное управление, бизнес-модели.

Alshanskaya T.V.¹, Ahmetzhanova V.K.², Zakharova E.N.³.

¹Docent, Candidate of pedagogical sciences, Volga region state university of service; ²student, Volga region state university of service; ³student, Volga region state university of service

USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES AND BUSINESS MODELS FOR IMPROVEMENT OF QUALITY OF MANAGEMENT BY THE MODERN ENTERPRISE

Abstract

In this article the multipurpose concept "information technologies", for increase of a level of quality of business management is considered. This research is directed on definition of the tasks which are required for effective management of the enterprise and search of the corresponding IT-means for its full functioning.

Keywords: IT technologies, effective management, business models.

В настоящее время информационные технологии (ИТ) приобретают всё большее значение в жизни человека и общества в целом. ЖКХ, образование, здравоохранение, коммуникации, отдых, семья, работа, – все эти сферы сегодня просто немислимы без применения информационных технологий. Информационные технологии ускоряют ритм современной жизни, делают ее намного функциональнее, эффективнее и интереснее. В данной статье мы рассмотрим информационные технологии точки зрения экономической эффективности, рентабельности для современной компании.

Необходимо рассматривать развитие информационных технологий исключительно, как способ сокращения издержек и повышения прибыли в современной фирме. Производственная сфера, в которой задействованы информационные технологии, становится в настоящее время более рентабельной, так как ИТ минимизируют расходы на обработку и хранение информации. Следовательно, и жизнеспособность, и жизнестойкость современной компании зависит от степени проникновения в нее информационных технологий. Сегодня на первый план выходит не просто использование информационных технологий в производстве инновационных товаров и услуг, а применение информационных технологий в методах управления компанией, в новаторском профессиональном менеджменте. Продвижение инновационных товаров невозможно без инновационных способов управления. Поэтому главным аспектом становится сочетание данных типов инноваций.

В этих условиях лидером становится менеджер-профессионал, который способен преодолеть устоявшиеся стереотипы и овладеть методами стратегического управления. Набор компетенций и умений каждого руководителя и работника позволяет

организациям более гибко и своевременно реагировать на изменения внешней среды, реально адаптироваться к инновационной экономике.

В связи со всем вышесказанным возникает проблема в лидерах, которые не просто могут выполнять рутинные задачи менеджмента, а способны преобразовывать свои компании. Эти новые лидеры-новаторы, используя накопленный опыт, а также современные возможности информационных технологий, будут способны решать задачи компании с наибольшей эффективностью и наименьшими затратами как времени так и денег. Таким образом, основными задачами, стоящими перед такими менеджерами, являются: Создание бизнес-модели предприятия, систематизация бизнес-процессов предприятия; Выявление и устранение слабых мест в работе предприятия при помощи информационных технологий.

Самой сложной задачей менеджера является создание бизнес-модели предприятия. Данный процесс с одной стороны должен давать четкое представление о том, что происходит на предприятии, какие главные показатели его эффективности, основные сферы деятельности. Для данной формализованной системы характерно следующее: вся совокупность бизнес-процессов представляет формализованную систему предприятия; система дает четкое представление о том, каким образом осуществляется тот или иной процесс на предприятии, кто отвечает за его выполнение, кто производит контроль и т.д.; все бизнес-процессы представлены в виде последовательной цепочки событий; бизнес-процессы полностью детализированы.

Бизнес-модель является важным фактором конкурентоспособности на современном рынке. Высокая прозрачность бизнеса, простота и доступность системного описания позволяют выявить сильные и слабые стороны компании, что позволяет с легкостью устранить все недостатки. В наше время существует как ручной способ составления бизнес-моделей, так и автоматизированный с использованием информационных технологий. Наиболее эффективным примером автоматизированного составления бизнес-модели является применение средств BPM. BPM (Business Process Management) - программные средства для реализации концепции процессного управления организацией. Наиболее яркими представителями являются IDEF0, IDEF1, IDEF3, DFD, BPMN. Эта концепция рассматривает бизнес-процессы как ресурсы предприятия, которые непрерывно адаптируются к постоянным изменениям, и базируется на таких принципах, как прозрачность и понятность бизнес-процессов в организации.

Преимущества и новизна BPM-подхода в том, что BPM-система предназначена для поддержки полного цикла управления компанией, инструменты BPM взаимосвязаны и обеспечивают исполнение четырех основных этапов управления эффективностью бизнеса, система является бизнес - инновацией, при этом не привнося новизну в техническом обеспечении. Далее рассмотрим подробнее, каким образом можно применить к ним информационные технологии, чтобы автоматизировать их работу (таб. 1)

Таблица 1 - Применение бизнес - инноваций к основным этапам управления эффективностью организации

Этап управления	Основная задача данного этапа	Способ автоматизации посредством применения BPM-систем
Разработка стратегии	планирование показателей и выбор общей стратегии	использование системы сбалансированных показателей (Balanced Scorecard - BSC)
Тактическое планирование	разработка тактических планов для осуществления целей, поставленных на первом этапе	выбор функции бюджетирования различных аспектов деятельности предприятия на основе данных, полученных на первом этапе.
Мониторинг и контроль исполнения	провести мониторинг и контроль производственных планов	использование технологий многомерного анализа OLAP
Анализ и регулирование	корректировка планов в соответствии с реальными условиями работы	использование данных, полученных на предыдущих этапах и их ручная корректировка

Таким образом, BPM-системы обеспечивают целостный, процессно-ориентированный подход к принятию управленческих решений, направленный на улучшение способности компании полноценно оценивать свое состояние на настоящий момент и управлять эффективностью своей деятельности на всех уровнях путем объединения владельцев процессов, менеджеров, персонала и внешних контрагентов в рамках общей интегрированной среды управления.

Следующей задачей менеджера-новатора становится выявление слабых мест в работе организации, с помощью проведения анализа на основе данных, полученных при создании бизнес-модели. Для этого ему необходимо исследовать полученную на первом этапе схему и выявить, какие процессы можно улучшить, какие интегрировать, а какие устранить. После этого менеджер может приступить к устранению этих слабых мест. Это становится возможным посредством ликвидации, объединения или автоматизации бизнес-процессов.

Автоматизация бизнес-процессов может осуществляться средствами MS EXCEL, а также MY SQL. Применение этих технологий позволит сократить затраты труда на этот вид работы, а в следствие и материальные затраты, поспособствует увеличению прибыли и увеличение скорости выполняемых работ.

Следовательно, на данном этапе основным направлением применения информационных технологий становится сфера управления бизнесом. IT-технологии воздействуют на всех уровнях управления предприятием, становятся неотъемлемым элементом жизнестойкости и жизнеспособности любой компании. Сокращая издержки и повышая прибыль, информационные технологии повышают также конкурентоспособность компании на рынке, таким образом, определяя ее эффективность.

Литература

1. Инновационное развитие: экономика, интеллектуальные ресурсы, управление знаниями/ Под ред. Б.З. Мильнера.- М: ИНФРА-М, 2010
2. Информационные системы в производстве и экономике/ Под ред. В.И Аверченков., Ф.Ю Лозбинов., А.А. Тищенко – М:ФЛИНТА, 2011 г.
3. Информационные технологии [Электронный ресурс] URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Информационные_технологии (дата обращения 12.12.2012).
4. Информационные системы и технологии в экономике и управлении/ Под ред. В.В. Трофимова. – М: Юрайт, 2013

МОДЕЛИРОВАНИЕ МАССОПЕРЕНОСА ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ ПРИ ЭЛЕКТРОЛИЗЕ ИОННЫХ РАСПЛАВОВ СОЛЕЙ

Аннотация

Построена и решена система уравнений связанной задачи переноса заряженных частиц в ионных расплавах солей, установлены условия образования новой фазы и движения ее фронта, описано распределение диффундирующих атомов за фронтом новой фазы.

Ключевые слова: электролиз, массоперенос, ионный расплав солей

Skachkov V.A.¹, Ivanov V.I.², Nesterenko T.N.³

¹PhD in technics, associate professor, ²engineer, ³PhD in technics, associate professor, Zaporozhe State Engineer Academy

MODEL OPERATION OF MASS TRANSFER FOR THE CHARGED PARTICLES AT AN ELECTROLYSIS OF IONIC MELTS OF SALTS

Abstract

The set of equations for the bound problem transfer of charged particles conduction in ionic melts of salts is built and solved, the requirements of formation of a new phase and motion of its front are established, diffusing ions distribution behind front of a new phase is presented.

Keywords: electrolysis, mass transfer, ionic melts of salts

The receipt of clean crystalline metal by the method of electrolysis of ionic melts of salts, which accompanied by intensive mass transfer, is got a wide practical use.

The questions of ionic electrolysis for melts of salts examined in works [1-3]. Basic attention is given to mass transfer in the volume of ionic melts of salts under act of electric potential and forced convection. At the requirements of the nonsteady electrolysis the set of equations, describing distribution of concentration for the charged particles by volume melts of salts is offered at work [4]. The processes, flowing in areas, directly adjoining to the electrodes considered in work [5] are most difficult.

Definition of the bound problem, uniting mass transfer by volume melts of salts, effect on a border «melts of salts-electrode» and mass transfer of ions by volume electrodes with possibility of formation for new phase and motion of its front is carried out.

Mass transfer of electrolytically active particles in the volume of ionic melt salts can be described by equation [4]:

$$\frac{\partial C_i}{\partial \tau} = D_i \cdot \nabla^2 C_i + \frac{z_i \cdot F \cdot D_i}{R \cdot T} \cdot \nabla (C_i \cdot \Delta \varphi) - \vec{\mathfrak{G}} \cdot \nabla C_i, \quad (1)$$

where \tilde{N}_i , D_i , z_i are concentration of particles, coefficient of diffusion and charge of i sort particles, accordingly; F is a Faraday number; τ , T are time and temperature of electrolysis, accordingly; ∇ is a mark of divergence; $\Delta \varphi$ is a gradient of potential; $\vec{\mathfrak{G}}$ is a speed of motion for hydrodynamic stream.

At the steady regime equation (1) looks like

$$\frac{\partial^2 C_i}{\partial x^2} + \left(\frac{z_i \cdot F \cdot \Delta \varphi}{R \cdot T} - \frac{\vec{\mathfrak{G}}}{D_i} \right) \frac{\partial C_i}{\partial x} = 0, \quad (2)$$

where x is a co-ordinate, cross to the plane of electrodes.

Values of concentration in the center of cell must satisfy a condition

$$C_i \Big|_{x=0} = C_i^0, \quad (3)$$

where C_i^0 is a concentration of i sort particles in the center of electrolysis cell.

The decision of equation (2) taking into account a condition (3) appears in a kind

$$C_i = C_i^0 \cdot \exp \left[\left(\frac{\vec{\mathfrak{G}}}{D_i} - \frac{z_i \cdot F \cdot \Delta \varphi}{R \cdot T} \right) \cdot x \right]. \quad (4)$$

Ions of i sort are diffused in the volume of electrode, and the new phase for ions of i sort appears after achievement of some limited concentration $C_i^{L.P}$. At the limits of new phase equation of diffusive mass transfer can be written as [6]

$$\frac{\partial C_i}{\partial \tau} = D_i \cdot \frac{\partial^2 C_i}{\partial x^2}, \quad (5)$$

where D_i is a coefficient diffusion of i sort ions in material of electrode.

Regional conditions for equation (5) it is possible to write down

$$\frac{\partial C_i}{\partial \tau} \Big|_{x=0, \tau=0} = V_i^0; \quad C_i \Big|_{x=0, \tau=0} = C_i^{OS}; \quad C_i \Big|_{x \rightarrow \infty, \tau=0} = 0, \quad (6)$$

where V_i^0 , C_i^{OS} are speed of formation and a concentration of i sort ions on the border of electrode, accordingly.

Equation for transfer of i sort ions over a border a phase transition looks like

$$\frac{\partial C_i}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_i^2 \frac{\partial C_i}{\partial x} \right), \quad (7)$$

where D_i^2 is a coefficient of diffusion for i sort ions in material of electrode, and base values of concentration for ions in the volume of material of electrode; n is the experienced coefficient; D_i^0 is a coefficient of diffusion at a concentration C_i^0 .

Then equation (7) may be write down as

$$\frac{\partial C_i}{\partial \tau} = \frac{n \cdot D_i^0}{(C_i^0)^n} \cdot C_i^{n-1} \frac{\partial C_i}{\partial X} + D_i^0 \cdot \frac{C_i^n}{(C_i^0)^n} \frac{\partial^2 C_i}{\partial X^2} \quad (8)$$

At the low values of new phase concentration $C_i^{L.P}$ a relation C_i/C_i^0 will be near enough to unity and the coefficient of diffusion D_i^2 accepts by a constant size. In this case equation (7) corresponds to the write of equation (5).

The decision of equation (5) can be presented in a kind

$$C_i = f(x) \cdot \exp(\alpha \cdot \tau) \quad (9)$$

where $f(x)$ is a function which depends only from the co-ordinate of X ; α is an unknown parameter.

After substitution a decision (9) in equation (5) will have

$$D_i \frac{d^2 f}{dx^2} - \alpha \cdot f = 0 \quad (10)$$

The decision of equation (10) can be written down as

$$f = G_1 \cdot \exp \left[- \left(\frac{\alpha}{D_i} \right)^{0.5} \cdot x \right] + G_2 \cdot \exp \left[\left(\frac{\alpha}{D_i} \right)^{0.5} \cdot x \right] \quad (11)$$

where G_1, G_2 are constnt integrations.

Taking into account correlation (11) a general decision (9) looks like:

$$C_i = G_1 \cdot \exp \left[- \left(\frac{\alpha}{D_i} \right)^{0.5} \cdot x \right] + G_2 \cdot \exp \left[\left(\frac{\alpha}{D_i} \right)^{0.5} \cdot x \right] \cdot \exp(\alpha \cdot \tau) \quad (12)$$

At determination of values constant integrations G_1 and G_2 for equation (12) are realized boundary conditions (6).

$$G_2 = 0 \quad (13)$$

$$G_1 = C_i^0 \quad (14)$$

The value of constant α is determined taking into account correlations (13) and (14):

$$\alpha = \frac{V_i^0}{C_i^{0S}} \quad (15)$$

A general decision (12) can to have be written down in a kind

$$C_i(x, \tau) = C_i^0 \cdot \exp \left[\frac{V_i^0 \cdot \tau}{C_i^0} - \left(\frac{V_i^0}{C_i^0 \cdot D_i} \right)^{0.5} \cdot x \right] \quad (16)$$

For equation (8), describing diffusion of i sort ions over a border a phase transition, boundary conditions can be written down as

$$C_i \Big|_{\substack{x=\xi \\ \tau=\tau_\xi}} = C_i^{L.P} ; \quad C_i \Big|_{\substack{x \rightarrow \infty \\ \tau=0}} = 0 ; \quad \frac{\partial C_i}{\partial X} \Big|_{\substack{x=\xi \\ \tau=\tau_\xi}} = \Delta C_{i,adm} \quad (17)$$

where $C_i^{L.P}$ is a concentration of i sort ions, providing a phase transition in the moment of its formation τ_ξ in the point of formation ξ ; $\Delta C_{i,adm}$ is a admissible gradient of concentration for i sort ions on the border of phase transition.

Then general decision of equation (8) taking into account boundary conditions (17) looks like:

$$C_i = \frac{(\Delta \tilde{N}_{i,adm})^2}{C_i^{L.P}} \cdot \exp \left[\frac{C_i^{L.P}}{\Delta C_{i,adm}} \cdot (x - \xi) + D_i \cdot \frac{(C_i^{L.P})^2}{(\Delta \tilde{N}_{i,adm})^2} \cdot (\tau - \tau_\xi) \right] \quad (18)$$

This equation describes distribution of concentration for i sort ions behind border of forming new phase.

It is solved the bound problem, describing the transfer for ions of i sort on volume melt of salts, from the border of electrode in it volume to the border of phase transition, and also from the border of the phase transition to the volume of electrode.

References

1. Антипин Л.Н., Важенин С.Ф. Электрохимия расплавленных солей. М.: Металлургия. 1964. 376 с.
2. Делимарский Ю.К. Электрохимия ионных расплавов. М.: Металлургия. 1978. 248 с.
3. Барабошкин А.Н. Электрокристаллизация металлов из расплавленных солей. М.: Наука. 1976. 371 с.
4. Ibl N. To researches of concentration for the charged particles in fusion at the nonsteady electrolysis // Chemical Engineering Technology. – 1971. – Bd. 43, N. 4. – P. 202-215.
5. Бегунов А.И., Скобеев И.И. Катодный выход по току при электролизе расплавленных солей с горизонтально расположенными электродами // Известия Вузов. Цветная металлургия. – 1977. – № 1. – С. 76-81.
6. Карслоу Г., Егер Д. Теплопроводность твердых тел. М.: Наука. 1964. 488 с.

Квочкин Д.О.¹, Устюгов В.А.²

¹Магистрант 1 курса; ²Магистрант 1 курса, Сыктывкарский государственный университет

СИСТЕМА ЛАБОРАТОРНОЙ ТЕЛЕМЕТРИИ

Аннотация

В статье рассматривается вариант построения системы телеметрии для физической лаборатории. Основу системы составляют аппаратные модули — преобразователи сетевого интерфейса в интерфейсы другой структуры. Управление модулями берёт на себя диспетчер лаборатории — специальное серверное программное обеспечение, осуществляющее сбор, упорядочивание и хранение экспериментальных данных, полученных с датчиков, а также выдачу управляющих сигналов на лабораторное оборудование.

Ключевые слова: автоматизация, удалённое управление, система сбора и анализа данных.

Kvochkin D.O.¹, Ustugov V.A.²

¹Student; ²Student, Syktyvkar state university

LABORATORY TELEMETRY SYSTEM

Abstract

This paper presents the development of a telemetry system for a physical laboratory. There are two main parts of the system. First part is based on hardware modules, commonly this is a converter Ethernet interface to interfaces another structures (i.e. SPI, I2C, RS-232 etc.). Second part presents by a software of the laboratory server, called laboratory manager – this is a special software to collect, organize, and storage of experimental data obtained from the sensors, as well as sending control signals to laboratory equipment.

Keywords: automation, remote control, data collection and analysis system.

Введение. Сложно представить современную лабораторию физического эксперимента, построенную без применения различных средств телеметрии и базовых принципов автоматизированных систем управления (АСУ). Разработки в области дистанционного управления и организации петель обратной связи в экспериментах ведутся давно и представляют собой различные аппаратно-программные решения [1-2].

Цель данной работы – разработка универсальной информационной системы, позволяющей объединить в совокупность стандартные процедуры в работе экспериментатора, а именно: удалённый доступ к экспериментальному оборудованию, журналирование протекания эксперимента, формирование отчетов по проделанной работе, связь со своими коллегами для обсуждения полученных результатов, запросы на получение времени для использования лабораторного оборудования в других научных центрах.



Рис. 1. Составляющие части информационной системы.

В качестве решения предлагается применение клиент-серверной архитектуры (Рис. 1.). На общем сервере лаборатории запущен т.н. “Диспетчер лаборатории” (программное обеспечение разработанное на языке Python с использованием фреймворка Django), с одной стороны осуществляющий доступ клиентским персональным компьютерам (ПК), с другой стороны управляющий согласующими аппаратными модулями (САМ), связанными различными популярными интерфейсами (SPI, I2C, RS-232 или др.) с экспериментальным оборудованием. Доступ к проведению экспериментом осуществляется через веб-интерфейс “Диспетчера лаборатории”. Управление САМ реализуется по интерфейсу Ethernet. Систематизация и архивация полученных данных выполняется с использованием системы управления базами данных (СУБД) MySQL.

Структура аппаратных модулей имеет вид, представленный на рис. 2.

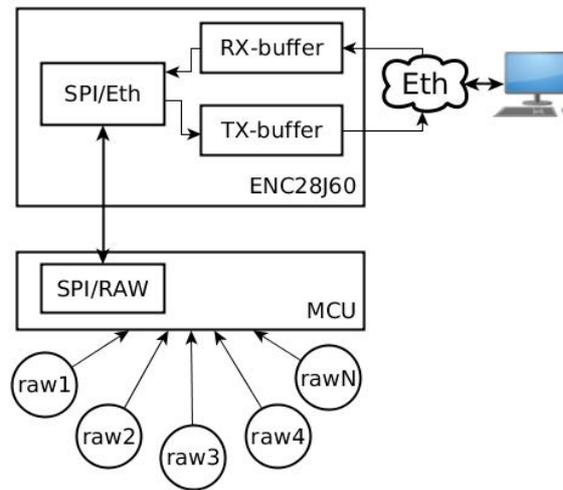


Рис. 2. Структура САМ.

Аппаратные модули собственной разработки на связке RISC-микроконтроллера с Ethernet-контроллером ENC28J60 представляют собой преобразователи интерфейсов (из Eth в RAW) и позволяют организовать дистанционное управление лабораторным оборудованием на скорости до 10 Мбит/с (полный дуплекс) с длиной сегмента до 100 метров. Под RAW-интерфейсом подразумевается любой другой цифровой или аналоговый стандарт, по которому доступно подключение того или иного промышленного оборудования. Подобное аппаратное решение зарекомендовало себя в системе сетевого мониторинга температуры, влажности и точки росы на связке Atmega168 – ENC28J60 в [3].

Важной особенностью предлагаемого решения является наличие системы разграничения прав доступа к той или иной лаборатории. Любой пользователь, авторизованный в системе имеет права на работу с экспериментальными установками, выданные администратором данной лаборатории (лаборантом) на определённый срок.

Результаты. Предлагаемая система находится в стадии разработки и на сегодняшний день проходит тестирование и отладка согласующих аппаратных модулей, а также детальная проработка архитектуры серверной компоненты (разработка базы данных и программной среды диспетчера лаборатории).

Заключение. Предложен инструмент для превращения научной лаборатории в единую сеть для проведения экспериментов, хранения и анализа их результатов, обмена научным опытом с другими лабораториями. Гибкость и модульность позволяют данной системе легко адаптироваться для решения похожих задач и в других областях.

Литература

1. Won-jong Kim, Kun Ji & Ajit Ambike (2006, July). Real-Time Operationg Environment for Networked Control Systems. IEEE Transactions on automation science and engineering, Vol. 3, No. 5, pp. 287-296.
2. Дмитриев В.М., Коротина Т.Ю. Принципы реализации автоматизированных лабораторных комплексов с локальным и удалённым доступом. // Журнал "Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники". – 2007. – №2 (16). – С. 121-128.
3. Demeter R., Campeanu R. (2009). Microcontroller based Ethernet embedded systems. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Vol. 2 (51), pp. 249-254.

Шевчук В.П.¹, Попов А.В.², Клевин А.В.³

¹Кандидат технических наук, профессор; ² старший преподаватель; ³ Студент, Волжский политехнический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования Волгоградский государственный технический университет

АНАЛИЗ ГИБРИДНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ «СПЛИТ» НА ПРИМЕРЕ АВТОМОБИЛЯ «TOYOTA PRIUS»

Аннотация

В статье рассматривается анализ гибридной силовой установки «Сплит». Были проведены исследования на примере автомобиля «Toyota Prius».

Ключевые слова: Сплит, ГСУ.

Shevchuk V.P.¹, Popov A.V.², Klevin A.V.³

¹ Candidat of Technical Sciences, Professor; ² a senior teacher; ³ student, Volzhsky Polytechnical Institute (branch of) State Educational Institution of Higher Professional Education 'Volgograd State Technical University'

STUDY HYBRID POWER PLANT "SPLIT" ON THE EXAMPLE OF THE CAR «TOYOTA PRIUS»

Abstract

The article deals with the study of hybrid power plant "Split". Studies have been conducted on the example of the car «Toyota Prius».

Keywords: Split, HPP.

Так называемая система «сплит» впервые стала использоваться компанией Toyota в автомобилях Prius (первое серийное авто со смешанной комбинированной силовой установкой). Позже эта система заработала и на других моделях корпорации Toyota: Lexus RX450h, Lexus CT200h, Auris. Основное их отличие — планетарный редуктор, который регулирует и суммирует тягу от электромотора и ДВС. [2]

К достоинствам системы «Сплит» следует отнести достаточно высокий КПД при передаче энергии от первичного двигателя к ведущим колесам и возможность работы первичного двигателя на постоянном режиме минимального расхода топлива, к недостаткам – усложнение механической части трансмиссии (установка дополнительной планетарной передачи) и усложнение системы управления автомобилем. [1]

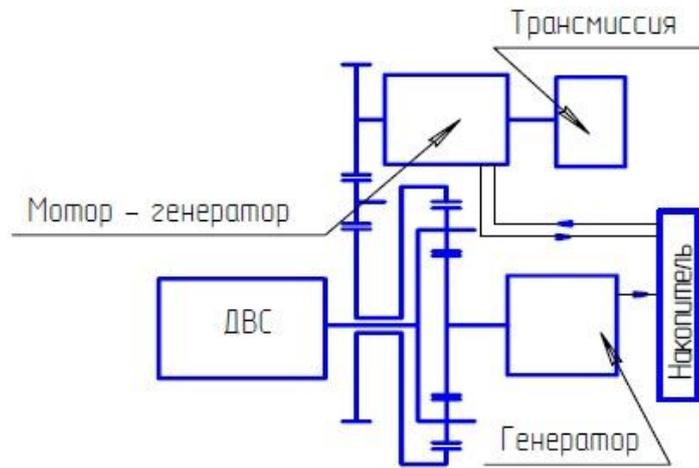


Рис. 1-Принципиальная схема ГСУ системы «Сплит»

Toyota Prius самый популярный автомобиль с ГСУ в мире – начиная с 1997 года выпущено более 360000 автомобилей.

ГСУ данного автомобиля является характерным образцом системы «Сплит».

В гибридной силовой установке автомобиля объединены 1,5-литровый двигатель внутреннего сгорания, генератор переменного тока, в качестве тягового электродвигателя обратимая электромашина переменного тока и аккумулятор.

Оба двигателя через согласующий редуктор передают крутящий момент на передние ведущие колеса. Установленный за ДВС планетарный механизм разделяет поток мощности на две ветви: одна идет к редуктору главной передачи, а другая – к генератору переменного тока, который через преобразователь заряжает накопитель, от которого при необходимости питается и тяговый электромотор.

При торможении электромотор действует в режиме генератора и через преобразователь пополняет запас энергии в батарее. А при пуске ДВС он играет роль стартера.

Всего для Prius существует пять режимов работы. [1]

Первый режим: Начало движения, при начале движения автомобиля, используется только электрический мотор с высоким крутящим моментом питающийся исключительно от батареи. ДВС пока не работает.

Второй режим: Нормальное движение, в условиях обычной езды Prius использует электромотор в комбинации с двигателем внутреннего сгорания. Тем самым добивается максимальный КПД системы. Так же ДВС используется для подзарядки главной батареи, по мере ее разряда.

Третий режим: Экстренное ускорение, во время режима "полного ускорения" система использует для ускорения всю мощь ДВС и электромотора. Даже прекращается подзарядка основной батареи автомобиля.

Четвертый режим: Торможение, при торможении Hybrid Synergy Drive в автомобиле Prius отключает двигатель внутреннего сгорания, а сопротивление от тормозной системы преобразуется в электрическую энергию, которая передается в главную батарею автомобиля.

Пятый режим: зарядка. [3]

При остановке автомобиля ДВС автоматически заглушается.

В гибридной трансмиссии важную роль играет планетарный механизм. Он регулирует направление потоков мощности. Колеса через дифференциал и понижающую пару шестерен жестко связаны с 30-киловаттным синхронным мотор - генератором переменного тока и одновременно с внешней шестерней планетарной передачи. Обойма шестерен – сателлитов (водило) напрямую соединена с коленчатым валом двигателя, а центральная (солнечная) шестерня – с отдельным генератором. В зависимости от обстановки, каждое звено можно сделать неподвижным, остановив ленточным тормозом по команде управляющего контроллера. [1]

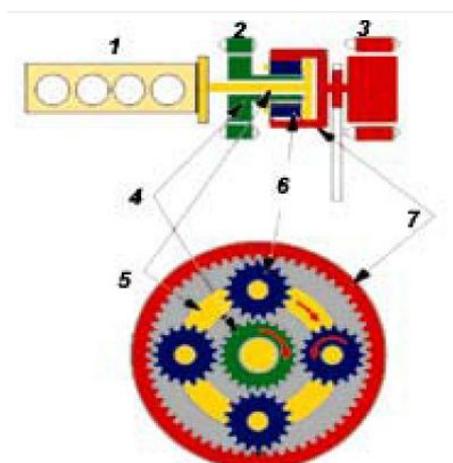


Рис 2-Структурная схема силовой установки Сплит

1-двигатель; 2-генератор; 3-электромотор; 4-солнечная шестерня; 5-водило (ДВС); 6-сателлиты; 7-планетарная шестерня (электромотор, колеса).

Четырехцилиндровый ДВС примененный в СУ имеет рабочий объем 1,5 литра и развивает мощность 43 кВт при 4000 об/мин. Данный двигатель работает по циклу Аткинсона характеризующемуся переменной степенью сжатия, он оснащен двумя распределительными валами, четырьмя клапанами на цилиндр, системой изменяемых фаз газораспределения и электронным распределённым впрыском топлива. [1]



Рис 3-Общий вид силовой установки

1-двигатель; 2-маховик; 3-генератор; 4-планетарная передача; 5-электромотор; 6-цепная передача к трансмиссии.

В качестве накопителя электроэнергии применена никель – металлгидридная батарея из 40 банок на 240 ампер – часов, разработанная совместно с компанией Panasonic.

Общий вид и структурная схема гибридной силовой установки системы «Сплит» представлены на рисунках 2 и 3.

Согласно результатам испытаний автомобиль выбрасывает в атмосферу в 12,5 раз меньше монооксида и в 4,7 раз меньше углеводородов, чем того требующий нормы Евро – 3. [1]

Литература

1. Бахмутов С.В., Карунин А.Л., Круташов А.В., Ломакин В.В., Селифонов В.В., Карпучин К.Е., Баулина Е.Е., Урюков Ю.В. Конструктивные схемы автомобилей с гибридными силовыми установками: Учебное пособие. – М.: МГТУ «МАМИ», 2007 – 71 с.
2. http://spokoino.ru/articles/ustroystvo_avto/vov_chno_takoe_avtogibridi/ (дата обращения 27.05.2014).
3. <http://prius-toyota.narod.ru/hybrid-prius.html> (дата обращения 27.05.2014)

Басс М.С.¹, Кубряков К.А.², Столяров П.В.³

¹Кандидат технических наук, доцент, ²аспирант, ³магистрант Забайкальский государственный университет
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПГТ. ПЕРВОМАЙСКИЙ (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)

Аннотация

В статье представлено состояние теплоснабжения пгт. Первомайский (Забайкальский край). Рассмотрено текущее состояние, перспективы развития поселка. Представлены варианты развития системы теплоснабжения.

Ключевые слова: тепловые сети, тепловая энергия, система централизованного отопления, трубопровод

Bass M.S.¹, Kubreacov K.A.², Stolyarov P.V.³

¹PhD in technical sciences, associate professor, ²postgraduate student, ³undergraduate Transbaikal State University
PROSPECTS OF HEATING SYSTEM PGT. PERVOMAYSKIY (ZABAYKALISKY KRAI)

Abstract

This paper presents the state of the heating pgt. Pervomayskii (Zabaykalsky Krai). The current situation and prospects of development of the village. Presented options for the heating system.

Keywords: heat circuits, thermal energy, systems of the centralized heat supply, piping.

Городское поселение «Первомайское» расположено в Забайкальском крае РФ на северо-востоке Могойтуйского хребта, недалеко от слияния рек Ингода и Онон. Площадь территории: 217,88 км². Население: 12,642 тыс. чел. Поселок городского типа Первомайский расположен на юго-западе Шилкинского района в 50 км к юго-западу от города Шилка (административный центр Шилкинского района) и в 10 км от железнодорожной станции Солнцевая Забайкальской железной дороги.

Поселок является административно-деловым центром района и располагает достаточно развитыми институциональной и социально-бытовой видами инфраструктуры.

Экономическое и социальное развитие района, где расположено городское поселение, определяют такие отрасли как: сельское хозяйство, горнодобывающая, пищевая, мясомолочная, производство строительных материалов, лесное хозяйство. Среди промышленных предприятий самым крупным является ОАО «Забайкальский горнообогатительный комбинат» (ОАО «ЗабГОК») в п. Первомайском, действующий с конца 1980-х годов. ООО «Первомайская ТЭЦ» осуществляет деятельность по производству электроэнергии тепловыми электростанциями.

Климат на территории резко континентальный с длительной не достаточно снежной зимой и более коротким, теплым, неравномерно увлажненным летом. Средняя температура января -28,3 °С, а абсолютные минимумы достигают -50...-58°С. Средняя температура июля плюс 18,8°С, но в некоторые дни жара достигает плюс 40°С.

Речная сеть территории представлена р. Ингода и р. Онон, которые относятся к Амурскому бассейну и являются двумя составляющими притоками его главной речной артерии – р. Шилки. По химическому составу воды обеих рек относятся к кальциевой группе гидрокарбонатного класса. Также на территории имеются озера, все они небольшие по размерам и глубине. Их большинство расположено вблизи рек, и, следовательно, относятся к типу пойменных или старичных.

В настоящее время теплоснабжение промышленных предприятий, общественной застройки и жилого сектора поселения осуществляется от ООО «Первомайская ТЭЦ».

Теплоэнергия с ТЭЦ отпускается в виде технологического пара, отопления по системе тепловых сетей с открытым водоразбором и в виде горячей воды.

Технологический пар с параметрами $P_p=7\div 10$ кгс/см²; $t_n=280\div 310$ °С подается с производственного отбора турбоагрегата ст.№3 или с РОУ-35/10, в зависимости от режима работы ТЭЦ.

Отпуск теплоэнергии на отопительные цели осуществляется от бойлерных установок, расположенных в машинном зале ТЭЦ. Две установки работают на жилой поселок и потребителей, находящегося в черте поселка, одна бойлерная установка на промышленную зону.

Характеристика 3-х бойлерных установок одинакова:

4 подогревателя типа ПСВ-200-7-15 (два основных, два пиковых), 9 сетевых насосов ЦН-400.

Подпиточная группа насосов в количестве 6 штук (насосы К-90-85) работают на все три бойлерные установки.

Поскольку система отопления выполнена в режиме открытого водоразбора, отпуск горячей воды абонентам осуществляется непосредственно из тепловой сети на абонентных узлах.

Генерирующее оборудование:

- Три котлоагрегата БКЗ-50-39ф ст.№1,2 и 3 (Барнаульский котельный завод, производительность 50 т/час пара с параметрами $P_0=39$ кгс/см² и $t_0=445^\circ\text{C}$).

- Три котлоагрегата К-50-40 ст.№4,5 и 6 (Белгородский котельный завод «Энергомаш», производительность 50 т/час пара с параметрами $P_0=39$ кгс/см² и $t_0=440^\circ\text{C}$).

- Турбина АП-6-35/5 (Калужский турбинный завод, $P_0=35$ кгс/см² и $t_0=435^\circ\text{C}$, установленная тепловая мощность 25,0 Гкал/час, производственный отбор 40 т/час пара с давлением 5 кгс/см²).

- Турбина АТ-6-35/1,2 (Калужский турбинный завод, $P_0=35$ кгс/см² и $t_0=435^\circ\text{C}$, установленная тепловая мощность 19,0 Гкал/час,

теплофикационный отбор 35 т/час пара с давлением 0,2-1,5 кгс/см².

- Турбина ПР-6-35/10/1,2-2 шт. (с 01.01.04-1 шт.) (Калужский турбинный завод, $P_0=35$ кгс/см² и $t_0=435^\circ\text{C}$, установленная тепловая мощность 44,0 Гкал/час, производственный отбор 50 т/час пара с давлением $P_p=10$ кгс/см² и $t_p=300^\circ\text{C}$, противодавление 18,8 т/час пара с давлением 1,2 кгс/см².

- Два генератора турбин Т2-6-2 ст.№1,2 Ленинградского завода «Электросила», мощность 6 МВт, напряжение 6 кВ, ток статора 688 А, возбудитель типа ВТ-50-3000.

- Два генератора турбин Т2-6-2 ст.№3,4 (с 01.01.04 только ст.№3) Лысьвенского турбогенераторного завода, мощность 6 МВт, напряжение 6кВ, ток статора 688 А, возбудитель типа ВТ-50-3000.

Технологический пар с параметрами $P_p=7\div 10$ кгс/см²; $t_p=280\div 310^\circ\text{C}$ подается с производственного отбора турбоагрегата ст.№3 или с РОУ-35/10, в зависимости от режима работы ТЭЦ.

Основная часть жилого фонда, крупные общественные здания, производственные и коммунально-бытовые предприятия подключены к централизованной системе теплоснабжения, которая состоит из ТЭЦ и тепловых сетей.

Суммарная расчетная нагрузка потребителей тепла 34,4297 Гкал/ч.

Схема трубопроводов теплоснабжения достаточно развита и охватывает практически весь населенный пункт за исключением индивидуальной жилой застройки. Основные головные теплоцентрали диаметром 350 мм – 125 мм проходят по следующим улицам: Пролетарская, Промышленная, Белинского, Ингодинская, Забайкальская, Чернышевского.

Согласно перспективному балансу тепловой мощности Первомайская ТЭЦ дефицита генерирующих мощностей, даже с учетом перспективной застройки нет. Присутствует значительный резерв тепловой мощности, который определяет необходимость строительства котельной.

Централизованный отпуск тепловой энергии на территории пгт. Первомайский осуществляется от ООО «Первомайская ТЭЦ». На ТЭЦ установлены котлы большей производительности, чем производительность, с которой осуществляется работа теплообменного оборудования на данный момент. В связи с неполной загруженностью и очень низким коэффициентом полезного действия, что является нарушением закона № 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...", работа ТЭЦ в целом считается не рентабельной и убыточной. Генеральным планом предусматривается сохранение существующей централизованной системы теплоснабжения пгт. Первомайский и увеличение ее зоны обслуживания за счет подключения вновь образуемой общественно-административной территории. Ориентировочная тепловая нагрузка на расчетный срок составит 45 Гкал/час.

В качестве альтернативных предлагаются два варианта «Схемы теплоснабжения пгт. Первомайский»:

I вариант (пессимистический – продолжение простоя ЗаБГОК).

В связи с временным не функционированием основного энергопотребителя (ЗаБГОК) и, как следствие, нерентабельностью работы ТЭЦ, для теплоснабжения населенного пункта предлагается строительство котельной ориентировочной мощности 50 Гкал/час на территории существующей ТЭЦ. Оборудование ТЭЦ после ввода в эксплуатацию котельной предлагается законсервировать.

II вариант (оптимистический – функционирование ЗаБГОК на нагрузках близких к номинальным).

Сохранение работы ООО «Первомайская ТЭЦ» в условиях загруженности близкой к номинальной и, как следствие, повышение коэффициента полезного действия, в рамках закона № 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности..."

Существующий температурный график отпуска тепловой энергии ($95/70$ °C) является оптимальным для данной системы теплоснабжения. Для регулирования отпуска тепловой энергии от источника тепловой энергии используется качественное регулирование, т.е. температурой теплоносителя. При постоянном расходе изменяется температура теплоносителя. При качественном регулировании температура теплоносителя зависит от температуры наружного воздуха. Общий расход теплоносителя во всей системе рассчитывается таким образом, чтобы обеспечить среднюю температуру в помещениях согласно принятым Нормам и Правилам в Российской Федерации.

Учитывая, что Генеральным планом Первомайского городского поселения не предусмотрено изменение схемы теплоснабжения поселения, поэтому новое строительство дополнительных источников тепла и тепловых сетей для них не планируется.

Способность проектируемых и действующих источников теплоты, тепловых сетей и в целом системы теплоснабжения обеспечивать в течение заданного времени требуемые режимы, параметры и качество теплоснабжения (отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, а также технологических потребностей предприятий в паре и горячей воде) следует определять по трем показателям (критериям):

- вероятности безотказной работы;
- коэффициенту готовности;
- живучести.

Мероприятия для обеспечения безотказности тепловых сетей

- резервирование магистральных тепловых сетей между радиальными теплопроводами;
- достаточность диаметров выбираемых при проектировании новых или реконструируемых существующих теплопроводов для обеспечения резервной подачи теплоты потребителям при отказах;
- очередность ремонтов и замен теплопроводов, частично или полностью утративших свой ресурс;
- необходимость проведения работ по дополнительному утеплению зданий.

Готовность системы к исправной работе характеризуется по числу часов ожидания готовности: источника теплоты, тепловых сетей, потребителей теплоты, а также - числу часов нерасчетных температур наружного воздуха в данной местности.

Живучесть системы характеризует способность системы сохранять свою работоспособность в аварийных (экстремальных) условиях, а также после длительных (более 54 ч) остановок.

Основные показатели надежности теплоснабжения не резервируемых участков тепловой сети.

Минимально допустимые показатели вероятности безотказной работы:

- источник теплоты $R_{ит}=0,97$;
- тепловые сети $R_{ст}=0,9$;
- потребитель теплоты $R_{пт}=0,99$;

- системы центрального теплоснабжения в целом $R_{сдт}=0,9 < 0,97 < 0,99=0,86$

За отопительный период по пгг. Первомайский аварий на тепловых сетях не было зарегистрировано. За последние 5 лет было 20 инцидентов на тепловых сетях, журнал происшествий не ведется.

Общее состояние жилищно-коммунального комплекса территории характеризуется высокой степенью износа основных фондов, неэффективной работой предприятий, большими потерями тепла, энергии, воды, других ресурсов, что обусловлено дотационностью, неудовлетворительным финансовым положением, высокой затратностью, отсутствием экономических стимулов снижения издержек на производство жилищных и коммунальных услуг, неразвитостью конкурентной среды. Имеет место недостаточный отпуск тепловой энергии потребителям по причине утечки теплоносителя из-за большой изношенности инженерных сетей.

Возможны ограничения подачи воды на котельные, отапливающие жилищный фонд населенных пунктов.

Анализ особенностей технологических процессов объектов энергетики, степени износа основных производственных фондов, ожидаемого температурного режима и ряда других факторов показывает, что возможно сезонное увеличение количества техногенных чрезвычайных ситуаций, особенно в отопительный период.

Возможно возникновение аварийных ситуаций на инженерных сетях и сооружениях коммунального хозяйства с возможной гибелью людей, нарушением жизнеобеспечения населения:

- взрыв котла с разрушением строительных конструкций здания котельной;
- взрыв котла без разрушения строительных конструкций здания котельной;
- возгорание твердого топлива на складе;
- возгорание твердого топлива в котельной;
- возгорание жидкого топлива;
- взрыв газовоздушной смеси в котельной с разрушением строительных конструкций зданий;
- разрушение поверхностей нагрева котлов (порывы, перфорация, течи котлов);
- порыв на сетях тепловодоснабжения с отключением потребителей;
- порыв на сетях тепловодоснабжения с ограничением подачи тепла и воды потребителям;
- размораживание участков тепловых и водопроводных сетей;
- падение или наклон дымовой трубы;
- размывание грунта с обрушением дорожного покрытия при утечках из сетей тепловодоснабжения и водоотведения;
- выход из строя насосного оборудования (глубинные насосы на скважинах, насосные группы в котельных, на станциях перекачки систем водоотведения, насосные станции водоснабжения, на насосных станциях тепловых сетей);
- размораживание внутренних систем тепловодоснабжения и водоотведения в жилых и общественных зданиях (стояки в подьездах, трубопроводы в технических подвалах и на чердаках, приборы отопления);
- разрушение строительных конструкций (котельных, насосных станций, павильонов).

Мероприятия

- проведение плановых мероприятий по диагностике состояния объектов и оборудования;
- проведение работ по реконструкции объектов;
- своевременная замена технологического оборудования на более современное и надежное.

Были произведены тепловые, гидравлические расчеты, на основании их можно сделать выводы:

– существующие тепловые сети (магистральный ввод 1) при соответствующей наладке тепловых сетей не достаточны для удовлетворения существующей тепловой нагрузки, наблюдается недостаточный располагаемый напор у конечных потребителей. Необходима перекладка магистральных трубопроводов Ду 300 на Ду 350 – около 1000 м и Ду 140 на Ду 200 - 325 м (длину участков перекладки необходимо уточнить детальными гидравлическими расчетами);

– существующие тепловые сети (магистральный ввод 2–3) при соответствующей наладке тепловых сетей достаточны для удовлетворения существующей тепловой нагрузки;

– увеличения тепловой нагрузки на магистраль №1 и №2 генеральным планом не предусматривается, следовательно в существующем состоянии магистраль №2 удовлетворят перспективную тепловую нагрузку, т.к. магистрали №1 и №2 гидравлически разомкнуты с магистральным вводом №3;

– магистраль №3 в существующем состоянии не сможет обеспечить присоединения перспективной тепловой нагрузки, требуется его реконструкция.

Для устранения существующих проблем и сбоев в работе тепловых сетей предлагается смонтировать центральный тепловой пункт в районе улиц Мира и Герцена. Мощность и тип ЦТП определить на основании гидравлического расчета тепловых сетей.

Кроме того, планируется: сделать ТК-1А-11А на расстоянии 20 м от ТК-1А-11, отремонтировать и заменить арматуру в тепловых камерах.

Стоимость ремонта теплосетей и системы водоснабжения по перспективному плану-графику капитального ремонта на период 2012-2022 года составляет 128,413 млн. руб.

Для оценки принципов эффективности инвестиционных проектов является заимствованный в зарубежной практике принцип учета многообразия интересов. Согласно этому принципу, мероприятие может быть признано экономически эффективным только при условии его экономической целесообразности для всех участников и не имеет негативного эффекта на субъектов, не участвующих в нем. Реализация данного принципа при оценке методов повышения эффективности систем централизованного теплоснабжения возможно только на основе комплексного анализа, учитывающего взаимосвязь между физическими закономерностями производства и преобразования тепловой энергии и особенностями экономической эффективности инвестиций [1, 2, 3].

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ (МК-1184-214.8).

Литература

1. Басс М.С., Батухтин А.Г. Комплексный подход к оптимизации функционирования современных систем теплоснабжения. // Теплоэнергетика. 2011. №8. С. 55-57.
2. Басс М.С., Батухтин С.Г., Кубряков К.А. Годовые характеристики систем теплоснабжения // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2012. №3. С. 39-45.
3. Басс М.С., Батухтин А.Г., Требунских С.А. Методические вопросы оценки эффективности систем централизованного теплоснабжения // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2013. №2. С. 80-84.

