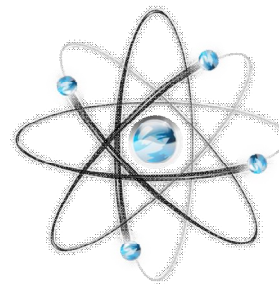


**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЖУРНАЛ
ISSN 2303-9868**



**Meždunarodnyj
naučno-issledovatel'skij
žurnal**

№6 (13) 2013

Часть 1

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

Подписано в печать 08.07.2013.

Тираж 900 экз.

Заказ 5211.

Отпечатано с готового оригинал-макета.

Отпечатано в типографии ООО «Имплекс».

620075, Екатеринбург, ул. Карла-Либкнехта 22, офис 106.

Сборник по результатам XV 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., Татаринова 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. нау, 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 - 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHYSICS AND MATHEMATICS	5
ГИДРОАКУСТИЧЕСКАЯ ПРИЕМНАЯ ПРОТЯЖЕННАЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ АНТЕННА	5
СТАТИЧЕСКОЕ ДЕФОРМАЦИИ ПОЛЯ ДИРЕКТОРА НЖК ВО ВНЕШНЕМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ	6
НОВАЯ ТЕОРИЯ МАГНЕТИЗМА	8
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНЫХ ГЕЛЯХ – НА ПУТИ К СОЗДАНИЮ ИСКУССТВЕННЫХ МЫШЦ.....	12
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ ЗАТРАТ В УЗЛАХ СЕТИ.....	14
К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВОЙСТВ МОРСКИХ ОСАДКОВ ДИСТАНЦИОННЫМ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ	17
ИДЕМПОТЕНТНАЯ МОДЕЛЬ КЛАССИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ О НАЗНАЧЕНИЯХ.....	20
ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ / CHEMICAL SCIENCES	22
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕБЕЛКОВОЙ ОРГАНИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ И ЕЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО ОБЪЕМУ МОЧЕВЫХ КАМНЕЙ.....	22
БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGICAL SCIENCES	24
DEVELOPMENT OF CHROMATOGRAPHIC SYSTEM FOR ALLOCATION AND CLEANING OF L- PHENYLALANINE AMMONIA-LYASE RECEIVED BY GENETIC ENGINEERING	24
ВЕГЕТАТИВНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ <i>CRAMBE ORIENTALIS</i> L. В УСЛОВИЯХ КУЛЬТУРЫ	26
СЕКРЕЦИЯ БЕЛКОВ ТЕПЛОВОГО ШОКА ОПУХОЛЕВЫМИ КЛЕТКАМИ ЧЕЛОВЕКА <i>IN VITRO</i>	28
МИКРОБНЫЙ ЦЕНОЗ ПОЧВ КАК ИНДИКАТОР ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА	30
ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ АСИММЕТРИИ СУСТАВНОГО ХРЯЩА ДИСТАЛЬНОГО ЭПИФИЗА БЕДРЕННОЙ КОСТИ В ПРОЦЕССЕ СТАРЕНИЯ	32
ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / GEOLOGY AND MINERALOGY	33
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ТОЛЩ СИЛИКАТНЫХ ПЕСКОВ В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ.....	33
ЗОЛОТОРОССЫШНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ «МЫРГЭНШЕНА» (ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ): ГЕОЛОГИЯ, РЕСУРСЫ И ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ.....	34
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / TECHNICAL SCIENCES	35
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРА КОЛЕБАНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ.....	35
ИССЛЕДОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ИНТЕРВАЛА ПЕРЕКЛЮЧЕНИЙ СТУПЕНЕЙ КОНДЕНСАТОРНОЙ УСТАНОВКИ	36
THE PROBLEMS WITH BEARING GIRDERS IN MARINE DIESEL ENGINES.....	38
РАСЧЕТ И ПОСТРОЕНИЕ СХЕМЫ МОЛНИЕЗАЩИТЫ В AUTOCAD.....	40
ОЦЕНКА ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ С УЧЕТОМ ПИРАМИДАЛЬНОСТИ.....	43
МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВТУЛОК РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ ТОРМОЗНОГО УСТРОЙСТВА ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ МАШИН	45
АНАЛИЗ УСЛОВИЙ СТАТИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВАЛА В ГИБРИДНЫХ МАГНИТНЫХ ПОДШИПНИКАХ	48
АВТОМАТИЗАЦИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНОГО АНАЛИЗА РОССИЙСКИХ ЦЕННЫХ БУМАГ.....	50
MARINE DIESEL ENGINES HOW EFFICIENT CAN A TWO-STROKE ENGINE BE	52
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ.....	54
ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕКТРОЛИТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФЛОТАЦИОННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ. ОБЗОР РАБОТ.....	56
РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ С РЕЗКОПЕРЕМЕННОЙ НАГРУЗКОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ.....	60
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ СБОРА И АНАЛИЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ....	62
КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ГРУЗОВЫХ РАМПОВЫХ САМОЛЕТОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗОК КРУПНОГАБАРИТНЫХ СВЕРХТЯЖЕЛЫХ И НЕСТАНДАРТНЫХ ГРУЗОВ	63
РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ПРОЕКТА «ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ФОРМУЮЩЕГО БАРАБАНА ИЗ ЖАРОПРОЧНОЙ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ».....	67
ВЛИЯНИЕ СОСТАВА НА ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЕРАМОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ.....	70
ГИБРИДНЫЙ АЛГОРИТМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ	72
ОПТИМАЛЬНЫЙ МЕТОД ВЫДЕЛЕНИЯ МНОЖЕСТВА ПАРЕТО ИЗ МНОЖЕСТВА АЛЬТЕРНАТИВ.....	73
АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ СОЗДАНИЯ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ РЕГИОНА	74
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ DATA MINING ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ГРУПП ОБЪЕКТОВ ОДНОРОДНЫХ ПО ТИПУ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СВЯЗИ	76
ОБ АЛГОРИТМЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКА С РЕЗКОПЕРЕМЕННЫМ ХАРАКТЕРОМ НАГРУЗКИ К Понижительной ПОДСТАНЦИИ.....	78
ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ ТКАНЕЙ	79

РАЗРАБОТКА МАКЕТА АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО СИМУЛЯТОРА ЭКРАНОПЛАНА.....	80
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ МАКСИМАЛЬНОГО ПРАВДОПОДОБИЯ НА ПРИМЕРЕ ДВУМЕРНОГО ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ТУРБОКОДА	84
ЭКСПЕРТИЗА ПАРИКМАХЕРСКИХ УСЛУГ КАК МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И СТИМУЛИРОВАНИЯ РЫНКА УСЛУГ ИНДУСТРИИ КРАСОТЫ.....	85
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ.....	86
ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ МЕХАТРОННОЙ РАСТОЧНОЙ ГОЛОВКИ.....	92
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕФТЯНОГО ПОПУТНОГО ГАЗА В РОССИИ.....	94
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ ТОКА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ДЛЯ ЛИНИЙ 6-35 КВ.....	95
ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГИИ ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ВОДО- И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	96
СХЕМНОЕ РЕШЕНИЕ МЕХАНИЗМА ШЕСТИКООРДИНАТНОГО МАНИПУЛЯТОРА	97
ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ МЕХАНИЗМА ШЕСТИКООРДИНАТНОГО МАНИПУЛЯТОРА.....	99
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ВНЕДРЕНИИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ	102

Воронин А.В.¹, Воронин В.А.²

¹Ассистент кафедры электрогидроакустической и медицинской техники. Южный федеральный университет, факультет электроники и приборостроения. ²Доктор технических наук, профессор кафедры электрогидроакустической и медицинской техники. Южный федеральный университет, факультет электроники и приборостроения.