Кобылкин М.В.¹, Батухтин С.Г.², Кубряков К.А.³
¹Аспирант, ²аспирант, ³аспирант, Забайкальский государственный университет
ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ВНЕДРЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Аннотация

В статье рассмотрена перспектива внедрения тепловых насосов в существующие системы отопления для компенсации нагрузки горячего водоснабжения, представлен краткий анализ существующих технологических решений в этой области, включая разработки российских исследователей.

Ключевые слова: энергосбережение, тепловой насос, горячее водоснабжение.

Kobylkin M. V.¹, Batukhtin S.G.², Kubriakov K.A.³
¹Postgraduate student, ²postgraduate student, ³postgraduate student, Transbaikal State University
PROMISING DIRECTION OF THE INTRODUCTION OF HEAT PUMPS

Abstract

This paper presents the prospect of the introduction of heat pumps in existing heating systems for load balancer domestic hot water, and brief analysis of existing technological solutions in this field, including the developments of russian researchers.

Keywords: energy saving, heat pump, domestic hot water.

Теплохладоснабжение при помощи тепловых насосов, по оценкам большинства авторитетных международных организаций, считается наиболее приоритетным направлением в развитии энергосберегающих технологий. К примеру, Европейская ассоциация по тепловым насосам (ЕНРА) признает тепловые насосы как основную технологию в области использования возобновляемых источников энергии. Кроме того, активному внедрению тепловых насосов способствует Международное Энергетическое Агентство (IEA), которое предусматривает установку 3,5 миллиардов тепловых насосов в коммунальном хозяйстве к 2050 г. Более того, IEA прогнозирует, что к 2050 году более половины систем отопления зданий будут снабжены аккумуляторами тепловой энергии на основе тепловых насосов [1].

Следует также отметить, что технология тепловых насосов имеет долгую историю развития, начиная с пятидесятих годов прошлого века. Эта технология достаточно хорошо освоена зарубежными специалистами и широко применяется в строительных проектах целого ряда стран Европы, а также в США и Японии. При этом подавляющее большинство проектов представляют собой комплексную систему энергоснабжения здания, с учетом вентиляции, отопления, горячего водоснабжения и рекуперации тепла. Вне всякого сомнения, такие проекты обладают высокой эффективностью по сравнению с классическими способами теплоснабжения, но и осуществляются они в условиях активного стимулирования и поддержки со стороны государства.

В России подобный глобальный переход от действующих систем централизованного теплоснабжения к системам комплексного теплохладоснабжения на основе тепловых насосов в ближайшее время невозможен. Основными причинами, сдерживающими внедрение тепловых насосов в России, являются:

- отсутствие государственного стимулирования,
- низкая заинтересованность потребителей, которая сведена к минимуму из-за высокой стоимости большинства классических зарубежных проектов, которые в настоящее время широко представлены на рынке тепловых насосов.

Частичным решением проблемы заинтересованности потребителей может послужить внедрение малозатратных технологических решений в существующие системы отопления, которые будут доступны потребителям и позволят как ознакомиться со всеми преимуществами тепловых насосов, так и повысить общую экономичность теплоснабжения.

Перспективным направлением внедрения тепловых насосов, при условии минимальных капитальных затрат, может стать компенсация нагрузки горячего водоснабжения. Как известно, Россия является признанным лидером по масштабам использования централизованных систем теплоснабжения, в которых до 30% всего отпущенного тепла расходуется на подогрев воды, идущей на горячее водоснабжение. При этом использование отечественных мощных сетевых насосов с низким КПД, качество тепловой изоляции, гидравлическая разлаженность теплотрасс, а также использование тупиковых схем горячего водоснабжения, приводит к тому, что треть тепловой энергии, идущей на нужды горячего водоснабжения, затрачивается впустую. В таких условиях покрытие тепловой нагрузки горячего водоснабжения тепловыми насосами позволит сберечь колоссальное количество энергетических ресурсов уже на начальном этапе внедрения.

При подходе к реализации поставленной цели не имеет смысла рассматривать традиционные установки, использующие геотермальные тепловые насосы, в связи с их высокой капиталоемкостью [2], а также технологии утилизации сбросного тепла промышленных предприятий и иных искусственных источников, поскольку такие решения являются частными и актуальны только в исключительных случаях. Для решения данной задачи наиболее предпочтительными будут тепловые насосы типа «воздух-вода» и некоторые технологические решения на основе тепловых насосов типа «вода-вода».

В тепловых насосах типа «воздух-вода» источником тепла является атмосферный воздух, тепло которого передается рабочему телу, а затем от рабочего тела передается воде, которая направляется в систему теплоснабжения здания на нужды горячего водоснабжения. Такие разработки отличаются особой компактностью, относительно малой стоимостью, простотой установки и полной независимостью от источников теплоснабжения. Кроме того, на сегодняшний день воздушные тепловые насосы более доступны и занимают порядка 80% потенциала рынка. Однако основным недостатком тепловых насосов типа «воздух-вода» является их невысокая эффективность за счет низкого коэффициента преобразования, который показывает отношение теплопроизводительности к электропотреблению. При температуре воздуха около 0°C, коэффициент преобразования большинства воздушных тепловых насосов падает ниже трех единиц, а при -15°C ниже двух единиц, что принято считать нижним порогом эффективности и работоспособности [3]. Повысить эффективность воздушных тепловых насосов можно путем усложнения термодинамического цикла и, соответственно, тепловой схемы установки [4], но это неблагоприятно сказывается на стоимости самой установки.

Альтернативой воздушным тепловым насосам являются тепловые насосы типа «вода-вода», принцип работы которых аналогичен тепловым насосам типа «воздух-вода», за исключением того, что в качестве источника тепла используют воду. Водяные тепловые насосы имеют значительно более высокий коэффициент преобразования, чем воздушные, но при этом на рынке практически не представлены малозатратные технологии их внедрения. В связи с этим, особенно важно отметить отечественные разработки в этом направлении.

Одна из таких разработок – тепловой насос с использованием обратных вод теплоцентрали. Как уже становится ясно из названия, в данном технологическом решении в качестве источника тепла используют воду, циркулирующую в обратном трубопроводе системы централизованного теплоснабжения. Такой подход позволяет получить наибольший, среди рассматриваемых аналогов, показатель коэффициента преобразования. По некоторым данным, при использовании тепла обратных вод теплоцентралей, коэффициент преобразования теплового насоса может достигать шести-семи единиц [5], что делает его применение особенно выгодным. Такое решение достаточно популярно среди российских исследователей, о чем свидетельствует высокая патентная активность в этой области. Но, несмотря на то, что такие технологии органично вписываются в существующие российские централизованные системы теплоснабжения, они не позволяют полностью компенсировать тепло, вырабатываемое централизованным источником, на нужды горячего водоснабжения, вследствие зависимости от теплосетей.

В Забайкальском государственном университете также разрабатывается технология, позволяющая объединить достоинства всех вышеизложенных решений. Сезонный способ горячего водоснабжения, предложенный университетом, позволяет получать горячую воду вне зависимости от централизованного источника на протяжении всего неотапливаемого периода [6]. В качестве источника тепла для теплового насоса типа «вода-вода» используется теплоноситель, циркулирующий в замкнутом контуре системы отопления здания. Способ позволяет получить высокие значения коэффициента преобразования, которые свойственны водяным тепловым насосам, при минимальных затратах на внедрение, которые свойственны воздушным тепловым насосам. При этом способ обеспечивает утилизацию избыточного тепла в летний период, что характерно для зарубежных комплексных проектов теплоснабжения. На сегодняшний день способ проходит тестовые испытания и рассматривается возможность всесезонного использования с сохранением основных преимуществ.

В заключении стоит отметить, что внедрение тепловых насосов для компенсации нагрузки горячего водоснабжения позволит с минимальными затратами заложить основу для дальнейшего развития энергосберегающих технологий теплоснабжения, и даст стимул отечественным исследователям к развитию данной отрасли.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ (МК-1184-214.8).

Литература

1. Берзан В.П. Аспекты проблемы стимулирования внедрения тепловых насосов / В.П. Берзан, С.Г. Робу, М.Л. Шит // Проблемы региональной энергетики. –2011. –№ 1. –С. 91–94.
2. Филиппов С.П. Эффективность использования тепловых насосов для теплоснабжения малоэтажной застройки / С.П. Филиппов, М.Д. Дильман, М.С. Ионов // Теплоэнергетика. –2011. –№ 11. –С. 12–19.
3. Чемяков В.В. Система теплоснабжения автономного жилого дома на основе теплового насоса и ветроэлектрической установки / В.В. Чемяков, В.В. Харченко // Теплоэнергетика. –2013. –№ 3. –С. 58.
4. Филиппов С.П. Перспективы применения воздушных тепловых насосов для теплоснабжения жилых зданий в различных климатических условиях / С.П. Филиппов, М.С. Ионов, М.Д. Дильман // Теплоэнергетика. –2012. –№ 11. –С. 11.
5. Николаев Ю.Е. Определение эффективности тепловых насосов, использующих теплоту обратной сетевой воды ТЭЦ / Ю.Е. Николаев, А.Ю. Бакшеев // Промышленная энергетика. –2007. –№ 9. –С. 14-17.
6. Батухтин А.Г. Повышение эффективности современных систем теплоснабжения / А.Г. Батухтин, С.А. Иванов, М.В. Кобылкин, А.В. Миткус. // Вестник Забайкальского государственного университета. –2013. –№ 09. С. 112-120.

Кондратьук В. А.¹, Терех А. М.², Руденко А. И.³, Гайдаренко В. С.⁴

¹Младший научный сотрудник, ²кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ³кандидат технических наук, доцент, ⁴студент, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

ТЕПЛООБМЕН И АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ СОПРОТВИЛЕНИЕ МАЛОЯРДНЫХ ПАКЕТОВ ПЛОСКООВАЛЬНЫХ ТРУБ

Аннотация

Приведены результаты экспериментальных исследований теплообмена и аэродинамического сопротивления малоярдных шахматных пакетов плоскоовальных труб в диапазоне изменения чисел Рейнольдса от 3000 до 30000. Полученные данные показали увеличение интенсивности теплообмена при переходе от первого ко второму – третьему рядам пакета, что можно объяснить ростом степени турбулентности потока по мере продвижения его вглубь пучка. Аэродинамическое сопротивление пакетов увеличивается по мере возрастания количества поперечных рядов труб. Получены зависимости для расчета поправок, учитывающих влияние числа поперечных рядов труб в пакете на его теплообмен и аэродинамическое сопротивление.

Ключевые слова: плоскоовальная труба, пакет, малоярдный, теплообмен, аэродинамическое сопротивление, расчет, поправка.

Kondratyuk V. A.¹, Terekh A. M.², Rudenko A. I.³, Gaydarenko V. S.⁴

¹Junior researcher, ²PhD in Technical sciences, Senior Researcher, ³PhD in Technical sciences, associate professor, ⁴student, National technical university of Ukraine "Kiev Polytechnic Institute"

HEAT TRANSFER OF SINGLE FLAT OVAL TUDES IN CROSS FLOW

Abstract

Results of experimental researches of heat exchange and aerodynamic resistance few row bundles chess packages flat oval tubes in a range of variation of numbers of Reynolds from 3000 up to 30000. Obtained data are resulted have shown an increase intensity heat exchange at transition from the first in the second – to the third numbers of a package that it is possible to explain growth of a degree of turbulence of a stream in process of its promotion deep into a bunch. Aerodynamic resistance of packages increases in process of increase of quantity of cross-section numbers of tubes. Dependences for calculation of the corrections considering influence of number of cross-section numbers of pipes in a package on its heat exchange and aerodynamic resistance are received.

Keywords: flat-oval tube, bundles, few row, heat transfer, aerodynamic drag, calculation, amendment.

1. Введение

Малоярдные пакеты труб применяют в калориферах для лесосушильных камер, предварительного подогрева воздуха в котлах, в системах вентиляции, кондиционирования и воздушного отопления общественных зданий и промышленных предприятий. Число поперечных рядов труб z_2 по направлению движения потока в таких устройствах обычно составляет $z_2 = (2-5)$.

Отсутствие рекомендаций по определению влияния количества поперечных рядов труб на теплообмен и аэродинамическое сопротивление пакетов способствует принятию противоречивых конструкторских решений при проектировании теплообменных устройств.

В связи с этим актуальными являются вопросы создания надежных обобщенных зависимостей для расчета поправочных коэффициентов, которые учитывают влияние количества поперечных рядов труб z_2 на теплообмен и аэродинамическое сопротивление пакетов из плоскоовальных труб. Неучет влияния этого фактора приводит к неоправданному занижению или завышению площади теплообменной поверхности.

В НТУУ „КПИ” проведены экспериментальные исследования по определению влияния на теплообмен и аэродинамическое сопротивление числа поперечных рядов шахматных компоновок плоскоовальных труб (рис.1) [1, 2] по методикам, которые подробно описаны в работах [3-5].

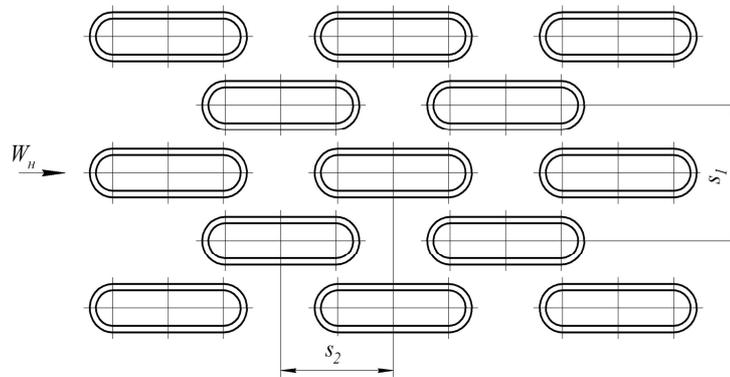


Рис.1. Шахматный пакет плоскоовальных труб

2. Теплообмен малорядных пакетов плоскоовальных труб

Влияние числа поперечных рядов труб на теплообмен пакетов обычно учитывается поправкой C_z в уравнении (1)

$$Nu = C_z C_q Re^m. \quad (1)$$

Экспериментальные исследования теплообмена во входных рядах пакетов проведены путем последовательного удаления поперечных рядов многорядного пучка ($z_2 = 6-7$). Таким образом определялись значения чисел Нуссельта для 1-го, 2-х, 3-х, 4-х, 5-и, 6-и и 7-и рядных компоновок пучка. В таблице 1 приведены геометрические характеристики плоскоовальных труб и пакетов для которых проведены исследования влияния на теплообмен числа поперечных рядов труб. Значения поправки C_z вычислялись относительно средних коэффициентов теплоотдачи десятирядных пакетов.

Таблица 1 – Геометрические характеристики шахматных пакетов труб

Номер размещ.	d_1 мм	d_2 мм	S_1 , мм	S_2 , мм	S_1/d_1	S_2/d_1	S_1/S_2
1	15	51	42.0	70	2.80	4.67	0.60
2	15	51	52.5	70	3.5	4.67	0.75

Обработка экспериментальных данных для шахматных компоновок показала увеличение интенсивности теплообмена при переходе от первого ко второму- третьему рядам пучка, что можно объяснить ростом степени турбулентности потока по мере его продвижения вглубь пучка (рис.2, 3).

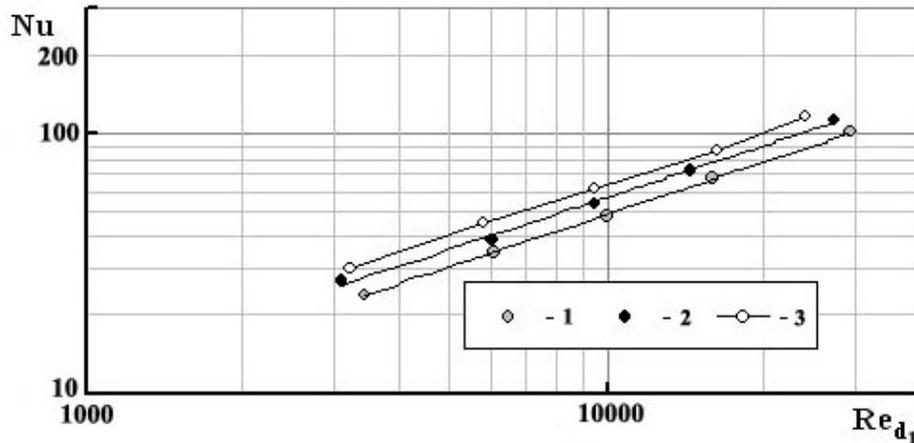


Рис.2 - Теплообмен входных рядов шахматного пакета труб № 1 (табл.1)
1 – первый ряд; 2 – второй; 3 – пятый

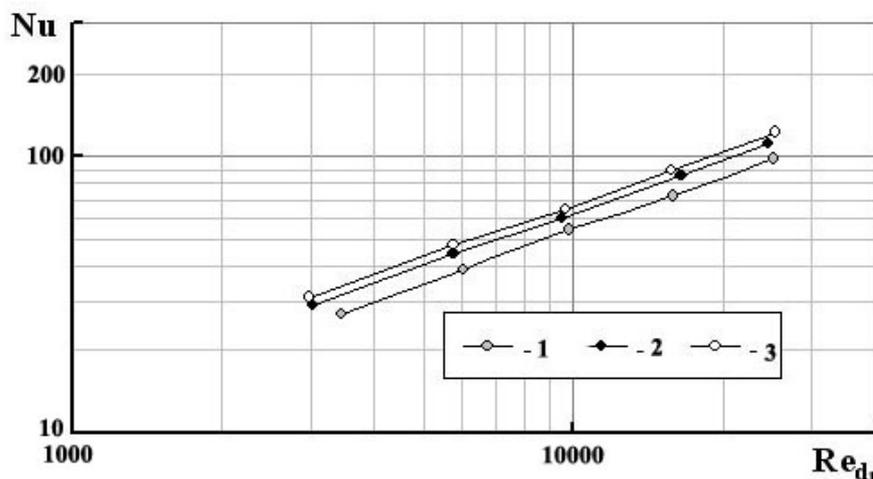


Рис.3 - Теплообмен входных рядов шахматного пакета труб № 2 (табл.1)
1 – первый ряд; 2 – второй; 3 – пятый

На рис. 4 представлена усредненная по экспериментальным точкам 1, 2 кривая поправки C_z от числа рядов z_2 (кривая 5) для шахматных пакетов плоскоовальных труб.

На рис.4 для сравнения полученных результатов нанесены и кривые для шахматных (кривая 3 с $S_1/d < 3$, кривая 4 $S_1/d \geq 3$) пакетов круглых труб [5]. Значения C_z в этих случаях при увеличении z_2 растут, как и для пакетов плоскоовальных труб, однако входные ряды круглых труб имеют более сильное влияние на интенсивность теплообмена, а значения C_z для шахматных пакетов круглых труб изменяется от 0.62 до 1 при изменении z_2 от 1 до 10 для $S_1/d < 3$ и от 0.8 до 1 для $S_1/d \geq 3$. Такая достаточно большая разница в кривизне кривых 3 и 4 можно объяснить тем, что для шахматных пакетов с $S_1/d \geq 3$ стабилизация течения и теплообмена происходит значительно быстрее, чем для пакетов с $S_1/d < 3$.

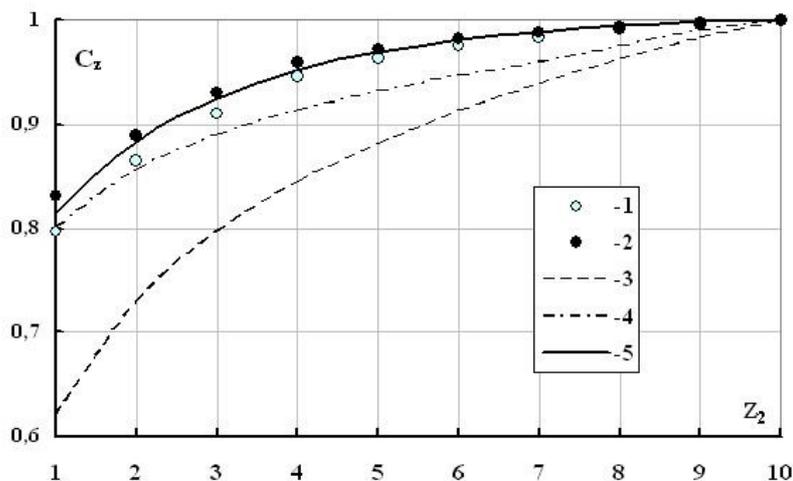


Рис.4 – Зависимость поправки C_z от числа поперечных рядов труб z_2

1 – шахматный пакет плоскоовальных труб №1; 2 – шахматный пакет плоскоовальных труб №2; 3 – шахматные пакеты круглых труб при $S_1/d < 3$ [5]; 4 – шахматные пакеты круглых труб при $S_1/d \geq 3$ [5]; 5 – расчет по (2)

Математическое описание опытного массива данных (кривая 5, рис. 4) с точностью $\pm 4\%$ дает следующую зависимость для расчета поправки на малорядность шахматных пакетов плоскоовальных труб в формуле (1)

$$C_z = \left[1.21 - 0.16 \cdot \ln(z_2) + 0.016 \cdot z_2 \right]^{-1} \quad (2)$$

Расчетные зависимости для поправки C_z пакетов из круглых труб имеют вид [5] при $z_2 < 10$ и $S_1/d < 3$

$$C_z = 3.12 \cdot z_2^{0.05} - 2,5 \quad (3)$$

$z_2 < 10$ и $S_1/d \geq 3$

$$C_z = 4 \cdot z_2^{0.02} - 3,2 \quad (4)$$

Для всех рассмотренных компоновок пакетов из различных типов труб при $z_2 \geq 10$ поправка $C_z = 1$.

3. Аэродинамическое сопротивление малорядных пакетов плоскоовальных труб

Поправка на малорядность в формуле подобия (5) представлена как функция отношения чисел Эйлера, отнесенным к одному ряду малорядного пакета Eu_0 , к числам Эйлера, отнесенным также к одному ряду, но многорядного пакета ($z_2 \geq 6$) для которого при последующем увеличении количества поперечных рядов труб числа Eu_0 достигают своего предельного значения [3, 4]

$$Eu = C_z C_S Re^{-n} \quad (5)$$

$$C'_z = \frac{Eu_{0i} / z_{2i}}{Eu_0 / z_2} = f(z_2) \quad (6)$$

В таблице 1 приведены геометрические характеристики плоскоовальных труб и пакетов, для которых проведены исследования влияния на потери давления числа поперечных рядов труб.

На рис.5, 6 представлены в логарифмических координатах зависимости чисел Эйлера Eu_0 от чисел Рейнольдса при изменении числа поперечных рядов шахматных пакетов плоскоовальных труб (пакеты №1, № 2, табл.1).

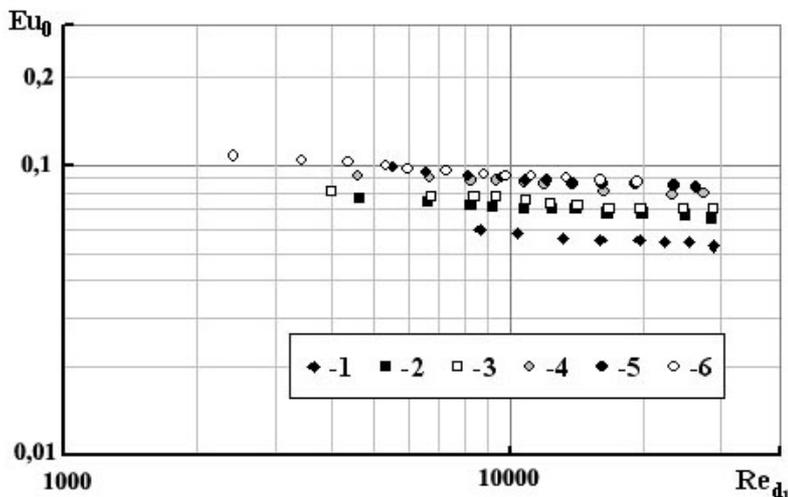


Рис.5 – Аэродинамическое сопротивление входных рядов пакета №1
 $z_2=1$; 2- $z_2=2$; 3- $z_2=3$; 4- $z_2=4$; 5- $z_2=6$; 6- $z_2=7$

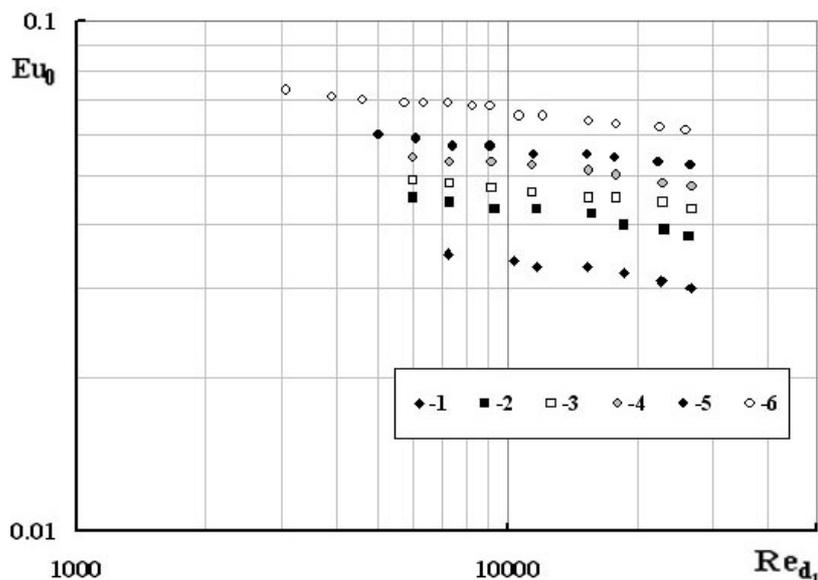


Рис.5 – Аэродинамическое сопротивление входных рядов пакета №2
 $z_2=1$; 2- $z_2=2$; 3- $z_2=3$; 4- $z_2=4$; 5- $z_2=6$; 6- $z_2=7$

С уменьшением z_2 , как свидетельствуют данные на рис.5, 6 для исследованных шахматных пакетов наблюдается уменьшение чисел Эйлера. В нормативном методе [6] не приведены соотношения поправки на малорядность пакетов гладких круглых труб. Для шахматных поперечно ребристых труб наблюдается увеличение сопротивления при уменьшении числа рядов труб пакета [3, 4, 6].

На рис. 7 представлены экспериментальные данные зависимости поправки C'_z от числа рядов z_2 (точки 1,2) для шахматных пакетов плоскоовальных труб.

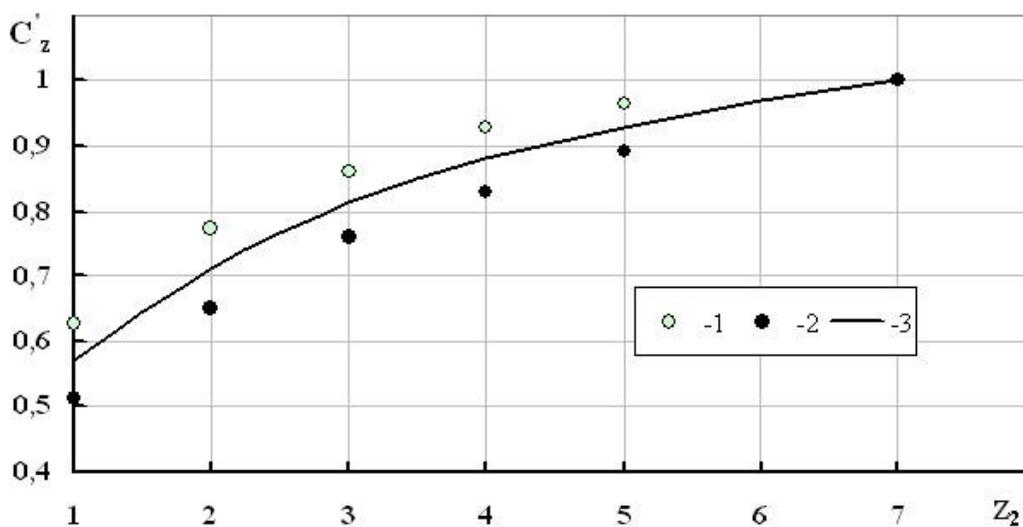


Рис.7 – Зависимость поправки C'_z от числа рядов труб z_2
 1 – пакет плоскоовальных труб №1; 2 – №2;
 3 – расчет по зависимости (6)

Математическое описание опытных данных с точностью $\pm 8\%$ дает следующую зависимость для расчета поправки на малорядность шахматных пакетов плоскоовальных труб в формуле (5)

$$C'_z = 7.75 \cdot z_2^{0.028} - 7.18 \quad (7)$$

4. Выводы

- Входные ряды существенно влияют на интенсивность теплообмена и аэродинамическое сопротивление пучков. Это влияние проявляется тем больше, чем меньше число поперечных рядов труб в пучке.
- Величину поправки C_z , учитывающую влияние на теплообмен числа поперечных рядов плоскоовальных труб для шахматной компоновки предлагается определять по формуле (2).
- Величину поправки C'_z , учитывающую влияние на сопротивление числа поперечных рядов плоскоовальных труб для шахматной компоновки предлагается определять по зависимости (7).

Литература

1. Письменный Е. Н., Кондратюк В. А., Жукова Ю. В., Терех А. М. Конвективный теплообмен поперечно-омываемых шахматных пакетов плоскоовальных труб// Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – №23/8 (50). – С. 4-8.
2. Кондратюк В. А., Туз В. Е., Терех А. М., Жукова Ю. В., Мейрис А. Ж. Аэродинамическое сопротивление поперечно-омываемых шахматных пакетов плоско-овальных труб//Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – №3/8 (57). – С. 39-42.
3. Юдин В.Ф. Теплообмен поперечно оребренных труб / В.Ф. Юдин. – Л.: Машиностроение, 1982. – 189 с.
4. Письменный Е.Н. Теплообмен и аэродинамика пакетов поперечно-оребранных труб / Е. Н. Письменный. – Киев: Альтерпрес.- 2004.- 244 с.

5. Тепловой расчет котлов (Нормативный метод). Издание 3-е, переработанное и дополненное. – СПб: НПО ЦКТИ, 1998. – 256 с.
6. Аэродинамический расчет котельных установок (нормативный метод). Изд. 3, под редакцией С.И. Мочана – Л.: Энергия, 1977. – 256 с.

Громаков Е.И.¹, Кравчук Д.Е.², Лиепиньш А.В.³,

¹Доцент кафедры УК ТГУ; ²студент каф ТХНГ, ТПУ; ³доцент кафедры ИКСУ ТПУ

МНОГОКОНТУРНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ДАВЛЕНИЯ В МАГИСТРАЛЬНОМ НЕФТЕПРОВОДЕ

Аннотация

Целью данной работы является совершенствование системы автоматического регулирования давления (САРД) в магистральном нефтепроводе. Ее объектом управления (ОУ) является подача нефти в магистральном нефтепроводе. САРД обеспечивает поддержание постоянства давления в магистральном нефтепроводе в процессе его эксплуатации. Для регулирования давления при транспортировании нефти предлагается использовать продвинутую (advanced) двухконтурную автоматическую систему регулирования, включающую в себя частотно-регулируемый насос и дроссельную задвижку на его выходе.

Ключевые слова: система автоматического регулирования давления, магистральный нефтепровод, автоматические системы, частотно-регулируемый насос, дроссельная задвижка

Gromakov E.I.¹ Kravchuk D.E.² Liepinsh A.V.³

¹Assistant professor of management quality, Tomsk State University; ²Student of Tomsk Polytechnic University;

³Assistant professor of integrated computer control systems, Tomsk Polytechnic University;

MULTILOOP CONTROL OF PRESSURE OF MAIN OIL PIPELINE

Abstract

The purpose of this work is to improve the system of automatic pressure control in the main oil pipeline. Its object of is to control the oil in the pipeline. The pipeline pressure control system provides maintenance to stabilize pressure in the main oil pipeline in its operation. For pressure regulation of oil transportation it is offered to use double output automatic system including two control loops pump control variable with frequency drive and a throttle-valve.

Keywords: system of automatic pressure control, the main oil pipeline, automatic systems, pump control variable with frequency, throttle-valve

Магистральные насосные агрегаты (МНА) представляют собой сложные технические сооружения и играют ключевую роль в трубопроводном транспортировании нефти. Одни из них предназначены для подачи нефти из подпорных насосов в магистральный нефтепровод, другие служат для восполнения энергетических потерь в магистральном нефтепроводе, а также для обеспечения гидродинамического разделения магистралей на заданные проектом участки с целью облегчения перекачки и локализации гидроударных эффектов в магистральном нефтепроводе [6].

Целью данной работы является совершенствование системы автоматического регулирования давления (САРД) в магистральном нефтепроводе. Ее объектом управления (ОУ) является подача нефти в магистральном нефтепроводе. Примем для определенности вариант функционирования насосов – «из насоса в насос».

Для решения задачи автоматического регулирования давления применяются следующие основные способы: регулирование скорости вращения насосов, дросселирование магистральном нефтепроводе и байпасная перекачка нефти. В любом из этих способов насос формирует основные параметры нефтяного потока – подачу нефти Q и напор H в трубе.

Для обеспечения необходимого эксплуатационного режима работы магистральные насосные станции (МНС) включают в себя последовательно соединенные насосы, управляемые частотно регулируемым электроприводом с высоким потреблением электрической энергии [1-5]. Мощность, потребляемая насосом, зависит от объемов подачи нефти по нефтепроводу Q и установленного в нем проектной величины напора H :

$$P_n = \frac{QHg\rho}{\eta_{нас}\eta_{эл}\eta_{мч}}$$

где g и ρ – соответственно ускорение свободного падения и плотность нефти;

$\eta_{нас}$, $\eta_{эл}$, $\eta_{мч}$ – к.п.д. насоса, устройств электрического питания, преобразователя частоты; и может достигать мегаватт потребления электрической энергии.

Поэтому актуальным является решение задачи снижения ее потребления [6, 7].

Центральной проблемой является поддержание постоянства давления в магистральном нефтепроводе в процессе его эксплуатации.

Неустановившиеся течения жидкости в магистральных нефтепроводах вызываются рядом причин, к числу которых относятся нарушения технологического процесса приема нефти от промысла, пуск и остановка одного или нескольких насосных агрегатов на МНС, резкое открытие или закрытие задвижек, включение и отключение сброса и подкачки нефти по трассе нефтепровода, срабатывание автоматической системы защиты и др.

Это может вызвать, опасные, часто резкие колебания давления и расхода перекачиваемой нефти, создающие в магистральном нефтепроводе аварийные ситуации: нарушение герметичности трубопровода, разрушение технологического оборудования.

Проблема иногда усугубляется поступлением и движением в трубопроводе разносортных нефтепродуктов. При этом характер изменения параметров ОУ, при прочих равных условиях, зависит не только от свойств этих сортов нефти, но и от порядка их следования и местонахождения насосной станции относительно источника возмущения-границы раздела нефтепродуктопроводов.

Для регулирования давления при таких условиях транспортирования нефти стремятся использовать продвинутые (advanced) автоматические системы регулирования с самонастройкой, прогнозированием и упреждением, в основе алгоритмов которых устанавливаются модели объекта управления.

Однако из-за непрерывного изменения факторов, влияющих на величину давления, применение таких алгоритмов оказывается затрудненным, так как перенастройка параметров регулятора может просто не успевать за изменениями давления в трубопроводе или быть недостаточно корректной.

Как правило, САРД реализуется в виде контуров с обратной связью по измеренным значениям давления (рис. 1).

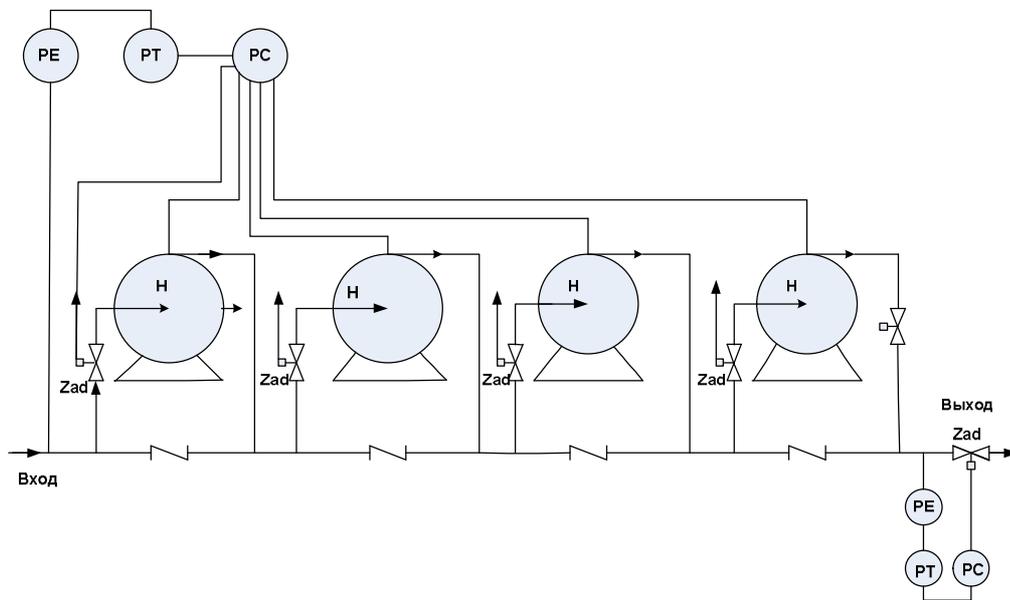


Рис.1 Схема системы автоматического регулирования давления

Показанный на этом рисунке контур регулирования давления на входе насоса играет принципиальную роль, обеспечивая снижение риска кавитации лопаток насоса, в то время как другие контуры автоматического регулирования обеспечивают поддержание установленного значения давления в магистральном трубопроводе.

Из этой схемы следует возможность использования следующих вариантов исполнительных устройств САРД: насос с частотным преобразователем, регулирующие задвижки на входе и выходе насоса (или в байпасе).

Структурные схемы активизации этих исполнительных устройств показаны на рис 2 и 3

Из практики автоматического регулирования известно, что возможности обратной связи в САРД в значительной мере связаны с выбором исполнительного механизма. Однако, традиционно рассматриваются и сравниваются между собой одноконтурные САРД, обеспечивающие регулирование с использованием только одного исполнительного устройства. Многими исследованиями показано, что наименьшим потерями электрической энергии обладает частотно-регулируемый привод насосов (рис. 2) [1].

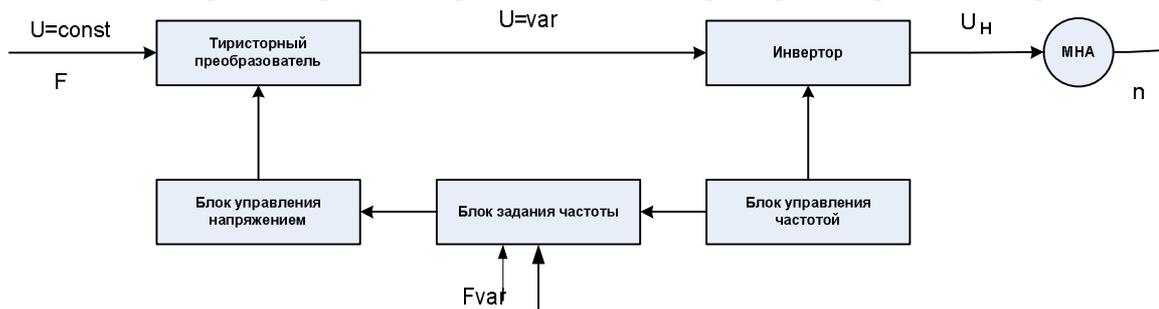


Рис.2 Регулирование частоты вращения изменением подводимого напряжения.

Считается что для получения высоких энергетических показателей работы электропривода насоса: коэффициентов мощности, полезного действия, перегрузочной способности, сохранения желаемых механических характеристик во всем диапазоне изменения его скорости вращения одновременно с частотой необходимо изменять и подводимое к двигателю напряжение. Закон изменения напряжения при этом должен зависеть от характера момента нагрузки.

Для регулирования задвижкой используются алгоритмы обеспечивающие трехпозиционное регулирование скоростью позиционной перестройки ее регулирующего органа (рис. 3)

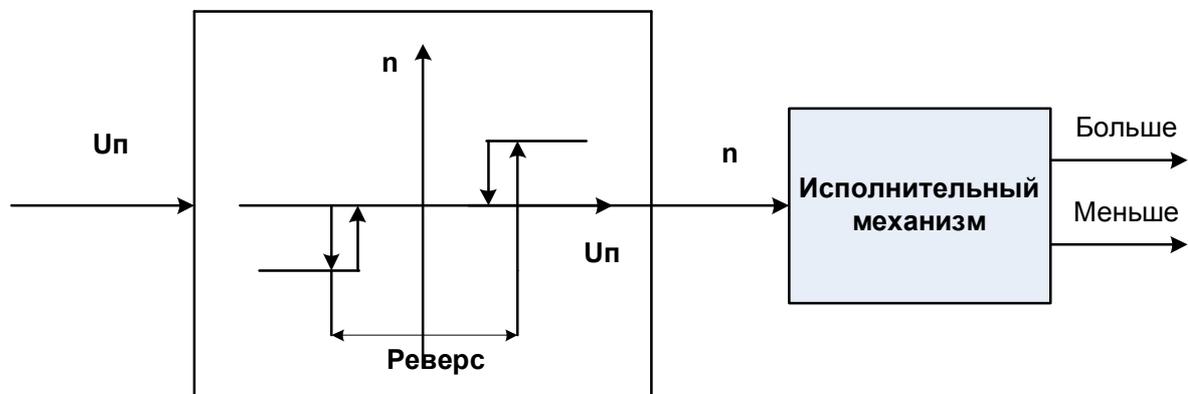


Рис.3 Трехпозиционное регулирование позиционное управление задвижкой

В сравнительных расчетах потребления энергии в частотно-регулируемых МНА рассматриваются или установившиеся режимы работы, или режимы их пуска и не учитывается то, что насос находится в контуре автоматического регулирования и, следовательно, в переходных режимах регулирования давления в этом контуре электропривод будет потреблять энергию на преодоление инерционного сопротивления, связанного с большими массами, нагруженными на валу двигателя.

При плохом качестве регулирования (большой колебательности и значительной величине перерегулирования) эти потери могут быть значительными. Это следует из уравнения движения насосного агрегата:

$$n_c \frac{GD^2}{375} \frac{d\omega}{dt} = M_n - M_c$$

где

GD^2 - маховый момент насоса;

$$M_n = \frac{3I^2 R^2}{s}$$

момент, развиваемый приводом насоса;

n_c – синхронная скорость вращения;

I – приведенный ток ротора;

R – приведенное активное сопротивление ротора;

s – скольжение;

M_c – момент сопротивления на валу электропривода.

Инерционные потери, связанные с непрерывным разгоном или торможением насоса, оказываются пропорциональными ускорениям разгона привода в течении переходного процесса и маховому моменту насоса и ротора привода. Последний оказывается для большей МНА значительной величиной.

В тоже время из-за небольшой инерционности привода задвижек электрические потери в динамике переходного процесса позиционного перемещения регулирующего органа оказываются меньшими по сравнению с насосным агрегатом.

Вот почему, заманчивым решением задачи регулирования является одновременное использование в дополнение к частотному регулированию либо дроссельного исполнительного устройства, либо задвижки байпасного регулирования. В таком варианте построения САРД можно реализовать экономичные по потреблению энергии режимы работы САРД. Такие схемы САРД можно назвать многоконтурными, так как регулирование давлением осуществляется одновременно несколькими контурами и различными исполнительными устройствами.

Для снижения величины инерционного момента следует обеспечить плавное изменение частоты напряжения питания электропривода МНА, а контуры регулирования позиционным перемещением привода задвижек вывести на режимы быстрого регулирования, так чтобы собственная частота контуров задвижек превышала, по крайней мере, на порядок собственную частоту контура регулирования скорости насоса.

В этом случае контур регулирования положением задвижки может подавлять высокие частоты динамики САР и тем самым освобождать контур регулирования насоса от непосредственного динамического противодействия. Контур регулирования насоса при этом может взять на себя противодействие низкочастотным составляющим динамики так, чтобы в установившихся или квазиустановившихся режимах стабилизации давления степень открытия выходной задвижки была бы максимальной, а открытие задвижки байпаса было бы минимальной.

Таким образом, возможны следующие варианты двухконтурного регулирования: «насос-выходная задвижка» и «насос-байпасная задвижка». В принципе, такое регулирование может осуществляться и при включении всех трех контуров регулирования одновременно.

При условии значительного разделения диапазона собственных частот можно рассматривать их динамически разными контурами. Назначив дроссельный контур для быстрого регулирования, насосный контур будет выполнять медленную (плавную) доводку задвижки в положение, обеспечивающее энергетически экономичный режим работы насосного привода.

Выводы

1. В переходных режимах электропривод магистрального насосного агрегата, включенный в контур САРД, может потреблять значительную энергию на преодоление инерционного сопротивления, массового момента насоса.
2. Для снижения потери энергопотребления насосным агрегатом следует использовать многоконтурные схемы САРД, включающие в себя контуры управления скоростью вращения насосом и положением задвижки на выходе насоса, или в байпасе перекачки нефти на входе насоса.
3. Собственные частоты этих контуров разделяются так, что собственная частота контура регулирования скорости задается значительно ниже частот контуров регулирования задвижек.
4. Многоконтурная САРД реализуется так, что контур регулирования насоса берет на себя противодействие низкочастотным изменениям давления. В процессе медленной перестройки частоты в установившихся или квазиустановившихся режимах степень открытия выходной задвижки устанавливается максимальной, а открытие задвижки байпаса – минимальной.

Литература

1. Кондрашова О.Г. Шамшович С.О. Частотное управление магистральными насосами на эксплуатационном участке «Москаленки-Юргамыш» Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело» №3, 2012, с. 16-24.
2. Кузнецова Е.Е. Методика проектирования цифрового регулятора давления на выходе насосного агрегата Автоматизация в промышленности №4, 2009, с.3-5.
3. Кузнецова Е.Е. Цифровая система управления центробежным насосным агрегатом Автоматизация телемеханизация и связь в нефтяной промышленности №4, 2009, с.64-66
4. Кузнецова Е.Е., Лянцев О.Д. Метод определения ПИД-регулятора центробежного насосного агрегата, Автоматизация телемеханизация и связь в нефтяной промышленности №4, 2010.
5. Кузнецова Е.Е., Лянцев О.Д. Особенности разработки цифровой системы управления ЦНА Автоматизация телемеханизация и связь в нефтяной промышленности №4, 2011, с.34-36
6. Пашаев А.М., Эфедиев О.З., Мамедов А.И. Азизов Р.Р. Численное моделирование динамических процессов в магистральных нефтепродуктопроводах при последовательной перекачке разноразных Проблемы энергетики №2, 2007, с. 21-37.
7. G.K. Pedersen and Z. Yang. Efficiency Optimization of a Multi-pump Booster system. Proc. of Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO-2008), Atlanta, Georgia, USA, Jul 12-16 2008, pp.1611-1618.
8. Z. Yang and H. Børsting. Energy Efficient Control of a Boosting System with Multiple Variable-Speed Pumps in Parallel. Proc. of IEEE CDC2010, Atlanta, Georgia USA, December 15-17, 2010, pp.2198-2203.

Доценко С.М.¹, Скрипко О.В.², Иванов С.А.³, Кубанкова Г.В.⁴

¹Доктор технических наук, профессор; ²доктор технических наук, доцент; ³ доктор технических наук; ⁴ аспирант, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт сои Россельхозакадемии

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ И МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ПЕРЕРАБОТКИ СЕМЯН СОИ

Аннотация

В данной статье приведены результаты научных исследований по разработке технологии хлеба и мучных кондитерских изделий с использованием вторичного соевого сырья. Исследован биохимический состав вторичного соевого сырья, как источника биологически ценных веществ. Приведены сравнительные характеристики пищевой и биологической ценности полученных хлебобулочных и мучных кондитерских изделий.

Ключевые слова: соевая белково-углеводная мука.

Dotsenko S.M.¹, Skripko O.V.², Ivanov S.A.³, Kubankova G.V.⁴

¹Doctor of technical sciences, professor; ²doctor of technical sciences, senior lecturer; ³doctor of technical sciences; ⁴graduate student, SSI All-Russian scientific research institute of soybean of RAAS

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF WORKING OUT OF BAKERY AND FLOUR CONFECTIONERY WITH USING SECONDARY RAW MATERIALS OF PROCESSING OF SOYBEAN SEEDS

Abstract

In the article the results of scientific researches on elaboration of technology of bread and flour confectionery when using secondary raw materials are cited. Biochemical compound of secondary raw materials of soybean as source of biologically valuable substance is given. Comparative characteristics of food and biological value of gotten bread and flour confectionery are cited.

Keywords: soybean protein - carbohydrate flour.

В настоящее время ученые направляют свои усилия на создание продуктов питания повышенной пищевой и биологической ценности. При этом особую практическую значимость для решения данной проблемы представляют продукты питания, ежедневно употребляемые в пищу, такие как хлеб и мучные кондитерские изделия.

Одним из путей восполнения дефицита белка и физиологически ценных ингредиентов в пище является повышение эффективности использования сырьевых ресурсов за счет внедрения ресурсосберегающих и безотходных технологий, ликвидации производственных потерь, привлечения для выработки пищевых продуктов новых компонентов из вторичного сырья, богатого питательными веществами, безвредного и легко поддающегося различным видам переработки [1, 2].

В качестве такого компонента нами использована соевая белково-углеводная мука, приготовленная путем измельчения вторичного соевого сырья (ВСС), получаемого при производстве соевой необезжиренной муки, с помощью комплекта оборудования КПСМ-850, объём которого составляет 15% и более. Преимущество данного вида соевого сырья по сравнению с другими соевыми аналогами (концентратами, изолятами, обезжиренной соевой мукой), заключается в том, что оно содержит в себе совокупность физиологически ценных ингредиентов [3, 4].

Указанный продукт разработан с учетом возможности и целесообразности его использования в составе продуктов общественного питания функциональной направленности в определенном соотношении [5].

Так как эта композиция состоит из естественных частей семян сои, то она содержит относительно высокое количество белков, липидов, минеральных веществ, витаминов и пищевых волокон, в совокупности являющихся комплексом незаменимых эссенциальных факторов питания.

Химический состав данной естественной композиции на 100 г, при содержании влаги 5,0-6,0 г, представлен следующим количеством: белков – 24,3-25,6 г, липидов – 5,0-5,7 г, углеводов – 56,4-59,9 г; в том числе 44,0-45,0 г клетчатки, и минеральных веществ – 3,9-4,2 г, витамина Е – 15,5 мг. Энергетическая ценность композиции составляет 368,1-393,66 ккал/100 г. В тоже время, ее состав в значительной степени зависит от сорта сои, условий ее произрастания, а так же параметров и режимов получения соевой необезжиренной муки и в частности на агрегате КПСМ-850.

Использование данного белково-углеводно-витаминного комплекса в составе с пшеничной или другого вида мукой, может обеспечить повышение пищевой биологической ценности готовых хлебобулочных и мучных кондитерских изделий.

Получаемая соевая белково-углеводная мука представляет собой однородную, мелкодисперсную, сыпучую массу, без посторонних включений, приятного орехового вкуса и запаха, коричневого цвета.

С целью определения влияния данного компонента на свойства получаемых продуктов, посредством анализа факторов из них выделены наиболее значимые, оказывающие существенное влияние на органолептические показатели хлеба, пряников, овсяного печенья и коврижки медовой для которых установлены уровни варьирования. К таким факторам отнесены следующие: массовая доля белково-углеводной муки - $M_{\text{бв}}$, для хлеба – продолжительность брожения – $T_{\text{б}}$, массовая доля аскорбиновой кислоты вносимой в пшеничную муку - $M_{\text{с}}$, а для мучных кондитерских изделий – температура – t^0 и продолжительность выпечки – T . Органолептическая оценка - N_{1-3} проводилась по 100-балльной шкале оценки.

Проведенные исследования и обработка полученных экспериментальных данных, позволили получить следующие математические модели органолептической оценки хлеба – N_1 , овсяного печенья – N_2 и пряников и коврижки медовой – N_3 :

$$N_1 = -20,374 + 0,98423 \cdot M_{\text{бв}} + 116,76 \cdot T_{\text{б}} + 16336 \cdot M_{\text{с}} - 0,355 \cdot M_{\text{бв}} \cdot T_{\text{б}} + 14,75 \cdot M_{\text{бв}} \cdot M_{\text{с}} - 0,020136 \cdot M_{\text{бв}}^2 - 36,553 \cdot T_{\text{б}}^2 - 642870 \cdot M_{\text{с}}^2 \rightarrow \max \quad (1)$$

$$N_2 = -596,49 + 2,9817 \cdot M_{\text{бв}} + 6,0964 \cdot t^0 + 8,5991 \cdot T - 0,073125 \cdot M_{\text{бв}} \cdot T - 0,039101 \cdot M_{\text{бв}}^2 - 0,015533 \cdot (t^0)^2 - 0,29518 \cdot T^2 \rightarrow \max \quad (2)$$

$$N_3 = -291,35 + 3,5671 \cdot M_{\text{бв}} + 2,8070 \cdot t^0 + 7,7557 \cdot T - 0,12156 \cdot M_{\text{бв}} \cdot T - 0,03857 \cdot M_{\text{бв}}^2 - 0,0070175 \cdot (t^0)^2 - 0,17120 \cdot T^2 \rightarrow \max \quad (3)$$

Адекватность моделей подтверждается неравенствами по критерию Фишера ($F_R > F_T$), как $6,10 > 4,015$, $4,60 > 3,79$ и $6,70 > 4,77$ при коэффициентах корреляции $R_1 = 0,917$, $R_2 = 0,916$, $R_3 = 0,895$.

На основе полученных моделей оценки разработанных продуктов питания, определены оптимальные режимы и параметры их приготовления: для хлеба: $M_{\text{бв}} = 16,4\%$; $T_{\text{б}} = 1,5$ ч; $M_{\text{с}} = 0,01\%$; для овсяного печенья: $M_{\text{бв}} = 27,7\%$; $t^0 = 196,2^\circ\text{C}$; $T = 11,12$ мин; для пряников: $M_{\text{бв}} = 23,9\%$; $t^0 = 200^\circ\text{C}$; $T = 14,16$ мин, при которых оценка составила: для хлеба: $N_1 = 88,2$ балла; для овсяного печенья: $N_2 = 90,8$ баллов; для пряников: $N_3 = 86,9$ баллов.

На основании проведенных исследований разработан пакет нормативно-технической документации для промышленного производства указанных продуктов. Результаты сравнительной оценки существующих и разработанных продуктов приведены в таблице.

Данная работа отмечена бронзовой медалью в качестве инновационной технологии на XIV Российской агропромышленной выставке «Золотая осень» (г. Москва 11-14 октября 2012 г.).

Таблица - Сравнительный химический состав и биологическая ценность продуктов без использования и с использованием муки из вторичного соевого сырья

Продукт	Содержание, г / 100 г							Энергетическая ценность, ккал/100 г
	Белки	Жиры	Углеводы / клетчатка	% от РСНП* (по клетчатке)	Минеральные вещества, %	Витамин Е, мг/100г	% от РСНП*	
Хлеб из муки пшеничной	7,6	0,9	56,7 / 0,2	-	1,8	-	-	266,1
Хлеб с добавлением муки из вторичного соевого сырья	9,3	1,5	54,0 / 4,5	18,0	2,1	5,5	27,5	266,7
Пряники из муки пшеничной – 2с «Ленинградский» по ГОСТ 15810-96	6,3	6,8	31,0 / 0,1	-	2,0	-	-	210,4
Пряники с добавлением муки из вторичного соевого сырья	15,6	6,75	45,5 / 22,5	90,0	3,0	7,5	37,5	304,7
Печенье овсяное мука пшеничная + мука овсяная по ОСТ – 10061-95	5,3	5,2	76,1 / 2,5	10,0	2,0	-	-	428,0
Печенье овсяное с добавлением муки из вторичного соевого сырья	9,09	5,4	68,0 / 13,5	54,5	3,0	4,65	23,2	357,0

*РСНП – рекомендуемая суточная норма потребления

Таким образом, проведенные исследования позволили создать технологию производства белково-углеводной муки на основе вторичного соевого сырья, а также научно обосновать возможность и целесообразность ее использования в технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий повышения их пищевой и биологической ценности.

Литература

1. Чижикова О.Г. Соя. Пищевая ценность и использование. – Владивосток, 2001. – 148 с.
 2. Скурихин И.М., Нечаев А.П. Все о пище с точки зрения химика. – М., 1991. – 288 с.
 3. Скороходова Е.В. Влияние биологически активной добавки из семенной оболочки сои на сохранение свежести хлеба // Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции. – 2012. – СПТ Вып. 11. – С. 138-140.
 4. Скороходова Е.В., Васюкова А.Р. Биотехнологические аспекты разработки хлебобулочных изделий функционального назначения // Вестник КрасГАУ – Красноярск. – 2009.
 5. Патент РФ № 2010123616/10, 09.06.2010.
- Доценко С.М., Скрипко О.В., Иванов С.А., Ющенко Б.И., Кодирова Г.А., Кубанкова Г.В. Способ получения функционального продукта // Патент России № 2452217. 2012. Бюл. № 16.

Чернова Г.А.¹, Кузин А.Ю.², Попов А.В.³

¹Кандидат технических наук, доцент; ²студент; ³старший преподаватель, Волжский политехнический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования Волгоградский государственный технический университет

ОЦЕНКА ВИБРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КАРДАННОЙ ПЕРЕДАЧИ АВТОБУСА «ВОЛЖАНИН - 5270» С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Аннотация

В статье рассматривается исследования вибрационных характеристик карданной передачи автобуса «Волжанин - 5270». Были проведены измерения вибрации карданной передачи и выполнен анализ полученных данных.

Ключевые слова: карданная передача, вибрация.

Chernova G.A.¹, Kuzin A.Y.², Popov A.V.³

¹Candidat of Technical Sciences, Associate Professor; ²student; ³a senior teacher, Volzhsky Polytechnical Institute (branch of) State Educational Institution of Higher Professional Education 'Volgograd State Technical University'

ASSESSMENT OF VIBRATION CHARACTERISTICS DRIVELINE BUS "VOLZHANIN - 5270" TO ENHANCE PERFORMANCE

Abstract

The article deals with the study of vibration characteristics driveline bus "Volzhanin - 5270". Measurements were made of the driveline vibration and the analysis of the data obtained.

Keywords: driveline, vibration.

Одним из наиболее слабых элементов трансмиссии является карданная передача. Во время работы карданный вал испытывает изгибающие, скручивающие и осевые нагрузки, что приводит к вибрациям в карданной передаче и возникновению шума. Возникающие при работе вибрации, оказывают вредное воздействие на пассажиров и приводят к появлению преждевременных отказов агрегатов: ведущего моста, коробки передач, элементов карданной передачи и других агрегатов.

Но кроме этого эти вибрационные процессы несут в себе информацию о дефектах, их возбуждающих. Выявление взаимосвязей параметров колебаний конструкций машины с параметрами возмущающих сил, вызванных эксплуатационными дефектами карданных передач, позволит проводить прогнозирование характеристик возникающих при этом вибрационных процессов и диагностирование технического состояния элементов трансмиссий.[1]

Основными причинами возникновения вибраций являются: углы в карданных шарнирах больше допустимых; дисбаланс карданных валов; неправильное расположение крестовин карданного вала относительно друг друга; износ карданных шарниров и шлицевого соединения.

На МУП ВАК - 1732 города Волжского были зафиксированы следующие неисправности карданных передач: износ шлицев карданного вала, обрыв болтов, люфт крестовин, вибрация карданного вала, обрыв карданного вала.

Для анализа вибраций карданной передачи необходимо проводить исследование и диагностику, что позволит более информативно рассмотреть состояние отдельных элементов карданной передачи.

Исследование вибрации карданной передачи автобуса проводилось импульсным методом. Для измерения вибрационных характеристик был выбран виброметр «Алгоритм 03». Методика измерения вибрации прибором полностью соответствует требованиям ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ «Вибрационная безопасность». АЛГОРИТМ-03 измеряет дозу вибрации – виброускорение (А, мм/сек²).

В процессе проведения измерений вибрации карданной передачи, исследуемый автобус, находился на смотровой яме с поддомкраченными задними колесами. Замеры осуществлялись на не вращающихся частях системы передачи крутящего момента.

Измерения проводились на холостом ходу при оборотах коленчатого вала двигателя $n_{\text{двиг.}} = 900$ об/мин и на первой передаче при $n_{\text{двиг.}} = 1200$ об/мин. В каждой точке измерения проводились по трем осям. Продолжительность измерений 10 секунд на каждой оси. При проведении измерений вибродатчик прикреплялся в горизонтальной плоскости в контрольных точках: поддон двигателя и корпус главной передачи, а к КПП крепление производилось в вертикальной плоскости.

Результаты виброускорения были получены по четырем параметрам: Peak, P-P, RMS, Max. Peak – пиковое значение виброускорения. Max – максимальное значение виброускорения. P-P – размах между максимальным и минимальным пиковыми значениями вибрации. RMS –среднеквадратичное значение виброускорения.

Пиковые значения виброускорений Peak и среднеквадратичное значение виброускорения RMS имеют одинаковые значения и практически не отличаются по порядку от размаха между максимальными и минимальными пиковыми значениями вибрации PP. Наибольшие значения (табл.) имеет размах между максимальными и минимальными пиковыми значениями вибрации PP, м/с^2 . Максимальные значения виброускорений Max, м/с^2 , меньше или одинаковы с Peak, PP, RMS, поэтому дальнейшая обработка измерений сводится к выборке значений PP м/с^2 и анализу виброускорений на холостых оборотах двигателя и первой передаче.

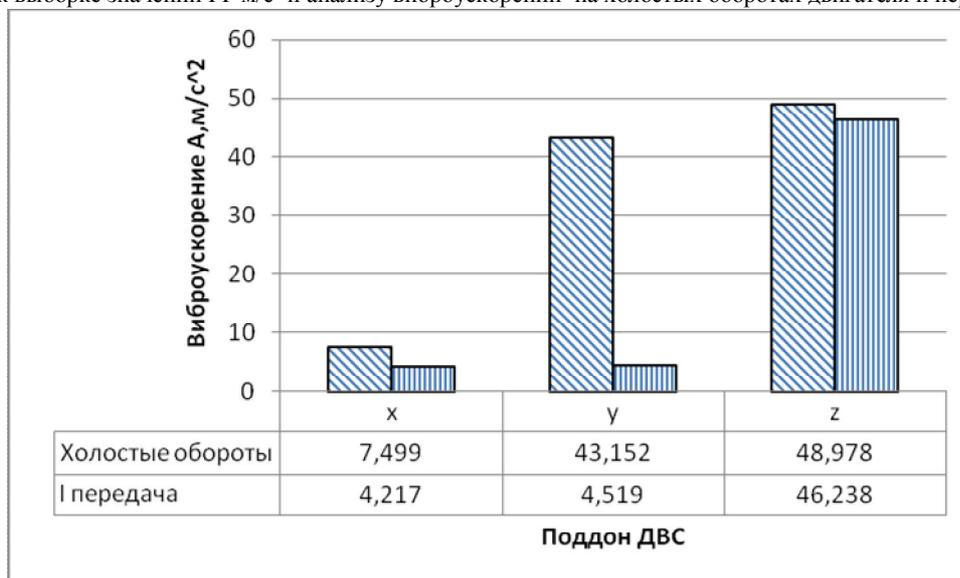


Рис. 1 – Максимальные пиковые значения виброускорения на холостых оборотах и первой передаче двигателя измеренные на поддоне ДВС

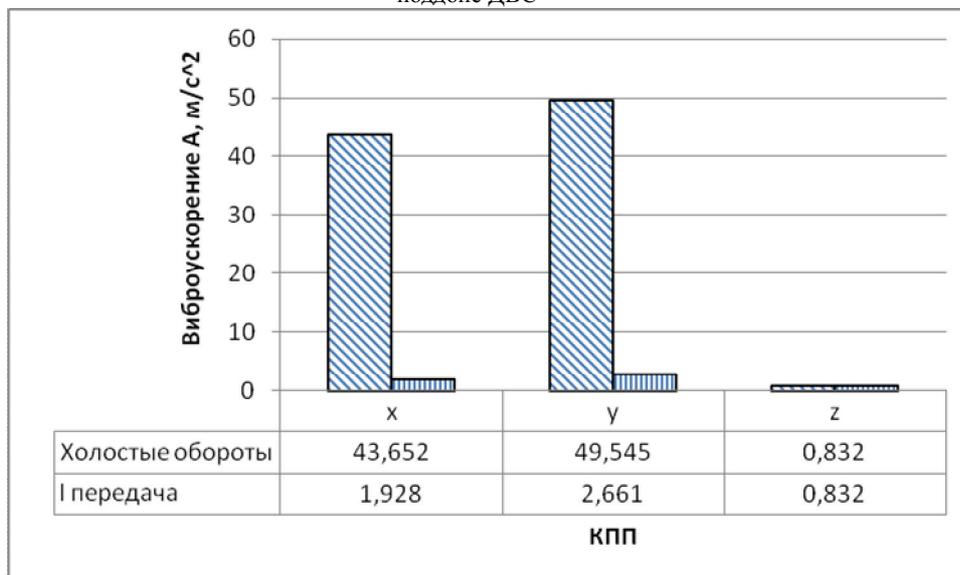


Рис. 2 - Максимальные пиковые виброускорения на холостых оборотах и первой передаче двигателя измеренные на корпусе КПП

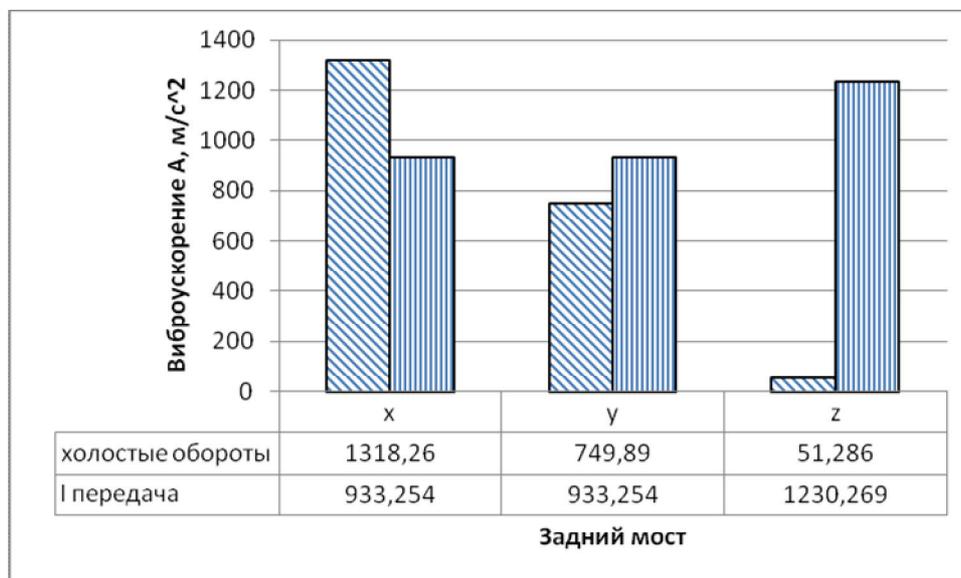


Рис. 3 - Максимальные пиковые виброускорения на холостых оборотах и первой передаче двигателя измеренные на корпусе заднего моста

На диаграммах (рис. 1,2,3) представлены максимальные пиковые виброускорения на холостых оборотах и первой передаче измеренные в контрольных точках по трём осям X, Y и Z: поддон ДВС, корпус КПП и корпус заднего моста.

Как видно из диаграмм значения виброускорений по трем плоскостям имеют разный характер. Вибрация, измеренная на поддоне ДВС на холостых оборотах больше, чем при включенной первой передаче на всех осях. Максимальное значение виброускорения достигается на холостых оборотах по оси Z (в вертикальном направлении) и составляет 48,978 м/с².

На корпусе КПП максимальное значение виброускорения достигается по оси Y (вдоль оси автобуса) на холостых оборотах двигателя и составляет 49,545 м/с². По оси Z вибрации практически отсутствуют.

Вибрация по оси X измеренная на корпусе заднего моста на холостых оборотах больше, чем при включенной первой передаче, а по осям Y и Z наоборот, значения виброускорения на холостом ходу меньше значений, полученные на первой передаче. Наибольшие значения виброускорения достигаются по осям X на холостых оборотах 1318,26 м/с² и Z на первой передаче 1230,269 м/с².

По оценке вибрационных характеристик можно сделать вывод, что на карданной передаче существуют дефекты в зоне заднего моста, которые могут привести к поломке.

Введение вибродиагностики карданной передачи на АТП позволит предупредить появления неисправностей карданной передачи, что в свою очередь уменьшит последствия после поломок.

Литература

1. Щиенко А.Н. Метод оценки технического состояния карданных передач автогрейдеров: автореферат /Воронеж, 2008-17с.

Прохорова О.В.¹, Кулакова Н.О.²;

¹Доктор технических наук, доцент, Самарский архитектурно - строительный университет, ²студентка, Самарский архитектурно - строительный университет.

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ НУЖД ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО РЫНКА

Аннотация

В статье кратко описан подход разработки экспертной системы (ЭС) подбора сотового телефона заказчику. Отличием от существующих ЭС является независимость принятия решения от специальных знаний при опросе заказчика.

Ключевые слова: экспертная система, потребитель, принятие решения, факты, эксперт.

Prokhorova O.V.¹, Kulakova N.O.²;

¹Dr.Sci.Tech, docent, Samara state university of architecture and civil engineering, ²student, Samara state university of architecture and civil engineering.

EXPERT SYSTEM DEVELOPMENT FOR THE CONSUMER MARKET REQUIREMENT

Abstract

The article briefly describes the development of an expert system approach (ES) of the cell phone selection for the customer. Difference of the developed ES and existing systems is the decision independence from special knowledge of the customer.

Keywords: expert system, consumer, decision-making, facts, expert.

В настоящее время большую актуальность приобретает использование экспертных систем для решения объемных, трудно формализуемых задач в различных предметных областях. Эти задачи характеризуются, как правило, отсутствием или сложностью формальных алгоритмов решения, неполнотой и нечеткостью исходной информации, нечеткостью достигаемых целей. Данные особенности приводят к необходимости использования в процессе решения данных задач знания, которые получаются от человека-эксперта в предметной области. На основании полученных знаний разрабатываются экспертные системы, осуществляющие сбор и управление этими знаниями, принимающими решения об оптимальном способе достижения целей в условиях неопределенности или слабой определенности с использованием теории нечетких множеств [1].

Основное преимущество экспертных систем, это способность накапливать знания в любой предметной области. Это происходит благодаря работе эксперта и когнитолога, они определяют факты и правила вывода на основе фактов. Система по запросу ведет поиск нужной информации, обрабатывая и связывая факты. Такая система позволяет обычному пользователю, плохо разбирающемуся в этой сфере, получить ответ на свой вопрос, так как система строит цепочку рассуждений подобно эксперту [2].

Эта особенность открывает для ЭС еще одну область применения - область потребительского рынка. Именно для решения одной из таких задач была разработана ЭС подбора сотового телефона с учетом предпочтения пользователя. Уже существует множество сайтов, где пользователь может выбрать необходимые характеристики для будущего телефона и система выдаст подходящие модели. Но почти все сайты предлагают выбрать и указать технические параметры телефона. Например, сайт rodberi-sotik.ru и дает подробную справку о каждом пункте, однако, не все пользователи понимают, что именно им необходимо в телефоне (размер телефона, мощность аккумулятора, объем встроенной памяти и т.д.). Эту проблему частично решила система Яндекс Гугл. Она задает простые вопросы, например: «Телефон для вас — это...», предлагает несколько вариантов и в зависимости от выбранного ответа, задает следующий вопрос. Система задает несколько вопросов и выдает подходящие модели.

Однако, в этом диалоге встречается много уточняющих технических вопросов, что порой заводит и пользователя и систему в тупик. Для более комфортного диалога с ЭВМ в решении задачи авторами была разработана ЭС, исключая подобные ситуации. Система разработана на языке программирования С++. На данном этапе разработки ЭС представлена системой локального назначения, но уже сейчас она показывает свое преимущество перед простыми системами подбора. Эксперт в данной области создает вопросы и заполняет БД моделями телефонов и их характеристиками. Потом он вместе с когнитологом участвует в разработке правил вывода, по которым система задает нужные ей вопросы и после обработки ответов выдает подходящие модели.

Пользователь, запустив систему, видит форму, в которой предлагается несколько вариантов дальнейшей работы с приложением: Начать поиск, Узнать о системе, Просмотреть статистику. При выборе первого варианта, пользователю начинают задаваться вопросы. Все вопросы направлены на уточнение различных параметров телефонов, но задаются через простые вопросы. Например: Для чего вам нужен телефон?

1. Для общения. 2. Карманный компьютер. 3. Для бизнеса. 4. Не знаю.

Если выбран 3 вариант ответа, система сразу понимает, что нужен телефон с большой мощностью аккумулятора, с выходом в интернет, а вот качество фотокамеры неважно. Основываясь на каждый полученный ответ, система задает следующий вопрос, чем больше точных ответов дал пользователь, тем меньше вопросов задано ему будет. Таким образом, задав пользователю несколько несложных, а главное, не требующих от него специальных знаний вопросов, система подбирает подходящую модель. Даже если человек будет отвечать «не знаю» ЭС будет продолжать задавать уточняющие вопросы, пока не получит уточняющую информацию. В ней предусмотрены любые возможные ответы пользователя.

При выборе варианта «О системе», появляется форма, в которой рассказывается о назначении приложения и правилах работы с системой. При выборе варианта «Просмотреть статистику», появляется диаграмма рейтингов актуальных моделей.

Разработанная ЭС система работает по подбору сотовых телефонов, однако разработчику или лицу сопровождающему систему дается возможность для простой корректировки базы данных при решении других поисковых задач. Что показывает ее эффективность и актуальность разработки.

Выводы. Экспертные системы занимают свою нишу в информационных системах. Они решают и упрощают решение определенного круга задач. В них есть свои достоинства и недостатки. До настоящего времени нет четкой методологии разработки ЭС. Рассмотренный пример, подбора сотового телефона с учетом необходимых характеристик, показывает эффективность применения методологии экспертных систем, имитируя диалог покупателя и консультанта. Система позволяет человеку подобрать телефон, не вникая в его технические характеристики, а просто указав свои пожелания. Основное преимущество использования такой системы перед обычным консультантом - это исключение человеческого фактора. В базу заносятся все модели и их характеристики, система работает только с ними, ничего не приукрашивая и не утаивая.

Литература

1. Усков А.А., Круглов В.В. Интеллектуальные системы управления на основе методов нечеткой логики - Смоленск: Смоленская городская типография, 2003.-177 с.
2. Прохорова О.В. Основы искусственного интеллекта. Курс лекций. М.: АПКИППРО, 2009. – 56 с.

Балашова И.Ю.¹, Князев В.Н.², Левашко В.В.³

¹Кандидат технических наук, доцент, Пензенский государственный университет; ²Кандидат технических наук, доцент, Пензенский государственный университет;

³Магистрант;

ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ GNTLVTNYS| НА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКЕ

Аннотация

В статье рассмотрено – модификация моделей предметных и персональных знаний на основе нечетко-логических математических моделей для их использования при разработке компьютерной обучающей системы.

Ключевые слова: модификация, модель, нечеткая логика.

Balashova I.Yu.¹, Knjazev V.N.², Levashko V.V.³

¹PhD, Associate Professor, Penza State University; ²PhD, Associate Professor, Penza State University; ³Master's degree

PRESENTATION MATHEMATICAL MODEL OF FUZZY LOGIC

Abstract

The article considers - modification models subject and personal knowledge based on fuzzy logic mathematical models for use in developing a computer learning system.

Keywords: modification, model, fuzzy logic.

Проблема компьютерного обучения в настоящее время отводится большое внимание. В процессе компьютерного обучения участвуют во взаимосвязанной деятельности его субъекты, выполняющие функции педагога и обучаемого. Исходя из этого, компьютерная обучающая система должна содержать знания педагога о составе и структуре учебного предмета (предметные знания) и знания об обучаемом (персональные знания)[1].

Процесс обучения, как процесс творческий, относится к плохо формализуемым процессам. В подобных случаях наиболее целесообразно воспользоваться такими методами, которые специально ориентированы на построение моделей, учитывающих неполноту и неточность исходных данных.

Именно поэтому нечетко-логические модели оказываются наиболее конструктивными при описании предметных и персональных знаний [1, 2].

Большинство известных моделей предметных и персональных знаний учитывают только одну характеристику – успеваемость.

Модифицируем модели, используя систему целевых дидактических показателей, предложенных В.П. Беспалько. Она менее детально и более алгоритмична, чем таксономия Блума, реализованная в SCORM, и в большей степени подходит к электронному обучению.

У В.П. Беспалько выделено несколько характеристик, но мы будем использовать только одну характеристику - «степень автоматизации». Этот показатель характеризует умения как навыки в овладении осваиваемыми способами деятельности, что иногда требуется в процессе обучения. Можно измерять степень автоматизации усвоения коэффициентом:

$$Y = \frac{H}{F}$$

где H - время выполнения теста профессионалом; F - время выполнения теста учащимся.

Считается, что если $Y \geq 0.5$ $Y \geq 0.5$ то это хороший результат. В некоторых областях (подготовка летчика, водителя, хирурга и т.д.) должно выполняться условие $Y \geq 1$. $Y \geq 1$.

Следовательно, можно после прохождения теста оценивать степень автоматизации обучающегося, например, по вышеприведенной формуле. Для этого необходимо произвести модификацию моделей предметных и персональных знаний.

В связи с этим, каждая вершина q_i графа будет взвешиваться вектором $(\mu_{S_q}^*(q_i, t_i), H_i)$, H – время прохождения профессионалом. Состав и структуру предметных знаний отражает нечеткий ориентированный граф **Error! Objects cannot be created from editing field codes.**, представленном на рисунке 1.

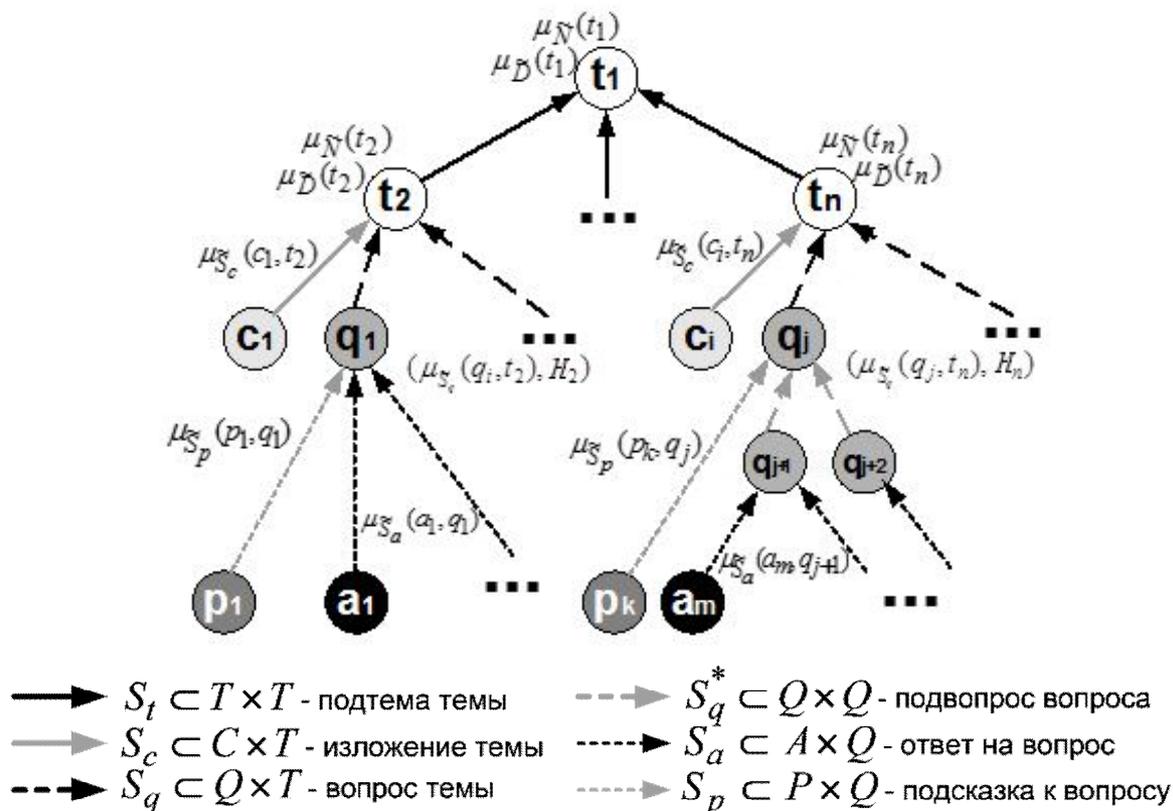


Рисунок 1 – Модифицированная модель предметных знаний

Вершины графа отражают состав предметных знаний – множество E предметных элементов (ПЭ). Дуги графа отображают антирефлексивное, ассиметричное и транзитивное бинарное отношение $S \subset E \times E$, характеризующее структуру предметных знаний. Вершины и дуги маркированы значениями функций принадлежности нечетких множеств и отношений, отражающих представления эксперта об учебном предмете на качественном уровне и выделенных с учетом системы дидактических показателей Беспалько В.П. Функции принадлежности данных нечетких множеств и отношений формируются экспертом перечислением, что обусловлено тем, что их носители дискретны и мощность их относительно невелика. Фактор-множество вершин графа $E / F_E = \{T, C, Q, A, P\}$, порожденное разбиением по функциональному признаку, определяет необходимые таблицы базы данных КОС, в которых хранятся заданные экспертом функции принадлежности выделенных нечетких множеств и отношений. Фактор-множество связей графа $S / M_S = \{S_t, S_c, S_q, S_q^*, S_a, S_p\}$, порожденное разбиением по смысловой нагрузке структурной связи ПЭ, устанавливает связи данных таблиц.

Из этого следует что в модели персональных знаний каждая вершина t_i графа будет взвешиваться вектором $(\mu_{\tilde{T}}(t_i), F_i)$, где F – время прохождения теста студентом. Состав и структуру персональных знаний отражает нечеткий ориентированный граф $\tilde{G}' = (E', S', \mu_{\tilde{G}'}(e'), \mu_{\tilde{G}'}(s'))$, изображенный на рисунке 2.

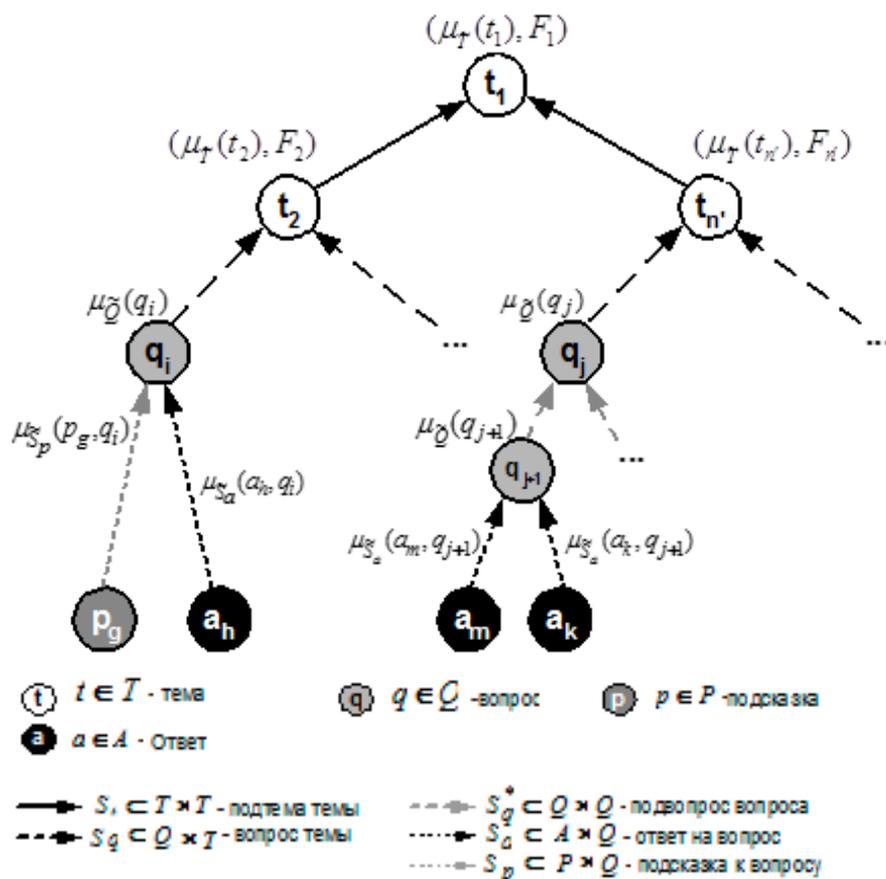


Рисунок 2 – Модифицированная модель персональных знаний

Вершины графа G' отражают состав диагностированных предметных знаний - подмножество $E' \subseteq E$; дуги графа G' отражают структуру диагностированных предметных знаний - подотношение $S' \subseteq S$. Дуги графа маркированы значениями функций принадлежности выделенных выше нечетких отношений. Маркировка вершин определяется в результате построения нечетких подмножеств множества E , последовательно обуславливающих друг друга:

$$A' \sim \xrightarrow[S_a \circ S_q^*]{av} \tilde{A}; P' \sim \xrightarrow[S_p]{gr} \tilde{P}; \tilde{Q} = \tilde{A} \setminus \tilde{P}; \tilde{Q} \sim \xrightarrow[S_q \circ S_t]{av} \tilde{T},$$

где $\tilde{A} \subset Q'$ - нечеткое множество, характеризующее степень знания вопроса; $\tilde{P} \subset Q'$ - нечеткое множество, характеризующее степень незнания вопроса; $\tilde{Q} \subset Q'$ - нечеткое множество, отражающее оценку уровня владения вопросом учащимся; $\tilde{T} \subset T'$ - нечеткое множество, отражающее оценку степени освоения учащимся материала темы; $\sim \xrightarrow{av}$ - обозначение операции индуцирования в average-форме; $\sim \xrightarrow{gr}$ - обозначение операции индуцирования в форме граничного объединения. Такое определение функций принадлежности вышеперечисленных нечетких множеств отражает традиционную практику оценивания и повышает степень полноты и достоверности оценки подготовки обучаемого благодаря учету всех факторов, влияющих на ответ учащегося, и, что самое важное, степени их влияния. Фактор-множество вершин графа E'/F_E определяет таблицы базы нечетких данных, в которых хранятся функции принадлежности выделенных нечетких множеств и отношений, фактор-множество связей графа S'/M_S отражает связи данных таблиц.

Далее зная H – время ответа на вопрос затраченное профессионалом и F – время затраченное студентом, можно измерить коэффициент степени автоматизации усвоения учебного материала.

$$Y = \frac{H_1 + H_2 + \dots + H_n}{F_1 + F_2 + \dots + F_n}$$

Так как студент может проходить одни и те же тесты неоднократно, то Y будет представлено в виде массива элементов:

$$Y = Y_{b1}^{a1} \dots Y_{bn}^{an}$$

, где a – номер теста по теме, b – сколько тестов пройдено.

В соответствии с указанной целью в Пензенском государственном университете (ПГУ) разрабатывается электронный учебный курс (ЭУК) по курсу моделирования систем. В плане структурной организации ЭУК представляет собой совокупность программных компьютерных средств для теоретической и практической подготовки по указанной дисциплине. Для реализации ЭУК использовались языки HTML, ActionScript, C#.

Литература

1. Денисова И.Ю., Князев В.Н., Левашко В.В. Применение мультимедийных технологий при проектировании электронного учебного пособия по курсу "Моделирование систем" на базе нечеткологической математической модели. // Труды VI Международной научно-практической конференции "Молодежь. Наука. Инновации". – Пенза, Издательство Пензенского филиала РГУИТТ, 2013. – С.152-154.

2. Балашова И.Ю., Князев В.Н., Левашко В.В. Современные модели представления знаний в компьютерной обучающей системе. // Региональный молодежный форум «Открытые инновации – вклад молодежи в развитие региона». – Пенза, Издательство ПГУ, 2013. – С.30-33.

Сухонос А.Л.¹, Людвиницкая А.Р.², Джафаров Р.Д.³

¹Кандидат физико-математических наук, доцент, Уфимский государственный авиационный университет; ²кандидат технических наук, доцент, Уфимский государственный нефтяной технический университет; ³аспирант.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ В ПОЛИМЕРНОМ АРМИРОВАННОМ ТРУБОПРОВОДЕ МАЛОГО ДИАМЕТРА

Аннотация

Рассмотрена технология отвода газа из-под пакера по полимерному армированному трубопроводу, математически смоделирован процесс гидратообразования в трубопроводе малого диаметра. Annotation:

Ключевые слова: пакер, скважина, обводненная нефть, газовый фактор, полимерный армированный трубопровод, отвод газа, гидратообразование.

Suhonocov A.L.¹, Lyudvinskaya A.R.², Dgafarov R.D.³

¹PhD in Physics and mathematics, associate professor, Ufa State Aviation Technical University (USATU); ²PhD, associate professor, Ufa State Petroleum Technical University; ³postgraduate student

MATHEMATICAL MODELING OF HYDRATE FORMATION IN POLYMERIC REINFORCED SMALL DIAMETER PIPELINES

Abstract

Authors describe a new technique, using an armored polymer pipes a bypass to flow out excessive natural gas, otherwise aggregating under a production packer. Authors also introduce a new mathematical model describing hydrates creation in small-diameter pipes.

Key words: Packer, wellbore, high-watercut oil production, gas factor, armored polymer pipe, excessive natural gas removal, hydrates creation.

При использовании пакерной компоновки с полимерным армированным трубопроводом для отвода газа из-под пакерной области по трубопроводу отводится влажный газ, поэтому возникает опасность отложения гидратов, особенно в интервалах вечной мерзлоты. В области локального понижения температуры возникают условия для гидратообразования.

Нами была рассмотрена задача по определению скорости образования гидратного слоя и области возможного локального ускорения потока газа. Для получения модели принималось что газ, выделяющийся из нефти – метан. Рассматривалось одномерное

движение влагонасыщенного газа в трубке внутренним радиусом r_0 и внешним R . Считается, что влаги, необходимой для образования гидрата, достаточно по всей оси трубки, так что проходное сечение S и диаметр $D = 2[r_0 - \xi(z, t)]$ полагаются переменными относительно пространственной координаты и времени. Здесь $\xi(z, t)$ – толщина слоя гидрата в трубке.

Процесс гидратообразования идет медленно, по сравнению со скоростью установления температуры и давления газа, так что процесс можно считать квазистатическим, а давление и температура газа описываются системой уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dp}{dz} = -\rho g - \frac{\psi \sqrt{\pi} M^2}{4S^{5/2} \rho}, \\ \frac{dT}{dz} = -\frac{g}{c_p} + \frac{\alpha_w (T_w - T)\pi D}{Mc_p} + \varepsilon \frac{dp}{dz}. \end{cases} \quad (1)$$

Здесь координата Z отсчитывается вдоль оси трубки, g – ускорение свободного падения, ρ – плотность газа, $M = \rho v S$ – постоянный массовый расход газа (v – скорость потока), c_p – удельная теплоемкость газа при постоянном давлении, ψ – коэффициент гидравлического сопротивления, ε – коэффициент Джоуля-Томсона.

Для системы (1) задаются начальные условия

$$\begin{cases} p(0) = p_1, \\ T(0) = T_1. \end{cases} \quad (2)$$

где p_1 и T_1 – давление и температура на входе в трубопровод.

Система (6) дополняется уравнением состояния:

$$\rho = p / (Z_0 RT) \quad (3)$$

где коэффициент сжимаемости газа задается уравнением Латонова-Гуревича:

$$Z_0(p, T) = \left[0.17376 \ln\left(\frac{T}{T_c}\right) + 0.73 \right] \frac{p}{p_c} + 0.1 \frac{p}{p_c} \quad (4)$$

Температура стенки T_w для областей, покрытых гидратом, принимается $T_w = T_f$. Температура T_f фазового перехода газ-гидрат определяется уравнением

$$T_f(p) = \beta_1 \ln(p/10^5) + \beta_2 \quad (5)$$

где β_1 и β_2 – эмпирические постоянные.