ГИДРОАКУСТИЧЕСКАЯ ПРИЕМНАЯ ПРОТЯЖЕННАЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ АНТЕННА

Аннотация

В работе предлагается использование гибкой протяженной антенны на основе волновода в виде гибкого шланга с заполнением любой жидкостью, Рассматривается распространение акустических колебаний в круглом волноводе. Анализируется изменение фазовой скорости в волноводе при воздействии на него низкочастотного сигнала. Рассмотрены схемы обработки сигналов.

Ключевые слова: Параметрическая антенна, антенна накачки, гибкий волновод, схемы обработки.

Voronin A.V.¹, Voronin V.A.²

¹Assistant of Electrohydroacoustical & Medical Engineering department. Southern Federal University. ²Doctor of the technical sciences, professor of Electrohydroacoustical & Medical Engineering department. Southern Federal University.

THE HYDROACOUSTIC RECEPTION EXTENDED PARAMETRICAL ARRAY

Abstract

In work use of the flexible extended array on the basis of a wave guide in the form of a flexible wave guide with filling with any liquid is offered, distribution of acoustic fluctuations to a round wave guide is considered. Change of phase speed in a wave guide is analyzed at influence on it of a low-frequency signal. Schemes of processing signals are considered.

Keywords: The parametric array, the rating array, flexible wave guide, processing schemes.

Исследования структуры дна сейсмоакустическими методами широко проводятся на шельфе морей. В качестве излучателей используют различные преобразователи – от взрывных до пьезоэлектрических. В качестве приемных систем используют антенные системы в виде гибких звукопрозрачных шлангов с пьезопреобразователями, помещенными в них. Шланги заполняют маслами и буксируют их за судном. Такая приемная антенна создает характеристику направленности в вертикальной плоскости с необходимой шириной луча и с высокой чувствительностью, однако, такая антенна дорогая из-за большого количества приемников в шланге, не технологична в применении и опасна с точки зрения экологии.

В настоящей работе предлагается использование гибкой протяженной антенны на основе волновода в виде гибкого шланга с заполнением любой жидкостью, в том числе и забортной водой.

Для этого рассмотрим распространение акустических колебаний в круглом волноводе радиусом a . Фазовая скорость акустических волн в таком волноводе определяется скоростью распространения волн в свободном пространстве c_0 , частотой сигнала ω , и радиусом волновода a [1]:

$$c_{0n} = \frac{c_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{\pi a_{0n} c_0}{a \omega}\right)^2}} \tag{1}$$

где a_{0n} – корни решения дисперсионного уравнения в круглом волноводе.

Для идеального газа уравнение состояния записывается в виде [2]

$$p = p_0 (\rho / \rho_0)^\gamma \tag{2}$$

где p – давление, ρ – плотность, а γ – показатель степени в уравнении состояния для газов, равный отношению удельных теплоемкостей при постоянном давлении и постоянном объеме, p_0 и ρ_0 – равновесные давление и плотность.

Для жидкостей вместо уравнения (2) используют подобное ему модельное уравнение Тэта

$$p + P_* = (p_0 + P_*) (\rho / \rho_0)^\Gamma \tag{3}$$

В этом уравнении p_0 и ρ_0 – равновесные давление и плотность, как для газов, Γ – эмпирическая постоянная не связанная с удельными теплоемкостями, а константа P_* является внутренним давлением жидкости. Найденные из измерений значения $\Gamma \approx 7$, а $P_* \approx 3 \cdot 10^8$ Па.

Считая, что возмущения равновесных значений давления и плотности, оказываемые акустической волной, малы можно линеаризовать уравнение состояния (3) и получить $p' = c^2 \rho'$, где ρ' и p' – возмущения плотности и давления акустической волной, а c – есть скорость звука. При этом

$$\tilde{n}^2 = \left. \frac{\partial p}{\partial \rho} \right|_{\rho=\rho_0} \tag{4}$$

Учитывая (4), скорость распространения акустических волн в среде в отсутствии дисперсии в адиабатическом приближении равна [2]:

$$\tilde{n} = \sqrt{\tilde{A} p / \rho} \tag{5}$$

Для идеальной жидкости $\rho = \rho_0$, а $p = p_0 + P$, где P – давление, создаваемое акустической волной в среде, в которой она распространяется.

Подставляя (5) в (1) получим

$$\tilde{n}_{0n} = \frac{\sqrt{c_0^2 + \tilde{A}P/\rho}}{\sqrt{1 - \frac{\pi a_{0n} \sqrt{c_0^2 + \tilde{A}P/\rho}}{a\omega}}} \quad (6)$$

Таким образом, фазовая скорость n -й моды акустической волны с частотой ω в волноводе меняется с изменением акустического давления, т.е. оказывается промодулированной с функцией модуляции пропорциональной изменению акустической волны, что приводит к фазовой модуляции волны накачки.

Дополнительный набег фазы волны накачки на приемном преобразователе в волноводе будет зависеть от приращения фазы за счет изменения фазовой скорости. Это приращение изменяется во времени по закону изменения принимаемой волны.

При распространении в гибком волноводе гармонической волны с частотой ω с изменяющейся фазовой скоростью под действием гармонической волны сигнала с амплитудой P_m и частотой Ω происходит фазовая модуляция волны в волноводе, по величине которой можно судить о принимаемом сигнале.

Пусть принимаемая волна описывается выражением

$$P = P_m \cos(\Omega t + \Phi_0),$$

тогда принимаемая волна запишется в виде

$$p = A \cos(\omega t + \Psi(P, \omega, L) + \varphi_0),$$

где A – амплитуда высокочастотной волны, $\Psi(P, \omega, L)$ – функция фазовой модуляции за счет изменения фазовой скорости высокочастотной волны в волноводе при воздействии принимаемой низкочастотной волны, φ_0 – начальная фаза высокочастотной волны.

Рассмотрим схемы обработки сигнала путем использования фазового детектора [3]. Функциональная схема такого устройства обработки приведена на рис. 1.

Устройство представляет собой перемножитель и фильтр низких частот, включенные последовательно. Сигнал, принятый приемным преобразователем накачки, подается на один из выходов перемножителя, а на другой выход подается опорный сигнал частоты накачки. Сигнал на выходе такого устройства будет пропорционален:

$$U_{\text{аио}} \sim \frac{1}{2} U_{\omega} U \cos(m \sin \Omega t - \varphi),$$

где m – индекс фазовой модуляции.