Для областей свободных от гидрата температура стенки канала T_w определяется из решения тепловой задачи для распределения температуры $T_p = T_p(r, z, t)$ в толще материала трубки, т.е. $T_w = T_p(r_0, z, t)$, где r_0 – внутренний радиус трубки. Заметим, что тепломассоперенос через канал трубопровода достаточно мал по сравнению с тепломассопереносом в скважине, так что можно принять, что поток газа в трубопроводе практически не влияет на температурное поле.

На границе раздела фаз, следуя [1-3], запишем условие Стефана в виде:

$$\rho_h l_h \frac{d\xi}{dt} = -\lambda_h \left. \frac{dT_h}{dr} \right|_{r=r_0-\xi} + \alpha_w [T_h(r_0 - \xi) - T] \quad (6)$$

Здесь ρ_h , l_h , λ_h – плотность гидрата, удельная скрытая теплота образования гидрата, коэффициент теплопроводности гидрата, α_w – коэффициент теплоотдачи от газа к гидратному слою, T_h – температура гидрата, T – температура газа в канале, ξ – толщина гидратного слоя. Уравнение (1) выражает тот факт, что скорость гидратообразования определяется интенсивностью тепловых потоков к фазовому фронту, как со стороны стенки канала, так и со стороны газа. Координата r – радиус-вектор, выходящий из точки на оси канала в горизонтальном направлении.

На внешней и на внутренней стенке трубопровода, в отсутствие гидратного слоя, задаются граничные условия третьего рода:

$$\begin{cases} T_h(r_0 - \xi) = T_f, \xi > 0 \\ \lambda_p \left. \frac{dT_p}{dr} \right|_{r=r_0} = \alpha_w (T_p - T) \\ -\lambda_p \left. \frac{dT_p}{dr} \right|_{r=R} = \alpha_{ps} (T_p - T_s) \end{cases} \quad (7)$$

Здесь T_p – температура материала стенки трубки, T_s – температура окружающей среды затрубного пространства, распределение которой вдоль вертикальной оси считается заданным, α_{ps} – коэффициент теплообмена стенки с окружающей средой, α_w – коэффициент теплообмена стенки трубки с газом в канале, λ_p – теплопроводность полипропилена.

Учитывая анализ, проведенный в [1], примем, что движение фазового фронта происходит достаточно медленно, чтобы считать температурное поле установившимся в любой момент времени. Тогда, решая стационарное уравнение теплопроводности, для участков непокрытых гидратом найдем температуру внутренней стенки трубки:

$$T_w = \frac{\lambda_p [T_s - T]}{\alpha_w r_0 \left[\frac{\lambda_p}{\alpha_w r_0} + \frac{\lambda_p}{\alpha_{ps} R} + \ln \frac{R}{r_0} \right]} + T \quad (8)$$

Для участков покрытых гидратным слоем, из условия Стефана (12) и стационарного уравнения теплопроводности найдем уравнение движения фазового фронта:

$$\frac{d\xi}{dt} = \frac{\lambda_p (T_f - T_s)}{\rho_h l_h (r_0 - \xi) \left(\frac{\lambda_p}{R \alpha_{ps}} + \frac{\lambda_p}{\lambda_h} \ln \left(\frac{r_0}{r_0 - \xi} \right) + \ln \frac{R}{r_0} \right)} + \frac{\alpha_w}{\rho_h l_h} [T_f - T] \quad (9)$$

Таким образом, на каждом временном слое, из уравнений газовой динамики (1) находим распределение давления и температуры в потоке, и, пробегая вдоль оси трубки, определяем распределение толщины гидратного слоя из уравнения (9) и температуру внутренней стенки трубки из соотношения (8).

Литература

1. Бондарев Э.А., Габышева Л.Н., Каниболотский М.А. Моделирование образования гидратов при движении газа в трубах // Изв. АН СССР. Механика жидкости и газа, 1982, № 5, с. 105–112.
2. Хайруллин М.Х., Шамсиев М.Н., Морозов П.Е., Тулупов Л.А. Моделирование гидратообразования в стволе вертикальной газовой скважины // Вычисл. технологии, 2008, т. 13, № 5, с. 88–94.
3. К.К. Аргунова, Э.А. Бондарев, И.И. Рожин. Математические модели образования гидратов в газовых скважинах. Криосфера Земли, 2011, т. XV, № 2, с. 65–69

Минакова Т. Е.

Кандидат технических наук, доцент, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

ЭЛАСТИЧНОСТЬ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Аннотация

Исследуется зависимость изменения затрат на производство, распределение электрической энергии в функции качества. Показана эластичность затрат при повышении качества. Выявлены зоны неэластичного спроса и абсолютно эластичного спроса потребителей.

Ключевые слова: качество, электрическая энергия, спрос, модель.

Minakova T.E.

PhD in technical sciences, associate professor, National Mineral Resources University

ELASTICITY OF ELECTRIC ENERGY QUALITY

Abstract

Dependence of change of expenses for production, distribution of electric energy as quality is investigated. Elasticity of expenses is shown at improvement of quality. Zones of inelastic demand and absolutely elastic demand of consumers are revealed.

Keywords: quality, electric energy, demand, model.

Качество промышленной продукции играет важную роль в конкурентном продвижении товаров, особенно на глобальных рынках [1, 2]. В спектре промышленной продукции выделяется электрическая энергия, производимая электростанциями и доставляемая конечным потребителям сетевыми организациями [3]. Для таких предприятий большое значение имеет эластичность качества продукции по затратам и цене, что и является целью исследования.

Показатели качества электрической энергии, используемые в отечественной практике производства и поставок электроэнергии [4 - 6], определены в ГОСТ 13109-1997 (2002). Исследование зависимости затрат на обеспечение качества показывает существенный их рост в зоне высокого качества электроэнергии – рис. 1. Однако, роста цены, которую потребители готовы платить за качество, нет (рис. 1).

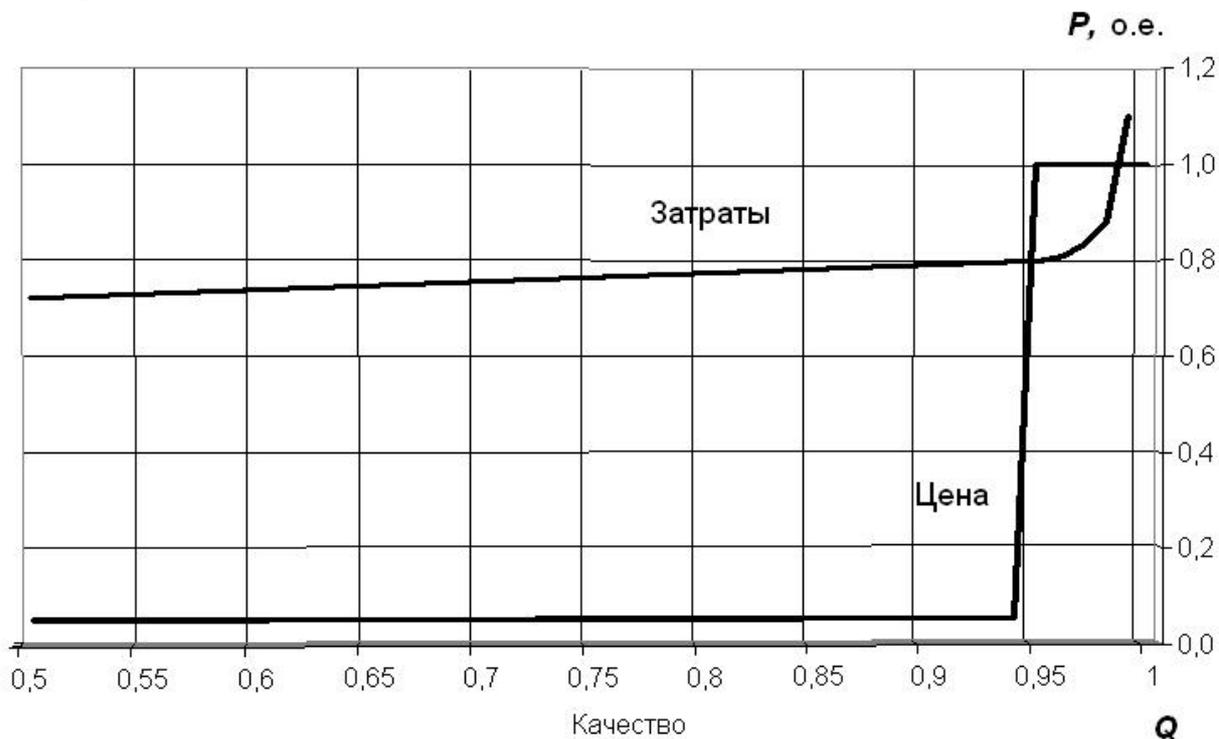


Рис. 1 – Затраты и цена в функции качества

Исследуем эластичность качества электроэнергии по цене и затратам:

$$E_d = \frac{dQ_d}{dP_d} \cdot \frac{P_d}{Q_d}, \quad E_s = \frac{dQ_s}{dP_s} \cdot \frac{P_s}{Q_s}$$

или в конечном представлении показателей качества [7]:

$$E_d = \frac{\Delta Q_d / Q_d}{\Delta P_d / P_d}, \quad E_s = \frac{\Delta Q_s / Q_s}{\Delta P_s / P_s}$$

где Q_d, P_d – качество и цена электроэнергии,

Q_s, P_s – качество и затраты при производстве электроэнергии.

Как видно из рисунка 1, эластичность качества потребляемой электроэнергии [8 - 13] обладает следующими свойствами:

- при качестве ниже допустимого ГОСТ уровня и выше данного уровня электроэнергия совершенно эластична по цене;
- при переходе через порог допустимого ГОСТ уровня электроэнергия абсолютно совершенно неэластична по цене;
- производство электроэнергии имеет нарастающую эластичность по затратам.

Выводы. Неравенство законов изменения эластичности качества электроэнергии по цене и затратам делает зону рентабельного производства электроэнергии ограниченной. Рентабельность обеспечивается при качестве выше норм ГОСТ, но в узком диапазоне, исчисляемом единицами процентов показателей качества.

Литература

1. Минаков В. Ф., Артемьев А. В., Лобанов О. С. Модель динамики технологических инноваций // Международный научно-исследовательский журнал = Research Journal of International Studies. – 2014. – № 2-1 (21). – С. 110-111.
2. Минакова Т. Е., Минаков В. Ф. Блочная структура средств релейной защиты и автоматики // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота. – 2013. – № 10 (77). – С. 114–116.

3. Минакова Т. Е., Минаков В. Ф. Параллельная работа кабельной и воздушной линий электропередачи // Международный научно-исследовательский журнал = Research Journal of International Studies. – 2013. – № 11-1 (18). – С. 113-114.
4. Минакова Т. Е. Оценка потенциала энергосбережения в общественном воспроизводстве // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2013. – № 3. – С. 127-129.
5. Минакова Т. Е., Минаков В. Ф. Синергия энергосбережения при высокой добавленной стоимости продукции // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4. – С. 26.
6. Минаков В.Ф. О схемах замещения асинхронных и синхронных машин // Электричество. – 1995. – № 4. – С. 27-29.
7. Маслов В. И., Минаков В. Ф. Эластичность качества по цене и затратам // Стандарты и качество. – 2012. – № 9 (903). – С. 88–90.
8. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е. Математическая модель кумулятивного эффекта энергосбережения // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2013. – № 1. – С. 197–199.
9. Минакова Т. Е. Многофакторное прогнозирование срока службы трехфазных асинхронных электродвигателей 0,4 кВ по эксплуатационным параметрам. Дисс. ... канд. техн. наук. – Ставрополь. – 2002. – 245 с.
10. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е. Способ быстродействующей защиты электродвигателей от несостоявшихся пусков // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота. – 2013. – № 9 (76). – С. 113–115.
11. Минакова Т. Е., Минаков В. Ф. Интеграция средств защиты электродвигателей сельскохозяйственного производства // Научное обозрение. – 2013. № 10. – С. 172-176.
12. Минаков В. Ф. Обобщение моделей и характеристик работы трехфазных электродвигателей в сетях 0,4 и 6 кВ и совершенствование средств их релейной защиты: Автореф. дисс. ... докт. техн. наук. – Новочеркасск. – 1999. – 33 с.
13. Минакова Т. Е., Минаков В. Ф. Обобщенная модель износа электродвигателей // Международный научно-исследовательский журнал = Research Journal of International Studies. – 2013. – № 12-1 (19). – С. 108-110.

Москаленко Л.В.¹, Василенко Е.З.²

¹Кандидат технических наук, доцент, Невинномысский технологический институт (филиал) Северо-Кавказского федерального университета; ²Ассистент, Невинномысский технологический институт (филиал) Северо-Кавказского федерального университета.

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ МОДИФИКАТОРОВ НА КАЧЕСТВО ГРАНУЛ УДОБРЕНИЯ

Аннотация

В статье представлены результаты исследования по влиянию различных модификаторов на влагопоглощение, прочность гранул аммиачной селитры. Модификаторы представлены антислеживателями с различными аминными числами. Выявлена зависимость прочности гранул удобрения от общего аминного числа антислеживателей.

Ключевые слова: Антислеживатель, модификатор, гранула, влагопоглощение, прочность

Moskalenko L.V.¹, Vasilenko E.Z.²

¹Candidate of technical Sciences, associate Professor, Nevinnomyssk technological Institute (branch) of the North-Caucasian Federal University; ²Assistant, Nevinnomyssk technological Institute (branch) of the North-Caucasian Federal University

INFLUENCE OF SURFACE MODIFIERS ON THE QUALITY OF GRANULES FERTILIZERS

Abstract

The article presents the results of studies on the influence of different modifiers on moisture absorption, the strength of granules ammonium nitrate. Modifiers are represented by anti-caking with different numbers amine. The dependence of durability of granules fertilizers from the total number amine.

Keywords: Anti-caking agent, modifier, granule, water absorption, strength

При получении аммиачной селитры и удобрений на ее основе широко используются различные добавки. Применение добавок значительно изменяет физико-химические свойства селитры: снижает слеживаемость, повышает прочность гранул, расширяет спектр питательных компонентов, пролонгирует их действие, повышает термостабильность. Добавки вводятся как в растворы или плавы, так и на поверхность гранул. Добавки можно разделить на следующие группы:

- добавки связывающие свободную влагу;
- добавки влияющие на процесс полиморфных превращений;
- добавки образующие центры кристаллизации;
- поверхностные модификаторы.

Некоторые добавки обладают комплексными действиями (комбинированные добавки), например – связывают свободную влагу и образуют центры кристаллизации.

Для снижения слеживаемости применяются различные способы обработки поверхности гранул аммиачной селитры. Эти способы включают обработку гранул растворами различных веществ, опудриванием порошкообразными тонкодисперсными веществами. Широко применяются растворы поверхностно-активных веществ: 40%-ные водные растворы диспергатора НФ, алкилсульфаты, алкилсульфонаты, алкиларилсульфонаты, соли первичных, вторичных и третичных алифатических, ароматических аминов. В качестве опудривающих добавок используют мел, диатомит, каолин. Обработка гранул гидрофобными веществами стабилизирует прочность гранул готового продукта. В числе запатентованных антислеживающих средств для обработки поверхности гранул аммиачной селитры используются различные гидрофобные составы (чаще всего это органические соединения), наносимые в виде плёнок на поверхности гранул и образующие непроницаемые гидрофобные покрытия. Это смеси аминов R-NH-R с минеральным маслом. В работе были исследованы пять марок антислеживающих реагентов: №1 – ФлотигамV 4900; №2 – Нововфло; №3 – RIMA 7; №4 – Лиламин АС-61Н; №5 –Полиламин тип 1.

Таблица 1 – Физические свойства антислеживателей пяти разных марок

Наименование показателя	Порядковый номер анализируемой пробы				
	№1	№2	№3	№4	№5
Плотность при 70 С, г/см ³	0,802	0,800	0,810	0,823	0,833
Вязкость при 70°С, сПз	7,16	8,32	10,34	11,77	10,09

Были определены аминные числа реагентов.

Таблица 2 – Общее аминное число антислёживателей различных марок

Наименование показателя	Порядковый номер анализируемой пробы антислёживателя				
	№1	№2	№3	№4	№5
Общее аминное число AN, мг HCl/г	8,02	9,50	14,20	15,07	20,47

При незначительных отличиях в физических свойствах, разные марки антислёживателей могут иметь общее аминное число, отличающееся друг от друга более чем в два раза.

В лабораторных условиях была проведена обработка десяти образцов аммиачной селитры (при температуре 80°C) антислёживателями различных марок в количестве 0,1% . Процесс обработки не вызвал затруднений, распределение реагента на поверхности гранул равномерное (определение в свете УФ-лампы). Для определения гидрофобизирующих свойств аммиачной селитры, обработанной различными марками антислёживателей, был рассмотрен процесс влагопоглощения. Для сравнения увлажнению подвергалась необработанная аммиачная селитра. Результаты приведены в таблицах 3,4,5,6,7,8,9.

Таблица 3 – Влагопоглощение с антислёживателем Лиламин АС-61Н

№	Время, ч	Навеска, г.	Влагопог., % масс.	Ср. прочность, г/гранулу	Скорость влаг.,%/ч.	Влага, г.
1	0	1,9997	0	1190	0	0
2	4	2,0201	1,0100	1180	0,2525	0,0204
3	0	2,0009	0	1180	0	0
4	4	2,0208	0,9900	1170	0,2475	0,0199
5	0	2,0081	0	1200	0	0
6	4	2,0285	1,0160	1190	0,2540	0,0204
7	0	2,0031	0	1190	0	0
8	4	2,0231	0,9900	1180	0,2475	0,0200
9	0	2,0016	0	1190	0	0
10	4	2,0217	1,0040	1180	0,2510	0,0201

Таблица 4– Влагопоглощение с антислёживателем Нововфло

№	Время, ч.	Навеска, г.	Влагопог., % масс.	Ср. прочность., г/гранулу	Скорость влаг. %/ч	Влага, г.
1	0	2,0059	0	1140	0	0
2	4	2,0269	1,0469	1100	0,2617	0,0210
3	0	2,0035	0	1150	0	0
4	4	2,0245	1,0482	1110	0,2621	0,0210
5	0	2,0063	0	1140	0	0
6	4	2,0275	1,0567	1100	0,2642	0,0212
7	0	2,0025	0	1130	0	0
8	4	2,0233	1,0387	1090	0,2597	0,0208
9	0	2,0030	0	1140	0	0
10	4	2,0238	1,0384	1100	0,2596	0,0208

Таблица 5– Влагопоглощение с антислёживателем RIMA7

№	Время, ч.	Навеска, г.	Влагопог.,% масс.	Ср. прочность., г/гранулу	Скорость влаг. %/ч.	Влага, г.
1	0	2,0018	0	1170	0	0
2	4	2,0218	0,9991	1140	0,2498	0,0200
3	0	2,0077	0	1180	0	0
4	4	2,0278	1,0011	1150	0,2503	0,0201
5	0	2,0062	0	1160	0	0
6	4	2,0265	1,0119	1130	0,2530	0,0203
7	0	2,0025	0	1170	0	0
8	4	2,0225	0,9988	1140	0,2497	0,0200
9	0	2,0038	0	1170	0	0
10	4	2,0235	0,9831	1140	0,2458	0,0197

Таблица 6 – Влагопоглощение с антислёживателем Полиламин

№	Время, ч	Навеска, г.	Влагопог., % масс.	Ср. прочность., г/гранулу	Скорость влаг. %/ч	Влага, г.
1	0	2,0069	0	1260	0	0
2	4	2,0270	1,0015	1250	0,2504	0,0201
3	0	2,0034	0	1250	0	0
4	4	2,0235	1,0033	1240	0,2508	0,0201
5	0	2,0018	0	1250	0	0
6	4	2,0218	0,9991	1240	0,2498	0,0200
7	0	2,0024	0	1240	0	0
8	4	2,0222	0,9888	1230	0,2472	0,0198
9	0	2,0018	0	1250	0	0
10	4	2,0219	1,0041	1240	0,2510	0,0201

Таблица 7 – Влагопоглощение с антислёживателем ФлотигамV 4900

№	Время, ч	Навеска, г.	Влагопог., % масс.	Ср. прочность., г/гранулу	Скорость влаг., %/ч	Влага, г.
1	0	2,0060	0	1090	0	0
2	4	2,0272	1,057	1040	0,2643	0,0212
3	0	2,0035	0	1090	0	0
4	4	2,0249	1,0681	1040	0,2670	0,0214
5	0	2,0026	0	1100	0	0
6	4	2,0239	1,0636	1050	0,2659	0,0213
7	0	2,0045	0	1090	0	0
8	4	2,0257	1,0576	1040	0,2644	0,0212
9	0	2,0023	0	1080	0	0
10	4	2,0235	1,0588	1030	0,2647	0,0212

Таблица 8 – Влагопоглощение необработанной аммиачной селитры

№	Время, ч	Навеска, г.	Влаг., % масс.	Средняя прочность, г/гранулу	Скорость влаг., %/ч	Влага, г.
1	0	2,0078	0	1300	0	0
2	4	2,0305	1,1306	1060	0,2777	0,0227
3	0	2,0058	0	1300	0	0
4	4	2,0286	1,137	1060	0,2843	0,0228
5	0	2,0020	0	1310	0	0
6	4	2,0248	1,1389	1070	0,2847	0,0228
7	0	2,0034	0	1290	0	0
8	4	2,0261	1,1331	1050	0,2833	0,0227
9	0	2,0045	0	1300	0	0
10	4	2,0271	1,1275	1060	0,2819	0,0226

Таблица 9 – Влияние качества антислёживателя на влагопоглощение аммиачной селитры (средние значения)

Порядковый номер антислёживателя	пробы	Прирост влаги, %	Эффективность обработки, %
необработанная селитра		1,13	-
№1	AN – 8,02	1,06	6,2
№2	AN – 9,50	1,04	8,0
№3	AN – 14,20	1,00	11,5
№4	AN – 15,07	1,00	11,5
№5	AN – 20,47	1,00	11,5

Из таблицы 9 видно, что селитра, обработанная антислёживателем с общим аминным числом от 14,20 до 20,47, имеет меньший прирост влаги, чем селитра, обработанная антислёживателем с общим аминным числом менее 14,20. Эффективность обработки для влагопоглощения, соответственно, составила 11,5% и <8,0%. После увлажнения образцов аммиачной селитры, обработанной антислёживателями, определена прочность гранул. Результаты приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Влияние качества антислёживателя на прочность аммиачной селитры до и после увлажнения (средние значения)

Порядковый номер анализируемой пробы		Прочность гранул, кг/гр.		Потеря прочности после увлажнения, %
		до увлажнения	после увлажнения	
необработанная селитра		1,30	1,06	18,5
№1	AN – 8,02	1,09	1,04	4,6
№2	AN – 9,50	1,14	1,10	3,5
№3	AN – 14,20	1,17	1,14	2,6
№4	AN – 15,07	1,19	1,18	0,8
№5	AN – 20,47	1,25	1,24	0,8

На основании данных, приведенных в таблице 10, построен график зависимости прочности гранул аммиачной селитры до и после ее увлажнения от общего аминного числа антислёживателя.

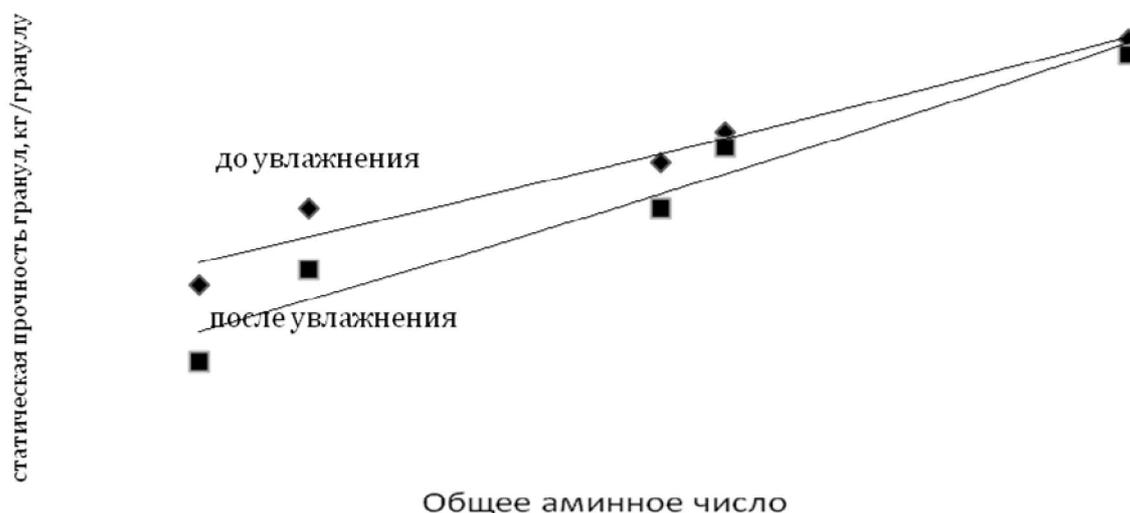


Рис. 1 – Изменение прочности гранул селитры до и после ее увлажнения в зависимости от общего аминного числа антислёживателей, применяемых для обработки гранул.

Из таблицы 10 и рисунка 1 видно, что прочность аммиачной селитры, обработанной антислёживателями с аминным числом выше 15,07, после увлажнения стабильнее, чем селитры, обработанной антислёживателями с аминным числом от 8,02 до 14,20. Таким образом, антислёживатели с увеличением аминного числа проявляют большее гидрофобизирующее действие, что положительно сказывается на влагопоглощении и прочности гранул аммиачной селитры.

Литература

1. Классен П. В., Гришаев И. Г. Основные процессы технологии минеральных удобрений. – М.: Химия, 1990. – с 120-128.
2. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений. – Санкт-Петербург: Химия, 2004. – с 134-139.
3. Москаленко Л.В. Получение термостабильного удобрения на основе аммиачной селитры. Техника и технологии XXI века. Книга 2. Монография. – Ставрополь: Изд-во «Логос», 2013. – с 27-51.

Петров П.А.

Кандидат технических наук, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный» (Горный университет)

ПРОЦЕССЫ РЕКУПЕРАЦИИ ТЕПЛА В БЛОКЕ КАТАЛИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА

Аннотация

Разработана методика моделирования процесса рекуперации тепла реакционной смеси исходным сырьем, состоящим из водородсодержащего газа и паров бензина. Модель процесса рекуперации в противоточных теплообменниках позволяет определять область исчезновения жидкой фазы по газо-продуктовому и газо-сырьевому потокам для установления условий деления потока на два типа. Такая схема значительно сократит стоимость узла рекуперации, увеличит степень рекуперации тепла риформинга и повысит технологическую устойчивость узла в целом за счет использования дополнительного теплообменника, где происходит теплообмен в двух фазах.

Ключевые слова: кожухотрубный теплообменник, реакционная смесь, рекуперация, риформинг.

Petrov P.A.

PhD in Engineering Science, National Mineral Resources University (Mining University)

PROCESSES OF HEAT RECUPERATION IN THE CATALYTIC REFORMING UNIT

Abstract

The method of process simulation of recuperation heat of catalytic reforming reaction mixture by the feed stock consisting of hydrogenous gas and benzine vapor is developed. The model of recuperation process in counter-current heat exchangers allows to define a

zone of disappearance of a liquid phase on product and raw flows for determination of flow division conditions on two types. This will reduce cost of recuperation unit, increase reforming heat recuperation degree and technological stability of unit as a whole due to use of the additional device with two phases heat exchange.

Keywords: heat exchanger, reaction mixture, recuperation, reforming.

Процессы рекуперации тепла получили довольно широкое распространение в нефте- и газоперерабатывающей промышленности. Теплообменное оборудование устанавливается для обмена теплом, которое несут собой реакционные газы печей пиролиза, а также используется в процессах каталитического риформинга и каталитического крекинга [1].

Благодаря сложному многокомпонентному составу теплообменные потоки могут находиться в двухфазном состоянии при определенных температурах и давлениях. Необходимо определить такие условия теплообмена, чтобы в пределах большей части теплообменного пространства потоки были однофазными, а значит и менее агрессивными к материалу аппаратов. Это позволит разделить области однофазного и двухфазного теплообмена и сосредоточить передачу основной части тепла в условиях однофазных потоков для повышения устойчивости и долговечности работы рекуперативных теплообменников.

Для решения этой задачи была разработана методика моделирования процесса рекуперации тепла реакционной смеси каталитического риформинга исходным сырьем, состоящим из водородсодержащего газа и паров бензина.

Предложено два варианта схем. В одном варианте (рис. 1) – первый аппарат по ходу охлаждаемой газо-продуктовой смеси – высокоэффективный противоточный пластинчатый теплообменник, в котором процесс идет с меньшим перепадом давления. В нем теплообменивающиеся потоки находятся в однофазном состоянии (пар), что позволяет избежать растворения в жидкой фазе имеющегося в газо-продуктовой смеси хлористого водорода, который вызывает коррозию металла теплообменника. Следующий – противоточный кожухотрубный теплообменник, где происходит теплообмен в двухфазной системе. Этот аппарат имеет меньший срок эксплуатации и его конструкция ремонтпригодна. Такая схема, в общем, будет дешевле в эксплуатации, хотя она требует более частой замены. Аппарат работает в области более низких температур, поэтому он может быть изготовлен из менее легированной стали.

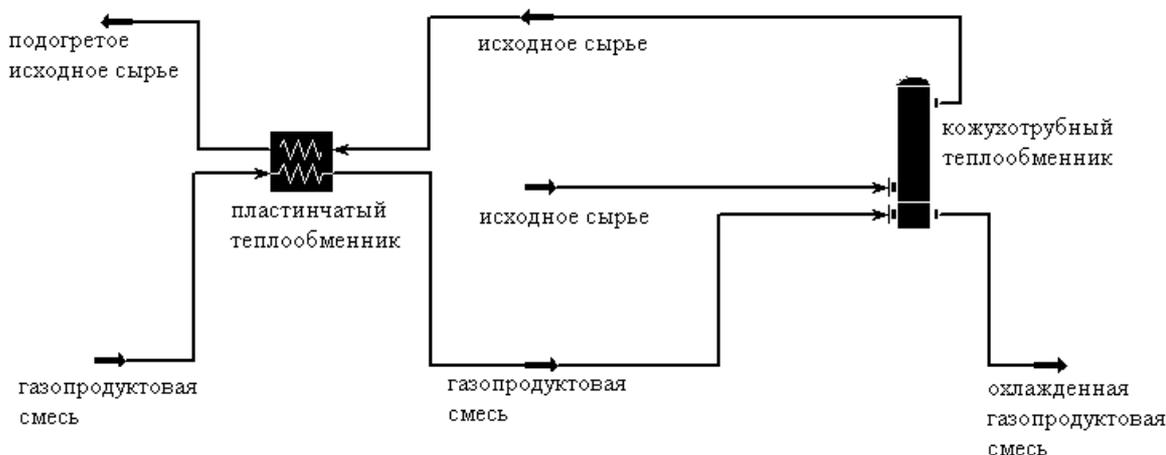


Рис.1 - Схема рекуперации тепла 1-й вариант

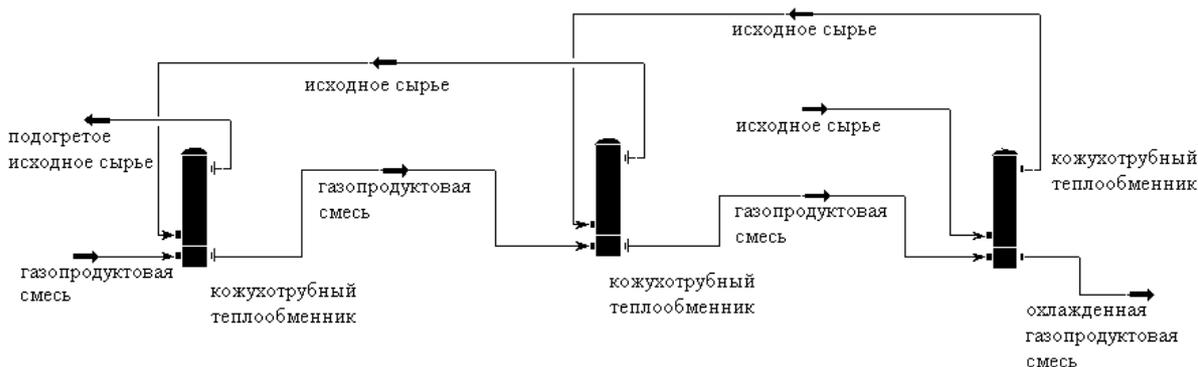


Рис.2 - Схема рекуперации тепла 2-й вариант

Второй вариант (рис. 2) – каскад кожухотрубных аппаратов. В последнем из них, по ходу газопродуктовой смеси, потоки находятся в двухфазном состоянии. Применение каскадов из 2 или 3 аппаратов в зависимости от производительности позволяет более экономно рекуперировать тепло газов. В этом случае аппарат для теплообмена двухфазных потоков также делается из низколегированной стали и его конструкция ремонтпригодна.

Таблица 1- Исходные данные

№ п/п	Компонент смеси	Газосырьевая смесь, (давление на входе в корпус 20 бар)	Газопродуктовая смесь, (давление на входе в трубки 19,8 бар)
1.	Плотность, г/см ³	0,738	0,785
2.	Расход сырья, кг/с	21,3	

3.	Кратность циркуляции водородсодержащего газа, $\text{нм}^3/\text{м}^3$ сырья	1500
4.	Фракционный состав потоков, $^{\circ}\text{C}$	
	н.к.	94
	10%	111
	50%	132
	90%	160
	к.к.	177
		50
		82
		128
		167
		202

В качестве исходных данных (таб. 1) принят состав смеси для бензиновой фракции, подаваемой на узел риформинга [2] для межтрубного пространства теплообменника (газо-сырьевая смесь) и состав потока смеси на выходе из реактора риформинга, идущего в трубное пространство (газо-продуктовая смесь или катализат).

Для расчетов схем теплообмена применялась взвешенная модель теплообменника. Математическая модель позволяет рассчитывать материальный и энергетический баланс для теплообменного аппарата, в котором обмениваются теплом два потока, определять температуры, тепловые потоки, тепловые потери, расходы теплоносителей, произведение коэффициента теплопередачи на поверхность теплообмена.

Результаты моделирования (таб. 2,3) показывают, что в пластинчатом теплообменнике для первого варианта и в двух кожухотрубных аппаратах второго варианта схем смеси находятся в однофазном состоянии. Разделение же фаз происходит в последнем кожухотрубном аппарате.

Таблица 2 - Характеристики потоков для первой схемы

	продукт	сырье	сырье_1	сырье_2	продукт_1	продукт_2
Доля пара	1	0,822	1	1	1	0,827
Температура, $^{\circ}\text{C}$	500	70	300	470	333	103
Давление, бар	19,8	20	19,3	19	19,5	18,8

Таблица 3 - Характеристики потоков для второй схемы

	продукт	сырье	сырье_1	продукт_1	продукт_2	продукт_3	сырье_3
Доля пара	1	0,822	1	1	1	0,828	1
Температура, $^{\circ}\text{C}$	500	70	230	382	265	103	470
Давление, бар	19,8	20	19,3	19,1	18,4	17,7	17,9

Таким образом, переход фаз представленных схем теплообмена происходит в последнем сменном аппарате, изготовленном из менее легированной стали. В остальных теплообменниках благодаря однофазным потокам высокой коррозии не наблюдается.

На рисунках 3-6 представлено изменение температуры и фазового состава смесей при движении в теплообменниках для обоих вариантов схем.

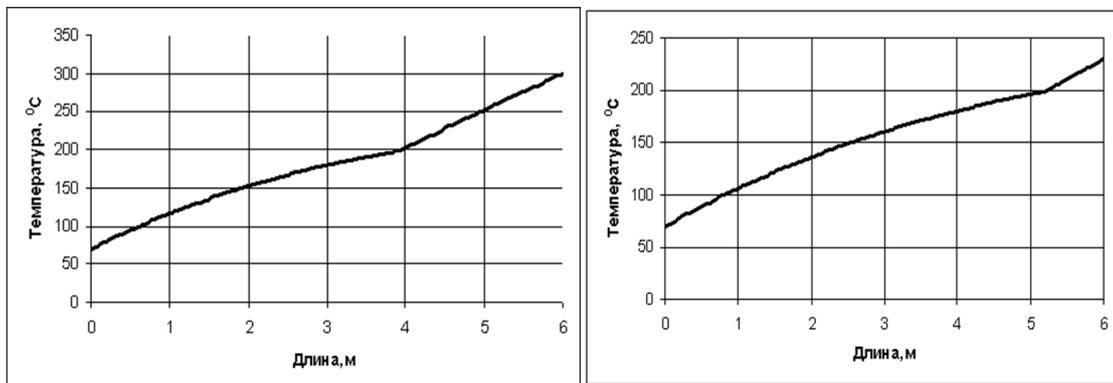


Рис.3 - Изменение температуры сырья по длине аппарата

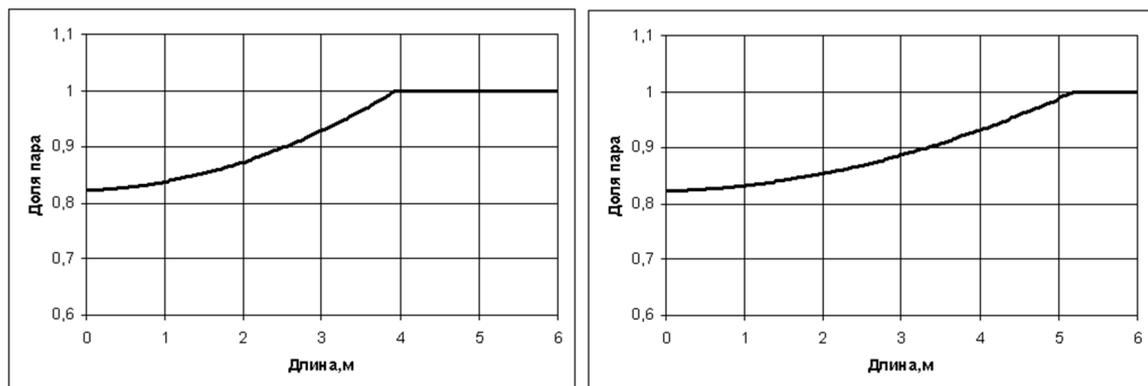


Рис.4 - Доля пара в сырье

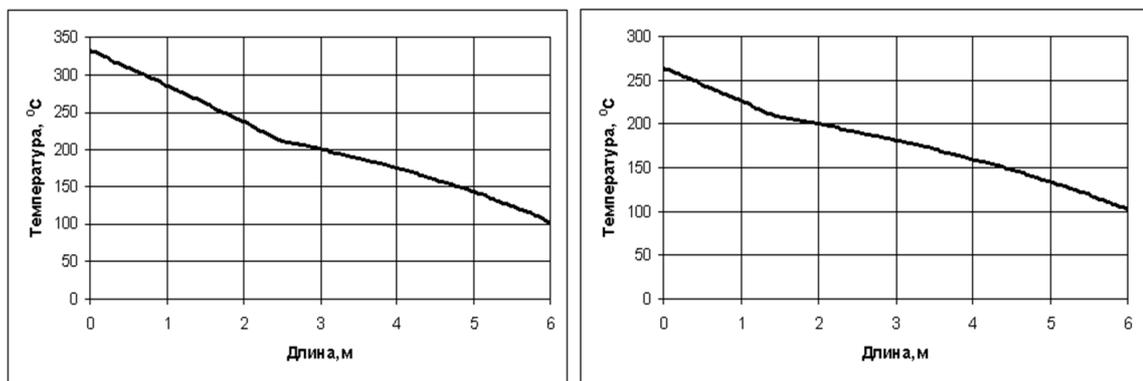


Рис.5 - Изменение температуры продукта по длине аппарата

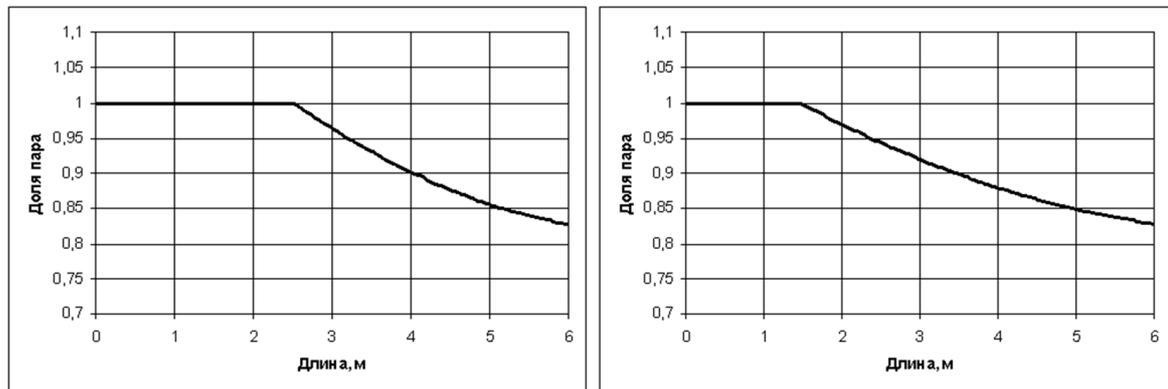


Рис.6 - Доля пара в продукте

Модель процесса рекуперации в противоточных теплообменниках позволяет определять область исчезновения жидкой фазы по газо-продуктовому и газо-сырьевому потокам для установления условий деления потока на два типа. Такая схема значительно сократит стоимость узла рекуперации, увеличит степень рекуперации тепла риформинга и повысит технологическую устойчивость узла в целом за счет использования дополнительного теплообменника, где происходит теплообмен в двух фазах.

Данная методика может быть применена в процессах рекуперации тепла двухфазных систем в других областях нефте- и газопереработки.

Литература

1. Леффлер Уильям Л. Переработка нефти. – 2-е изд., пересмотренное: пер. с англ. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2004. 224 с.
2. Маслянский Г.Н., Шапиро Р.Н. Каталитический риформинг бензинов: химия и технология. Л.: Химия, 1985. 224 с.

Петров П.А.

кандидат технических наук, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный» (Горный университет)
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ КРИОЛИТОГЛИНОЗЕМНОГО РАСПЛАВА

Аннотация

В статье описывается исследование температуры кристаллизации расплава глинозема и криолита для получения алюминия методом SHTT. Представлена работа установки, процесс проведения экспериментов с различными скоростями охлаждения. Приведен анализ результатов исследования и сделаны выводы.

Ключевые слова: глинозем, криолит, кристаллизация, расплав.

Petrov P.A.

PhD in Engineering Science, National Mineral Resources University (Mining University)
STUDY OF THE CRYSTALLIZATION TEMPERATURE OF CRYOLITE-ALUMINA MELT

Abstract

The article describes a study of melt crystallization temperature of alumina and cryolite for aluminum production by SHTT method. Presented the work setting, the process of experimenting with different cooling rates. An analysis of the results and conclusions are led.

Keywords: alumina, cryolite, crystallization, melt.

Электролит процесса электролиза для получения алюминия представляет собой сложный многокомпонентный расплав солей с неоднозначным влиянием концентрации определенного компонента на температуру плавления всей системы. Температуру кристаллизации электролита считают в технологических целях как температуру при максимальном тепловом эффекте с наибольшим количеством одновременно кристаллизующихся компонентов [1]. При этом на бортах шахты электролизера образуется гарнисаж в области электролита и настывль в области расплавленного металла [2].

Толщина гарнисажа определяется температурой кристаллизации электролита, и, следовательно, зависит от его состава. Изучение процесса кристаллизации, нахождение температуры образования гарнисажа актуально, поскольку потери тепла напрямую определяют затраты электроэнергии на производство первичного алюминия и соответственно, себестоимость металла [3].

Изучалась температура плавления и кристаллизации образца промышленного электролита алюминиевого электролизера с криолитовым отношением 2.62, содержащего по массе 5.81% CaF₂ и 1.42% MgF₂.

В экспериментах применялся метод изучения кристаллизации расплава электролита – SHTT (Single Hot Thermocouple Technique). Этот метод широко развивался в Японии, и сейчас также получил развитие в Германии в Институте технологии чугуна и стали Фрайбергской горной академии. SHTT (метод одной нагреваемой термодомы) используется для исследования процесса кристаллизации при изотермическом охлаждении материала, позволяет вести наблюдение и видеозапись плавления и затвердевания материала, а также изменение состояния прозрачного образца при нагревании и охлаждении при одновременном измерении температуры в месте спайки металлов термоэлемента (платинородиевый, тип Б). Для возможности измерения температуры термоэлемент нагревается отфильтрованным переменным током.

Работа установки. В воздухонепроницаемый корпус установлены два фланца для вакуумирования, там же располагаются два термоэлемента и дополнительное отопление. Левый термоэлемент подвижный и его положение регулируется с левой стороны.

Охлаждение термоэлементов осуществляется медными трубками, в них же находятся провода для электропитания термопар. Пульт управления и источник питания двух термопар связан с системой обработки данных и компьютером, который регулирует нагрев термоэлементов и измеряет температуру. Поведение капли анализируемого вещества наблюдается видеокамерой с вариообъективом. Картинка с данными от видеокамеры сохраняется в памяти на персональном компьютере.

Термоэлементами управляют посредством компьютера с помощью программы LabView, собирающей, обрабатывающей и передающей измерительный сигнал. В программе задаются температура, до которой нужно нагреть или охладить пробу, скорости нагрева/охлаждения. ПИД-регулятор управляет температурой и передает значения мощности тиристорному преобразователю. Все параметры (температура, температура нагрева/охлаждения, время, дата, мощность) сохраняются для последующей обработки.

Проба электролита весом до 5 мг нагревалась в среде аргона с расходом 150 л/час при скорости нагрева 3000 К/мин, охлаждение происходило при различных скоростях от 25 до 500 К/мин. При кристаллизации образца выделяется энергия, что влияет на снимаемую температуру с термопары. Графически это хорошо заметно, особенно при высоких скоростях охлаждения (более 100 К/мин). На рисунках 2 и 3 представлено изменение температуры электролита при скоростях охлаждения 150 и 500 К/мин соответственно. Кривая охлаждения при скорости 150 К/мин имеет пологий характер в области температуры кристаллизации 928°C, а при скорости 500 К/мин отчетливо виден скачок кривой в зоне кристаллизации, соответствующей температуре 933 °С.

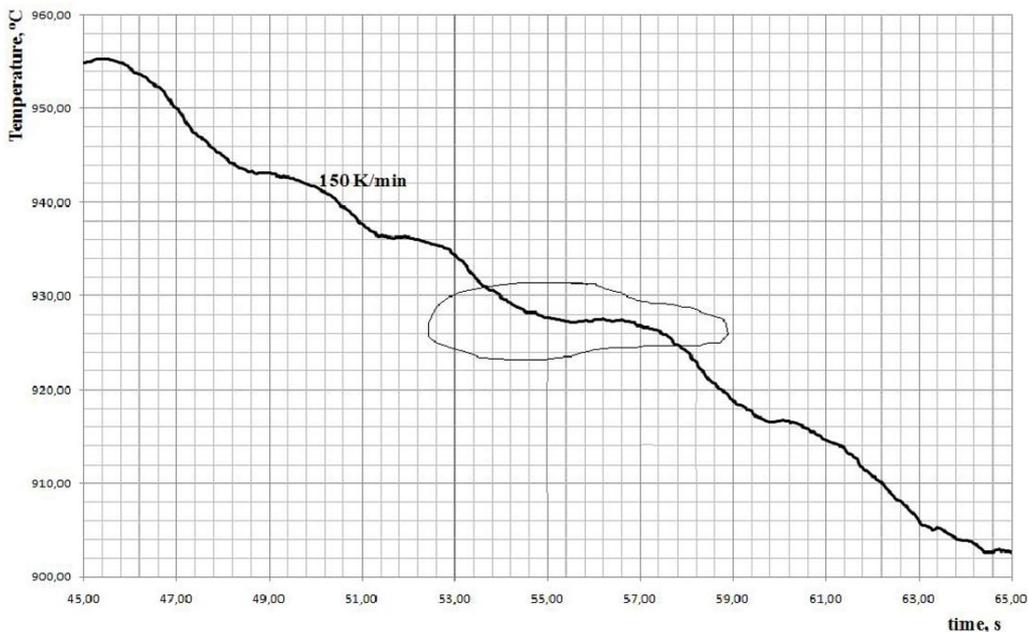


Рис.2 - Кривая охлаждения образца со скоростью 150 К/мин

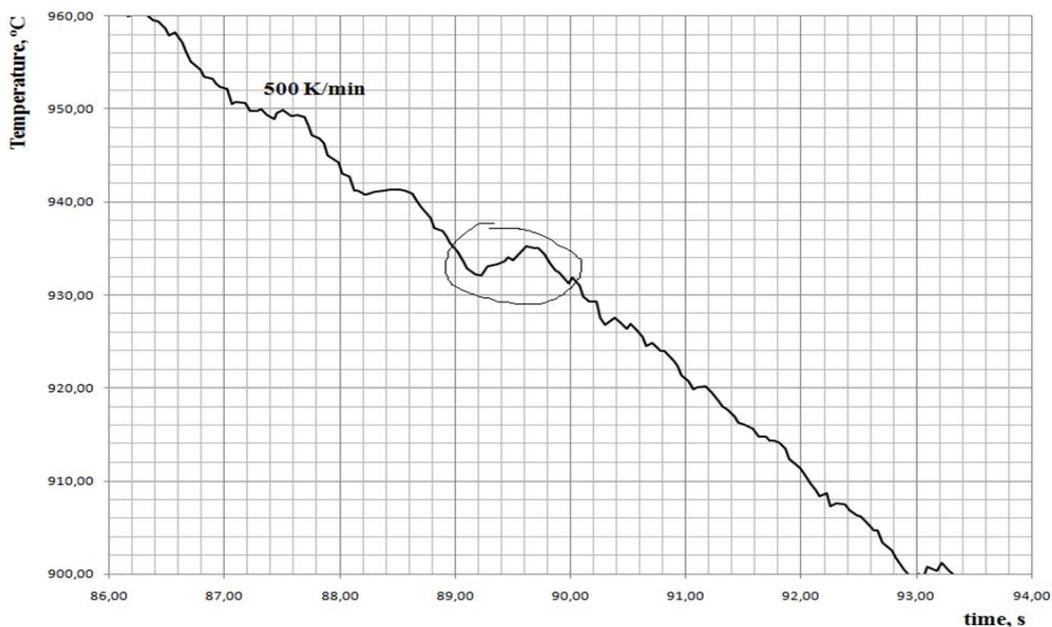


Рис.3 - Кривая охлаждения образца со скоростью 500 К/мин

Результаты исследования кристаллизации электролита представлены на диаграмме изотермического превращения (рис. 4).

The software tools for process control dosing of alumina in aluminum production with technology of discrete point-feeding, taking into account the dissolution rate of alumina in the melt are developed. The proposed software solutions allow to monitor technological process based on measurements of high-temperature electrolysis parameters produced isolated multifunctional feeder.

Keywords: aluminum, alumina, discrete feeding, dissolution, electrolysis.

Необходимость стабилизации концентрации глинозема определяется требованиями, предъявляемыми к допустимому диапазону изменения концентрации глинозема в расплаве.

Результаты исследований [1] показывают, что в большинстве случаев растворение глинозема в электролите сопровождается образованием агломерата, который тонет в электролите и при определенных условиях может проходить через слой металла и образовывать осадки. Подобные явления приводят к ухудшению энергетических и экологических показателей процесса электролиза.

Для повышения качества управления в производстве алюминия помимо стандартных точек системы автоматического питания глиноземом (АПП) необходимо устанавливать дополнительно так называемый многофункциональный питатель, позволяющий измерять параметры процесса, сравнивать их с граничными значениями и контролировать на основе этих данных дозирование материалов в расплав электролита [2].

По глубине опускания штока пробойника и началу контакта «пробойник-электролит» возможно определить уровень расплава в ванне. Уровень металла определяется через величину напряжения в пространстве анод-катод. При помощи пневмоустройства, встроенного в пробойник, можно измерять температуру электролита и концентрацию глинозема. Пробойник изготавливается из материалов, стойких к агрессивным условиям окружающей среды

Управление алюминиевым электролизером при помощи многофункциональных манипуляторов имеет основные преимущества: непрерывный автоматический мониторинг технологической ситуации; быстрое реагирование при отклонении режимов; управление оборудованием в заданных пределах параметров; дискретное питание с учетом текущей ситуации; отсутствие ручных измерений.

Таблица 1 - Математические модели скорости растворения глинозема

№ п/п	Математическая модель зависимости скорости растворения
1	Криолитовое отношение
	для КО=1,4-2,1 $y = 5,142x^2 - 13,82x + 10,18$
	для КО= 2,1-2,4 $y = 4,166x - 8$
2	Концентрации оксида алюминия
	для КО=2,2 $y = 2,269x^2 - 26,57x + 89,45$
	для КО=2,5 $y = 1,257x^2 - 19,06x + 95,92$
3	Концентрации оксида алюминия (0-11)% масс
	для перегрева 7,5 С $y = -23,8 \ln(x) + 43,98$
	для перегрева 15 С $y = -31,1 \ln(x) + 69,27$
	для перегрева 30 С $y = -42,9 \ln(x) + 85,38$
4	Содержание фтора в глиноземе (0-2,5)% масс
	при скорости движения электролита 0-5 см/с $y = 0,008x^2 - 0,022x + 0,049$
	при скорости движения электролита 5-15 см/с $y = 0,140x^2 - 0,196x + 0,149$
	при скорости движения электролита 15-24 см/с $y = 0,173x^2 - 0,204x + 0,223$

Поддержание концентрации глинозема в границах 2,0 – 3,5 %, обеспечивающих полное растворение глинозема, позволяет снизить вероятность возникновения анодных эффектов и резко снизить расход электроэнергии.

Основные математические модели влияния параметров процесса электролиза на скорость растворения глинозема в электролите [3], используемые в программе, получены по результатам экспериментов, проведенных в Горном университете, а также по литературным данным отечественных и иностранных источников, представлены в таблице 1. Эти зависимости были положены в основу алгоритмов программы для ЭВМ «Дискретное питание алюминированного электролизера фторированным глиноземом». Программа предназначена для выработки рекомендаций по ведению технологического процесса в заданных пределах технологических параметров с помощью многофункциональных питателей.

В программе для ЭВМ применен алгоритм независимой работы пробойников системы АПП. Программа позволяет определить скорость растворения глинозема в канале питания с учетом скорости циркуляции электролита, содержания фтора в глиноземе, свойств глинозема. При изменении свойств расплава в канале осуществляется корректировка циклов питания.

Информационная база для контроля технологических параметров создается после отбора проб электролита и при замерах с помощью разработанного специального устройства для отбора проб [4]. Для определения значения величин используется способ контроля технологических параметров электролита алюминиевого электролизера, который заключается в сравнении текущего замера электрических показателей со значениями, полученными после отбора химических проб в матрице. Программа позволяет визуализировать процесс питания электролизера (рис. 1).

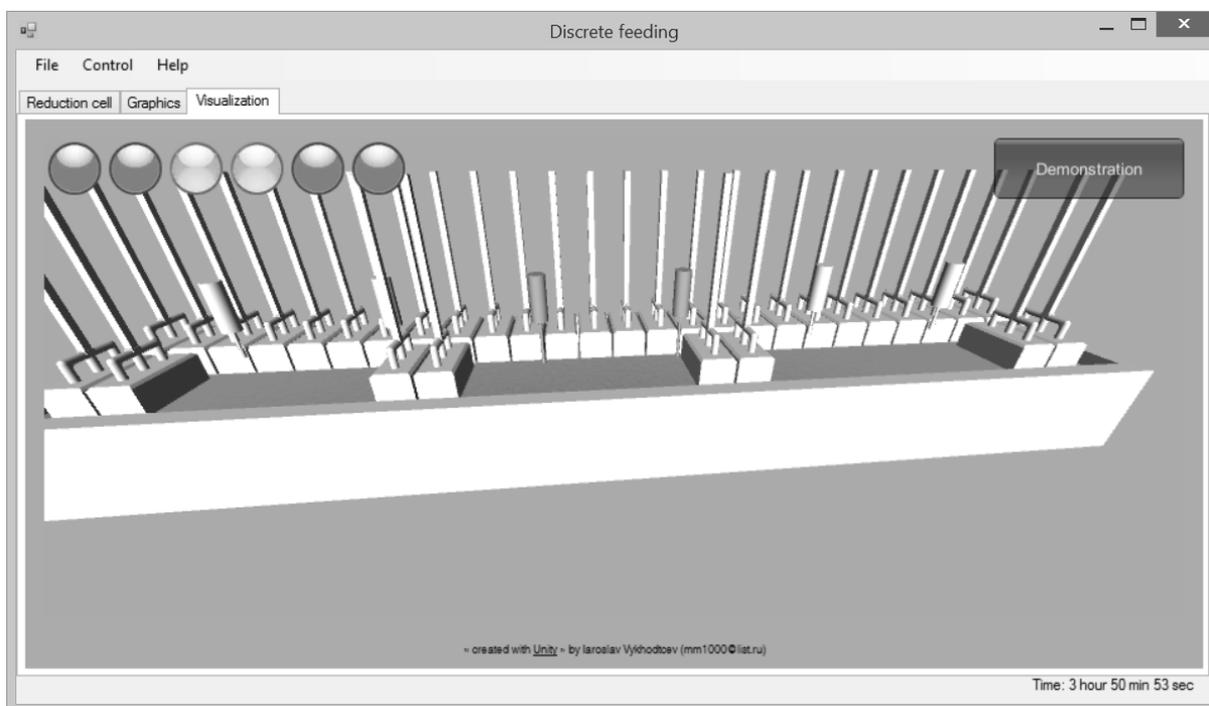


Рис.1 - Имитация работы системы АПГ

Программа разработана на языке программирования С#. На данную разработку получено свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2012614704 [5].

Таким образом, разработанное программное обеспечение обеспечивает:

- определение необходимой величины порции глинозема и частоты питания в зависимости от значений параметров электролиза и свойств глинозема для каждого канала питания;
- определение скорости растворения глинозема при изменении скорости движения электролита и содержания фтора в глиноземе;
- запись, хранение в базе данных расчетных параметров электролиза криолитоглиноземных расплавов, свойств глинозема и сравнение с экспериментально определенными значениями параметров процесса.

Алгоритмы программы позволяют проводить питание электролизных ванн без возникновения осадков на подине при близкой к теоретической загрузке глинозема, что дает возможность повысить эффективность производства алюминия.

Литература

1. Исаева Л.А., Поляков П.В. Глинозем в производстве алюминия электролизом. К.: ОАО «БАЗ». 2000. 199 с.
2. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2011615779. Программа управления алюминиевым электролизером по граничным значениям технологических параметров / П.А. Петров, И.Н. Белоглазов, В.Ю. Бажин, А.В. Лупенков, А.А. Власов. Оpubл. 22.07.2011. Бюл. изобр.
3. Власов А.А., Сизяков В.М., Бажин В.Ю., Фещенко Р.Ю., Шарипов Д.Д. Технологические особенности растворения глинозема в электролитах мощных алюминиевых электролизеров // Цветные металлы – 2011. Красноярск: ООО «Версо», 2011. – С. 159–167.
4. Патент РФ 2011116273/10. Способ контроля технологических параметров / В.Ю. Бажин, А.А. Власов, А.В. Лупенков, Р.Ю. Фещенко. Оpubл. 25.04.2011. Бюл. изобр.
5. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2012614704. Дискретное питание алюминиевого электролизера фторированным глиноземом / П.А. Петров, А.А. Власов, Я.Н. Выходцев, В.Ю. Бажин. Оpubл. 25.05.2012. Бюл. изобр.

Радченко М.В.

Кандидат экономических наук, доцент, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Краснодарский филиал

ПРОБЛЕМЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Аннотация

Представлено авторское видение проблем инновационного развития учреждений высшего образования России. Приведены направления совершенствования инновационной деятельности обучающихся и обучаемых.

Ключевые слова: качество обучения, инновации, информационные технологии.

Radchenko M.V.

PhD in economics, associate professor, Financial University under the government of Russian Federation

PROBLEMS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE HIGHER EDUCATION

Abstract

Author's vision of problems of innovative development of institutions of higher education of Russia is presented. The directions of improvement of innovative activity training and trained are given.

Keywords: quality of training, innovation, information technologies.

Инновации побуждают развитые страны переходить к новой технологической базе национальных экономик, основанной на новейших достижениях в области инфо-, когни-, био, нанотехнологий [1-4]. Отставание России в создании технологий последнего шестого уклада снижает конкурентоспособность производимой российской продукции [5, 6]. Уровень конкурентоспособности современной инновационной экономики в значительной степени определяется качеством профессиональных кадров.

Повышение качества образования, и как следствие подготовка высококвалифицированных кадров, возможно на основе информационно-коммуникационных технологий, а именно за счет расширения использования информационных и телекоммуникационных технологий для развития новых форм и методов обучения [7, 8].

Инфраструктура современного образования является информационно-технологической (интегрирующей технические средства, программное обеспечение, устройства периферии, каналы телекоммуникаций, глобальные сети). В учреждениях высшего образования имеется значительное число реализованных и ведущихся разработок в области применения современных информационных технологий [9, 10].

Профессиональная подготовка специалиста в вузе ведется с использованием средств обучения, обеспечивающих как унификацию процесса познания на базе современных образовательных стандартов, так и индивидуальное формирование профессиональных компетенций. Используются инструменты подготовки к решению профессиональных задач, формированию умений принимать решения в современных информационно-телекоммуникационных системах, в частности:

- идентификация и организация поиска предметно-ориентированной информации;
- обоснование выбора средств адекватно постановке задач;
- создание новых методов и технологий обработки данных;
- применение на практике получаемых результатов и оптимизация профессиональных задач.

При использовании информационных технологий в профессиональной подготовке специалиста возникает ряд проблем, зависящих как от преподавателей в вопросах концептуальной проработки инструментальных средств преподавания, применяемых в обучении и его организации, так и от студентов в рамках готовности к решению профессионально-ориентированных задач посредством информационных технологий [11].

Проблемы, возникающие при реализации обучения с активным использованием информационных технологий, можно решить путем осуществления следующих мероприятий:

- обеспечить преподавателям возможность регулярно и в достаточном объеме развивать навыки, знания и обеспечивать профессиональные коммуникации в области информационных технологий, в том числе с использованием технологий открытого и дистанционного обучения; особенно, на мобильных платформах [12],
- разработать обеспечивающие подходы по созданию и широкомасштабному использованию электронных учебно-методических материалов;
- стимулировать использование учебно-методического обеспечения на основе современных информационных технологий;
- формирование информационно-технологической инфраструктуры для обеспечения образовательной деятельности, хорошо дополненной российской поисковой системой «Спутник».

Литература

1. Барабанова М. И., Воробьев В. П., Минаков В. Ф. Экономико-математическая модель динамики дохода отрасли связи России // Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов. – 2013. – № 4 (82). – С. 24–28.
2. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е. Модернизация региональных информационных ресурсов в облачные платформы и сервисы // Международный научно-исследовательский журнал = Research Journal of International Studies. – 2013. – № 10-3 (17). – С. 56-57.
3. Минакова Т. Е., Минаков В. Ф. Инновационное развитие региональных информационных ресурсов как облачных платформ // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота. – 2013. – № 12 (79). – С. 116–117.
4. Минаков В. Ф., Макачук Т. А., Артемьев А. В. Модель Басса в управлении инновационным развитием отрасли связи России // Качество, инновации, образование. – 2013. – № 8 (99). – С. 23-27.
5. Воробьев В. П., Минаков В. Ф., Минакова Т. Е. Эффект инновационных процессов – генерирование денежного потока // Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов. – 2012. – № 3. – С. 27–32.
6. Минаков В. Ф., Корчагин Д. Н., Король А. С., Галстян А. Ш., Азаров И. В. Оптимизация автоматизированных систем межбанковских расчетов // Финансы и кредит. – 2006. – № 20 (224). – С. 17–21.
7. Маслов В. И., Минаков В. Ф. Эластичность качества по цене и затратам // Стандарты и качество. – 2012. – № 9 (903). – С. 88–90.
8. Радченко М. В. Совершенствование инновационной деятельности вузов. Дисс. ... канд. экон. наук. – Ставрополь. – 2005. – 169 с.
9. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е., Галстян А. Ш., Шиянова А. А. Обобщенная экономико-математическая модель распространения и замещения инноваций // Экономический анализ: теория и практика. – 2012. – № 47 (302). – С. 49-54.
10. Радченко М. В. Оценка инвестиционной привлекательности региона // Московское научное обозрение. – 2012. – № 11 (27). – С. 52-55.
11. Радченко М. В., Беличенкин С. А. Проблемы криминализации общества в контексте экономической безопасности страны // Наука. Инновации. Технологии. – 2010. – Т. 5. – С. 152-159.
12. Макачук Т. А., Минаков В. Ф., Артемьев А. В. Мобильное обучение на базе облачных сервисов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2. – С. 319.

Письменный Е. Н.¹, Рева С. А.², Терех А. М.³, Руденко А. И.⁴

¹Доктор технических наук, профессор, ²Инженер, ³Кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ⁴Кандидат технических наук, доцент, Национальный технический университет Украины, "Киевский политехнический институт"

ОБОБЩЕНИЕ ДАННЫХ ПО АЭРОДИНАМИЧЕСКОМУ СОПРОТИВЛЕНИЮ ПАКЕТОВ ВИНТООБРАЗНЫХ ТРУБ

Аннотация

Предложена обобщенная зависимость для расчета аэродинамического сопротивления шахматных пакетов однозаходных винтообразных труб с равноразвитой поверхностью в диапазоне чисел Рейнольдса $(5...70) \cdot 10^3$. Показано, что коэффициент C_s и показатель степени n при числе Рейнольдса в уравнении подобия зависят от геометрических характеристик труб и пакетов.

Ключевые слова: винтообразная труба, пакет, обобщение, расчет, равноразвитая поверхность, аэродинамическое сопротивление.

Pism'mennyi E. N.¹, Reva S. A.², Terekh A. M.³, Rudenko A. I.⁴

¹Doctor of technical science, professor, ²Engineer, ³Candidate of technical science, senior researcher, ⁴Candidate of technical science, associate professor.

National Technical University of Ukraine "Kiev Polytechnic Institute"

THE GENERALIZED DATA OF AERODYNAMIC DRAG OF THE STAGGERED BUNDLES OF SCREW-SHAPED TUBES

Abstract

The generalized dependence for calculation of aerodynamic drag of the staggered bundles of screw-shaped tubes with equal size surface in the range of numbers of Reynolds $(5...70) \cdot 10^3$ is suggested. It is shown that the coefficient of C_s and n exponent at Reynolds's number in the equation of similarity depends on geometrical characteristics of tubes and bundles.

Keywords: screw-shaped tube, bundles, generalization, calculation, equal size surface, aerodynamic drag.

1. Введение

В работе представлены обобщенные зависимости для расчета коэффициентов аэродинамического сопротивления шахматных пакетов винтообразных труб. Предложенные зависимости могут быть использованы при проектировании компактных теплообменников типа "газ – газ" в широких интервалах изменения геометрических характеристик труб, пакетов и режимных параметров.

2. Объект исследований

Для исследований аэродинамического сопротивления шахматных пакетов винтообразных труб [1,2] использовались модели труб, которые изготовлены из алюминиевого сплава Д16-т (рис.1). Основные геометрические характеристики исследованных труб приведены в табл.1.

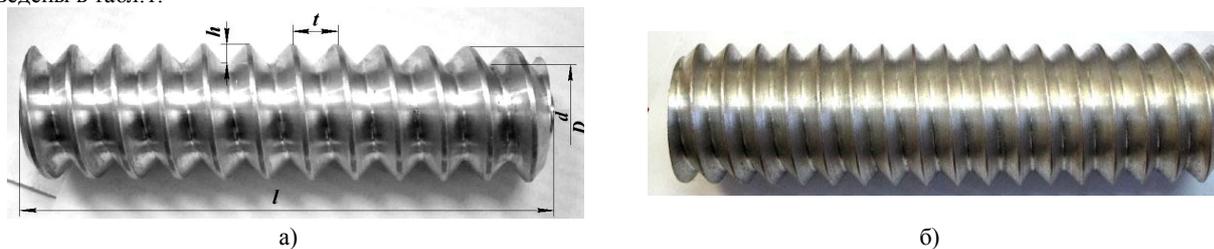


Рис. 1. Модели однозаходных винтообразных труб
а) модель трубы типа 1; б) модель трубы типа 2.

Таблица 1 - Геометрические характеристики моделей труб

Тип труб	l , мм	D , мм	d , мм	t , мм	h , мм	ψ	$H_{l, \text{мм}} \text{ м}^2/\text{м}$
1	140	38	28	12	5	1,163	0,1388
2	140	38	31	8	3,5	1,241	0,1481

3. Методика исследований аэродинамического сопротивления

Исследование аэродинамического сопротивления шахматных пакетов винтообразных труб с равноразвитой поверхностью при поперечном их обтекании воздушным потоком осуществлялось на экспериментальной установке, представляющей собой аэродинамическую трубу разомкнутого типа прямоугольного пересечения по методикам, которые детально описаны в работе [3]. Исследовано два типа труб, отличающиеся геометрическими характеристиками (табл.1) из которых комбинировались пакеты (рис.2). Всего экспериментами охвачены 32 пакета, которые имели различные шаговые характеристиками S_1 , S_2 и приведенные длины H/F [4]. Пакет, в зависимости от шаговых характеристик, состоял из 3-5 труб в одном поперечном ряду ($Z_1 = 3-5$) и 6 поперечных рядов ($Z_2=6$).

4. Обобщение опытных данных

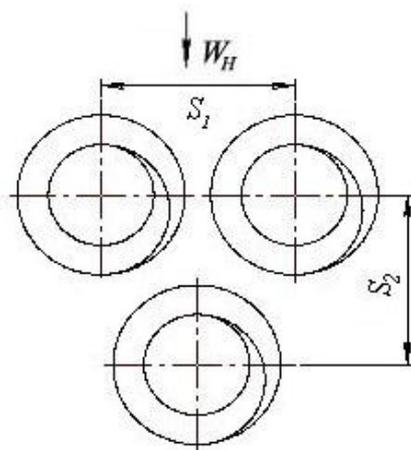


Рис. 2. Пакет однозаходных винтообразных труб шахматной компоновки.

Предварительный анализ полученных данных, а также существующий в литературе [4-8] опыт обобщения результатов, исследования аэродинамического сопротивления разнообразных теплообменных поверхностей, показали, что при обработке экспериментальных данных по сопротивлению пакетов ребристых труб в качестве основного параметра учитывающего влияние геометрии оребренных труб целесообразно использовать приведенную длину H/F [7]. Как идентификатор размещения труб в пакете использовалось отношение поперечного шага S_1 к продольному S_2 . Параметр размещения труб S_1/S_2 имеет преимущества по сравнению с относительными шагами S_1/d_1 , S_2/d_2 , позволяющий сократить число переменных в обобщенных формулах, увеличивает их точность и универсальность.

Полученные опытные данные также свидетельствуют про целесообразность обобщения степенными зависимостями вида

$$Eu = C_s \cdot \text{Re}_D^{-n} \quad (1)$$

На рис.3,4 показаны зависимости значений показателя степени n при числе Рейнольдса и коэффициента C_s от S_1/S_2 . Расслаивающим параметром представленных значений является приведенная длина H/F . Изменение значений n и C_s происходит, как в диапазоне одинаковых значений H/F при $S_1/S_2 = \text{var}$, так и для пакетов с одинаковыми параметрами размещения S_1/S_2 при $H/F = \text{var}$.

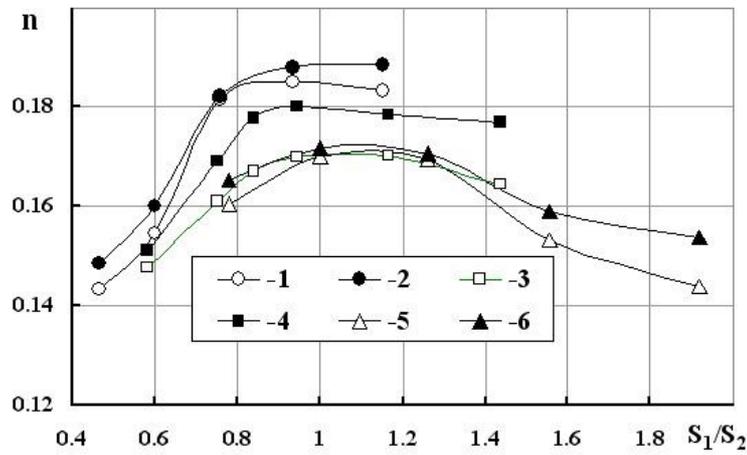


Рис.3. Зависимость показателя степени n в формуле (4) от S_1/S_2 :
 1 - $H/F=15,42$; 2 - $H/F=19,75$; 3 - $H/F=7,12$;
 4 - $H/F=8,23$; 5 - $H/F=3,75$; 6 - $H/F=4,17$.

Кривые на рис. 3,4 имеют экстремумы функций в области значений $S_1/S_2=(0,8-1,0)$. Таким образом, можно констатировать, что параметры H/F и S_1/S_2 есть равноправными факторами, которые учитывают влияние геометрии размещения труб в пакете, а также геометрии самих труб на потери давления в пакете.

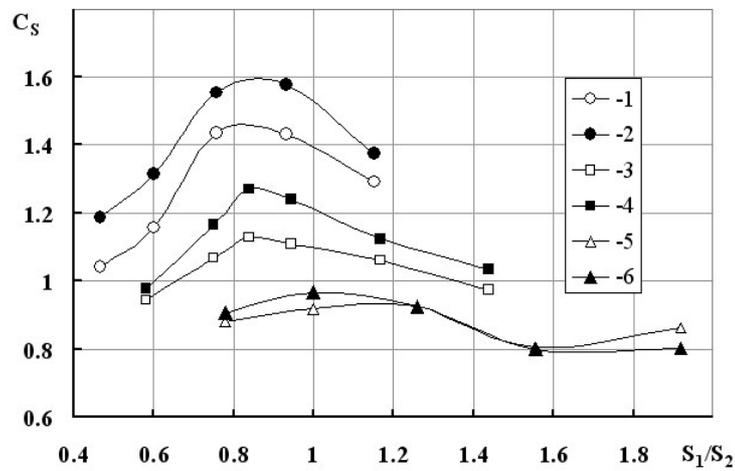


Рис.4. зависимость коэффициента C_s в формуле (4) от S_1/S_2 :
 1 - $H/F=15,42$; 2 - $H/F=19,75$; 3 - $H/F=7,12$;
 4 - $H/F=8,23$; 5 - $H/F=3,75$; 6 - $H/F=4,17$.

Вследствие чего, расчетные зависимости для n и C_s можно представить в виде:

$$n = F_1(S_1 / S_2) \cdot F_2(H / F), \quad (2)$$

$$C_s = F_3(S_1 / S_2) \cdot F_4(H / F) \quad (3)$$

Определение функции $F_1(S_1/S_2)$ а также функции $F_3(S_1/S_2)$ проводилось с помощью математической обработки графических зависимостей изображенных на рис. 3,4. Математическое описание этих функций имеет следующий вид:

$$F_1\left(\frac{S_1}{S_2}\right) = \left[K_1 \cdot \left(\frac{S_1}{S_2}\right) - K_2 \cdot \ln\left(\frac{S_1}{S_2}\right) \right]^{-1} \quad (4)$$

$$F_3\left(\frac{S_1}{S_2}\right) = \exp\left(K_3 \cdot e^{-\left(\frac{S_1}{S_2}\right)} - K_4 \cdot \left(\frac{S_1}{S_2}\right)^{-1} \right) \quad (5)$$

где K_1, K_2, K_3, K_4 – эмпирические коэффициенты.

Для определения функций, что учитывают влияние приведенной длины в формуле (4,5) были построены графики (рис. 5) зависимостей вида $n/F_1(S_1/S_2)$ и $C_s/F_3(S_1/S_2)$ от приведенной длины H/F .

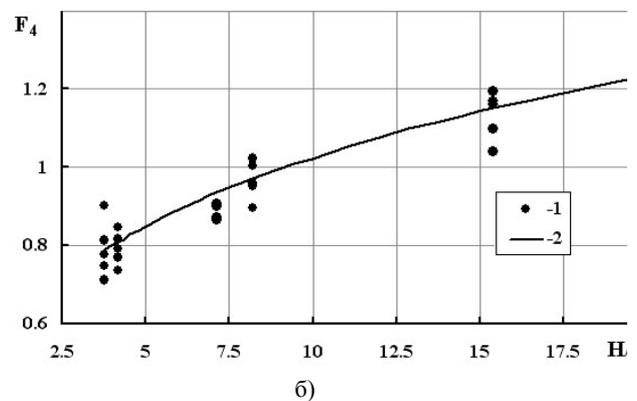
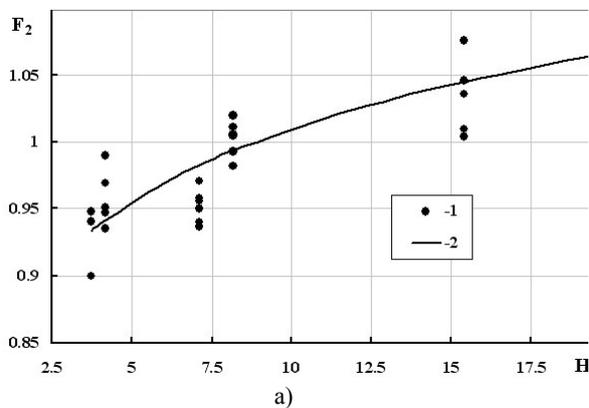


Рис.5. Зависимость функций а) – $F_2(H/F)$, б) – $F_4(H/F)$ от H/F :
1 – опытные данные; 2 – расчетная кривая.

Математическая обработка полученных значений показала, что они довольно хорошо аппроксимируются степенными функциями. Вследствие чего функции, которые учитывают влияние приведенной длины, можно записать в таком виде

$$F_2(H/F) = 0,84 \cdot (H/F)^{0,08} \quad (6)$$

$$F_4(H/F) = 0,55 \cdot (H/F)^{0,27} \quad (7)$$

Таким образом, уравнения для расчета значений показателя степени n при числе Рейнольдса и коэффициента C_s в формуле (4) примут вид

$$n = \left[K_1 \cdot \left(\frac{S_1}{S_2} \right) - K_2 \cdot \ln \left(\frac{S_1}{S_2} \right) \right]^{-1} \cdot 0,84 \cdot (H/F)^{0,08} \quad (8)$$

$$C_s = \exp \left[K_3 \cdot e^{-\left(\frac{S_1}{S_2} \right)} - K_4 \cdot \left(\frac{S_1}{S_2} \right)^{-1} \right] \cdot 0,55 \cdot (H/F)^{0,27} \quad (9)$$

Точность расчетных значений для n и C_s составляет $\pm(4-5)\%$ и $\pm(12-15)\%$ соответственно.

Суммарная погрешность расчетных формул оценивалась прямым сопоставлением опытных и расчетных за формулами (1),(8),(9) чисел Ейлера при фиксированных значениях чисел $Re_D=5 \cdot 10^3$ и $5 \cdot 10^4$. Разброс опытных данных относительно расчетных линий аэродинамического сопротивления составляет не больше $\pm 15\%$ для всех исследуемых пакетов труб.

5. Выводы

Полученные обобщенные зависимости для определения коэффициентов аэродинамического сопротивления можно применять в диапазоне чисел Рейнольдса $(5...70) \cdot 10^3$ для поверхностей теплообмена состоящих с однозаходных винтообразных труб.

С помощью обобщенной зависимости можно определить наилучшую поверхность среди множества вариантов с различными геометрическими характеристиками как труб, так и пакетов.

Полученные опытные данные, а также расчетные зависимости могут лечь в основу методики аэродинамического расчета теплообменных аппаратов с пакетами винтообразных труб с равноразвитой поверхностью.

Литература

1. Pis'mennyi E.N. Ways for Improving the Tubular Heaters Used in Gas Turbine Units / E.N. Pis'mennyi// Thermal Engineering . – 2012. – V.59. - №6. – pp.485-490.
2. Письменный С.М., Терех А.М., Руденко О.И., Ніщик О.П., Баранюк О.В. Патент на корисну модель №67783 Україна, МПК F28F1/08. Теплообмінна труба; заявник та володар патенту на корисну модель НТУУ "КІПР" – u201108293; заявл. 01.07.2011; опубл. 12.03.2012. Бюл. №5
3. Письменный Е.Н., Кондратюк В.А., Жукова Ю.В., Терех А.М. Конвективный теплообмен поперечно-омываемых шахматных пакетов плоскоовальных труб: Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – №2/8 (50). – С. 4-8.
4. Стасюлявичюс Ю.К. Теплоотдача поперечно - обтекаемых пучков ребристых труб. Вильнюс: Минтис, 1974. – 243 с.
5. Юдин В.Ф. Теплообмен поперечно оребренных труб. Л.: Машиностроение, 1982. – 189 с.
6. Письменный Е.Н. Теплообмен и аэродинамика пакетов поперечно-оребранных труб. Киев: Альтерпрес, 2004. – 244 с.
7. Kays, W.M., London, A.L. Compact Heat Exchangers. Second edition. Mc Graw – Hill Book Company, New York, 1967. – 224 p.
8. Zhukauskas, A. Heat Transfer of a Cylinder in Cross Flow. Hemisphere Publishing Corporation, 1985.

Забелин Н.А.¹, Раков Г.Л.², Себелев А.А.³, Смирнов М.В.⁴, Куклина Н.И.⁵

Кандидат технических наук, профессор, директор Института Энергетики и транспортных систем Санкт-Петербургского Государственного Политехнического Университета; ²Кандидат технических наук, доцент кафедры «Турбины, гидромашин и авиационные двигатели» Санкт-Петербургского Государственного Политехнического Университета; ³Аспирант кафедры «Турбины, гидромашин и авиационные двигатели» Санкт-Петербургского Государственного Политехнического Университета; ⁴Аспирант кафедры «Турбины, гидромашин и авиационные двигатели» Санкт-Петербургского Государственного Политехнического Университета; ⁵Студентка кафедры «Турбины, гидромашин и авиационные двигатели» Санкт-Петербургского Государственного Политехнического Университета.

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МАЛОРАСХОДНЫХ ТУРБИН

В статье рассмотрена ретроспектива зарождения и совершенствования малорасходных турбин (МРТ). Выделены основные советские научные школы, выполнявшие исследования МРТ. Выполнен обзор методик проектирования МРТ, в основу которых лег большой объем накопленных экспериментальных результатов.

Ключевые слова: малорасходные турбины, оптимизация, методики проектирования.

Zabelin N.A.¹, Rakov G.L.², Sebelev A.A.³, Smirnov M.V.⁴, Kuklina N.I.⁵

¹Phd, associated professor, director of Institute of Energy and transportation of Saint-Petersburg State Polytechnical University; ²Phd, assistant professor of the department "Turbines, hydromachines and aero engines" of Saint-Petersburg State Polytechnical University;

³Postgraduate student of the department "Turbines, hydromachines and aero engines" of Saint-Petersburg State Polytechnical University;

⁴Postgraduate student of the department "Turbines, hydromachines and aero engines" of Saint-Petersburg State Polytechnical University;

⁵Student of the department "Turbines, hydromachines and aero engines" of Saint-Petersburg State Polytechnical University

THE HISTORY OF CREATION AND DEVELOPMENT OF LOW FLOW RATE TURBINES

Abstract

In this article retrospective of creation and development of low flow rate turbines was diminished. The main soviet scholar schools, which investigated low flow rate turbines, were outlined. The review of design methodologies, based on large amount of experimental data, was made.

Keywords: low flow rate turbines, optimization, design methodology.

Современные требования к экономичности турбинных установок приводят к необходимости повышения:

- термического КПД цикла;
- эффективности отдельных элементов тепловой схемы установки.

Безальтернативным путем повышения термического КПД теплового цикла является повышение температуры рабочего тела перед турбиной, что приводит к необходимости использования высокотемпературных материалов и введения охлаждения лопаточного аппарата. Это существенно увеличивает стоимость установки и снижает эффективность турбинных ступеней. Последнее является следствием уменьшения высот лопаток, вызванное повышением давления рабочего тела перед турбиной для обеспечения оптимального соотношения начальных параметров цикла.

Одним из путей снижения стоимости установки при сохранении высокой эффективности является введение высоконагруженных ступеней с малыми объемными расходами рабочего тела (РТ). Применение ступеней такого класса позволяет:

- ограничить применение никелевых сплавов в газовых турбинах первыми 2-3 ступенями, а в паровых – применение аустенитных сталей 1-й ступенью
- уменьшить число ступеней турбинной установки в целом.

Высоконагруженные ступени с малыми объемными расходами рабочего тела, в большинстве своем, являются парциальными транс- и сверхзвуковыми, что влечет необходимость учета целого ряда факторов, несвойственных классическим турбинным ступеням [14].

Активные исследования, посвященные исследованию структуры потока в турбинных ступенях и их оптимизации, развернувшиеся в последнее десятилетие на базе методов вычислительной газодинамики, требуют тщательного подхода в плане верификации расчетных методик и анализа достоверности получаемых результатов. В свете повышения значимости численных экспериментов в процессе разработки и оптимизации современных малорасходных турбин (МРТ) очевидна актуальность обобщения накопленных различными научными школами экспериментальных результатов.

Настоящая работа ставит своей целью обзор экспериментальных результатов, накопленных советскими школами турбостроения при исследованиях МРТ. Под МРТ принято понимать турбины сравнительно небольшой мощности (до 1 МВт) со средними диаметрами до 500..600 мм. Кроме того, по характерным признакам к МРТ относят и турбоприводы насосов мощных паровых турбин и регулирующие ступени паровых турбин, работающих в блоках с сопловым парораспределением.

Одним из немаловажных факторов развития МРТ вплоть до конца XX в. было развитие различных видов вооружений. Здесь следует выделить применение МРТ в качестве энергосиловых установок (ЭСУ) для наземного и морского транспорта (в том числе и морского вооружения (торпед) и турбонасосных агрегатов (ТНА) для жидкостных ракетных двигателей (ЖРД).

В качестве ЭСУ для торпед турбинный привод начали применять в США в конце XIX – начале XX вв. Это были двухступенчатые турбины, работавшие на парогазовой смеси. Они развивали мощность порядка 600 кВт [11], вследствие чего правомочно могут считаться первыми серийными МРТ. Развитие турбинного привода для торпед в Европе началось только с конца 20-х гг. XX в. Ключевую роль здесь сыграл талантливый немецкий инженер Гельмут Вальтер. В СССР над проблемой повышения эффективности МРТ трудились ученые КуАИ, ЛПИ, НКИ, МАИ, ЛКИ, МВТУ им. Баумана, МЭИ [14, 16, 10, 1, 20]. Здесь следует упомянуть фамилии таких видных ученых, как А.С. Наталевич, И.И. Кириллов, В.А. Рассохин, В.Д. Левенберг, О.Н. Емин, А.Н. Шерстюк, и др.

Развитие ЖРД началось с конца 20-х – начала 30-х гг. XX в. Значительный вклад в развитие ЖРД внесли немецкие (Вернер фон Браун, Гельмут Вальтер и др.) и советские (группы ученых под руководством Ф.А. Цандера и С.П. Королева) ученые и инженеры. Первый ЖРД появился в Германии (двигатель Walter R1-203) в 1937г. и устанавливался на ракетные самолеты He-176 и Me-163. Позднее модификации этого двигателя устанавливались на ракеты ФАУ-2. В послевоенные годы развитие ЖРД и, как следствие, МРТ продолжилось с развитием аэрокосмической промышленности, которая продолжает развиваться и по сей день.

Завершая обзор развития МРТ, стоит также отметить появление турбин небольшой мощности нетрадиционных конструкций, которые, по тем или иным причинам, не нашли широкого распространения. Первой маломощной турбиной нетрадиционной конструкции принято считать турбину трения Николы Тесла (1913г.; рис.1). Эти турбины не нашли широкого применения в промышленности в силу невысокой эффективности (не более 50%) и отсутствия путей для ее повышения.

Еще одним нетрадиционным конструктивным решением в области МРТ можно считать вихревые турбины, появившиеся в середине 80-х гг. XX в., и их разновидности (струйно-вихревые, тороидальные турбины; рис.2) [2]. Вихревые турбины являются разновидностью турбин Пелтона. Тем не менее, при работе в условиях, характерных для МРТ, эти турбины не показывают высокой эффективности (не выше 30 – 40%), вследствие чего серьезного развития этого типа конструкции МРТ также не произошло.

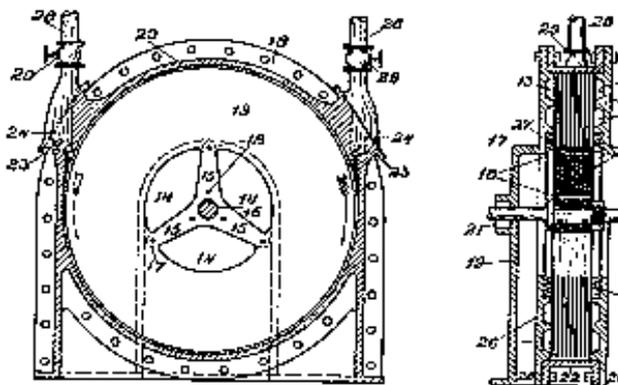


Рис.1. Турбина трения Николы Тесла

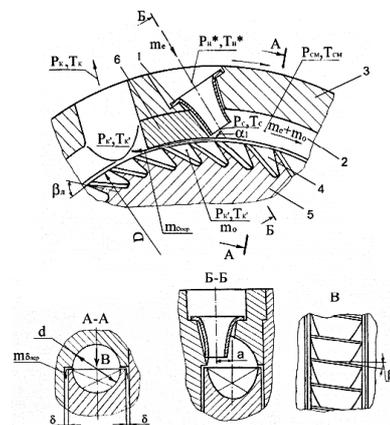


Рис.2. Струйно-вихревая турбина

Рассмотрим научные исследования МРТ традиционных конструкций, выполненные в СССР.

Исследования МРТ учеными КуАИ

Исследования МРТ в КуАИ проводились с 1958г. вплоть до конца 80-х гг. XX в. В работах А.С. Наталевица [13, 14] была разработана методика двухмерного расчета МРТ с введением корреляционных зависимостей по экспериментальным данным, определены границы применимости.

Одним из новшеств в подходах КуАИ, по сравнению с другими исследователями, явилось использование переменных коэффициентов скорости в сопловом аппарате (СА) и рабочем колесе (РК) φ и ψ в различных уравнениях, описывающих процессы в МРТ. Коэффициенты скорости СА и РК зависят от скоростей на выходе из СА и РК соответственно, а значит, от метода осреднения этих скоростей при их определении. На основе этих рассуждений было предложено использовать в уравнении неразрывности коэффициенты скорости, осредненные по расходу, в уравнении для количества движения – осредненные по количеству движения, в уравнении энергии – осредненные по энергии.

Еще одним важным результатом исследований КуАИ были выводы о целесообразности применения тех или иных конструктивных решений для МРТ. Так, было показано, что при $M_1 < 1.4$ для МРТ СА с плоскими соплами эффективнее СА с круглыми соплами.

Рассмотрим наиболее значимые результаты исследований КуАИ подробнее.

Влияние малоразмерности ступени

Для учета влияния малоразмерности ступени на ее эффективность в КуАИ была предложена поправка, которую можно записать в следующем виде:

$$\eta'_t = \eta_t^\varepsilon \cdot \eta_t^{l_1} \cdot \eta_t^f \tag{1}$$

При выборе структуры поправки важно учитывать фактор, связанный с увеличением в МРТ влияния дискового трения по сравнению с большими турбинами. Так, при очень малой парциальности ($\varepsilon < 0,2$) в ряде случаев величина мощности, затрачиваемой на преодоление трения диска о газ, достигает 50% мощности самой МРТ.

При исследовании этой поправки делалось допущение о взаимной независимости составляющих ее параметров.