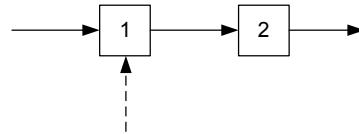


Рис. 1. Функциональная схема обработки сигналов.

При $\varphi=0$ и малом t сигнал на выходе практически не зависит от t .

$$\text{При } \varphi = \frac{\pi}{2} \quad U_{\text{аио}} \sim \sin(m \cdot \sin \Omega t) \quad \text{и при } m \ll 1 \quad U_{\text{аио}} \sim m \cdot \sin \Omega t$$

Таким образом, применяя такое устройство обработки, необходимо вычислять фазу колебаний на выходе устройства, чтобы

опорный сигнал сдвинуть относительно входного на $\frac{\pi}{2}$. Кроме того, при больших амплитудах принимаемого сигнала, т.е. при больших m , напряжение на выходе устройства нелинейно зависит от амплитуды принятого сигнала. Эти недостатки можно устранить, применив квадратурное устройство обработки.

В итоге показано, что в волноводе изменяются параметры распространения волн накачки за счет принимаемых волн. В волноводе образуется параметрическая приемная антенна с управляемыми характеристиками за счет изменения частоты волны накачки.

Исследования выполнены при поддержке Минобрнауки РФ (ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 г.») ГК № 14.518.11.7068.

Литература

1. Лепендин Л.Ф. Акустика: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. школа, 1978 – 448 с., ил.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Т. VI. Гидродинамика. – М.: Наука, 1986, 736 с.
3. Нелинейная акустика в океанологии. Монография / под ред. Кузнецова В.П. – М. ФИЗМАТЛИТ, - 2010. Тарасов С.П., Воронин В.А., Тимошенко В.И. Применение гидроакустических систем с параметрическими антеннами в океанологических исследованиях. – Дополнение, стр. 183 – 254.

Еникеев Ю.А.

Кандидат физико-математических наук, Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, старший преподаватель.

СТАТИЧЕСКОЕ ДЕФОРМАЦИИ ПОЛЯ ДИРЕКТОРА НЖК ВО ВНЕШНЕМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Аннотация

В работе исследуются малые одномерные искажения в планарно ориентированном нематическом ЖК во внешнем магнитном поле. Она может быть полезна для описания прохождения света через такой НЖК.

Ключевые слова: нематический ЖК, искажение, директор.

In this work is investigating a small one-dimensional distortions of an NLS director in external magnetic field. It may be useful for description of light transmission threw a layer of this nematic.

Keywords: nematic LC, distortions, director

Описание деформаций в структуре директора жидкого кристалла, возникающих под действием внешнего поля – достаточно важная задача для технологии ЖК дисплеев [1]. Математическое описание в данной работе явления включает объемные и поверхностные свойства ЖК.

Рассмотрим образец в виде тонкого слоя толщиной a . Для описания модели используется декартова система координат, где ось z перпендикулярна ограничивающим поверхностям, находящимся на $z = \pm a/2$. Рассмотрим случай, когда условия на границах $z = -a/2$ и $z = a/2$ одинаковы, тогда достаточно будет рассмотреть задачу при $-a/2 \leq z \leq 0$.

В нематике, как предполагается, возникают только деформации продольного и поперечного изгиба, находящиеся в плоскости, обозначаемой (xz) [2]. Угол между директором нематика и осью z обозначен как φ . В одномерной постановке задачи $\varphi = \varphi(z)$. Искажение нематика минимизирует полную энергию на единицу поверхности, представленную в виде

$$F(\varphi(z)) = \int_{-a/2}^{a/2} f(\varphi, d\varphi/dz; z) dz + g_1(\varphi_1) + g_2(\varphi_2), \quad (1)$$

где $\varphi_1 = \varphi(-a/2)$, и $\varphi_2 = \varphi(a/2)$.

В уравнении (1) $f(\varphi, d\varphi/dz; z)$ – плотность объемной энергии, содержащая слагаемые, описывающие связь НЖК с искажающим полем и упругий вклад, происходящий из плотности упругой энергии Франка. Слагаемые, обозначенные $g_1(\varphi_1)$ и $g_2(\varphi_2)$ описывают вклад сцепления молекул НЖК с поверхностью ячейки в полную энергию.

Условие минимума энергии будет

$$\frac{\partial f}{\partial \varphi} - \frac{d}{dz} \frac{\partial f}{\partial (d\varphi/dz)} = 0 \quad (2)$$

с граничным условием

$$\left(-\frac{\partial f}{d(\partial\varphi/\partial z)} + \frac{dg_1}{d\varphi_1} \right) \Big|_{z=-\frac{a}{2}} = 0, \quad (3)$$

Так как стабильное состояние нематика минимизирует энергию (1), то угол наклона $\varphi = \varphi(z)$ является решением уравнения (2) с граничными условиями (3).

Рассмотрим случай, когда НЖК планарно ориентирован в отсутствие внешнего поля. Приложенное вдоль оси Oz магнитное поле, может исказить первоначальную ориентацию. Плотность объемной энергии при наличии внешнего поля (в одноконстантном приближении) имеет вид

$$f = \frac{1}{2} k \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z} \right)^2 + \frac{1}{2} \chi_a H^2 \sin^2(\varphi) \quad (4)$$

А поверхностная энергия определяется потенциалом Рапини

$$g_1 = -\frac{w}{2} \cos^2(\varphi - \varphi_0). \quad (5)$$

Рассмотрим малую ($\sin(\varphi) \approx \varphi$) деформацию, вызванную постоянным электрическим полем. В данном случае уравнение (2) будет иметь вид

$$k \frac{d^2 \varphi}{dz^2} + \chi_a H^2 \varphi = 0, \quad (2b)$$

$$\left(-k \frac{d\varphi_0}{dz} + w\varphi + w\varphi_0 \right) \Big|_{z=-\frac{a}{2}} = 0, \quad (3b)$$

Перепишем уравнения (2b) и (3b) в безразмерных переменных. Примем $k = k'k_0$, $z = z'a$, $H = H'H_0$, $w = w'w_0$, тогда (2a) примет вид

$$\frac{d^2 \varphi_0}{dz'^2} + \frac{\chi_a H_0^2 a^2 H'^2}{k'k_0} \varphi_0 = 0, \quad (2c)$$

Значения H_0 , k_0 и a подберем так, чтобы $H_0^2 a^2 / k_0 = 1$. Значение w_0 примем равным 10^{-4} Дж/м² = 0.1 эрг/см² [3]. В дальнейшем примем $a = 0.01$ см, $k_0 = 10^{-6}$ дин, тогда $H_0 = 0.1$ Э.

В силу выбранных условий решение уравнения (2 d) имеет вид

$$\varphi_0(z) = \cos \left(H' \sqrt{\frac{\chi_a}{k'}} z' + C \right) \quad (4)$$

Значение постоянной C определяется из граничного условия.

Рассмотрим подробнее вид возникающей деформации и ее зависимость от параметров модели. Наиболее важными такими параметрами, изменяющимися в достаточно широких пределах, являются величина приложенного поля H и энергия сцепления директора с поверхностью ячейки w' (Рис. 1 и 2).