Влияние степени парциальности и высоты сопел

В работах [3, 13, 14] указывается, что выбор высоты сопел l_1 и степени парциальности ε должен производиться совместно, поскольку взаимное влияние этих параметров обуславливает существование оптимума в каждом конкретном случае (рис.3).

Влияние зазоров и перекрыш в проточной части МРТ

В работе [14] определено существование оптимальных величин перекрыш для конкретных конструктивных исполнений проточных частей МРТ. В работе [3] показано, что увеличение перекрыши положительно сказывается на эффективности сверхзвуковых парциальных МРТ (рис.4).

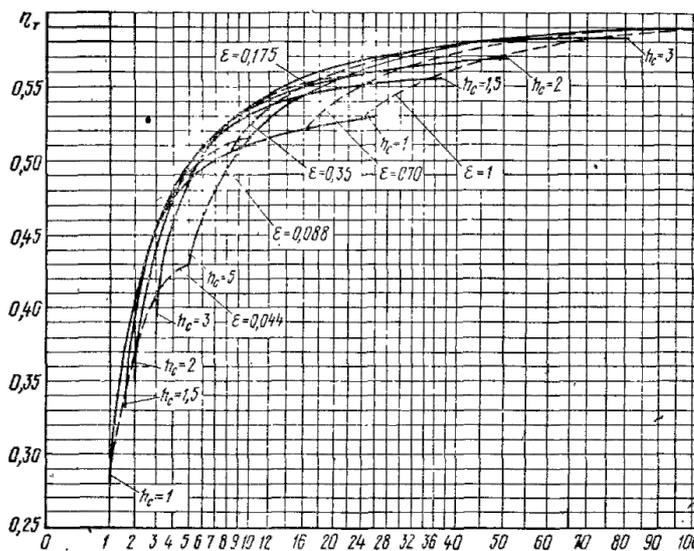


Рис.3. Влияние параметров l_1 и ε на эффективность осевой МРТ по [14]

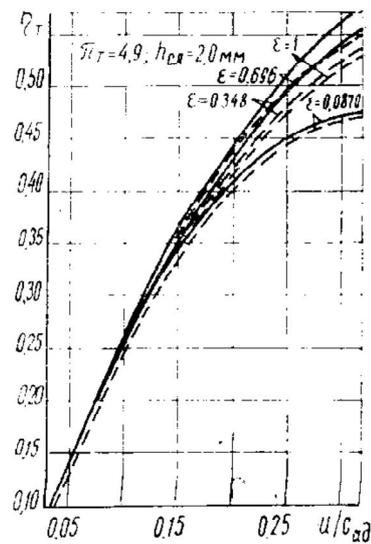


Рис.4. Влияние перекрыши на эффективность МРТ по данным [3]

Исследования ЛПИ

Исследования МРТ в ЛПИ проводятся с начала 60-х гг. XX в. История исследований МРТ в ЛПИ тесно связана с именами таких ученых, как И.И. Кириллов, К.Г. Родин, В.А. Рассохин и др. В ЛПИ была разработана принципиально новая конструкция

МРТ – высокоперепадные ступени с большим относительным шагом, широко известные как ступени конструкции ЛПИ [16]. Под руководством В.А. Рассохина были накоплены и обобщены экспериментальные данные по МРТ новой конструкции, на базе которых были разработаны методики создания высокоэффективных МРТ конструкции ЛПИ. Отличительными особенностями ступеней ЛПИ принято считать:

- малые углы выхода из соплового аппарата, $\alpha_1 = 3..9^\circ$;
- большие углы поворота потока в рабочем колесе, $\theta = 160..170^\circ$;
- малые углы входа в РК, $\beta_1 = 6..14^\circ$;
- большой относительный шаг сопловых ($t/b \geq 1.0$) и рабочих ($t/b \geq 1.2$) лопаток;
- транс- и сверхзвуковые течения в СА и РК;
- возможность срабатывания значительных перепадов энтальпии при сравнительно высокой экономичности.

Помимо исследований ступеней с большим относительным шагом, в ЛПИ исследовались и ступени классических конструкций – осевые, радиальные, центробежные и радиально-осевые. Также исследовались биротативные турбинные ступени, в том числе, и с венцами нетрадиционных конструкций – типа "Сегнерово колесо". Важные результаты получены при исследовании сопловых аппаратов – главного источника потерь энергии в МРТ [15].

На базе обобщения накопленных экспериментальных результатов разработаны программные комплексы для выбора оптимальных параметров МРТ и оптимизационного газодинамического расчета МРТ.

Методика выбора оптимальных параметров МРТ

Предварительный расчет режимных и геометрических параметров МРТ производится по методике профессора В.А. Рассохина, реализованной в программном комплексе «Выбор параметров. Turbo» [18].

В качестве исходных данных для расчета используются: G, p_0^*, T_0^*, p_2 . Кроме того, в первом приближении задаются геометрические параметры ступени: α_1, ε , а также коэффициент расхода μ . Строятся кривые $l_1(D_{cp})$ и $u/C_0(D_{cp})$. Отметим, что при проектировании турбины для привода генератора частота вращения ротора считается заданной.

Далее проводится совместный анализ пар кривых $l_1(D_{cp})$ и $u/C_0(D_{cp})$. По соображениям прочности и технологичности должно соблюдаться условие $D_{cp}/l_1 \geq 8$. Кроме того, при выборе кинематической схемы турбинной установки обращают внимание на значение характеристического числа u/C_0 . Имея предварительное значение параметра u/C_0 , определяются l_1 и D_{cp} . В ходе оптимизационного расчета эти величины уточняются.

Методика газодинамического расчета ступеней ЛПИ

В основу методики оптимизационного газодинамического расчета ступеней ЛПИ [17, 18] заложены экспериментальные характеристики потерь кинетической энергии в СА и РК МРТ, исследованные в широком диапазоне режимных и геометрических параметров. Математическая модель одноступенчатой турбины конструкции ЛПИ представляет собой законченный моделирующий алгоритм, составленный из отдельных блоков, в которых описываются процессы в проточной части турбины с учетом их связей и взаимного влияния. Блочная модель элемента проточной части содержит в себе основные уравнения, описывающие термогазодинамические процессы, подмодель определения коэффициента потерь энергии и коэффициента расхода, а также вычислительные процедуры решения уравнений, аппроксимации и логического развертывания. Коэффициенты потерь энергии и коэффициенты расхода определяются в зависимости от геометрических и режимных параметров турбины.

Современные исследования

Начало современного этапа исследований МРТ в СПбГПУ на базе сравнительных численных экспериментов с использованием программного пакета ANSYS было положено в 2011 г., когда на кафедре ТГиАД СПбГПУ была сформирована расчетная группа.

Проведенные исследования [7, 8] позволили раскрыть механизмы процессов, происходящих в проточных частях МРТ и приводящих к снижению эффективности (рис.5). Было дано аналитическое описание этих процессов, на основе которого идет разработка конструктивных решений, позволяющих повысить эффективность МРТ.

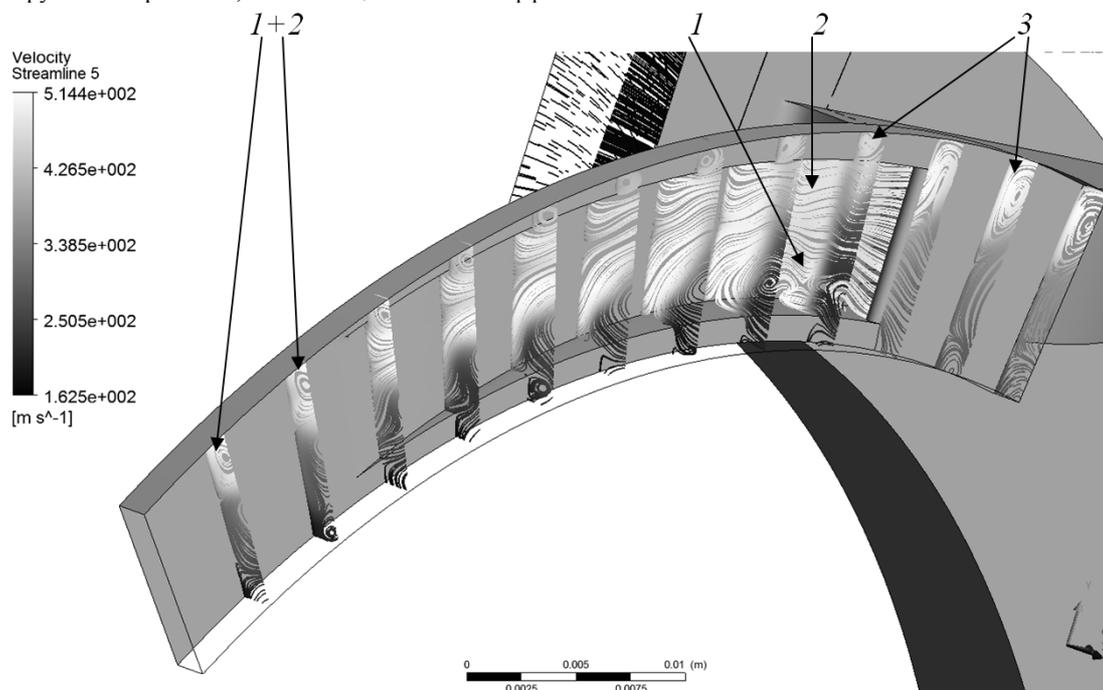


Рис.5. Визуализация процессов в осевом зазоре МРТ конструкции ЛПИ ([7])

Важно отметить, что проведенные расчеты показали рост эффективности МРТ конструкции ЛПИ с уменьшением величины осевого зазора, а также негативное влияние корневой перекрыши на эффективность ступени вследствие усиления эжекционных эффектов [12].

Исследования НКИ

Исследования МРТ в НКИ проводились в период с середины 60-х до середины 80-х гг. Объектом исследований были высокоперепадные судовые турбины малой мощности [9, 10]. В НКИ впервые была предпринята попытка анализа процессов в осевом зазоре МРТ с разделением и количественной оценкой потерь, обусловленных теми или иными факторами.

Влияние малоразмерности ступени

Влияние малоразмерности ступени на ее экономичность проявляется, с одной стороны, за счет увеличения профильных и концевых потерь в сопловой и рабочей решетках, с другой – за счет возрастания потерь на трение диска и бандажа и от утечек рабочего тела через зазоры в проточной части.

В [10] были предложены поправки для учета влияния малоразмерности ступени на ее эффективность:

$$\eta_u = \eta_{u\infty} \cdot \eta_D \cdot \eta_l, \quad (2)$$

где $\eta_{u\infty}$ – окружной КПД полноразмерной ступени.

Аналитические зависимости для коэффициентов η_D и η_l были предложены В.Д. Левенбергом на базе накопленного в НКИ и других организациях экспериментального опыта.

Влияние степени парциальности

В [10] была предпринята попытка анализа механизмов потерь при введении парциального подвода рабочего тела. Потери от парциального подвода были разделены на следующие составляющие ([10]):

- Краевые потери, включающие:
 - потери от «выталкивания» застойной среды из крайних каналов РК на начальном участке дуги подвода;
 - потери от нерасчетного обтекания лопаток РК, обусловленного изменением параметров потока на краях дуги;
 - потери от уноса части РТ на выходном конце активной дуги (динамическая утечка);
 - потери от утечек и подсоса РТ на краях дуги подвода;
 - потери, вызванные «разрывом» потока, выходящего из крайних каналов соплового сегмента.
- Вентиляционные потери, включающие:
 - потери, вызываемые эжекцией неактивного РТ и вихреобразованием.
 - потери от трения неработающих поверхностей РК.
- Дополнительные потери на трение диска и бандажа, обусловленные введением парциального подвода.

Для определения указанных видов потерь были предложены полуэмпирические зависимости с выделением их границ применимости.

Метод определения взаимосвязи потерь в парциальной ступени

Потери в парциальной ступени взаимосвязаны и активно действуют друг на друга. В частности, существует взаимосвязь краевых и вентиляционных потерь, краевых потерь в первой и второй ступенях для турбин с повторным подводом. Был предложен метод определения потерь в парциальной ступени с учетом их взаимосвязи, апробированный при исследованиях радиально-осевых турбин с парциальным подводом [10].

Определение оптимальных параметров ступеней МРТ

В работе [10] предложена методика определения оптимальных параметров парциальных ступеней. На первом этапе по экспериментальным данным [9, 10] определяется оптимальная величина характеристического числа u/C_0 . Далее, по зависимостям, аналогичным представленным на рис.6, в неявном виде определяется ε_{opt} . Имея ряд зависимостей, связывающих l_{1opt} , ε_{opt} , α_{1opt} и $D_{срopt}$, определяются значения этих параметров.

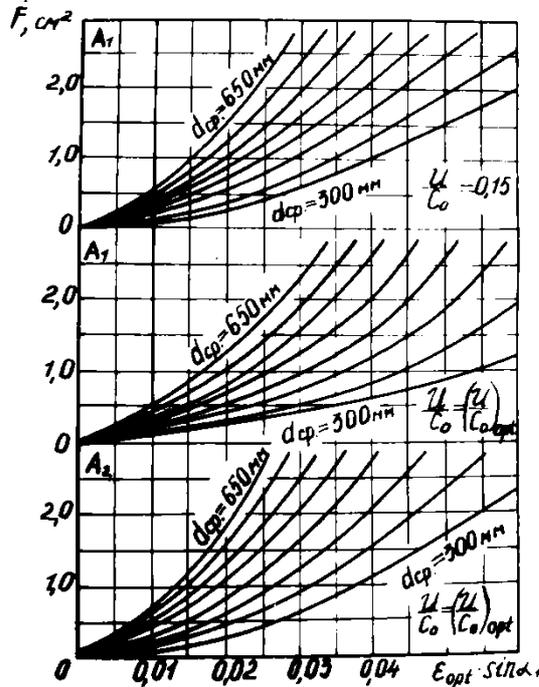


Рис.6. Оптимальная величина $\varepsilon_{opt} \sin \alpha_1$ в зависимости от параметра F по [10]

Исследования МАИ

Результаты исследований МРТ в МАИ, выполненных в период с конца 50-х по начало 80-х гг. XX в., представлены в [1, 5 и др.]. Был предложен оригинальный метод оценки влияния параметров, определяющих краевые и вентиляционные потери

Важно отметить, что работы выполнены с привлечением сильного математического аппарата, при помощи которого был обобщен большой массив экспериментальных данных и решен ряд модельных задач, давший основу для вывода критериальных соотношений, позволяющих учесть влияние процессов в осевом зазоре на эффективность МРТ.

Влияние малоразмерности ступени

В работах О.Н. Емина [1, 5] был предложен отдельный учет факторов, снижающих эффективность МРТ, в виде:

$$\eta_t = \eta_t^\varepsilon \cdot \eta_t^{l_1} \cdot \eta_t^{\alpha_1}. \quad (3)$$

Внутренний КПД МРТ при этом представляется в виде:

$$\eta_t = \eta_t' \cdot \eta_t^{l_1, \varepsilon, \alpha_1}, \quad (4)$$

где $\eta_t^{l_1, \varepsilon, \alpha_1}$ – множитель, учитывающий взаимное влияние высоты сопла, степени парциальности и угла α_1 .

Критерии анализа эффективности МРТ

В работах [1, 5] введены понятия критериальных комплексов (комплексная мощность и комплексный расход), определяющих эффективность МРТ. Эти параметры получены из уравнений сохранения энергии, импульса и неразрывности, описывающих процессы в МРТ. При проектировании МРТ в качестве исходного параметра используется либо комплексная мощность, либо комплексный расход. Комплексная мощность (рис. 7) записывается в виде:

$$\bar{N}_{\text{компл}} = \frac{N_m}{\rho_0 \sqrt{T_0^*}} \left(\frac{n}{\sqrt{T_0^*}} \right)^2, \quad (5)$$

и характеризует максимально достижимую эффективность МРТ при заданном уровне мощности.

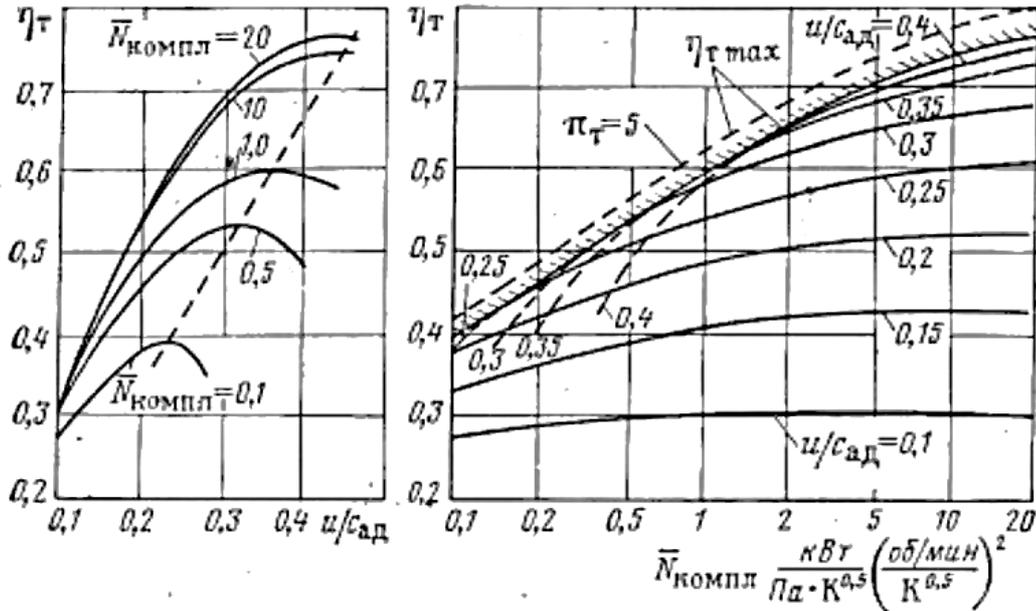


Рис. 7. Зависимости КПД одновенечных активных турбин от коэффициента комплексной мощности и параметра u/c_0 по [1]

Влияние конструктивных параметров на эффективность МРТ

В области исследования влияния основных конструктивных параметров проточной части на эффективность МРТ в работах МАИ рассмотрены влияние формы сопел соплового аппарата (СА), величины перемычки между соплами при парциальном подводе, величины хорды рабочей лопатки, величин зазоров и перекрыш в проточной части. Исследованы круглые конические и прямоугольные сопла. Выводы о влиянии величины перемычки между соплами на выходе из СА на его эффективность для случая круглых конических сопел согласуются с выводами работы [15].

Сделанные выводы о влиянии зазоров и перекрыш [5] в проточной части на эффективность МРТ свидетельствуют о следующем. Потери в радиальном зазоре возрастают пропорционально величине радиального зазора. Потери в осевом зазоре для МРТ с парциальным подводом также увеличиваются с ростом величины зазора. Величина перекрыши для МРТ со степенью парциальности $\varepsilon < 0.3$ имеет оптимум (рис. 8), в то время как для МРТ со степенью парциальности $\varepsilon > 0.5$ величину перекрыш следует выбирать минимально возможной.

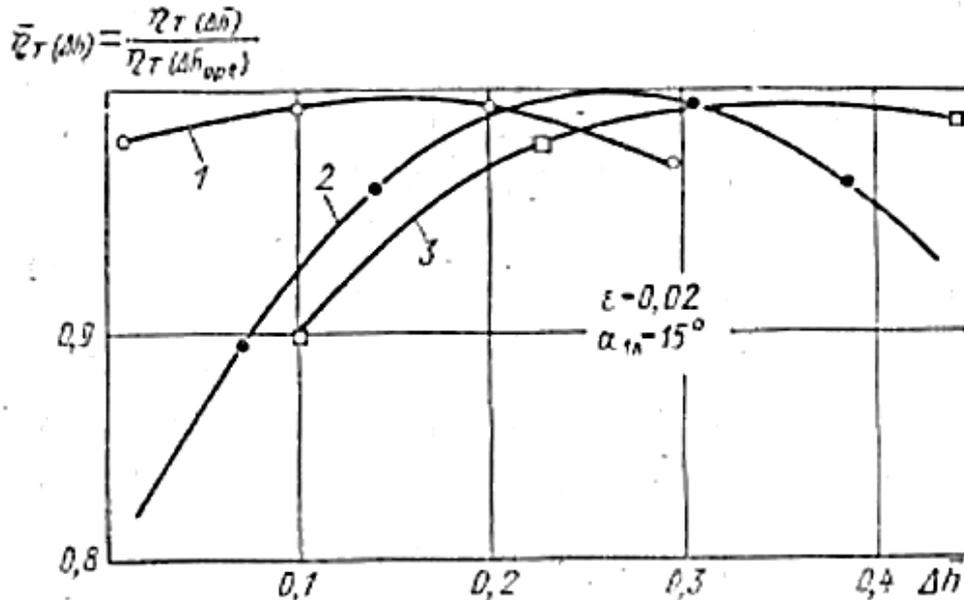


Рис. 8. Влияние относительной перекрыши на экономичность сверхзвуковых МРТ с одиночным соплом по [1]

Исследования МЭИ

В МЭИ в период с начала 60-х до конца 70-х гг. XX в. проводились исследования классических турбинных ступеней [4, 20]. Отдельное внимание было уделено изучению радиально-осевых турбин малой мощности с периферийными диаметрами от 200 мм [20]. На базе классических представлений одномерной теории были созданы инженерные методики расчета и проектирования радиально-осевых турбин.

Отметим, что исследовались турбины с полным подводом рабочего тела, несмотря на то, что парциальный подвод является одним из отличительных признаков МРТ классической конструкции.

Выводы

Анализ исследований МРТ, проведенных советскими школами турбостроения, показывает следующее. В работах [13, 14] влияние параметров размерности турбинной ступени приведено к влиянию числа Рейнольдса Re , вычисленному по этим параметрам. Учитывая, что критерий Re характеризует соотношение сил инерции и сил вязкого трения, в связи с чем далеко не всегда обладает прозрачной структурой. Использование только критерия Re в качестве определяющего для геометрических и режимных параметров МРТ представляется неоправданным. При исследовании поправки η_t [14] делалось допущение о взаимной независимости параметров, ее составляющих, что, строго говоря, допустимо не для всех областей геометрических параметров МРТ.

Противоречивые выводы работы [14] сделаны также относительно эффективности СА с круглыми соплами. Так, было показано, что при $M_1 < 1.4$ для МРТ СА с плоскими соплами эффективнее СА с круглыми соплами. Тем не менее, эти выводы не коррелируют с результатами экспериментов, изложенными в [5, 15] для МРТ с $\varepsilon < 0.2$.

Наконец, выводы о влиянии величины перекрыши на эффективность МРТ, сделанные в [14], не согласуются с выводами работ [1, 5]. Результаты современных исследований, позволивших визуализировать структуру потока в осевом зазоре МРТ [8, 12], коррелируют с выводами работ [1, 5].

В работе [10] впервые была предпринята попытка проанализировать структуру потерь, связанных с парциальным подводом рабочего тела. Аналитическое описание составляющих этих потерь хорошо коррелирует с визуализацией процессов в осевом зазоре, выполненной в [8].

Анализируя результаты, полученные в [1, 5], можно отметить, что авторы, придерживаясь классических представлений о процессах в микротурбинах, не предпринимали попыток раскрыть суть процессов, происходящих при введении парциального подвода рабочего тела. Вывод аналитических зависимостей для эффективности МРТ осуществлялся лишь с использованием понятий краевых и вентиляционных потерь. В работе [5] указывается, что при $\varepsilon > 0.5$ величину перекрыши следует выбирать минимально возможной. При этом, однако, не указывается, каким критерием следует руководствоваться.

В настоящее время многими организациями в исследованиях МРТ активно используется сравнительный численный эксперимент для визуализации явлений, имеющих место в проточных частях МРТ, и анализа эффективности мер, предпринимаемых для повышения экономичности МРТ в ранее не исследованных областях. При этом большая роль отводится верификации получаемых результатов по полученным ранее экспериментальным результатам. В этой связи анализ экспериментальных результатов и их интерпретации имеет существенное значение и должен осуществляться с особым вниманием.

Перечень условных обозначений и сокращений

ЖРД – жидкостный ракетный двигатель

КПД – коэффициент полезного действия

КуАИ – Куйбышевский авиационный институт

ЛПИ – Ленинградский политехнический институт

МАИ – Московский авиационный институт

МВТУ – Московское высшее техническое училище им. Баумана

МРТ – малоразмерная (малорасходная) турбина

МЭИ – Московский энергетический институт

НКИ – Николаевский кораблестроительный институт

СА – сопловой аппарат

СПбГПУ (бывш. ЛПИ) – Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

РК – рабочее колесо

ТНА – турбонасосный агрегат

ЭСУ – энергосиловая установка

G – массовый расход рабочего тела

*

P_0 – полное давление на входе в ступень

*

T_0 – полная температура на входе в ступень

P_2 – статическое давление на выходе из ступени

N_m – мощность МРТ

n – частота вращения ротора МРТ

D_{cp} – средний диаметр ступени

u/C_0 – характеристическое число

l_1 – высота сопла (сопловой лопатки)

t – шаг сопловых (рабочих) лопаток

b – хорда сопловой (рабочей) лопатки

ε – степень парциальности ступени

μ – коэффициент расхода соплового аппарата

φ – коэффициент скорости в сопловом аппарате

ψ – коэффициент скорости в рабочем колесе

α_1 – угол выхода потока из соплового аппарата в абсолютном движении

β_1 – угол входа потока в рабочее колесо в относительном движении

θ – угол поворота потока в рабочем колесе

M_1 – число Маха на выходе из соплового аппарата

η_t – внутренний КПД МРТ

η_u – окружной КПД МРТ

η_t^ε – коэффициент, учитывающий влияние парциального подвода рабочего тела на внутренний КПД МРТ

$\eta_t^{l_1}$ – коэффициент, учитывающий влияние высоты сопла на внутренний КПД МРТ

$\eta_t^{\alpha_1}$ – коэффициент, учитывающий влияние угла α_1 на внутренний КПД МРТ

η_t^f – коэффициент, учитывающий влияние дополнительного трения диска при введении парциального подвода на внутренний КПД МРТ

η_D – коэффициент, учитывающий влияние среднего диаметра на окружной КПД МРТ

η_l – коэффициент, учитывающий влияние высоты лопатки на окружной КПД МРТ

$\overline{N}_{\text{компл}}$ – критерий комплексной мощности МРТ

Литература

1. Быков, Н.Н. Выбор параметров и расчет маломощных турбин для привода агрегатов / Н.Н. Быков, О.Н. Емин. – М.: Машиностроение, 1972. – 228 с.
2. Ванеев, С. Области рационального использования пневмоагрегатов с вихревыми и струйно-реактивными турбинами / С. Ванеев, З. Финкельштейн // MOTROL. – 2011. – №13. – С. 128-137.
3. Вопросы микроэнергетики: труды, выпуск XXII / М-во высшего и среднего специального образования РСФСР, Куйбышевский авиационный ин-т; [отв. ред. сост. В.М. Дорофеев, В.Я. Левин, А.С. Наталевич]. – Куйбышев: КуАИ, 1965. – 197 с.
4. Дейч, М.Е. Исследование и расчеты ступеней осевых турбин / М.Е. Дейч, Б.М. Трояновский. – М.: Машиностроение, 1964. – 628 с.
5. Емин, О.Н. Воздушные и газовые турбины с одиночными соплами / О.Н. Емин, С.П. Зарицкий. – М.: Машиностроение, 1975. – 216 с.
6. Емин, О.Н. Исследование рабочего процесса высокоперепадных турбин с эжекторными соплами / О.Н. Емин, С.П. Зарицкий // Судостроение. – 1968. – №4. – С. 23 – 27.
7. Забелин, Н.А. Исследование особенностей течения в малорасходных турбинных ступенях конструкции ЛПИ / Н.А. Забелин, Г.Л. Раков, В.А. Рассохин [и др.] // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2013. – №1 (166). – С. 45-53.
8. Забелин, Н.А. Влияние уплотнений на эффективность малорасходных турбинных ступеней конструкции ЛПИ / Н.А. Забелин, Г.Л. Раков, А.А. Себелев [и др.] // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2013. – №3 (178). – С. 32-41.
9. Левенберг, В.Д. Обобщение результатов исследований в области оптимизации параметров высокоперепадных одновенечных и двухвенечных ступеней осевых вспомогательных турбин / В.Д. Левенберг, Г.Ф. Романовский // Труды НКИ. – Николаев: НКИ, 1971. – С. 42 – 48.
10. Левенберг, В.Д. Выбор параметров высокоперепадных судовых турбин малой мощности: [учеб. пособие для студ.] / В.Д. Левенберг. – Николаев: НКИ, 1972. – 122 с.
11. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «Боевые средства флота и их боевое применение» / под ред. А. В. Крейцера. – СПб: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2000. – 48 с.
12. Морозкин П.Д. Исследования ступеней ЛПИ численными методами: дисс. ... магистра: 141100 / Морозкин Петр Дмитриевич. – СПб, 2013. – 61 с.
13. Наталевич, А.С. Особенности рабочего процесса и методика расчета парциальных микротурбин / А.С. Наталевич // Сер. Авиационная техника. – 1964. – №1. – С. 86-95.
14. Наталевич, А.С. Воздушные микротурбины / А.С. Наталевич. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 192 с.
15. Раков, Г.Л. Аэродинамическое совершенствование малорасходных турбин: дисс. ... канд. техн. наук: 05.04.12 / Раков Геннадий Леонидович. – Л., 1982. – 176 с.
16. Рассохин, В.А. Турбины конструкции ЛПИ: Преимущества, характеристики, опыт разработки и применение / В.А. Рассохин // Труды СПбГПУ. – 2004 – №491. – С. 152 – 161.
17. Рассохин, В.А. Моделирование и многорежимная оптимизация малорасходных турбин / В.А. Рассохин, В.Н. Бусурин, В.Н. Садовничий, А.В. Бенько // Тез. докл. Юбилейной науч.-техн. конф. «Инновационные наукоемкие технологии для России». – СПб: СПбГТУ, 1995. – С. 39.
18. Рассохин, В.А. Выбор параметров малорасходных турбин: [методические указания] / В.А. Рассохин. – СПб: СПбГТУ, 1997. – 95 с.
19. Родин, К.Г. Некоторые особенности рабочего процесса в микротурбинах / К.Г. Родин, И.С. Капошин, Ю.П. Батков // Энергомашиностроение. – 1970. – №9. – С. 46.
20. Шерстюк, А.Н. Радиально-осевые турбины малой мощности / А.Н. Шерстюк, А.Е. Зарянкин. – М.: Машиностроение, 1976. – 208 с.

Секачёв А.Ф.¹, Шалай В.В.², Реченко Д.С.³, Попов А.Ю.⁴

^{1,2,3,4} Омский государственный технический университет, г. Омск

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ

Аннотация

Проведен сравнительный анализ существующих методов расчета вращающихся дисков, выявлен наиболее подходящий для решения конкретной задачи. Произведен расчет напряженно-деформированного состояния (НДС) корпуса высокоскоростного шлифовального диска от действия центробежных сил.

Ключевые слова: прочность, высокоскоростное шлифование, МКЭ.

Sekachev A.F.¹, Shalay V.V.², Rechenko D.S.³, Popov A.Yu.⁴

^{1,2,3,4} Omsk State Technical University, Omsk

ANALYSIS METHODS FOR STRENGTH HIGH SPEED GRINDING WHEELS

Abstract

A comparative analysis of existing methods of calculating the rotating discs, identified the most suitable for a particular purpose. The calculation of the stress-strain state (SSS) of the body of a high-speed grinding wheel centrifugal force

Keywords: strength, high speed grinding, FEM.

Скоростное шлифование – шлифование с высокой линейной скоростью движения абразивного материала. Преимущества скоростного шлифования [1]:

1. Повышение производительности по машинному времени
2. Уменьшение износа и увеличение стойкости круга
3. Высокое качество обработанной поверхности
4. Возможность работать с повышенной продольной и поперечной подачей при соответствующем увеличении скорости вращения обрабатываемой детали.

Скоростное шлифование предъявляет особые требования к шлифовальному кругу. К числу которых относится, в первую очередь, прочность. Проблемы выбора материала, с достаточным сопротивлением его на разрыв от действия центробежных сил, возникают уже при скоростях до 50-70 м/с. Существуют конструкции, выдерживающие до 160 м/с.

Для достижения скорости 350 м/с и более была предложена специальная конструкция – шлифовальный круг для алмазно-абразивной обработки состоящий из металлического корпуса с отверстиями, в которые устанавливаются цилиндрические шлифовальные сегменты [2].

Основные параметры круга:

- максимальный диаметр круга до 250 мм;
- максимальная ширина до 40 мм;
- максимальная рабочая скорость обработки до 400 м/с;
- количество обрабатываемых элементов - 16 штук;

Шлифовальный круг состоит из корпуса и обрабатываемых элементов. Материал корпуса - 13X11H2B2MФ-Ш. Свойства материала:

$E=196200$ МПа – модуль упругости;

$\mu=0,3$ – коэффициент Пуассона;

$\sigma_b=1079$ МПа – предел прочности;

$\sigma_{0,2}=932$ МПа – предел текучести;

$\delta=1,5\%$ – относительное удлинение;

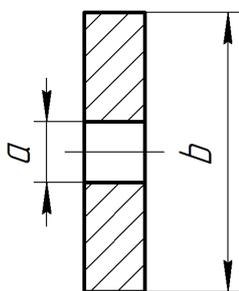
$\rho=7800$ кг/м³ – плотность.

Необходимо определить надежность, такой конструкции. В основе теории расчета дисков лежат два допущения:

1. Радиальные напряжения σ_r и окружные напряжения σ_θ постоянны по толщине диска.

2. В площадках, нормаль к которым направлена параллельно оси вращения, напряжения отсутствуют $\sigma_z = 0$.

Эти два допущения не вносят существенных погрешностей в расчет, если толщина диска составляет не больше 30..40% от его внешнего радиуса. Из допущений и обязательного условия для этой теории осевой симметрии следует, что по граням элемента диска касательные напряжения отсутствуют.



Если первое допущение упрощает расчет и в конечном счете отражается лишь на точности полученного результата (приемлемая точность), то второе ограничивает возможности применения полученных методик для дисков произвольного профиля.

Для диска постоянной толщины радиальные и окружные напряжения определяются по формулам [3]:

$$\sigma_r = \frac{3 + \mu}{8} \rho \omega^2 \left(b^2 + a^2 - \frac{a^2 b^2}{r^2} - r^2 \right)$$

$$\sigma_\theta = \frac{3 + \mu}{8} \rho \omega^2 \left(b^2 + a^2 + \frac{a^2 b^2}{r^2} - \frac{1 + 3\mu}{3 + \mu} r^2 \right)$$

где ρ – плотность материала; ω – угловая скорость; r – радиус расчетного сечения; a – радиус центрального отверстия; b – радиус периферии

При параметрах разрабатываемого высокоскоростного шлифовального круга максимальные радиальные и окружные напряжения в центре будут $\sigma_r = \sigma_\theta = 665$ МПа

Существует большое количество различных методов определения напряжений в диске произвольного профиля. В основном эти методы подразделяются на три группы:

1. Методы разбивки на участки
2. Методы конечных разностей
3. Интегральные методы

В методах первой группы диск заменяют в пределах небольших участков диском другого профиля, для которого известно точное решение.

В методах второй группы используют линейную аппроксимацию функций на отдельных участках диска.

В методах третьей группы применяют способ последовательных приближений (методы Р. С. Кинасошвили, Томпсона, И. Ш. Неймана и И.С. Королева).

Главное, что все эти методы являются по своей сути численными и их использование не даст более точных результатов чем МКЭ в ANSYS, в силу того, что в них заложены допущения искажающие физическую модель.

В методе Кинасошвили, к примеру, есть коэффициент выбирающийся из диапазона полученного из практики расчетов. Его метод примечателен лишь тем, что позволяет получить сравнительно более быстрый ответ, за счет меньшего числа операций. Томпсон в своей работе составляет интегральное уравнение и не указывает на пути его решения.

Стоит также отметить, что эти методы не позволяют определить местные напряжения, которые важно учитывать для циклического нагружения.

В работе [4] была создана параметрическая расчетная модель на базе ANSYS. Такой подход применим лишь конструкциям относительно простой геометрической формы.

Литература

1. Семенченко И.И., Матюшин В.М., Сахаров Г.Н. Проектирование металлорежущих инструментов. Учебное пособие под редакцией И.И. Семенченко. Государственное научно-техническое
2. Реченко, Д.С. Шлифовальный круг для алмазно-абразивной обработки. / Д.С. Реченко, Ю.Р. Нуртдинов, А.Ю. Попов ; Пат. 55665 РФ, МПК В24Д 17/00. - № 2006111080/22; Заявлено 05.04.06; Опубл. 27.08.06. Бюл. № 24. – 2 с.: ил.
3. Биргер И. А., Мавлютов Р. Р. Соппротивление материалов: Учебное пособие. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 560с.
4. Ласточкин Д.А., Скуратов Д.Л. Прочность шлифовальных кругов// Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2006. № 2-1. С. 139-143.

Секачѳв А.Ф.¹, Агарин М.Ю.²

^{1,2}Омский государственный технический университет, г. Омск.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ И ФОРМ КОЛЕБАНИЙ ЛОПАТКИ МКЭ.

Аннотация

МКЭ были определены собственные частоты и формы колебаний лопатки цельнолитого диска вентилятора для двух случаев. Первый случай: условия испытания (тензометрирования), второй: условия эксплуатации (наличие центробежных сил, изменяющих жесткость лопатки).

Ключевые слова: собственные частоты, формы колебаний, МКЭ.

Sekachev A.F.¹, Agarin M.Y.²

^{1,2}Omskiy state technical University, Omsk.

THE DEFINITION OF NATURAL FREQUENCIES AND MODE SHAPES OF BLADES FEM

Abstract

FEM were identified natural frequencies and mode shapes of blades of solid disk fan for two cases. First case: test conditions (tenzometric), the second: the operating conditions (presence of centrifugal forces that change the rigidity of the shoulder blade).

Keywords: natural frequency, mode shapes, FEM.

Частоты свободных колебаний системы тесно связаны с соответствующими собственными формами. Форма колебаний низшей частоты, как правило, очевидна [1]. Маятник, к примеру, остаѳтся практически прямолинейным, для более сложного геометрического тела – лопатки – первая форма это изгибные колебания.

Формы и частоты колебаний являются неотъемлемыми параметрами системы. Их необходимо определять на этапе проработки конструкции, чтобы избежать разрушения при испытании. В случае лопатки, аналитические формулы дают приближенный результат; МКЭ более точно. Также МКЭ достаточно просто позволяет учесть изменение жесткости лопатки от действия центробежных сил.

Расчет частот и форм собственных колебаний лопатки проведен для частоты вращения $n = 5894$ об/мин и при отсутствии вращения. Модель разбивалась 372478 элементов. Количество узлов 76567. Граничные условия – отсутствие перемещений основания лопатки.

Рассчитаны шестнадцать форм и частот колебаний лопатки в диапазоне 0..20000 Гц. Результаты представлены в таблице. Шесть первых форм собственных колебаний при $n = 5894$ об/мин изображены на рисунке 1. Первая форма – первая изгибная форма колебаний лопатки. Вторая форма – первая крутильная форма. Третья, четвертая и шестая сложные изгибно-крутильные формы. Пятая – это вторая крутильная.

№ формы	f, Гц ($n = 0$ об/мин)	f, Гц ($n = 5894$ об/мин)
1	987,87	1005,2
2	3092,8	3099,3
3	3882,4	3895,6
4	6166,1	6174,6
5	6632,1	6634,4
6	8151	8160,9
7	9407	9418,4
8	10293	10303
9	11523	11532
10	12273	12276
11	14499	14512
12	15488	15496
13	15760	15775
14	16566	16574
15	18603	18601
16	19683	19684

Поскольку, размеры лопатки имеют допуски на изготовления, фактические частоты форм колебаний могут отличаться порядка $\pm 5\%$.

При тензометрировании лопаток место наклейки тензорезистора должно быть выбрано так, чтобы он был чувствителен к колебаниям и по первой и по второй форме.

Действие центробежных сил при частоте вращения $n = 5894$ об/мин не значительно увеличило жесткость, о чем свидетельствует не значительное увеличение частот. Тем не менее, МКЭ позволил определить собственные частоты лопатки, которые должны быть подтверждены на испытании, а также фактические частоты, которые будут иметь важнейшее значение для оценки работоспособности вентилятора.

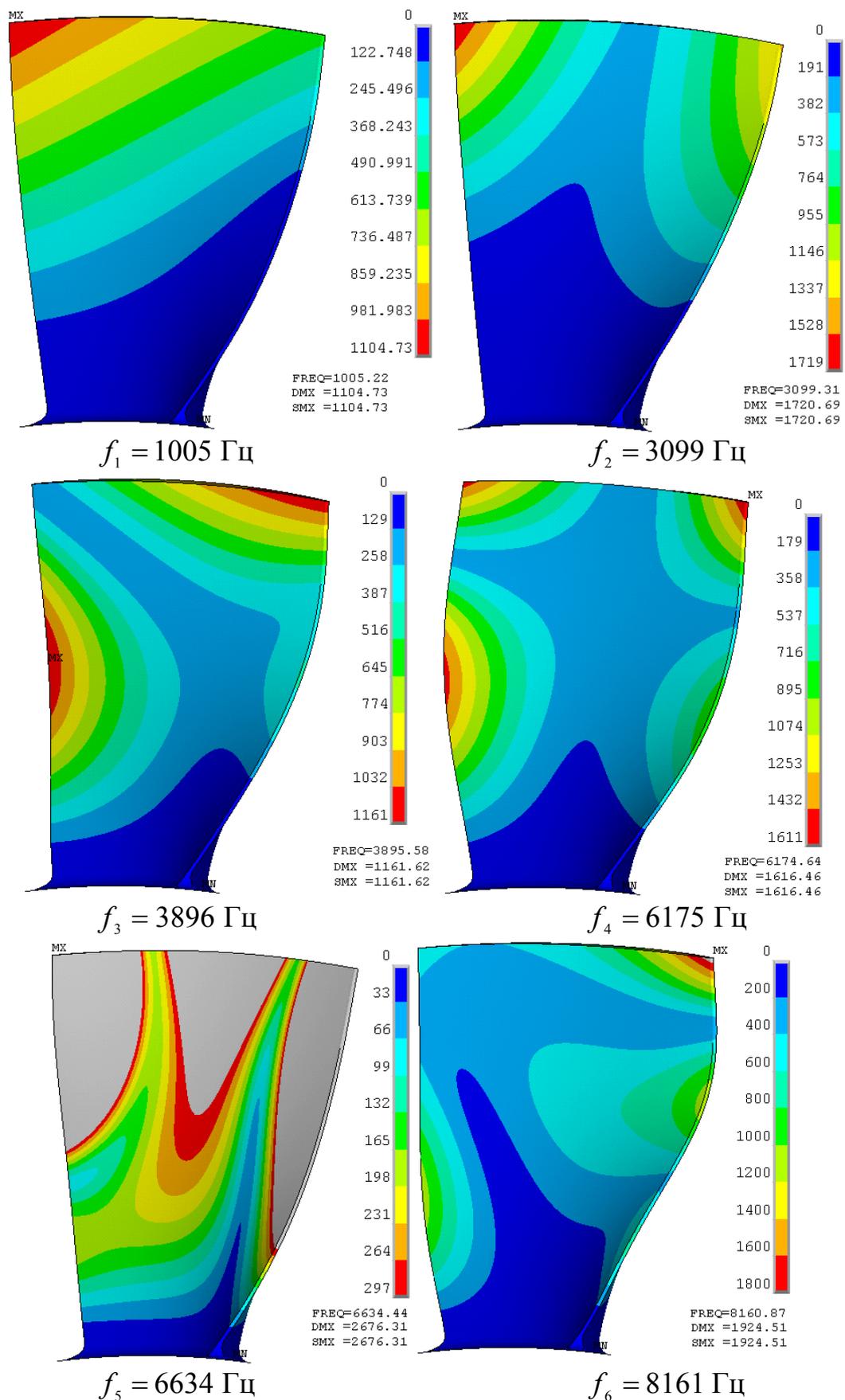


Рис. 1. – Формы колебаний лопаток при $n = 5894$ об/мин

Литература

1. Колебания. Р.Е. Бишоп, Перевод с английского, Главная редакция физико-математической литературы Изд-ва «Наука», 1968 г., 161 стр.
2. Каплун А. Б., Морозов Е. М., Олферьева М. А. ANSYS в руках инженера: Практическое руководство. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 272 с.
3. Басов К. А. ANSYS: справочник пользователя. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 640 с.
4. Чигарев А.В., Кравчук А.С. Смалюк А.Ф. ANSYS для инженеров: Справ. Пособие. М.: Машиностроение-1, 2004. – 512с.

али Алеси Осама Абдулдалиль

Магистрант кафедры Системное программирование, Министерство высшего образования и научных исследований, Ирак, Университет Мутанна, «Южно-Уральский государственный университет» Челябинск

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ ОТДЕЛА ЗАРУБЕЖНОГО ОБУЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА УНИВЕРСИТЕТА Г. МУТАННЫ

Аннотация

Представленная в данной работе структура автоматизированной системы основана на принципе адаптивности. Такая структура является универсальной платформой для разработки систем учета документов. Следовательно, данную структуру можно применять и в других отделах университета г. Мутанны, что позволяет уменьшить финансовые затраты Университета.

Ключевые слова: документов, учреждения, информация, автоматизированная, развития.

Osama Abdujaleel Ali Alesi

Master System Programming, Ministry of Higher Education and Scientific Research, Iraq, University of AL-Muthanna, South Ural State University

DEVELOPMENT OF AUTOMATED SYSTEMS OF ACCOUNTING DEPARTMENT DOCUMENTS FOR FOREIGN STUDY OF INTERNATIONAL COOPERATION UNIVERSITY OF MUTHANNA

Abstract

The article examines the work of foreign studies, University of Muthanna. Explained by the need to develop an automated system for the department. Discusses current approaches to the development of automated systems on their basis the structure of the system accounting documents. Also in this paper we consider mechanisms for implementing the proposed structure of the automated system and the ways of its implementation.

Keywords: documents, institutions, information, automated, Development.

Управление информационными ресурсами имеет для деятельности любого учреждения особое значение. В современном мире учреждения сталкиваются с необходимостью обработки колоссального объема информации. Независимо от правового статуса или организационных форм деятельности учреждения призваны активно взаимодействовать с органами исполнительной и законодательной власти, структурами, участвующими в регулировании экономики [7]. Все это в свою очередь порождает специфический документооборот.