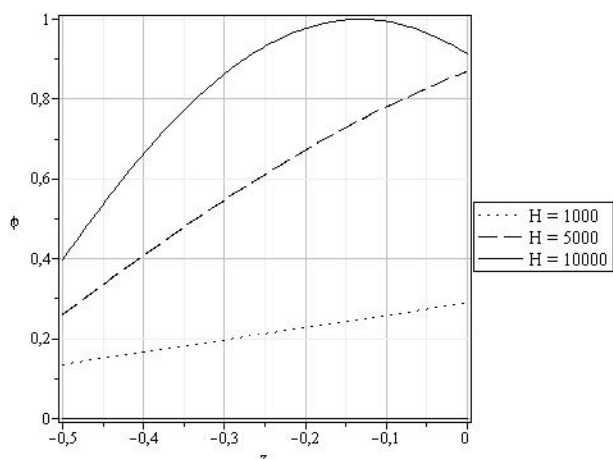


Рис. 1. Распределение угла поворота директора по толщине ячейки при разных значениях действующего поля. $w' = 10$, $k' = 1$, $\chi_a = 10^{-7}$.

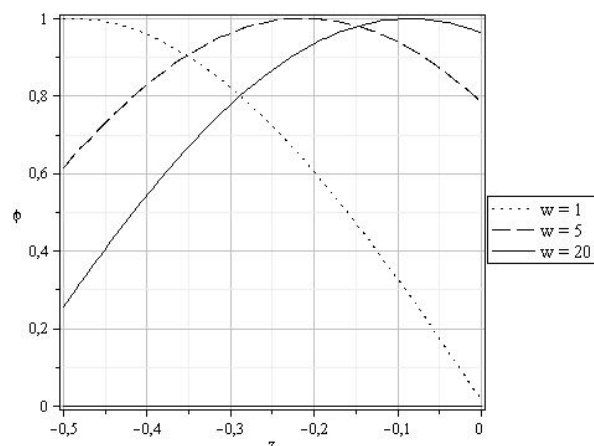


Рис. 2. Распределение $\phi(z)$ при разных значениях энергии сцепления, $H = 10^4$, $k' = 1$, $\chi_a = 10^{-7}$.

ВЫВОДЫ:

1. Влияние угла легкой ориентации на картину искажений, которое зачастую не принимается в расчет, оказалось значительным только при больших значениях энергии сцепления.
2. При слабом сцеплении основная область деформации находится по краям ячейки, при увеличении энергии сцепления она перемещается к центру ячейки.

Литература

1. G. Barbero, L. Pandolfi. Surface viscosity in nematic liquid crystals // Physical Review, E **79**, 051701, 2009.
2. П. де Жен. Физика жидких кристаллов / Поль де Жен, под ред. Сониной А.С. Москва, Изд. «Мир», 1977. Гл. 3, С. 81.
3. Д.В. Кондратьев, Н.Г. Мигранов. Распределение молекул нематического жидкого кристалла в полупространстве, ограниченном структурированной подложкой. // Вестник Поморского университета. Серия «Естественные науки». – Архангельск: Изд-во ПГУ №3, 2009. – С.91-95.

Коленков В.М.

Инженер, Нижневолжский НИИ Геологии и Геофизики

НОВАЯ ТЕОРИЯ МАГНЕТИЗМА

Аннотация

В статье рассмотрена – критика теории Максвелла, названа причина земного магнетизма, открыта новая магнитная сила, проведена аналогия между магнитным полем и гравитационным полем, внесены поправки в Закон Всемирного тяготения Ньютона.

Ключевые слова: теория, магнетизм, гравитация.

Kolenkov V.M.

Engineer, Lower Volga Research Institute of Geology and Geophysics

A NEW THEORY OF MAGNETISM

Abstract

In this article the - criticism of Maxwell's theory, called the cause of terrestrial magnetism, discovered a new magnetic force, and drew an analogy between the magnetic field and the gravitational field, amended in Newton's law of universal gravitation.

Keywords: theory, magnetism, gravity.

Электромагнитные явления вызывают живой интерес среди физиков. Теория Максвелла есть высшее достижение человеческого разума. И хотя теория весьма сложная она описывает все случаи магнетизма. Так ли это? Думаю, нет. Ниже показано, что теория Максвелла сводится к весьма простым уравнениям и, имеет ограниченное применение.

Прежде всего, следует обратить внимание на факты известные, но не заслужившие внимание в отечественной литературе.

1) Закон Кулона: $\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{r}$. С какой силой взаимодействуют заряды в один Кулон на расстоянии один метр? Кулон, много это или мало? Кулон в секунду это один Ампер, бытовой ток. Но получить такой заряд в чистом виде мог, вероятно, только Никола Тесла. Сила взаимодействия зарядов на расстоянии один метр равна $9 \cdot 10^9$ Ньютон, а это почти миллион тонн. $\epsilon = \frac{1}{36\pi \cdot 10^9}$. Информация интересная но, на первый взгляд, бесполезная. Но только на первый взгляд. Тесла искал способ передачи энергии без проводов. Представим ток в один Ампер без проводов, кулон в секунду без проводов. Возможно? Да, но какие силы удержат электроны от взаимного отталкивания?

2) Почему существуют два закона для одного явления? Закон Био – Савара и закон Ампера. Закон Био – Савара: $\vec{B} = \int \frac{1}{4\pi\epsilon c^2} \cdot \frac{\vec{j} \times \vec{r}}{r^2} dV$, где \vec{j} – плотность тока, c^2 - квадрат скорости света, \vec{e} - орт. Это начальная формулировка. Лаплас здесь еще не поработал. Преобразуем закон, для малого объема \vec{j} можно считать величиной постоянной, $\frac{\vec{j} \times \vec{r}}{r^2}$ можно вынести за знак

интеграла. С учетом того, что $\vec{j} = \rho \cdot \vec{v}$, ρ - плотность заряда, \vec{v} - скорость движения заряда, $\vec{e} = \frac{\vec{r}}{r}$ получим: $\vec{B} = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{1}{r^3} \vec{r} \cdot \frac{\vec{j} \times \vec{e}}{r^2} \int dV$. Заметим, что $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{q}{r^2} \vec{r}$ - кулоновское поле, где $q = \rho \cdot V$. Окончательно получим:

$$\vec{B} = \frac{\vec{v} \times \vec{E}}{c^2} - \text{закон Био - Савара - Коленкова.}$$

Такое магнитное поле создает движущийся заряд. В знаменателе квадрат скорости света, огромная величина. Но и кулоновское поле тоже не маленькое. Какой толк от этой формулы? Какое отношение она имеет к закону Ампера? Покажем, что эта формула больше, чем закон Ампера. Вычислим $\text{rot } \vec{B}$.