Таким образом, учреждения остро ощущают необходимость организации эффективного управления информационными ресурсами и предпринимают активные шаги по использованию компьютерных технологий в сфере управления документационными потоками (и информацией в широком смысле).

К сожалению, применение компьютерных программ в сфере работы с управленческой (организационно-распорядительной) документацией в ряде случаев не сопровождается структурной перестройкой работы с документацией, что существенно снижает эффект от применения даже самых многофункциональных специализированных (и соответственно дорогостоящих) программных комплексов. Нередки ситуации, когда внедрение компьютерных систем носит формальный характер и не сопровождается сколь-нибудь существенной оптимизацией и унификацией документационных процессов.

В большинстве учреждений со сложной структурой важное значение имеет уровень организации взаимодействия подразделений и порядок обмена информацией. Большая часть информации передается в виде документов на бумажном носителе (обмен служебной документацией и отчетностью).

Следует также отметить, что на протяжении ряда лет достаточно четко прослеживается тенденция увеличения объемов информационных потоков, проходящих через современные учреждения. Характерно, что происходит рост не только документооборота на традиционных носителях, но и информации, проходящей по электронным каналам, а также документов, связанных с функционированием компьютерных систем.

Цели создания и назначение АС учета документов

Основное назначение автоматизированной системы - обеспечение необходимой информационной поддержки и автоматизированной технологии решения задач по учету документов отдела зарубежного обучения Университета г. Мутанна, а также организация информационного взаимодействия между указанным отделом и всего университета в целом.

Основными функциями отдела зарубежного обучения являются:

1. Координация, документальное сопровождение и реализация проектов международного сотрудничества университета, его факультетов и кафедр с зарубежными партнерами;
2. Поиск зарубежных партнёров и новых направлений для сотрудничества, разработка предложений и мероприятий по развитию и укреплению внешних связей;
3. Организация переговоров, разработка договоров и соглашений о сотрудничестве с зарубежными вузами и организациями, координация и контроль их выполнения;
4. Оказание визовой поддержки и контроль над пребыванием иностранных граждан, приглашаемых с целью обучения, стажировок, проведения научных исследований, участия в международных научных и культурных мероприятиях и программах обмена;
5. Организация обучения иностранных студентов, аспирантов, докторантов и стажёров, прибывающих по межправительственным и межвузовским соглашениям, а также в индивидуальном порядке;
6. Подготовка типовых документов, требуемых для оформления участия студентов и сотрудников университета в программах международного сотрудничества.
7. Подготовка рабочих документов и организация работы делегаций университета, направляемых за рубеж и принимаемых зарубежных делегаций.
8. Сбор, анализ и документирование информации о частном международном участии (в том числе об участии в международных конференциях и публикациях) студентов, аспирантов и сотрудников вуза.
9. Мониторинг и предоставление отчетности по результатам международной деятельности вуза.

Таким образом, данный отдел выполняет множество функций и количество документов, с которыми приходится работать сотрудникам достаточно велико.

В связи с этим, можно сделать вывод, что работать с бумажными носителями нецелесообразно в связи с большим количеством документов. Следовательно, возникает необходимость разработки автоматизированной системы учета документов.

Принципы построения АС учета документов

Определив цель создания и назначение автоматизированной системы учета документов, можно перейти к описанию основных принципов построения данной системы.

Автоматизированная система учета документов отдела зарубежного обучения университета г. Мутанна должна обеспечить:

- Создание и учет всех видов документов используемых в данном отделе;
- Информационное взаимодействие с другими автоматизированными системами внутри университета;
- Защищенность данных используемых в работе университета;
- Самостоятельное изменение или доработку автоматизированной системы сотрудниками университета.

Здесь мы перечислили основные принципы, которые должны лежать в основе создаваемой автоматизированной системы. Однако, перечисленные выше принципы – это всего лишь часть, которая будет рассмотрена в данной статье.

Современные подходы к разработке АС

Разработка автоматизированных систем (АС) за время своего существования претерпела различные изменения, которые касались как технологических, так и организационных вопросов. По сей день существует проблема семантического разрыва, однозначное решение которой имеющимися технологическими и организационными средствами найдено не было.

В данной статье будет представлен краткий обзор основных изменений в структуре процесса разработки АС. После чего будет предложен подход для разработки автоматизированных систем учета документов, который позволит решить проблему доработки системы конечным пользователем.

В настоящее время при разработке автоматизированных систем используются два основных подхода [1].

Классический подход к разработке АС предполагает создание готового продукта, который в дальнейшем приобретается и используется клиентом. В случае возникновения проблем с использованием, клиент вынужден обратиться к разработчику системы за внесением соответствующих корректив. Это не всегда возможно, в особенности для так называемых коробочных продуктов. Ввиду работы на массовый рынок, разработчик также не может учесть индивидуальных требований каждого пользователя, что затрудняет полноценное использование автоматизированной системы.

В угоду максимального соответствия функционала и бизнес-процессов предметной области стали появляться автоматизированной системы с возможностью дополнительной настройки на предметную область, более точной настройки. Такие системы получили название «Адаптивные». Их основное преимущество заключается в возможности многократной доработки под изменяющиеся нужды пользователя с сохранением работоспособности.

Разработка адаптивных автоматизированных систем разделяется на две стадии – разработку платформы (основу системы) и создание индивидуальных надстроек для отдельных клиентов [3]. Первая стадия, как и раньше, выполняется на стороне фирмы-разработчика. Вторая же осуществляется силами ИТ-отдела компании или сторонней фирмы-дистрибьютора. Во многом это достигается за счет усложнения основных модулей автоматизированной системы, создания так называемых точек расширения.

Если в случае с классическим подходом у разработчика нет возможности учесть индивидуальные требования, то с адаптивными АС наличие механизмов динамической адаптации не решает проблему полного понимания нужд заказчика.

Идея таких систем в первоначальной ее формулировке заключалась в территориальном и временном приближении команды разработчиков к пользователю. Это давало возможность с одной стороны быстрее реагировать на изменения в предметной области, с другой – учитывать все более мелкие индивидуальные изменения.

Таким образом, можно сделать вывод, что разработка адаптивной платформы для разработки автоматизированных систем является более целесообразной. Причины заключаются в следующем:

- Первоначально затраты на разработку такой платформы выше, однако дальнейшее использование и изменения системы значительно сокращают расходы;
- Возможность в любой момент времени изменить автоматизированную систему под свои нужды (добавить или удалить какой-либо модуль).

Разработка автоматизированной системы учета документов

Определив в предыдущей главе основные подходы к разработке автоматизированных систем, можем перейти к разработке системы учета документов.

Для удовлетворения выдвинутым в начале статьи требованиям будем использовать подход, основанный на принципе адаптивности. Другими словами, автоматизированная системы учета документов будет разрабатываться на платформе .Net Framework [2]. Использование данного подхода позволяет разработать систему с возможностью дальнейшей доработки (будут использоваться точки расширения). При этом доработка должна происходить на уровне пользователей системы. Таким образом, эксперты предметной области получают инструмент, с помощью которого смогут самостоятельно настраивать автоматизированную систему под свои нужды.

Однако, как уже отмечалось выше, значительно усложняется процесс разработки такого инструментария (платформы), так как необходимо учесть как можно больше вариантов настройки (точек расширения).

Далее более подробно распишем основные механизмы функционирования автоматизированной системы учета документов.

Механизм хранения данных

Предметная область, с которой работает автоматизированная система учета документов для отдела зарубежного обучения, очень динамично изменяется. В ней постоянно появляются новые объекты, а часть старых объектов либо полностью отмирает, либо трансформируется [4]. В связи с этим система должна позволять делать в ее структуре оперативные изменения. При этом уже накопленная информация также представляет не меньшую ценность, поэтому она должна всегда присутствовать в базе данных системы. Многие внешние запросы информации требуют отчетов за продолжительный период от 5 лет и более. За такой промежуток времени многие объекты успевают неоднократно измениться. Изменчивость предметной области не единственная проблема. Одним из основных требований к автоматизированной системе было включение в ее состав аналитического блока позволяющего в оперативном режиме оценивать ситуацию с составлением документов и их учета. Это связано с тем, что количество поступающих запросов на данные из автоматизированной системы столь велико и срезы запрашиваемой информации столь разнообразны, что покрыть все это множество статичными отчетными формами просто невозможно. Очевидно, что классический подход к проектированию баз данных в таких условиях слабо применим. В этих условиях было принято решение о построении современного хранилища данных вместо простой базы данных. Для построения хранилища данных была выбрана архитектура «Звезда» или централизованное хранилище с зависимыми витринами данных. Разработан механизм извлечения/трансформации/загрузки (ETL) за счет формирования внутри хранилища простых интерфейсов. Это позволит значительно упростить процесс интеграции с остальными комплексами и системами, внедренными на базе университета г. Муганни ранее.

Также был применен конвейерный подход к потоку данных, что позволило накапливать историю трансформирующихся объектов внутри хранилища данных.

Механизм представления сводных данных

Одним из основных механизмов является механизм представления данных [5]. Он позволяет осуществлять представление данных принципиально разных режимах:

- Режим формирования отчетной информации;
- Режим аналитического представления данных;
- Режим расширенного поиска и учета данных.

Для реализации этих режимов были применены различные технологии. Среди которых применение развитых средств OLAP к сформированному хранилищу данных. Применение изолированного сервера для построения сложных отчетных форм позволит значительно снизить нагрузку на основной сервер, тем самым повысив комфортность работы конечных пользователей с системой в целом.

Механизм разграничения доступа и предоставления информации

Одной из проблем сбора и обработки данных является проблема получения достоверных и актуальных сведений от широкого круга пользователей [6]. Не секрет, что ряд из них не обладает высоким уровнем освоения информационной техники. Другая часть пользователей не всегда корректно осуществляет ввод информации. Для обеспечения контроля вводимой информации, в системе введены эксперты (контролеры) и организован механизм разграничения доступа.

Механизм разграничения доступа к данным, расположенным в автоматизированной подсистеме «Ввод документов», различает несколько уровней пользователей с различными правами на работу с системой. Разграничение доступа пользователей осуществляется согласно двум принципам:

- Вертикального разграничения;
- Горизонтального разделения.

Вертикальное разграничение позволяет назначать уровни доступа каждому пользователю. Горизонтальное разделение позволяет назначать права пользователям.

Определение структуры автоматизированной системы

Определив подход на основе которого будет разрабатываться автоматизированная система и описав основные механизмы её функционирования, определим структуру АС (рис. 1).

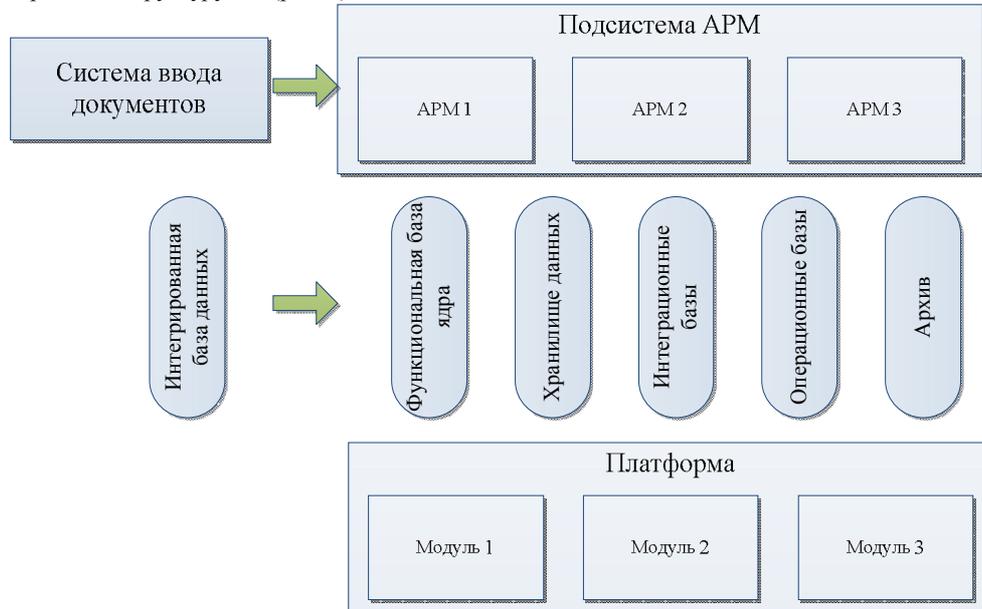


Рис. 1. Структура разрабатываемой системы.

Как показано на рис.1 основными частями разрабатываемой автоматизированной системы являются:

- Платформа, которая состоит из функциональных модулей. Каждый модуль является реализацией определенной функции (например, функция создания электронного документа, функция поиска документов и т.д.).
- Интегрированная база данных, данная часть системы позволяет хранить различные структуры данных. В автоматизированной системе учета документов будут храниться как сами документы, так и вспомогательная информация, на основе которой будут формироваться отчеты и выводиться информация о документах.
- Подсистема АРМ. Пользовательская часть системы, т.е. интерфейс между экспертом предметной области и самой системы.

Основопологающим принципом для построения автоматизированной системы учета документов является использование технологии клиент/сервер, благодаря которой обеспечивается физическое разделение пользовательской части информационной системы (клиент) и платформы (сервер). При такой организации АРМ имеют самостоятельное значение, поскольку могут использоваться с ранее разработанными базами данных (БД), при условии интеграции таких БД в разрабатываемую платформу.

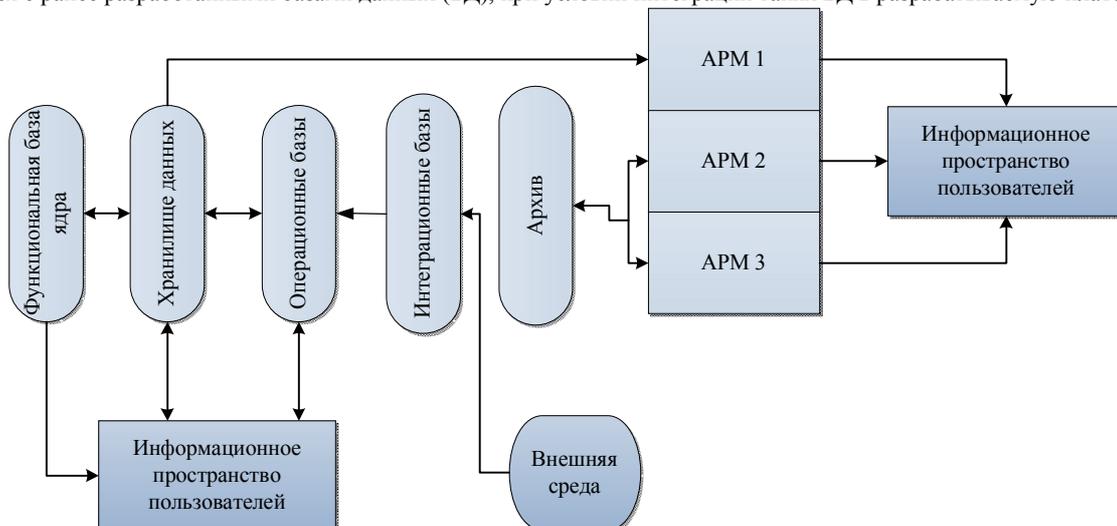


Рис. 2. Структура потоков данных.

Структура потоков данных (рис. 2) демонстрирует организацию взаимодействия между пользователями системы и интегрированной базы данных. Представленная структура позволяет хранить и обрабатывать данные без их потери и искажения.

Представленная в данном разделе разработка автоматизированной системы учета документов для отдела зарубежного обучения Университета г. Мутанны, позволит сократить время на создание, обработку и учет документов, что в целом позволит улучшить качество работы целого отдела.

Conclusion (Заключение)

Представленная в данной работе структура автоматизированной системы основана на принципе адаптивности. Такая структура является универсальной платформой для разработке систем учета документов. Следовательно, данную структуру можно применять и в других отделах университета г. Мутанны, что позволяет уменьшить финансовые затраты Университета.

Также необходимо отметить, что при реализации автоматизированной системы, на разработчиков ложится обязанность создания платформы и необходимых функциональных модулей. Пользовательская часть может создаваться экспертами предметной области, что позволяет в большей степени удовлетворять их требованиям.

Благодарность:

Хочу выразить благодарность министру высшего образования и науки Ирака за все поощрения и поддержку во время стипендиальной программы в России.

Acknowledgement:

I want to thank the Ministry of Higher Education and Scientific Research in Iraq for all the encouragement and support during scholarship program in Russia

Литература

1. Olfa Mosbahi, Leila Jemni, "A formal approach for the development of automated systems", "2nd International Conference on Software and Data Technologies" - ICSoft 2007.
2. Jeffrey Richter, "Microsoft .NET Framework Delivers the Platform for an Integrated, Service-Oriented Web", URL: <http://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/bb985004.aspx>
3. Robert F. Smallwood, Robert F. Williams, "Managing Electronic Records: Methods, Best Practices, and Technologies", May 2013.
4. "The Sedona Principles: Best Practices Recommendations & Principles for Addressing Electronic Document Production", The Sedona Conference, July 2005.
5. James Robertson, "10 Principles of effective information management", KM Column, November, 2005, URL: http://www.steptwo.com.au/files/kmc_effectiveim.pdf
6. Luciana Duranti, "Concepts, Principles, and Methods for the Management of Electronic Records", The Information Society, Taylor & Francis, 2011.
7. Pilgrim Software, "Implementing an Automated Document Management System", Enterprise Compliance and Quality Management, 2007.

Холманских В.И.¹, Моногаров С.И.²

¹Студент; ²кандидат технических наук, доцент, Армавирский механико-технологический институт
«СИСТЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛА ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК»

Аннотация

В статье рассмотрена система использования тепла холодильных установок, предназначенная для увеличения КПД и рабочего объема холодильной установки, а так же для экономии тепловой энергии, за счет холодопроизводительности холодильных установок.

Ключевые слова: рекуперация тепла, промышленность, холодильные установки.

Kholmanskikh V.I.¹, Monogarov S.I.²

¹Student; ²candidate of technical science, docent, Armavir Institute of Mechanics and Technology
«THE SYSTEM OF USE OF HEATS OF REFRIGERATION PLANTS»

Abstract

The article considered the system of use of heat of refrigeration plants, intended for an increase coefficient of efficiency and the swept volume of refrigeration plant, and similarly for the economy of thermal energy, due to cooling capacity of refrigeration units.

Keywords: heat recovery, industry, refrigeration units, economy.

В связи с Федеральным законом Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ, целью которого является создание правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности, в данной работе предлагается снизить потери электроэнергии на обогрев помещений заводов, учреждений и предприятий в холодное время года за счет использования теплого воздуха, полученного компрессорами и радиаторами холодильных установок в процессе работы, для этого предлагается заключить компрессоры и радиаторы холодильных установок в коробки и подводить к ним холодный воздух с улицы (помещения), после чего отработанный воздух проходит дополнительный подогрев в калорифере и поступает в помещение, это позволяет не только экономить на обогреве помещения, но и повысить КПД холодильных установок.

Далее рассмотрим принцип действия установки (рис. 1)

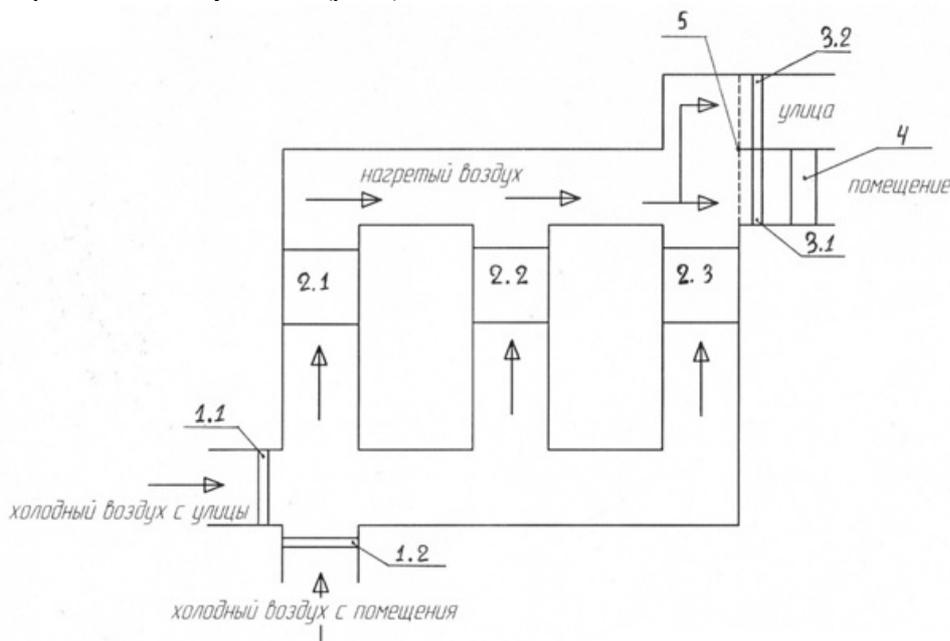


Рис. 1 – функциональная схема работы установки

Где 1.1 и 1.2 – осевые вентиляторы на входе установки; 2.1, 2.2 и 2.3 – компрессоры и радиаторы холодильных установок, заключенные в коробки; 3.1 и 3.2 – осевые вентиляторы на выходе установки; 4 – калорифер; 5 – заслонка «зима-лето»;

Принцип работы установки: холодный воздух с улицы нагнетается осевым вентилятором 1.1 на компрессоры и радиаторы, тем самым охлаждая их и увеличивая КПД холодильной установки, далее подогретый воздух проходит через заслонку 5 и пройдя дополнительный подогрев в калорифере 4 поступает в помещение или же если обогрев не требуется, то отработанный воздух выходит на улицу, также для ускорения обогрева помещения есть осевой вентилятор 1.2, который вместо воздуха с улицы нагнетает воздух с помещения, тем самым ускоряя прогрев помещения в начале рабочего дня.

Представленная система использования тепла холодильных установок (далее СИТХУ) значительно сокращает затраты на отопление, подогрев воды и другие тепловые потребности предприятия или заводов. К тому же за счет того, что хладагент, проходящий в компрессорах и радиаторных трубках, проходит дополнительное охлаждение в коробе, уменьшаются затраты на электрическую энергию, необходимую для сжатия хладагента в компрессоре. Таким образом при меньших затратах на электричество можно увеличить рабочий объем холодильной установки и уменьшить время охлаждения.

Для того, чтобы показать рентабельность установки, можно посчитать приблизительную экономию, для этого было взято предприятие N, (чтобы не было рекламой этого предприятия название указываться не будет) на территории которого работают 9 холодильных машин 30AB6-2-2, мощностью 3 кВт и холодопроизводительностью 6 кВт и 2 аммиачные холодильные машины МКТ25-2-0 с холодопроизводительностью 34 кВт. [3] Общая сумма холодопроизводительности (тепла выделяемого в процессе работы холодильной установки) всех холодильных машин составляет 122 кВт, в теории считается, что через воздух можно утилизировать это тепло практически полностью, но даже если утилизированное тепло составит 60%, т.е. 73,2 кВт/ч для данного предприятия – его все равно хватит. Предприятие N тратит 50-70 кВт энергии на работу обогревающих устройств, «тепловой завесы» и подогрев горячей воды, а с помощью СИТХУ оно может практически отказаться от этих расходов, далее посчитаем примерную прибыль: возьмем среднее количество энергии потребляемое предприятием – 60 кВт/ч, при цене 1,5 руб. за 1 кВт энергии экономия составит 90 руб/час, 1080 руб. в день, 32400 руб. в месяц и 340200 руб. за холодные времена года. Исходя из полученных чисел можно сказать, что окупаемость данной установки составит 1,5-2 года, для данного предприятия.

Но это для небольшого предприятия, к примеру, высокорентабельным будет применение этой технологии на ледовых катках, на которых мощность холодильной установки не менее 250 кВт, где теплая вода требуется для прогрева грунта, чтобы предотвратить его разрушение. На втором месте будут молочные комбинаты, где требуется много тепла для пастеризации сырья и используются сильные холодильные установки. Третье место за предприятиями пищевой промышленности, где требуется теплая вода для мытья помещений, продуктов и отопления. Это далеко не весь список возможного применения СИТХУ. Были указаны предприятия, на которых целесообразно установить подобного рода установку, к тому же за счет мощности холодильных установок на этих предприятиях окупаемость установки составит полгода – год.

Конечно, у СИТХУ есть и аналоги, у которых охлаждение производится за счет холодной воды, что значительно понижает эффективность обогрева помещения, по сравнению с представленной в этой работе (т.к. рабочим веществом является воздух внутри предприятия), к тому же в теплое время года они не работают, в то время как здесь предлагается второй цикл системы, при котором берется холодный воздух с улицы, для понижения затрат электроэнергии на работу холодильной установки. [1], [2] Так же для крупных предприятий можно будет продумать полную автоматизацию процесса работы системы при помощи программируемого реле и датчиков тепла.

Данную разработку не требует больших затрат на свою реализацию и достаточно быстро сможет себя окупить, а так же её можно внедрить практически в любые предприятия, заводы или учреждения, где используются достаточно мощные холодильные установки или много холодильных установок.

Литература

1. Бучин С., Смагин С. Системы утилизации тепла в холодильных установках // Мир климата – №62.
2. Высоцкий М. Утилизация теплоты конденсации (часть 2). Схемные решения на базе компонентов Danfoss //Холодильная техника – 2006. – № 9.
3. Холодильное оборудование [Электронный ресурс] URL: <http://www.8e.ru/firms/a2673.php> (дата обращения 24.03.2014)

Алексеев Д.П.¹, Кузьмин А.В.², Чулюнин А.Ю.³.

¹Старший преподаватель, Московский государственный индустриальный университет; ²Студент, Московский государственный индустриальный университет; ³Ассистент, Московский государственный индустриальный университет

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАВИТАЦИИ В ЦЕНТРОБЕЖНОМ НАСОСЕ

Аннотация

В работе с помощью пакета инженерного анализа ANSYS CFX исследуется явление возникновения кавитации в центробежном насосе. Представлена математическая модель течения жидкости в насосе с учетом кавитации. В результате серии вычислительных экспериментов выявлены зоны пониженного давления, в которых возникают кавитационные пузыри, а также получена кавитационная характеристика насоса.

Ключевые слова: центробежный насос, численное моделирование, кавитация.

Alekseev D.P.¹, Kuzmin A.V.², Chulyunin A.Yu.³.

¹Lecturer, Moscow State Industrial University; ²Student, Moscow State Industrial University; ³Assistant, Moscow State Industrial University

NUMERICAL SIMULATION OF CAVITATION IN CENTRIFUGAL PUMP

Abstract

In this paper, using the package ANSYS CFX engineering analysis explores the phenomenon of cavitation in a centrifugal pump. A mathematical model of fluid flow in the pump considering cavitation. Through a series of computational experiments revealed a lower pressure zone in which the cavitation bubbles occur, and also obtained the cavitation characteristics of the pump.

Keywords: automation, business process, industry.

Введение

Подвляющее большинство современных методик расчета объемных и динамических гидромашин базируется на использовании полуэмпирических формул, эффективность которых проверена на практике. Однако подобные методики не позволяют в полной мере исследовать все процессы, протекающие в рабочих элементах рассматриваемых машин, тем самым не позволяя выработать необходимые рекомендации по модификации устройства. В последнее время в инженерной практике широкое распространение получил вычислительный эксперимент, базирующийся на численном решении уравнений механики сплошной среды и позволяющий проводить комплексное исследование изучаемого объекта. В данной работе на базе вычислительного эксперимента исследуется явление кавитации в центробежном насосе.

Объект исследования

Центробежные насосы являются одной из самых распространенных разновидностей динамических гидравлических машин. Они широко применяются: в системах водоснабжения, водоотведения, в теплоэнергетике, в химической промышленности, в

атомной промышленности, в авиационной и ракетной технике. Принципиальная схема центробежного насоса представлена на рис.1.

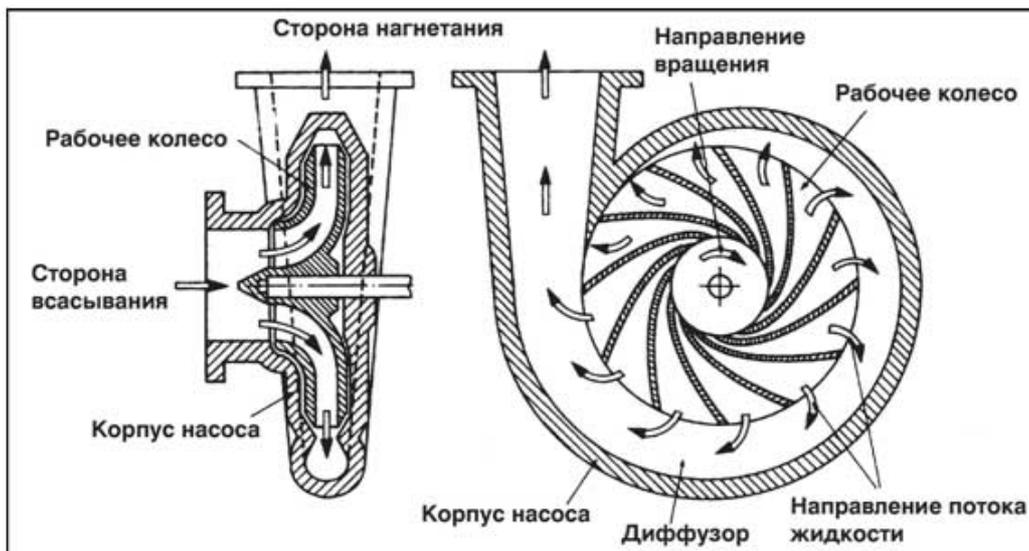


Рис.1. Принципиальная схема работы центробежного насоса

На рабочем колесе имеются лопатки (лопасти), которые имеют сложную форму. Жидкость подходит к рабочему колесу вдоль оси его вращения, затем направляется в межлопаточный канал и попадает в отвод. Отвод предназначен для сбора жидкости, выходящей из рабочего колеса, и преобразования кинетической энергии потока жидкости в потенциальную энергию, в частности в энергию давления. Указанное выше преобразование энергии должно происходить с минимальными гидравлическими потерями, что достигается специальной формой отвода[1].

В качестве объекта исследования выбран центробежный насос, используемый при проведении лабораторных работ по «Механике жидкости и газа» и «Гидропневмопривода» в ФГБОУ ВПО МГИУ. Геометрические параметры исследуемого насоса представлены в таблице 1.

Таблица 1. Геометрические параметры исследуемого насоса

1	Число лопаток	z	6
2	Внутренний диаметр рабочего колеса	d, мм	45
3	Наружный диаметр рабочего колеса	D, мм	130
4	Ширина рабочего колеса на входе	b ₁ , мм	12
5	Ширина рабочего колеса на выходе	b ₂ , мм	9
6	Угол выхода лопатки	B ₂	40 ⁰
7	Толщина лопатки в окружном направлении на входе колеса	S ₁ , мм	5
8	Толщина лопатки в окружном направлении на выходе колеса	S ₂ , мм	9
9	Диаметр горла диффузора	d _{гор} , мм	34
10	Частота вращения приводного электродвигателя	n, об/мин	2880
11	Средний диаметр на входе в рабочее колесо	D ₁ , мм	47
12	Диаметр входа в рабочее колесо	D ₀ , мм	52

Математическая модель

Для описания течения жидкости в центробежном насосе используется система уравнений Навье-Стокса для двухфазной гомогенной жидкости (смесь воды и водяного пара)[2]:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \mathbf{U}) + \nabla \cdot (\rho \mathbf{U} \otimes \mathbf{U} - \mu (\nabla \mathbf{U} + (\nabla \mathbf{U})^T)) = S_M - \nabla p \quad (1)$$

Здесь \mathbf{U} – вектор скорости смеси, p – давление смеси, ρ – плотность гомогенной смеси, μ – вязкость гомогенной смеси. Формулы для вычисления плотности и вязкости смеси имеют вид:

$$\rho = \sum_{\alpha=1}^{N_p} r_{\alpha} \rho_{\alpha} \quad (2)$$

$$\mu = \sum_{\alpha=1}^{N_p} r_{\alpha} \mu_{\alpha}$$

Здесь r_{α} – объемная доля фазы α . N_p – число фаз(в нашем случае $N_p=2$).

Система уравнений Навье-Стокса дополняется уравнением неразрывности, которое для данного случая имеет вид:

$$\frac{\partial}{\partial t}(r_{\alpha} \rho_{\alpha}) + \nabla \cdot (r_{\alpha} \rho_{\alpha} \mathbf{U}_{\alpha}) = S_{MS\alpha} + \sum_{\beta=1}^{N_p} \Gamma_{\alpha\beta} \quad (3)$$

$S_{MS\alpha}$ – описывает внешний источник массы (в нашем случае $S_{MS\alpha}=0$). Выражение для $\Gamma_{\alpha\beta}$ определяется выбранной моделью кавитации.

$$\sum_{\alpha=1}^{N_p} r_{\alpha} = 1$$

Отметим, что сумма объемных долей

Модель кавитации

При моделировании кавитации спектр распределения ядер кавитации аппроксимируется средним радиусом и плотностью ядер. Пузырьки пара представлены пузырьками с одинаковым радиусом и гомогенным распределением. Объемная концентрация пара связана с плотностью и радиусом ядер и изменяется а) по времени; б) из-за конвективного переноса; в) из-за роста и схлопывания пузырьков.

Как было отмечено выше, межфазный массообмен осуществляется путем добавления в уравнения неразрывности дополнительного слагаемого $\Gamma_{\alpha\beta}$, который представляется в виде произведения относительного массового расхода $m_{\alpha\beta}$ и коэффициента, пропорционального объемной концентрации $A_{\alpha\beta}$. Для определения $m_{\alpha\beta}$ используется модель кавитации Релея-Плессета, которая описывает рост газового пузырька в жидкости уравнением[2]:

$$R_B \frac{d^2 R_B}{dt^2} + \frac{3}{2} \left(\frac{dR_B}{dt} \right)^2 + \frac{2\sigma}{\rho_f R_B} = \frac{p_v - p}{\rho_f} \quad (4)$$

Здесь R_B – радиус пузырька, p_v – давление пузырька, p – давление жидкости, ρ_f – плотность жидкости, σ – коэффициент поверхностного натяжения между жидкостью и паром.

Уравнение Релея-Плессета основано на лагранжевом подходе и динамики пузырька в невозмущенном потоке. Уравнение Релея-Плессета хорошо описывает динамику пузырька в процессе его расширения и большей части фазы сжатия (за исключением последней фазы сжатия в десятки наносекунд). При моделировании кавитации используется гомогенный подход, потому что поле скорости пара часто предполагается идентичным полю скорости жидкости.

Пренебрегая производной второго порядка и коэффициентом поверхностного натяжения уравнение (4) принимает вид:

$$\frac{dR_B}{dt} = \sqrt{\frac{2(p_v - p)}{3 \cdot \rho_f}} \quad (5)$$

Изменение объема пузырька определяется соотношением:

$$\frac{dV_B}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{4}{3} \pi R_B^3 \right) = 4\pi R_B^2 \left(\sqrt{\frac{2(p_v - p)}{3 \rho_f}} \right) \quad (6)$$

А изменение массы пузырька определяется как:

$$\frac{dm_B}{dt} = \rho_B \frac{dV_B}{dt} = 4\pi R_B^2 \rho_B \left(\sqrt{\frac{2(p_v - p)}{3 \rho_f}} \right) \quad (7)$$

Обозначим число пузырьков на единицу объема как N_B , тогда объемная доля газовой фазы вычисляется по формуле:

$$r_g = V_B N_B = \frac{4}{3} \pi R_B^3 N_B \quad (8)$$

Учитывая описанные выше уравнения, выражение для относительного массового расхода имеет вид:

$$m_{\alpha\beta} = N_B \frac{dm_B}{dt} = \frac{3r_g \rho_g}{R_B} \sqrt{\frac{2 \cdot (p_v - p)}{3 \rho_f}} \quad (9)$$

Уравнения (1)-(3), (9) составляют полную систему, описывающую течение жидкости в центробежном насосе с учетом эффекта кавитации. Данные уравнения замыкаются граничными условиями и начальными условиями.

Компьютерная модель и результаты расчета

Для дискретизации расчетной области использовался гексаэдральный тип ячеек, общее количество которых составило 800 тыс. элементов (рис.2). В зоне рабочего колеса использовалась процедура измельчения сетки.

В качестве граничных условий, замыкающих описанные выше уравнения, используются: Полное давление $P_{tot}=101325$ Па и 80000 Па на входе, заданный объемный расход $0,02$ м³/с на выходе. Для рабочего колеса задается вращение вокруг оси равное 2880 об/мин. В качестве рабочей жидкости использовалась вода с плотностью $\rho=998$ кг/м³, динамической вязкостью $\mu=0.001$ Па·с, давлением насыщенных паров 3620 Па. Серия расчетов проводилась на персональном компьютере средней мощности Intel Core i7, 3.2 GHZ, 16 Gb RAM. Время одного расчета составляло 8 часов.

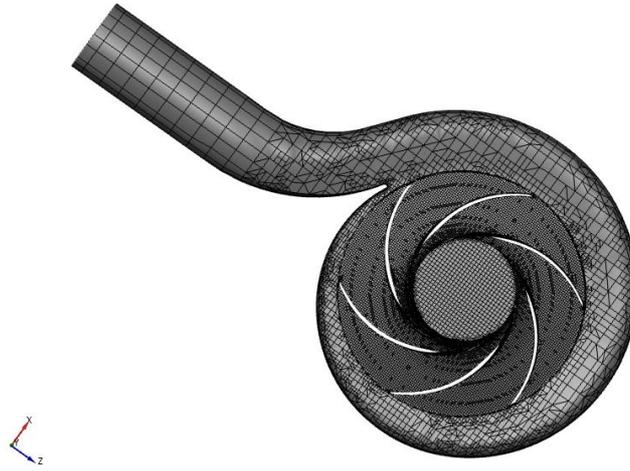


Рис.2. Сеточная модель центробежного насоса

На рис.3,4 представлены поля скоростей и давлений в насосе при различных условиях на входе в расчетную область. Очевидно, что зона минимального давления располагается внутри проточной части насоса, на задней стороне входной части лопастей. В этих областях образуются зоны кавитации (рис.5), причем, чем меньше давление на входе в насос, тем обширнее эти зоны. Также отметим, что при входном давлении 80 000 Па кавитация также возникает во входной части диффузора у языка спирали.

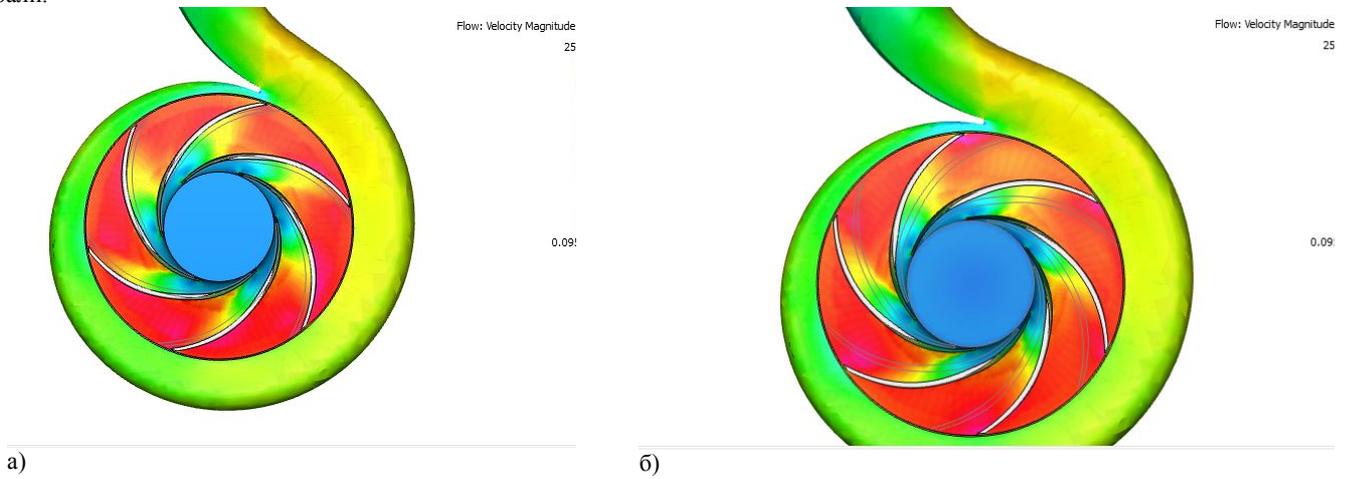


Рис.3. Поле скорости в сечении центробежного насоса. А) входное давление 101325 Па; б) входное давление 80 000 Па

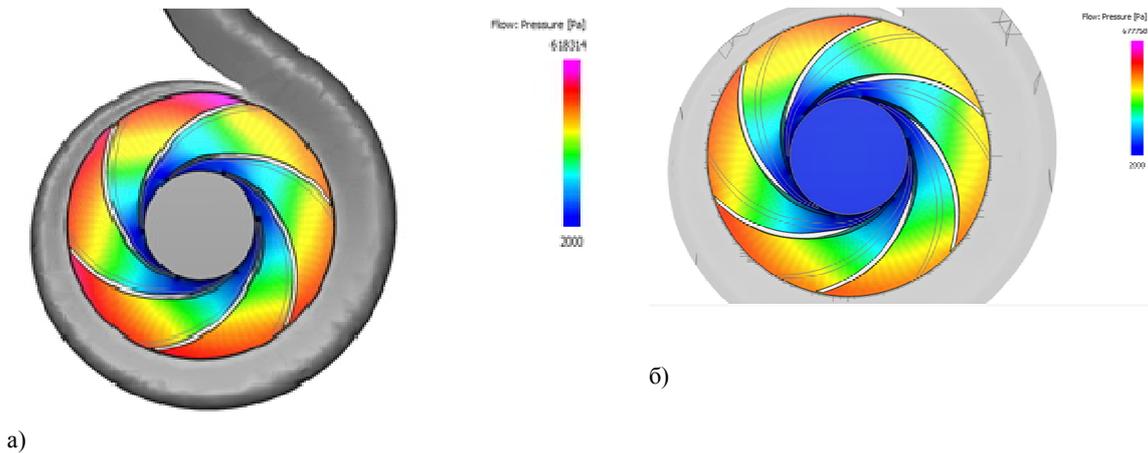


Рис.4. Поле давления в сечении центробежного насоса. А) входное давление 101325 Па; б) входное давление 80 000 Па

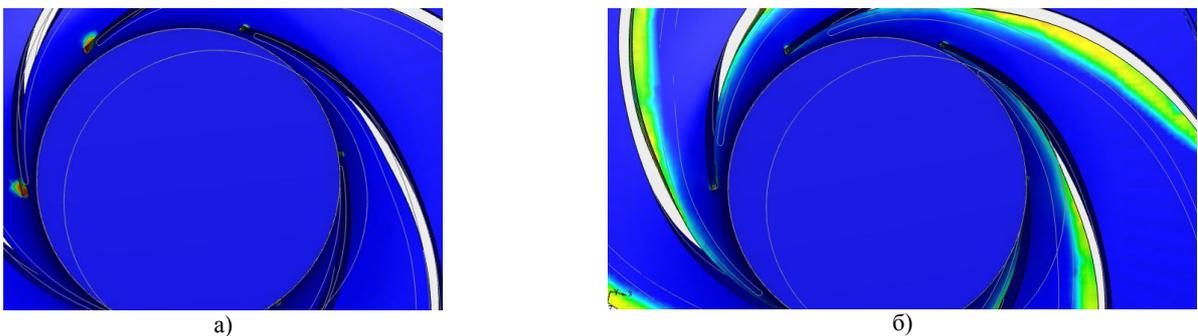


Рис.5. Зоны кавитации. А) входное давление 101325 Па; б) входное давление 80 000 Па

В результате серии вычислительных экспериментов построена кавитационная характеристика насоса (рис.6) которая имеет хорошее качественное согласование с теоретическими данными [3].

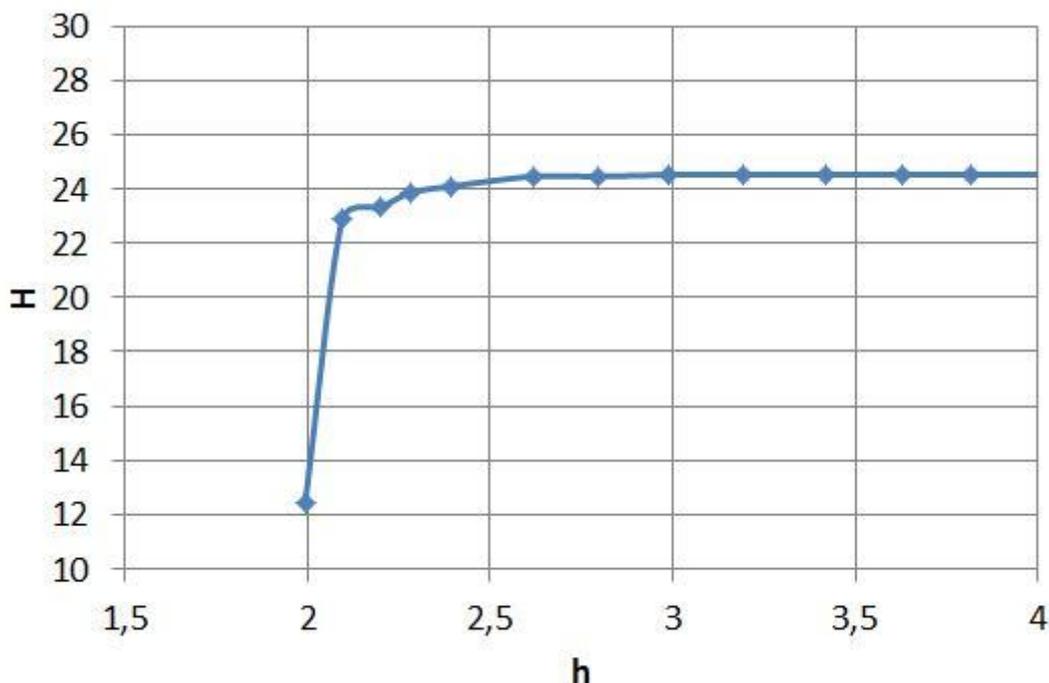


Рис.6 Кавитационная характеристика центробежного насоса

Заключение

Разработана математическая модель течения жидкости в центробежном насосе с учетом возникновения кавитации. Расчеты, проведенные в программном комплексе ANSYS CFX, выявили наличие зон пониженного давления и зон кавитации. При уменьшении давления, подаваемого на вход центробежного насоса, зоны кавитации становятся больше. Кавитационная характеристика, построенная в результате вычислительных экспериментов, имеет хорошее согласование с теоретическими сведениями.