$$c^2 \text{rot } \vec{B} = \text{rot}(\vec{v} \times \vec{E}) = \vec{v} \text{div } \vec{E} - \vec{E} \text{div } \vec{v} - \vec{i}(\vec{E} \cdot \text{grad } v_x) - \vec{j}(\vec{E} \cdot \text{grad } v_y) - \vec{k}(\vec{E} \cdot \text{grad } v_z) - \vec{i}(\vec{v} \cdot \text{grad } E_x) - \vec{j}(\vec{v} \cdot \text{grad } E_y) - \vec{k}(\vec{v} \cdot \text{grad } E_z). \text{ При условии } \text{div } \vec{v} = 0 \text{ и } \text{grad } v_i = 0 \text{ получим } c^2 \text{rot } \vec{B} = \vec{v} \frac{\rho}{\epsilon} - \vec{i}(\vec{v} \cdot \text{grad } E_x) - \vec{j}(\vec{v} \cdot \text{grad } E_y) - \vec{k}(\vec{v} \cdot \text{grad } E_z);$$

$$\vec{v} \cdot \text{grad } E_x = \frac{\partial E_x}{\partial x} \frac{dx}{dt} + \frac{\partial E_x}{\partial y} \frac{dy}{dt} + \frac{\partial E_x}{\partial z} \frac{dz}{dt} = \frac{dE_x}{dt} = \frac{\partial E_x}{\partial t} \frac{\rho}{\epsilon c^2} = \mu \vec{j}.$$

$$\text{rot } \vec{B} = \mu \vec{j} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}.$$

Получилось нечто похожее на закон Ампера с добавкой Максвелла. Но есть и отличия. Во первых знак перед током смещения минус, что есть минус перед током смещения? Физики и так все поймут: скорость света величина мнимая. Во вторых $\text{div } \vec{v} = 0$ и $\text{grad } v_i = 0$. Это ограничения теории Максвелла. Следует сделать проверку: вычислить $\text{div rot } \vec{B}$.

$$\text{div rot } \vec{B} = 0 = \mu \text{div } \vec{j} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial \text{div } \vec{E}}{\partial t} \text{div } \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon} \mu (\text{div } \vec{j} - \frac{\partial \rho}{\partial t}) = 0,$$

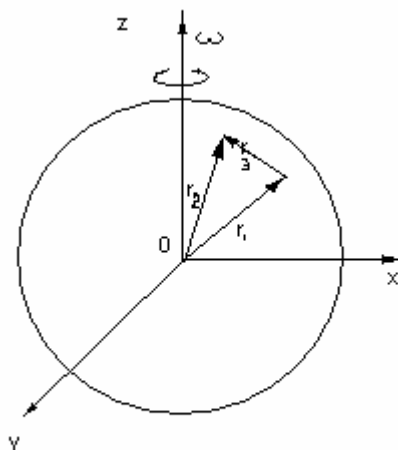
$$\text{div } \vec{j} = \rho \text{div } \vec{v} + \vec{v} \cdot \text{grad } \rho = \frac{\partial \rho}{\partial t}; \text{ при условии } \text{div } \vec{v} = 0. \text{ Вывод: перед током смещения знак минус.}$$

Условия $\text{div } \vec{v} = 0$ и $\text{grad } v_i = 0$ во многих случаях не выполняются. Так для вращательного движения $\text{grad } v \neq 0$

Выводы: из закона Био - Савара можно получить одно из уравнений Максвелла, при этом накладываются дополнительные условия $\text{div } \vec{v} = 0$ и $\text{grad } v_i = 0$. Знак перед током смещения надо поменять. А если так, и в волновом уравнении поменяется знак перед квадратом скорости. Следовательно, скорость света есть величина мнимая. Гюйгенс абсолютно точно описал, что такое мнимая скорость: импульс передается от одной частицы к другой, а сами частицы становятся источником вторичного излучения. В вакууме вторичное излучение присутствует только в направлении луча света. Скорость света в вакууме есть величина мнимая. Эфир есть электрическое поле. Изменению электрического поля противодействует индукционное электрическое поле. Именно для

этого поля справедлива формула $\vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$. Величина обратная скорости света есть коэффициент упругости поля. Звук, также распространяется с мнимой скоростью (см. уравнение Гельмгольца для упругих колебаний). Скорость звука не складывается со скоростью источника (самолет обгоняет звук). Давайте из этого факта сделаем теорию относительности для звука. На ускорителях не масса меняется, а сила.

Теперь о практическом применении формулы $\vec{B} = \frac{\vec{v} \times \vec{E}}{c^2}$ для вычисления магнитного поля Земли. Причина земного магнетизма, не в каких - то токах, причина это движущийся заряд. Других причин не бывает. Мне могут возразить, а как же постоянные магниты. О них речь пойдет позже. Я не против Курской магнитной аномалии, не против солнечного ветра и теллурических токов, но в основе земного магнетизма один факт: северный конец стрелки компаса показывает на север. Этот факт и следует объяснять. Земля есть заряженный шар, который вращается вокруг своей оси. Наблюдатель находится на шаре или на спутнике. Пусть на шаре. Шар вращается с угловой скоростью ω .



Скорость наблюдателя $\vec{\omega} \times \vec{r}_2$, скорость элемента объема $\vec{\omega} \times \vec{r}_1$, скорость элемента объема относительно наблюдателя $\vec{\omega} \times \vec{r}_1 + \vec{\omega} \times \vec{r}_2 = \vec{\omega} \times \vec{r}_3$. Кулоновское поле элемента объема $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{\rho dV}{r_3^3} \frac{\vec{r}_3}{r_3}$. Магнитное поле элемента $d\vec{B} = \frac{\vec{v} \times \vec{E}}{c^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon c^2} \frac{\vec{r}_3 \times \vec{\omega} \times \vec{r}_3}{r_3^3} \rho dV$.

$$\vec{B} = \frac{\mu}{4\pi} \int \frac{\vec{r}_3 \times \vec{\omega} \times \vec{r}_3}{r_3^3} \rho dV$$

Анализ этого интеграла показал, что для равномерно заряженного шара магнитное поле вдоль параллели отсутствует. Решена древняя задача. Гаусс искал простую формулу для вычисления магнитного поля Земли.

Теперь займемся силой Лоренца, вернее электрическим полем Лоренца: $\vec{E} = \frac{\vec{E}}{q}, \vec{E} = \vec{v} \times \vec{B}$.

Вычислим $\text{rot } \vec{E} = \text{rot } \vec{v} \times \vec{B} = \frac{d\vec{B}}{dt}, \text{rot } \vec{E} = -\frac{d\vec{B}}{dt}$. Вот как здорово. Вместо сложных уравнений получаем систему, в которой помещается вся теория Максвелла:

$$\begin{cases} \vec{B} = \frac{\vec{v} \times \vec{E}}{c^2} \\ \vec{E} = \vec{v} \times \vec{B} \quad (*) \end{cases}$$

Если бы все было так просто. Впрочем, для завершения теории Максвелла надо добавить граничные и начальные условия и оторвать поле от источника. Даже в этом случае, теория верна лишь для постоянных скоростей. Остальные задачи теория Максвелла не решает. Одна из этих задач магнетизм Земли. Другая, не менее интересная задача, магнитное поле постоянных магнитов. Ее и будем решать.

За основу возьмем систему (*), по ходу дела система изменится.