Литература

1. Лепешкин А.В., Михайлин А.А., Шейпак А.А. Гидравлика и гидропневмопривод. В 2-х частях. Ч. 2: Гидравлические машины и гидропневмопривод: Учебник /Под ред. А.А. Шейпака. 4-е изд., доп. и перераб. – М.: МГИУ, 2007. – 352 с.
2. Ansys CFX solver Theory guide, Release 14.5.
3. S. Christopher and S. Kumaraswamy Experimental Study of Cavitation Hysteresis on Radial Flow Pump // Institution of Engineers (India) Journal-МС, Vol.92, pp.34-39

Шариков Ю.В.¹, Шариков Ф.Ю.², Титов О.В.³

¹Профессор, доктор технических наук; ²Ведущий научный сотрудник, кандидат химических наук; ³ассистент, кандидат технических наук, Национальный минерально-сырьевой университет «горный» (горный университет)

КАЛОРИМЕТРИЯ ТЕПЛОвого ПОТОКА И ДСК – ВАЖНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И СОЗДАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Аннотация.

В статье рассматривается опыт применения Дифференциальной Сканирующей Калориметрии (ДСК) и калориметрии теплового потока (Кальве) для изучения кинетики сложных многостадийных промышленных процессов, имеющих большое практическое значение. Была исследована информативность калориметрических данных и процедура их обработки совместно с аналитическими данными для решения обратных задач химической кинетики.

Ключевые слова: Калориметрия, кинетика, математическое моделирование

Sharikov I.V.¹, Sharikov F.I.², Titov O.V.³

¹Professor, Dr. of Science (Chem. Engng.); ²Leading research scientist, PhD (Chemistry); ³assistant, PhD (Chem. Engng.)
National mineral resources university (mining university)

DSC AND HEAT FLUX CALORIMETRY - IMPORTANT AND POWERFUL TOOLS FOR TECHNOLOGICAL PROCESSES STUDY AND MATHEMATICAL MODELING

Abstract.

The article examines the possibilities and experience of applying Thermogravimetry - Differential Scanning Calorimetry (TG/DSC) and heat flux (Calvet) calorimetry techniques to kinetic study of complicated multi-stage industrial reactions of considerable practical importance. Self-descriptiveness of calorimetric data and the procedures of their treatment together with analytical information for solving inverse kinetic tasks have been studied.

Keywords: Calorimetry, kinetics, mathematical modeling.

Introduction

DSC and Calvet calorimetry are widely used in numerous studies on the structure and properties of various chemical compounds. Their application to the development of chemical processes mathematical models related to further simulating a definite industrial reactor are not quite common yet, although heat flux calorimetry is an important and powerful tool to provide necessary information on the reaction rate for the majority of chemical reactions that take place in the system under investigation and provide a heat effect.

Heat flux calorimeter allows you to detect and record heat flow that occurs in the cell or vessel with the sample due to chemical reactions and phase transformations. These changes in the heat content can be described by the following system of equations:

$$\frac{dQ}{dt} = \sum_{j=1}^R w_j \cdot H_j + \sum_{i=1}^P q_i \cdot Q_i; j = 1, \dots, R; i = 1, \dots, P \quad (1)$$

$$\frac{dc_i}{dt} = \sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^N w_{ij} \quad (2)$$

$$w_{ij} = -k_j \cdot \prod_{i=1}^{N_r} c_i^{n_i} + k_{-j} \cdot \prod_{i=N_r+1}^{N_p} c_i^{n_i} \quad (3)$$

Where Q_{gen} - total amount of absorbed (or evolved) heat in a chemical process, kJ .

w_{ij} - conversion rate in the reaction of i -th component of the reaction mixture for j -th chemical reaction. $kmol/(m^3 \cdot min)$;

$$k_j = \exp(\ln(k_{0,j}) - (E_j / RT))$$

- rate constant for the direct reaction;

$$k_{-j} = \exp(\ln(k_{0,-j}) - (E_{-j} / RT))$$

- rate constant for the inverse reaction;

H_j - heat effect of j -th chemical reaction, $kJ / kmol$;

q_j, Q_j - rate and heat effect value of the i -th phase transition;

P - number of phase transformations in the system;

t - current process time, min.

R series of parallel chemical reactions and P series of parallel phase transformations usually take place in a multiphase reaction system.

We can measure either total heat release rate dQ_{gen}/dt , using DSC or Calvet calorimetry technique, or total heat release rate together with the change in mass of the sample $m(t)$ as a function of time using TG/DSC technique – as observed responses. Thus we have only generalized responses for the course of the entire process in the case. However, these curves have a large number of points, including the extreme points and inflection points as well. These features make the heat production curve highly informative, and it is possible to select characteristic points in order to perform product analysis in these points and finally to describe a quite complicated and detailed physico-chemical mechanism of the process, taking into account the possible intermediate steps.

In order to understand how precisely we can determine kinetic parameters of the model, we solved the problem of modeling an ideal established process to determine its kinetic parameters that we knew beforehand. To do this we have simulated an array of experimental data that reflected the behaviour of an ideal process with heat generation in a calorimetric cell. We solved numerically the system of kinetic equations describing the process with two consecutive exothermic reactions of the 1-st order:



A mathematical model that describes kinetic behaviour of a process with the selected scheme of chemical reactions in a batch ideal reactor with a given temperature profile is as follows:

$$\begin{aligned} \frac{dc_A}{dt} &= -\exp(\ln k_{01} - \frac{E_1}{R \cdot T}) \cdot c_A; \\ \frac{dc_B}{dt} &= \exp(\ln k_{01} - \frac{E_1}{R \cdot T}) \cdot c_A - \exp(\ln k_{02} - \frac{E_2}{R \cdot T}) \cdot c_B; \\ \frac{dc_C}{dt} &= \exp(\ln k_{02} - \frac{E_2}{R \cdot T}) \cdot c_B; \\ \frac{dQ}{dt} &= H_1 \exp(\ln k_{01} - \frac{E_1}{R \cdot T}) \cdot c_A - H_2 \exp(\ln k_{02} - \frac{E_2}{R \cdot T}) \cdot c_B; \end{aligned} \quad (5)$$

$$T = T(t)$$

Through solving this system of differential equations we generated some kinetic data to be used as quasi-experimental data for verifying the procedure of searching a solution for the problem of parametric identification for fully observed objects. Solution of these model equations was performed with the following values of kinetic parameters of the model (4) (see Table 1).

Table 1. Kinetic parameters used for generating quasi-experimental data to be used for modeling the search procedure for these kinetic constants.

$\ln K_{01} = 25 [1/min]$	$E_1 = 100 kJ/mol$	$H_1 = 30 kJ/mol$
$\ln K_{02} = 8 [1/min]$	$E_2 = 40 kJ/mol$	$H_2 = 10 kJ/mol$

The following concentration values were used as initial conditions for the solution of the equations (5) to generate quasi-experimental data.

Table 2. Initial conditions for concentrations used for generating quasi-experimental data to be used for modeling the search procedure

$C_A(0)$	$10 kmol/m^3$
$C_A(0)$	$0 kmol/m^3$
$C_A(0)$	$0 kmol/m^3$

Temperature mode was chosen as linear heating from 400 to 500K with $\beta = 1\text{K/min}$ (100 min). Solution of the direct kinetic task was carried out in software environment ReactOp Cascade, ver. 3.20 [1, 2]. Figure 1 shows the solution results for system of equations (5) with the values of kinetic parameters and initial conditions given in Tables 1 and 2.

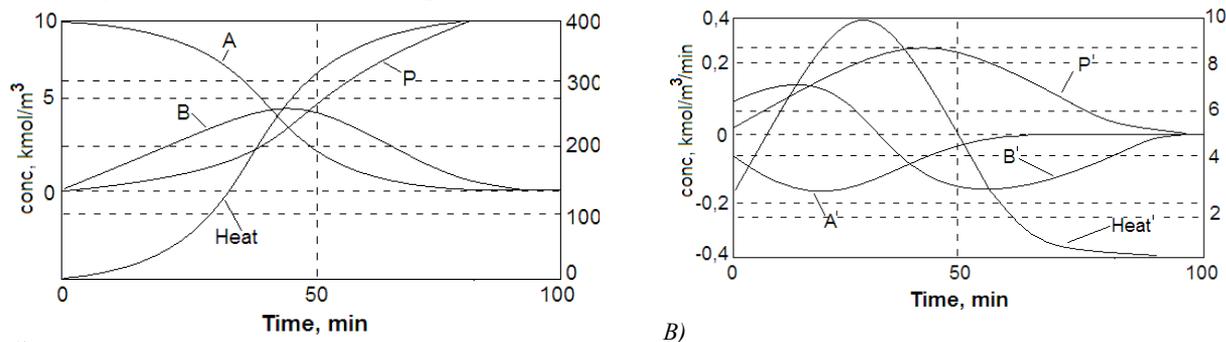


Fig. 1. Results of numerical solutions of equations (5) with the kinetic parameters and initial conditions given in Tables 2, 3.
A) Integral responses for the components; B) Differential responses for the components

These results of simulation were used as experimental data to investigate the possibility to find the exact kinetic parameters from real experimental data that are usually obtained in the result of a calorimetric run. The procedure that is used now is to determine the kinetic parameters from experimental data in the result of minimizing the sum of squared deviations between experimental (real) and calculated data. This value is a complex function of the kinetic parameters set, hence their determination is to find a minimum of the many variables function [1, 2]:

$$R = \sum_{k=1}^K \sum_{s=1}^S \left(X_{k,s}^{(\text{calc})} - X_{k,s}^{(\text{exp})} \right)^2 = R(u_p) \quad (6)$$

Using these calculated curves as experimental data, we were solving the inverse kinetic task. The values given in Table 3 were used as initial estimations to begin the search.

Table 3. Initial values for searching the kinetic parameters.

Kinetic parameter	Reaction 1	Reaction 2
$\ln K_{0,i}$, [1/min]	18	3
$E_{a,i}$, kJ/mol	80	15
H_i , kJ/mol	20	12
R_0	752058	

To define the mismatch function R ‘step-by-step’ we were taking each time various response combinations: first - all concentrations together with heat production rate; then we expelled concentration responses from the mismatch function R , and finally we expelled the heat production rate response and only the concentrations were left. Each time the searching procedure was begun from the same point for initial conditions (see Table 2). It was found that the most informative experimental responses were either heat production rate, or the integral heat production response. Figure 2 shows the mismatch at the starting point when we were using the heat production rate response, and Figure 3 shows the final mismatch between (quasi)experimental and calculated curves. The kinetic parameters found in the result match the original values given in Table 1 with a high precision. The whole procedure confirmed reliably the high self-descriptiveness of heat production curves (both – differential and integral). The possibility to use the results of kinetic runs with measuring heat production rate in a heat flux calorimeter has been demonstrated. The kinetic model developed in this way can be further used for determining the optimum operation conditions of an industrial reactor.

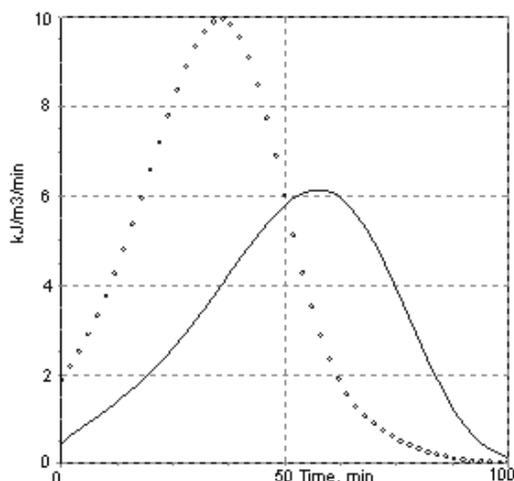


Fig. 2. The mismatch between experimental (points) and calculated data (solid curve) at the starting point, with the kinetic parameters given in Table 3. The value of mismatch function $R = 683.73$ (initial value, before searching procedure).

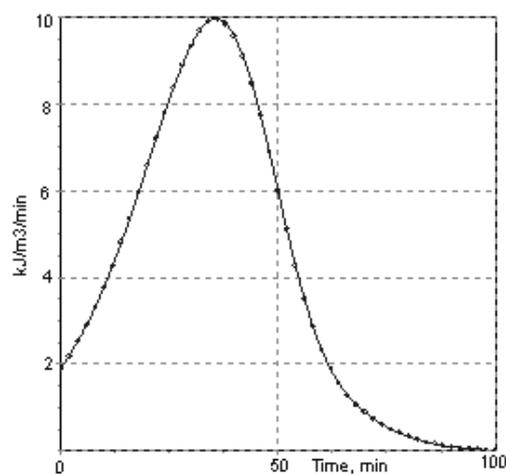


Fig. 3. Comparison of experimental and calculated data after finding the minimum of the mismatch function R by nonlinear programming techniques. The minimum point was reached in 19 iterations. The value of the mismatch function $R = 8.76 \cdot 10^{-23}$ - in the final point, after search.

Experimental results and discussion

The following processes were selected for the experimental study, kinetic analysis and further mathematical modeling: 1) production of alumina via calcination of the nepheline charge, 2) production of the cement clinker and

Calcination processes of cement charge and alumina production by the sintering nepheline charge are industrially important and contain many common reactions. Both these processes are run with overall weight loss and a noticeable heat absorption, and it is of interest to apply a TG/DSC technique in order to get the experimental data on real industrial kiln charges, compare the data for similar reactions within kinetic analysis and fulfill the whole procedure of modeling and optimization for these important industrial processes.

The sequence of chemical transformations that takes place at heating the nepheline and lime charge for alumina production and raw mixture charge for cement clinker production is shown in Table 4 [4].

Table 4. Chemical reactions at sintering the nepheline and lime charge for alumina production and raw mixture charge for cement clinker production.

Nepheline-lime charge for alumina production	Raw mixture charge for cement clinker production
$H_2O_1 \rightarrow H_2O - Q_1$	$H_2O_1 \rightarrow H_2O - Q_1$
$CaCO_3 \leftrightarrow CaO + CO_2 - Q_2$	$CaCO_3 \leftrightarrow CaO + CO_2 - Q_2$
$Na_2CO_3 \leftrightarrow Na_2O + CO_2 - Q_3$	$MgCO_3 \leftrightarrow MgO + CO_2 - Q_3$
$Al_2O_3 \cdot H_2O \rightarrow Al_2O_3 + H_2O - Q_3$	$Al_2O_3 \cdot 2(SiO_2) \cdot 2H_2O + 2CaO \rightarrow 2(2CaO \cdot SiO_2) + MgO + Q_3$
$Al_2O_3 \cdot 3H_2O \rightarrow Al_2O_3 + 3H_2O - Q_6$	$2CaO \cdot MgO \cdot 2SiO_2 + 2CaO \rightarrow 2(2CaO \cdot SiO_2) + MgO + Q_6$
$Na_2O + Al_2O_3 \rightarrow 2NaAlO_2 + Q_7$	$CaO \cdot MgO \cdot SiO_2 + CaO \rightarrow 2CaO \cdot SiO_2 + MgO + Q_7$
$Na_2O + Fe_2O_3 \rightarrow 2NaFeO_2 + Q_8$	$2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2 + CaO \rightarrow 3CaO \cdot Al_2O_3 + SiO_2 + Q_8$
$2CaO + 2SiO_2 \rightarrow 2CaO \cdot SiO_2 + Q_9$	$2CaO + SiO_2 \rightarrow 2CaO \cdot SiO_2 + Q_9$
$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + Q_{10}$	$2CaO \cdot SiO_2 + CaO \rightarrow 3CaO \cdot SiO_2 + Q_{10}$
	$3CaO + Al_2O_3 \rightarrow 3CaO \cdot Al_2O_3 + Q_{11}$
	$4CaO + Al_2O_3 + Fe_2O_3 \rightarrow 4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3 + Q_{12}$

Kinetic runs were performed using the instrument STA-429 NETZSCH-Geratebau GmbH. TG/DSC responses were measured. Heating law in these runs was introduced in a table form and it was the same as the real time-temperature profile along the axis of an industrial furnace for producing cement clinker and nepheline sintering batch, respectively. Initial experimental data were processed to necessary units and their kinetic analysis was performed due to the models given in Table 4 in accordance with the procedure described above. Comparison of experimental and simulated kinetic curves after the procedure completion with the found values of kinetic parameters is given in Figures 4-7.

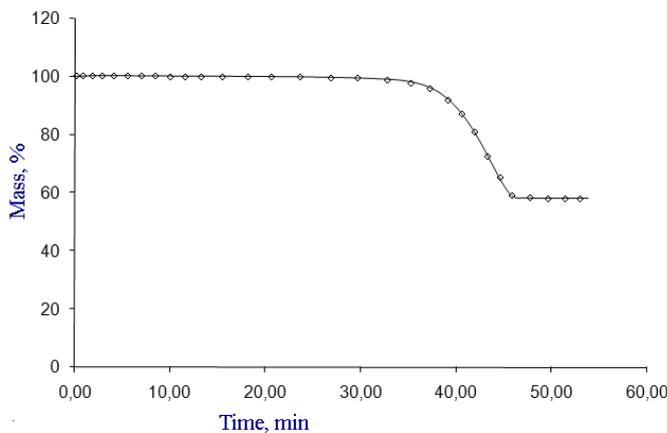


Fig. 4. Comparison of experimental (points) and calculated (solid line) curves of the sample mass loss at heating a dry blend of nepheline charge

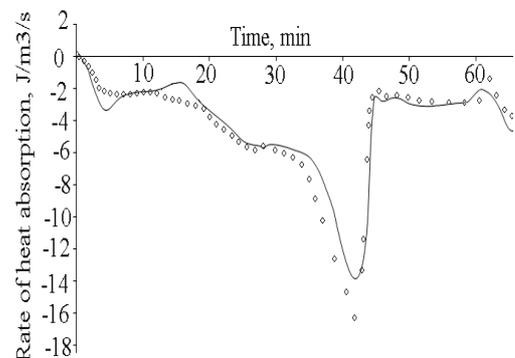


Fig. 5. Comparison of experimental (points) and calculated (solid line) curves of the sample heat absorption rate at heating a dry blend of nepheline charge.

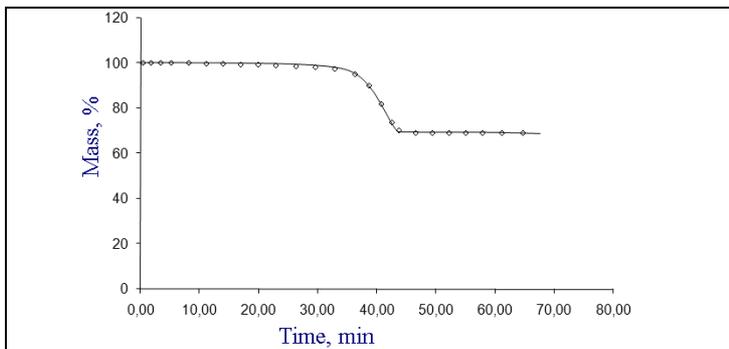


Fig. 6. Comparison of experimental (points) and calculated (solid line) curves of the sample mass loss at heating a dry feed mixture for the production of cement clinker.

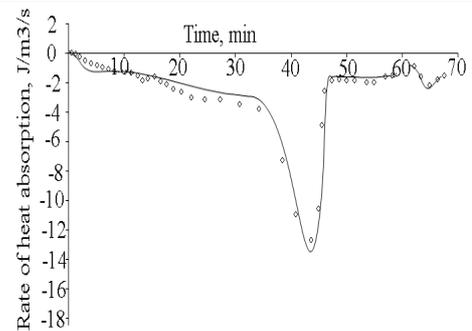


Fig. 7. Comparison of experimental (points) and calculated (solid line) curves of the sample heat absorption rate at heating a dry feed mixture for the production of cement clinker.

The values of kinetic parameters found for the corresponding models of both these processes are given in Table 5. It can be noticed that the kinetic parameter values for the same reactions occurring in both processes are found to be rather close. It indicates of the validity of the quasi-homogeneous model assumption that has been applied for modeling these industrial processes. The contribution of diffusion resistance seems to be almost the same as well.

Table 5. Heat effect values, activation energy values and logarithms of rate constant pre-exponential factors found in the result of kinetic analysis.

Mineral	Cement charge	Alumina-containing charge
$CaCO_3$		
$\ln(K_0), [1/min]$	13.37	13.33
$E_a, kJ/mol$	102.17	102.77
$\ln(K_{e0}), [1/min]$	15.01	15.69
$E_c, kJ/mol$	60.0	60.0
$\Delta H, kJ/kmol$	165914.78	165734.65

MgCO₃		
ln(K ₀), [1/min]	2.61	2.0
E _a , kJ/mol	89.63	92.42
ln(K ₆₀), [1/min]	93.18	93.18
E ₆ , kJ/mol	187.06	187.12
ΔH, kJ/kmol	68819.37	68642.72
Al₂O₃•2SiO₂•2H₂O		
lnK ₀ , [1/min]	4.9	4.89
E _a , kJ/mol	48.35	48.46
ΔH, kJ/kmol	-237744	-237698
NaAlO₂•6SiO₂•2H₂O		
lnK ₀ , [1/min]	9.86	9.86
E _a , kJ/mol	20.84	20.84
ΔH, kJ/kmol	-66948	-66936
Al₂O₃•3H₂O		
lnK ₀ , [1/min]	10.47	10.48
E _a , kJ/mol	11.22	11.36
ΔH, kJ/kmol	52891.0	52859.0
NaAlO₂•6SiO₂•2H₂O		
lnK ₀ , [1/min]	2.19	2.15
E _a , kJ/mol	48.84	48.82
ΔH, kJ/kmol	102920.0	103004.0
Fe(OH)₃		
lnK ₀ , [1/min]	4.73	4.72
E _a , kJ/mol	36.16	36.16
ΔH, kJ/kmol	10292.0	10268.0

Conclusion

Mathematical models of sintering charges for alumina production and cement clinker production developed with applying STA and XRD techniques made it possible to describe the complicated chemical transformations with weight loss and heat absorption in rotary tubular kilns. They have been successfully used for optimization of these industrial processes with the use of nonlinear programming mathematical methods.

References

1. Шариков Ю.В., Белоглазов И.Н. Моделирование систем. /Часть 1. Синтез моделей технологических объектов на базе уравнений гидродинамики и химической кинетики. Санкт-Петербургский государственный горный университет, Санкт-Петербург, 2011, 108с.
2. Шариков Ю.В., Белоглазов И.Н. Моделирование систем./ Часть 2. Методы численной реализации математических моделей. Санкт-Петербургский государственный горный университет, Санкт-Петербург, 2011, 118с.
3. Лайнер А.И. Еремин Ю.А. Певзнер И.З. Производство глинозема//М., Металлургия, 1978 г., 344с.
4. Теория цемента/Под ред. А.А.Пашенко.-Киев; Будевітник, 1991.

Шариков Ф.Ю.¹, Шариков Ю.В.²

¹Ведущий научный сотрудник, кандидат химических наук; ²Профессор, доктор технических наук; Национальный минерально-сырьевой университет «горный» (горный университет)

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА МОДИФИКАЦИИ ХЛОРСОДЕРЖАЩЕЙ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАЛОРИМЕТРИИ ТЕПЛООВОГО ПОТОКА.

Аннотация

Приведены результаты исследования процесса каталитического модифицирования хлорсодержащих эпоксидных смол типа «Оксилин» бутандиолом-1,4 с применением калориметрии теплового потока. Проведено исследование кинетики процесса при различных температурах и начальных соотношениях реагентов. Разработана математическая модель процесса и определены ее параметры при решении обратной задачи. Модель использована для определения оптимальных условий проведения процесса.

Ключевые слова: эпоксидные смолы, модификация, кинетика, калориметрия, математическое моделирование.

F.I. Sharikov¹, I.V. Sharikov²

¹Leading research scientist, PhD (Chemistry); ²Professor, Doctor of Science (Chem.Engng.); National Mineral Resources University "Mining university".

KINETIC STUDY OF MODIFICATION OF CHLORINE CONTAINING EPOXY RESINS WITH USING HEAT FLUX CALORIMETRY

Abstract

The results of a kinetic calorimetric study for the catalytic modification of chlorine-containing epoxy resins "Oksilin" with butanediol-1,4 are presented. Experimental data were obtained at various temperatures and initial reagent concentrations. The process kinetic model has been developed and its parameters have been obtained through solving an inverse task. The model was used for further analysis of the process and searching its optimal running conditions.

Keywords: epoxy resins, modification, kinetics, calorimetry, mathematical modeling

Important industrial process that has been studied and simulated with using heat flux calorimetry by proposed way is modification of epoxy resins with a bifunctional alcohol - butanediol-1,4. In order to develop a kinetic model of the process of epoxy oligomers modification we performed a kinetic study of the reaction with applying Calvet calorimeter C80 of SETARAM Instrumentation. Two commercially important makes of epoxy oligomers - "ED-20" and "OKSILIN-6" - were selected for the study. The homogeneous catalyst used was NaOH solution of a known concentration or butanediol-1,4 alcoxide solution in the same butanediol-1,4.

Special cylindrical high-pressure ampoules made of stainless steel were used for the kinetic experiments. Ampoules had special stirrers inside to additionally mix the viscous "liquid-liquid" reaction mixture via reversing the calorimetric block. O-ring gaskets were made of teflon, and the ampoules were made of the same stainless steel that is proposed to be used for an industrial reactor unit.

Kinetic experiments on modifying epoxy resins "ED-20" and "OKSILIN-6" were run in a wide range of experimental conditions (molar ratio of the reagents "epoxy group - alcohol": 1:20 ÷ 1:1; catalyst concentration: 0.1÷0.4 mas.%; temperature mode: linear heating in the range 35÷195°C at heating rates 0.5 and 0,2°C/min and isothermal modes at 110,120,130 and 150°C. Kinetic curves of heat production rate for the given experimental conditions were obtained, overall heat effect value of the complex reaction was measured and the reaction

products were analyzed to get an independent information on the degree of conversion for the epoxy groups. Viscosity measurements for the products were also performed.

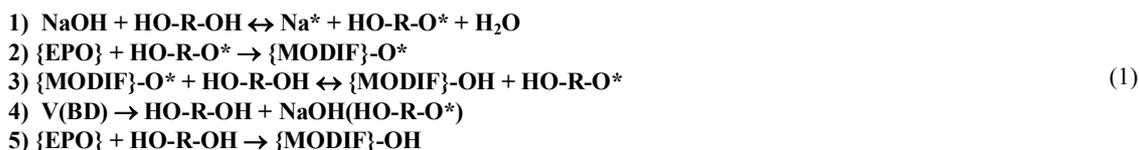
The proposed kinetic model of epoxy oligomers modification was developed in accordance with the reaction mechanism concepts for epoxy groups discussed, e.g., in [1-4]. It includes five stages (see (3)) and takes into account epoxy groups concentration and catalyst concentration in the reaction system. The central stage mainly responsible for heat generation is opening the epoxy cycle in the result of a nucleophilic attack of the alkoxide ion of alcohol upon a carbon atom of the epoxy ring (stage 2). This stage is the rate-limiting stage as well. Alkoxide ion of butanediol-1,4, in turn, is formed via quick proton exchange equilibrium between the alcohol molecules and hydroxide ions of an inorganic base (NaOH).

The side polymerization reaction of epoxy oligomers consists in reacting an oligomeric epoxy group with epoxy group of another oligomer or with an ion of the modified oligomer. The result is appearing large branched oligomers of high molecular mass with a bridging oxygen bond in the molecule. The presence of even a small fraction of these oligomers with high molecular mass alters the physico-chemical properties of the final composition. This reaction is similar for the mechanism to the main reaction and it should be avoided as it increases viscosity and diminishes drastically the final product quality.

It has been found that epoxy resins with chlorine (OKSILIN family) have a limited solubility in butanediol-1,4, and this solubility depends upon temperature. OKSILIN-6 resin has a noticeably less solubility than ED-20 due to its chemical composition. At high excess of butanediol-1,4 the reaction system becomes totally homogeneous from the very beginning. At technologically approved concentrations the reaction system with OKSILIN oligomers is obviously not homogeneous (a "liquid-liquid" two-phase system). And the main reactions take part within the alcohol phase where the reaction products are more soluble than initial non-modified epoxy resin.

To take this into account we have developed an improved model that takes into account a limited solubility of epoxy resins in the alcohol phase and running the modification reactions (7) within the alcohol phase volume that is being constantly increased due to the reaction products that remain there. The following kinetic scheme has been implemented:

- 1) an equilibrium (reversible) stage of butanediol-1,4 alcoholate-ion generation;
- 2) an irreversible stage of alcoholate-ion interaction with an epoxy group with the formation of a charged fragment of the opening of accession in the molecule of as a reaction product;
- 3) an equilibrium (reversible) stage of proton exchange between the charged fragment and butanediol -1,4 with alcoholate-ion regeneration and formation of a neutral fragment of modified epoxy oligomer molecule;
- 4) an irreversible mass transfer stage between epoxy resin phase and butanediol-1,4 phase in accordance with the solubility value of one phase in another;
- 5) a non-catalytic irreversible stage of butanediol-1,4 molecule interaction with epoxy group and formation of a neutral fragment of modified epoxy oligomer molecule.



The differential equations system that implements this model is as follows:

$$\begin{aligned}
 &1) \frac{dC_j}{dt} = -C_j(w/V_r) + r_j \\
 &2) \frac{dC_{EPO}}{dt} = -C_{EPO}(w/V_r) + J_m/w + r_{EPO} \\
 &3) \frac{dV_r}{dt} = w \\
 &4) \frac{dV_{EPO}}{dt} = -w \\
 &5) \frac{dH}{dt} = H_{EPO} \cdot \frac{dV_{EPO}}{dt} \\
 &6) J_m = k_m \cdot 6 \cdot V_{0,EPO}^{(1/3)} \cdot V_{t,EPO}^{(2/3)} \cdot (C_s - C_{EPO}) / d_{k0} \\
 &7) w = J_m
 \end{aligned} \tag{2}$$

Where:

C_j - concentration of all components of the scheme (1) in the reaction zone except for the concentration of epoxy groups, $kmol/m^3$;

C_{EPO} - concentration of epoxy groups in the reaction zone, $kmol/m^3$;

V_r - volume of the reaction zone, m^3 ;

V_{EPO} - volume epoxy resin in the reactor, m^3 ;

J_m - mole flow epoxy groups in the reaction zone $kmol/m^3$;

W - flow rate to the reaction zone m^3/sec ;

$d_{k,0}$ - volume droplets dissolving phase at the initial time, m ;

d_{EPO} - molar density of epoxy groups, $kmol/m^3$.

The model parameters were determined using the same procedure as described above in ReactOp software medium. Figure 1 shows a comparison of the calculated and experimental values of heat production rate at end of kinetic analysis procedure for both kinds of epoxy resin. Kinetic parameters found are given in Tables 1, 2, 3 and 4, respectively. It can be concluded that the improved model fits the experimental data good enough, and it can be used for further modeling and optimization procedures to search the optimum conditions of fulfilling this technological process in reactors of various kind and size.

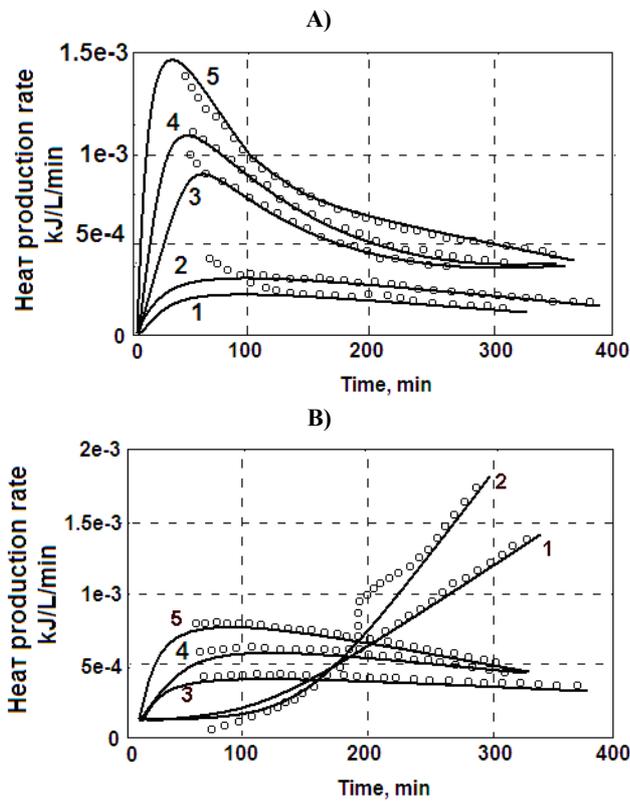


Fig. 1. Comparison of experimental and calculated heat production rate curves at the end of searching the model kinetic parameters for the process of epoxy oligomer OKSILIN-6 (12%) modification with the use of a five stage model discussed above. Limited solubility and mass transfer process between epoxy resin phase and modifying agent phase were taken into account. Discrete points - experimental data; solid lines - calculated curves with the kinetic constants found (Tables 1, 2).

Initial conditions of the kinetic runs were taken close to the proposed technological conditions.

A) Catalyst is sodium alcoholate NaO-R-OH

Mole ratio "epoxy group -butanediol-1,4": ~1 : 1;

Catalyst concentration - ~0.34-0.38 mass. % (that corresponds to ~0.10-0.12 mass.% NaOH);

Isothermal modes:

5 - 138°C (**O12-14AA**, 0.34% wt. NaO-R-OH)

4 - 128°C (**O12-11AA**, 0.34% wt. NaO-R-OH); **2** - 128°C (**O12-11X**, 0% wt. NaO-R-OH)

3 - 118°C (**O12-12AA**, 0.38% wt. NaO-R-OH); **1** - 118°C (**O12-12Z**, 0% wt. NaO-R-OH)

B) Catalyst is sodium hydroxide NaOH

Mole relationship "epoxy group -butane diol:~1:1.0;

Catalyst concentration - ~0.10-0.12% wt.

Linear heating mode:

1 - 75-165°C; $\beta = 0.30^\circ\text{C}/\text{min}$ (**O12-10t**, 0.12% wt. NaOH)

2 - 85-165°C; $\beta = 0.50^\circ\text{C}/\text{min}$ (**O12-8t**, 0.10% wt. NaOH)

Isothermal mode:

4 - 118°C (**O12-12t**, 0.13% NaOH)

5 - 128°C (**O12-11t**, 0.12% NaOH); **3** - 128°C (**O12-11X**, 0% NaOH)

Table 6. Heat effect values, activation energy values and logarithms of rate constant pre-exponential factors found in the result of kinetic analysis for the process of OKSILIN-6 (12% wt. epoxy groups) epoxy resin modification (molar ratio of the reagents 1:1; catalyst - NaOH solution in the alcohol).

№ stage	$\text{Ln}(K_0)$ l/mol/min	E_a kJ/mol	$\text{Ln}(K_{e0})$ l/mol/min	E_e Kcal/mol	ΔH kJ/mol	
1	2.50	0	-0.4606	0	0	
2	17.9452	70.38	---	---	84.0	
3	0.92	0	0.76	0	0	
5	4.4844	41.90	---	---	84.0	
№ stage	$\text{Ln}(K_0)$ l/mol/min	E_a kJ/mol	ΔH kJ/mol	$n(V(BD))$	$\text{Ln}(C_s)$, mol/l	E_s , kJ/mol
4	12.0	20	0	1	4.761	12.6

Table 7. Heat effect values, activation energy values and logarithms of rate constant pre-exponential factors found in the result of kinetic analysis for the process of OKSILIN-6 (12% wt. epoxy groups) epoxy resin modification (molar ratio of the reagents 1:1; catalyst - NaO-R-OH solution in the alcohol).

№ stage	$\text{Ln}(K_0)$ l/mol/min	E_a kJ/mol	$\text{Ln}(K_{e0})$ l/mol/min	E_e Kcal/mol	ΔH kJ/mol	
1	2.50	0	-0.4606	0	0	
2	18.2980	70.38	---	---	84.0	
3	0.92	0	0.76	0	0	
5	4.4844	41.90	---	---	84.0	
№ stage	$\text{Ln}(K_0)$ l/mol/min	E_a kJ/mol	ΔH kJ/mol	$n(V(BD))$	$\text{Ln}(C_s)$, mol/l	E_s , kJ/mol
4	12.0	20	0	1	4.761	12.6

Kinetic constants for the non-catalytic stage 5 were determined from special experiments without adding the catalyst and with applying a simplified 1-stage model. These parameters were fixed at performing the main analysis of experimental data from the runs with the catalyst.

The improved kinetic model applied made it possible to construct reliable and logical kinetic descriptions of the experimental data for modification of oligomeric compositions ED-20, OKSILIN-6 (12%) and OKSILIN-6 (18%) – with the same values of activation energy for the key stages 2, 4, 5. This point supports similarity of modification reaction mechanism for various epoxy resin oligomeric compositions and validity of the model proposed. Activation energy value is noticeably higher for the catalytic stage (70.38 kJ/mol vs. 41.90 kJ/mol, respectively) – in accordance with the concepts on the mechanism of ionic reactions and nucleophilic reactivity of anions and neutral polar molecules.

Conclusion

The resulting kinetic models of epoxy resins modification developed with applying Calvet calorimetry technique and product analysis describe experimental data in the practically important range of initial conditions. They can be used for simulating the modification process for various the epoxy resin oligomeric compositions. One can select the optimum conditions for running these processes in an industrial scale – kind of oligomeric composition, initial concentration of the catalyst, temperature, time of exposure, final conversion of the epoxy groups. A more accurate prediction and process optimization are also possible if we develop a mathematical model of the particular reactor unit in terms of its kind, material, geometric characteristics, mixing device, conditions of heat and mass transfer. This reactor model should be based upon kinetic models of the corresponding reactions that should be run in this particular reactor.

References

1. А.М. Пакин, Эпоксидные соединения и эпоксидные смолы/ М., Госхимиздат, 1962 г.
2. А.А. Благонравова, А.И. Непомнящий, Лаковые эпоксидные смолы/ - М., Химия, 1970 г.
3. Дж.Фурукава, Т.Саегуса. Полимеризация альдегидов и окисей/ М., Мир, 1965, 478с.
4. Н.Шенфельд. Поверхностно-активные вещества на основе оксида этилена/М., Химия, 1982, 748с.

Шестериков А.Г.

Кандидат технических наук, ООО «Кавказтрансгаз»

ЭЛЕКТРООСМОТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ КОРРОЗИИ

Аннотация

Рассмотрена начальная стадия возникновения процессов коррозии трубопроводов газотранспортной системы – электроосмотические явления. Исследована зависимость интенсивности электроосмотических процессов в функции параметров трубопроводов и среды, в которой они расположены.

Ключевые слова: электрический осмос, коррозия, трубопровод.

Shesterikov A.G.

PhD in technical sciences, ООО «Kavkaztransgaz»

ELECTROOSMOTIC PROCESSES OF CORROSION

Abstract

The initial stage of emergence of processes of corrosion of pipelines of the gas transmission system – the electric osmosis phenomena is considered. Dependence of intensity the electric osmosis of processes as parameters of pipelines and environment, in which they are located is investigated.

Keywords: electric osmosis, corrosion, pipeline.

Эксплуатационная надежность технических систем существенно зависит от совершенства и качества средств их защиты [1 - 9]. Особенно важно обеспечение защиты таких объектов, как газотранспортная система Российской Федерации, играющая стратегическую роль в системе поставок углеводородов потребителям страны и ряду зарубежных стран [10].

Разрушения трубопроводов в значительной степени происходят под воздействием коррозионных процессов. Важно отметить, что начальной их фазой являются электроосмотические процессы [11]. Электроосмотическое движение грунтового электролита под воздействием электрического поля от установок катодной защиты приводит к появлению грунтового электролита между изоляцией и металлом трубы, как это показано на рис. 1.

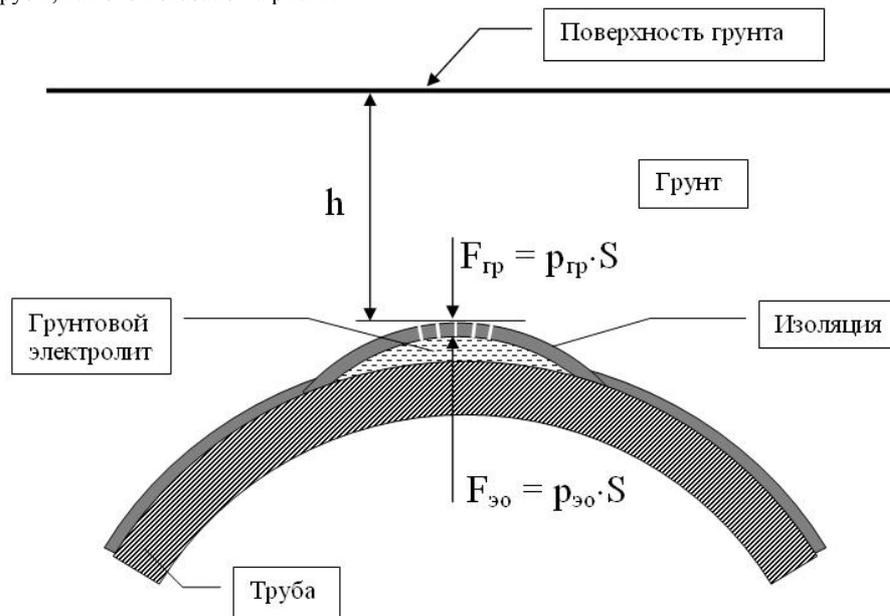


Рис. 1. – Взаимодействие сил в элементе трубы

Электроосмос описывается следующими формулами:

$$v_{эо} = \frac{\varepsilon \cdot \zeta \cdot U}{4 \cdot \pi \cdot \mu} = \frac{\varepsilon \cdot \zeta \cdot I_{эо}}{4 \cdot \pi \cdot \mu \cdot \lambda_0 \cdot S_k}, \quad V_{эо} = \frac{\varepsilon \cdot \zeta \cdot I_{эо}}{4 \cdot \pi \cdot \mu \cdot \lambda_0}, \quad p_{эо} = \frac{2 \cdot \varepsilon \cdot \zeta \cdot U}{\pi \cdot a^2} = \frac{2 \cdot \varepsilon \cdot \zeta \cdot l}{\pi^2 \cdot a^4 \cdot \lambda_0} \cdot I_{эо},$$

где: $v_{э.о}$ – линейная скорость;
 ζ – электрокинетический потенциал;
 $V_{э.о}$ – объемная скорость при нулевом давлении;
 $p_{эо}$ – электроосмотическое давление при нулевом расходе;
 U – приложенное напряжение;
 $I_{эо}$ – ток, протекающий через капилляр;
 a – радиус капилляра;
 l – длина капилляра;
 S_k – площадь сечения капилляра;
 ε – диэлектрическая проницаемость;
 μ – динамическая вязкость;
 λ_0 – удельная электропроводность жидкости.

Учет коррозионных процессов инновационными системами электроосмотического мониторинга [12] позволит получить значительный технико-экономический эффект за счет:

- выявления коррозионной опасности и ее предотвращения на ранней стадии развития;
- оптимизации мер защиты на основе дифференциации газопроводов на участки высокой, повышенной и умеренной коррозионной опасности
- реконструкции объектов и систем защиты с учетом их реальной коррозионной опасности;
- получения исходных данных для долгосрочного прогнозирования коррозии трубопроводов, оптимизации планирования очередности, объемов ремонта и реконструкции защитных покрытий и систем электрохимической защиты.

Литература

1. Шестериков А. Г. Повышение надежности эксплуатации газовых месторождений и ПХГ методами коррозионного мониторинга. Дисс. ... канд. техн. наук. – Ставрополь. – 2005. – 159 с.
2. Минакова Т. Е., Минаков В. Ф. Блочная структура средств релейной защиты и автоматики // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота. – 2013. – № 10 (77). – С. 114–116.
3. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е. Математическая модель кумулятивного эффекта энергосбережения // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2013. – № 1. – С. 197–199.
4. Минакова Т. Е., Минаков В. Ф. Интеграция средств защиты электродвигателей сельскохозяйственного производства // Научное обозрение. – 2013. № 10. – С. 172-176.
5. Минакова Т. Е., Минаков В. Ф. Обобщенная модель износа электродвигателей // Международный научно-исследовательский журнал = Research Journal of International Studies. – 2013. – № 12-1 (19). – С. 108-110.
6. Минакова Т. Е., Минаков В. Ф. Синергия энергосбережения при высокой добавленной стоимости продукции // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4. – С. 26.
7. Минакова Т. Е. Оценка потенциала энергосбережения в общественном воспроизводстве // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2013. – № 3. – С. 127-129.
8. Маслов В. И., Минаков В. Ф. Эластичность качества по цене и затратам // Стандарты и качество. – 2012. – № 9 (903). – С. 88–90.
9. Шестериков А. Г. Повышение надежности эксплуатации газовых месторождений и ПХГ методами коррозионного мониторинга: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Сев.-Кавказ. гос. техн. ун-т. – Ставрополь. – 2005. – 23 с.
10. Ткаченко И. Г., Шестериков А. Г., Мирошниченко А. В., Коуров С. В., Гринюк В. В., Москвитина Н. И., Касымов А. Н., Подвальный А. Л., Мусаев В. Р. Повышение эксплуатационной надежности МГ, газовых промыслов и ПХГ методами коррозионного мониторинга. // Газовая промышленность. – 2007. – № 6. – С. 74-77.
11. Шестериков А. Г. Повышение эксплуатационной надежности магистральных газопроводов методами коррозионного мониторинга. // Наука и техника в газовой промышленности. – 2011. – № 3. – С. 25-29.
12. Минаков В. Ф., Артемьев А. В., Лобанов О. С. Модель динамики технологических инноваций // Международный научно-исследовательский журнал = Research Journal of International Studies. – 2014. – № 2-1 (21). – С. 110-111.