Шаг первый. Пусть магнитом является элемент провода с током. В этом случае становится понятным, что такое скорость и относительно чего скорость определяется. В первом уравнении системы \vec{v} есть скорость электронов в проводнике. Обозначим ее через \vec{v}_0 . Если провод движется со скоростью \vec{v}_+ относительно наблюдателя, то скорость электронов $\vec{v}_- = \vec{v}_+ + \vec{v}_0$. Элементарным магнитом назовем элемент провода с током. Магнитное поле не зависит от скорости движения магнита.

Действительно, суммарное магнитное поле создается электронами и положительными зарядами провода: $\vec{B}_\Sigma = \vec{B}_- + \vec{B}_+ = \frac{\vec{v}_- \times \vec{E}_-}{c^2} + \frac{\vec{v}_+ \times \vec{E}_+}{c^2} = \frac{\vec{v}_0 \times \vec{E}_-}{c^2}$, предполагается, что $\vec{E}_- \approx \vec{E}_+$.

Этот факт привел к великой путанице. Дескать, скорость определяется относительно чего угодно (например, относительно самолета). Удивительно, но все эту чушь повторяют. На самом деле, при вычислении силы Лоренца, скорость надо брать относительно магнита. Шаг второй. Вычисляем силу Лоренца как сумму электрических полей движущихся зарядов, это электроны в элементе провода и положительные заряды самого провода. От элемента провода следует перейти к интегралу. Здесь интегрирование предполагается, но не производится, чтобы не усложнять выкладки. Если движется магнит, то сила Лоренца вычисляется по формуле: $\vec{E} = -\vec{v} \times \vec{B}$. Вычислим электрическое поле движущегося заряда: это кулоновское поле плюс сила Лоренца. Из системы (*) исключим \vec{B} и получим:

$\vec{E}_\Sigma = \vec{E} - \frac{\vec{v} \times (\vec{v} \times \vec{E})}{c^2}$ (**), где \vec{E} - кулоновское поле, \vec{v} - скорость относительно наблюдателя, \vec{E}_Σ - деформированное поле электронов (поле движущегося заряда). Здесь и далее везде будем предполагать, что движется провод, а наблюдатель неподвижен.

То, что поле деформируется известно давно. Сумма деформированных полей должна дать силу Лоренца: $\vec{E}_\Sigma = -\vec{v}_+ \times \vec{B} = -\vec{v}_+ \times \frac{\vec{v}_0 \times \vec{E}_-}{c^2} = \vec{E}_- \frac{\vec{v}_0 \cdot \vec{v}_+}{c^2} - \frac{\vec{E}_- \cdot \vec{v}_+}{c^2} \vec{v}_0$ (***) . Если вычислять сумму полей по формуле (**), то силу Лоренца не получишь.

Верный результат получается при вычислении по формуле: $\vec{E}_\Sigma = \vec{E}_- - \frac{1}{2} \frac{\vec{v}_+ \times (\vec{v}_+ \times \vec{E}_-)}{c^2} - \frac{1}{2} \frac{\vec{v}_+ \cdot \vec{E}_-}{v_-} \frac{\vec{E}_- \cdot \vec{v}_-}{c^2}$.
 $\vec{E}_\Sigma = \vec{E}_- - \frac{1}{2} \frac{\vec{v}_+ \times (\vec{v}_+ \times \vec{E}_-)}{c^2} - \frac{1}{2} \frac{\vec{v}_+ \cdot \vec{E}_-}{v_-} \frac{\vec{E}_- \cdot \vec{v}_-}{c^2} = \vec{E}_- (1 + \frac{1}{2} \frac{v_+^2}{c^2}) - \frac{\vec{v}_+ \cdot \vec{E}_-}{v_-} \frac{\vec{E}_- \cdot \vec{v}_-}{c^2} = \vec{E}_- (1 + \frac{1}{2} \frac{v_+^2}{c^2}) + \vec{v}_+ \frac{\partial \phi_-}{\partial t} \frac{1}{c^2}$, где $\vec{E}_- = -\text{grad } \phi_-$.

\vec{E}_Σ - поле элемента провода. $\vec{v}_- = \vec{v}_+ + \vec{v}_0$. \vec{v}_+ - скорость провода.
 $\vec{E}_\Sigma = \vec{E}_- + \vec{E}_+ = \vec{E}_- (1 + \frac{1}{2} \frac{v_+^2}{c^2}) - \frac{\vec{v}_+ \cdot \vec{E}_-}{v_-} \frac{\vec{E}_- \cdot \vec{v}_-}{c^2} + \vec{E}_+ (1 + \frac{1}{2} \frac{v_+^2}{c^2}) - \frac{\vec{v}_+ \cdot \vec{E}_+}{v_+} \frac{\vec{E}_+ \cdot \vec{v}_+}{c^2} = \vec{E}_- (1 + \frac{1}{2} \frac{v_+^2}{c^2}) - \frac{\vec{v}_+ \cdot \vec{E}_-}{v_-} \frac{\vec{E}_- \cdot \vec{v}_-}{c^2} + \frac{\vec{E}_+ (1 + \frac{1}{2} \frac{v_+^2}{c^2})}{c^2} + \frac{\vec{E}_+ \cdot \vec{v}_+}{v_+} \frac{\vec{E}_+ \cdot \vec{v}_+}{c^2} = (\vec{E}_- + \vec{E}_+) + \frac{\vec{E}_- \cdot \vec{v}_+}{2} \frac{1}{c^2} + \frac{\vec{E}_- \cdot \vec{v}_0}{2} \frac{1}{c^2} + \frac{\vec{E}_- \cdot \vec{v}_0}{v_+} \frac{\vec{E}_- \cdot \vec{v}_0}{c^2} - \frac{\vec{E}_+ \cdot \vec{v}_0}{v_+} \frac{\vec{E}_+ \cdot \vec{v}_0}{c^2} - \frac{\vec{v}_0 \cdot \vec{E}_-}{v_+} \frac{\vec{E}_- \cdot \vec{v}_0}{c^2} - \frac{\vec{v}_0 \cdot \vec{E}_+}{v_+} \frac{\vec{E}_+ \cdot \vec{v}_0}{c^2} + \frac{\vec{E}_+ \cdot \vec{v}_+}{v_+} \frac{\vec{E}_+ \cdot \vec{v}_+}{c^2} = \vec{E}_- (1 + \frac{1}{2} \frac{v_0^2}{c^2}) + \vec{E}_+ \cdot \vec{v}_+ \frac{\vec{E}_- \cdot \vec{v}_0}{c^2} - \frac{\vec{v}_0 \cdot \vec{E}_-}{v_+} \frac{\vec{E}_- \cdot \vec{v}_0}{c^2} + \vec{E}_+$. Для того чтобы $\vec{E}_\Sigma = \vec{E}_\Sigma$ необходимы два условия

1) $\vec{E}_- (1 + \frac{1}{2} \frac{v_0^2}{c^2}) + \vec{E}_+ \cdot \vec{v}_+ \frac{\vec{E}_- \cdot \vec{v}_0}{c^2} = 0$. Это условие говорит о том, что провод с постоянным током нейтрален (не заряжен) вне зависимости от геометрии провода. То есть элемент провода с током нейтрален.

2) - $\frac{\vec{E}_- \cdot \vec{v}_0}{c^2}$ - это слагаемое надо добавить к силе Лоренца. Но это не сила Лоренца. Это есть часть силы, которую я назвал СДЭ (сила движущая электричество). О ней будет сказано ниже. А сейчас только пару слов об этой силе. Если двигать провод в магнитном поле, то в проводе возникнет ЭДС. Электроны в проводнике движутся за счет силы Лоренца. Однако, что измениться, если магнитное поле не однородно? Тогда, магнитное поле пронизывающее провод меняется во времени. Переменное магнитное поле вызовет дополнительную ЭДС. Добавка очень хитрая, замаскирована под силу Лоренца. На самом деле это часть производной по времени от векторного потенциала магнитного поля.

$$\vec{E}_\pi = -\vec{v}_+ \times \frac{\vec{v}_0 \times \vec{E}_-}{c^2} - \frac{\vec{E}_- \cdot \vec{v}_0}{c^2} \vec{v}_+ = -\vec{v}_+ \times \vec{B} - \vec{v}_+ \cdot \frac{\partial \varphi_-}{\partial t} \vec{e}_z$$

- Сила Лоренца – Коленкова.

Такая сила действует со стороны элемента провода на пробный заряд. Если магнитное поле равно нулю, то:

$$\vec{f} = - \frac{\partial \varphi \cdot \vec{v}}{\partial t c^2}$$

- сила Коленкова.

На пробный заряд действует сила Лоренца и сила, которая обусловлена неоднородностью магнитного поля.

Выражение $\vec{E} = \vec{v} \times \vec{B}$ верно только для однородного магнитного поля.

Рассмотрим подробнее первое условие $\vec{E}_+ = -\vec{E}_- (1 + \frac{1}{2} \frac{v_0^2}{c^2}) - \vec{v}_0 \frac{\vec{E}_- \cdot \vec{v}_0}{c^2}$, при движении в проводе электрическое поле

электронов деформируется так, что провод остается нейтральным: $\vec{E}_+ = -\vec{E}_- (1 + \frac{1}{2} \frac{v_0^2}{c^2})$. Здесь нет симметрии: если пробный заряд покоится относительно провода, то сила Лоренца равна нулю, а если покоится относительно электронов, то сила Лоренца не равна нулю.

Заметим, что $\frac{\vec{v}_0 \cdot \vec{E}_- \cdot \vec{v}_0}{c^2} = - \frac{\partial \vec{v}_0 \varphi_-}{\partial t c^2}$. Если векторный потенциал магнитного поля не меняется во времени, то $\frac{\partial \vec{v}_0 \varphi_-}{\partial t c^2} = 0$.

Получается противоречие, если вычислять поле элемента тока по формуле $\frac{\vec{v}_0 \cdot \vec{E}_- \cdot \vec{v}_0}{c^2}$, то эта добавка не равна нулю. А по формуле $\frac{\partial \vec{v}_0 \varphi_-}{\partial t c^2}$ получается ноль. Какой результат верный? Ответ: здесь используются два различных определения элемента тока. По

первому определению это два точечных заряда, один движется, другой неподвижен. По такому определению $\frac{\vec{v}_0 \cdot \vec{E}_- \cdot \vec{v}_0}{c^2} \neq 0$. По другому определению ток появляется ниоткуда и уходит никуда. Скорость постоянная и потенциал не меняется. В любом случае это парадокс. Принцип суперпозиции не работает.

Если по проводу течет ток, то в каждой точке заряд появляется ниоткуда и исчезает никуда. В любом другом случае провод не может быть нейтральным при произвольной геометрии провода.

Для элемента постоянного тока $\frac{\partial \vec{v}_0 \varphi_-}{\partial t c^2} = 0$ по определению. Так следует определить, потому что для интегральной характеристики этой силы нет. Магнит не взаимодействует с зарядом, если заряд неподвижен относительно магнита.

$$\vec{E}_+ = -\vec{E}_- (1 + \frac{1}{2} \frac{v_0^2}{c^2})$$

Электрическое поле электронов сжимается и это сжатие не относительно, оно абсолютно. Меняется плотность электронов. Согласно современным представлениям заряд не меняется, следовательно, меняется объем. Вот где собака зарыта. Сверхпроводящее кольцо висит над магнитом, оставаясь нейтральным. В кольце течет индукционный ток. Зарядам некуда деваться, а плотность меняется. Если есть машина времени, то она здесь. Такие рассуждения сами на ум лезут. Однако, не надо спешить с выводами. Ясно только, что меняется сила. Остальное домыслы. *Оставим этот факт для тех, кто занимается вопросами пространства и времени.* У нас и без того много интересного.

Подведем итоги. Одиночный заряд никуда не исчезает. Электрическое поле движущегося заряда $\vec{E}_\pi = \vec{E}_- (1 + \frac{1}{2} \frac{v_-^2}{c^2}) - \frac{\vec{v}_- \cdot \vec{E}_- \cdot \vec{v}_-}{c^2}$. Поле сжимается в направлении движения $E_x = E_0 (1 - \frac{1}{2} \frac{v_-^2}{c^2})$ и вытягивается в перпендикулярном направлении $E_x = E_0 (1 + \frac{1}{2} \frac{v_-^2}{c^2})$. Здесь следует остановиться на вопросе существования темной материи. Движущиеся и покоящиеся заряды взаимодействуют по-разному. Аналогично и гравитационное взаимодействие. Вот что получается: есть движение – есть материя, остановка – материя исчезла? Хороший способ творить материю.

$$\vec{E}_\pi = \vec{E}_- (1 + \frac{1}{2} \frac{v_-^2}{c^2}) + \frac{\partial \vec{v}_- \varphi_-}{\partial t c^2} - \frac{\vec{v}_- \cdot \vec{E}_- \cdot \vec{v}_-}{c^2} = -\vec{v}_- \frac{\partial \varphi_-}{\partial t c^2}$$

Каким образом появляется частная производная, я уже писал, повторю еще раз.

$$\vec{E}_- \cdot \vec{v}_- = -\text{grad } \varphi_- \cdot \vec{v}_- = - \frac{\partial \varphi_-}{\partial x} \frac{dx}{dt} - \frac{\partial \varphi_-}{\partial y} \frac{dy}{dt} - \frac{\partial \varphi_-}{\partial z} \frac{dz}{dt} = - \frac{d\varphi_-}{dt} = - \frac{\partial \varphi_-}{\partial t}$$

Убедиться в том, что полная и частная производные равны между собой, можно на конкретном примере: $\varphi = k \frac{1}{x+vt}$.

Теперь внесем скорость под знак производной, $\vec{E}_\pi = \vec{E}_- (1 + \frac{1}{2} \frac{v_-^2}{c^2}) + \frac{\partial \vec{v}_- \varphi_-}{\partial t c^2}$, $\text{rot } \vec{E} = \frac{\partial}{\partial t} \vec{B}$. Здесь легко запугаться: $\vec{E} = \vec{v} \times \vec{B}$. Очень хотелось бы получить знак минус. Но это невозможно. С самого начала я перешел в систему координат, связанную с пробным зарядом, тогда $\vec{E}_\pi = -\vec{v}_+ \times \vec{B}$, где \vec{v}_+ есть скорость движения магнита. Что предположил, то и получил.

Чтобы вернуть знак минус на место следует предположить, что третий закон Ньютона выполняется. Сила, с которой движущийся заряд действует на магнит, равна $\vec{E} = \vec{v} \times \vec{B}$, конечно, не всегда. Только для однородного магнитного поля.

Пора поговорить о новой силе \vec{F}_d , силе движущей электричество. Сила эта давно работает в природе, но пока не отобразилась в сознании людей. Вспомним трансформатор, магнитное поле пронизывает контур вторичной обмотки, но никак не провод. Внутри провода магнитное поле равно нулю и сила Лоренца равна нулю. Какая сила приводит в движение электроны во вторичной обмотке? Будем рассуждать так: провод неподвижен, если ток постоянный, то провод нейтральный. Если ток переменный, то баланс нарушается, нарушается из-за того что скорость находится под знаком производной.

Сумма деформированных полей уже не равна силе Лоренца, $\vec{E}_\Sigma = \vec{E}_- (1 + \frac{1}{2} \frac{v_-^2}{c^2}) + \frac{\partial}{\partial t} \frac{\vec{v}_- \varphi_-}{c^2} + \vec{E}_+ = \frac{\partial}{\partial t} \frac{\vec{v}_- \varphi_-}{c^2} = \vec{a} \frac{\varphi_-}{c^2}$.
 $\vec{F}_d = \vec{a} \frac{\varphi_-}{c^2}$. Выходит, что $\frac{\vec{v}_- \varphi_-}{c^2}$ - импульс электрического поля, а $\frac{\varphi_-}{c^2}$ - масса поля.

По аналогии с законом Био-Савара: $\vec{F}_d = \frac{\mu}{4\pi} \int \vec{a} \frac{\rho}{r} dV$, где \vec{a} - ускорение заряда, ρ - плотность заряда r - расстояние до наблюдателя.

Может возникнуть такая ситуация, градиент потенциала равен нулю, электрического поля нет, а сила есть. Там, где нет электрических и магнитных полей ищите \vec{F}_d .

Аналогии с гравитацией.

Зачем нужны аналогии, если всегда применять их задним числом?

$\vec{E}_d = \vec{E}_+ (1 + \frac{1}{2} \frac{v_+^2}{c^2}) + \frac{\partial}{\partial t} \frac{\vec{v}_+ \varphi_+}{c^2}$ - это электрическое поле движущегося заряда, для того, чтобы перейти к силе надо умножить \vec{E}_d на заряд.

$\vec{F}_{d+} = \vec{F}_+ (1 + \frac{1}{2} \frac{v_+^2}{c^2}) + \frac{\partial}{\partial t} \frac{\vec{v}_+ q_+ \varphi_+}{c^2}$. Одноименные заряды отталкиваются, разноименные притягиваются. Нас интересует притяжение. Закон Кулона очень похож на закон Всемирного тяготения Ньютона. В движении кулоновское поле деформируется. Вероятно, деформируется и гравитационное поле, и закон деформации один. Это и есть единая теория поля.

$$\vec{F}_g = \vec{F}_H (1 + \frac{1}{2} \frac{v_+^2}{c^2}) + \frac{\partial}{\partial t} \frac{\vec{v}_+ m \varphi_g}{c^2}$$

m - Масса материальной точки, c^2 - квадрат скорости распространения гравитации, $\vec{F}_H = -\gamma \frac{m_1 m_2}{r^2} \vec{r}$, $\varphi_g = \frac{m_1}{r}$, \vec{v}_+ - скорость движения материальной точки. Добавка к закону Всемирного тяготения может быть существенной, если скорость гравитации много меньше скорости света. В этом случае имеется возможность левитации.

Особый интерес представляет движение по окружности. $R = \text{const}$, $\varphi_g = \text{const}$, $\vec{F}_H = \text{const}$, центростремительное ускорение $a = \frac{v^2}{r}$ направлено к центру $v = \omega r$.

$$F = -\gamma \frac{m_1 m_2}{r^2} - \frac{3}{2} \frac{\gamma}{c^2} \omega^2 m_1 m_2$$

Посмотрите на второе слагаемое, оно не зависит от расстояния. На больших расстояниях второе слагаемое будет играть роль первой скрипки. Темной материи больше нет, вселенная просветлилась. Что дает добавка? РЕЗАНАНС!!! Можно увеличить гравитацию, а можно уменьшить. Мы не знаем скорости гравитации. Думаю, эта скорость много меньше скорости света. Если это так, то левитация вполне возможна.

Надо знать, что такое мнимая скорость: принцип домино, волны на воде распространяются с мнимой скоростью. Посмотрите на уравнение Гельмгольца для упругих колебаний, и вы все поймете. Еще одно существенное замечание:

Нельзя измерять мнимую скорость, так же как измеряется действительная скорость. Скорость звука есть величина мнимая, она не складывается со скоростью источника. Иначе самолет никогда не обогнал бы звук.

Для электрического поля та же ситуация. Это означает, что существует новый вид связи: приемником является сегмент окружности, по сегменту течет переменный ток с частотой ω . Полезным сигналом является радиальное напряжение. Мощность полученного сигнала определяется частотой ω , а не расстоянием до передатчика. Назовем это активной антенной. Похоже на датчик Холла.

Думаю, такой датчик существует у человека и у других живых существ и воспринимается как экстрасенсорный датчик. Существует обратная связь, сознание влияет на материю, но принцип тот же. Постоянные электрические поля управляют погодой, следовательно, датчик может служить для прогноза погоды. Здесь написано не все. Хочу добавить только одно: электрические поля двигают материки и вызывают землетрясения. От землетрясений можно избавиться, как избавляются от удара молнии, пробурив скважины.

Все что здесь написано есть только первое приближение к действительности. Теорию надо развивать и тогда, вероятно, мы найдем способ избавиться от гравитации.

Литература

1. Фейнмановские лекции по физике. Том 5. Москва, издательство «Мир».

Литвинова Е.А.¹, Толстовская Е.А.², Сафронов А.П.³, Шкляр Т.Ф.⁴

^{1,2} Студент; ³ профессор, доктор физико-математических наук, Уральский федеральный университет; ⁴ доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, Уральская государственная медицинская академия

Работа выполнена при поддержке грантом РФФИ 13-08-01050

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНЫХ ГЕЛЯХ – НА ПУТИ К СОЗДАНИЮ ИСКУССТВЕННЫХ МЫШЦ

Аннотация

Статья посвящена изучению поведения полиэлектrolитных акриловых гелей в электрическом поле. Показано, что гели в ответ на электрический стимул способны преобразовывать его в механический отклик (совершать механическую работу), менять конфигурацию, сжиматься, аналогично тому, что происходит при сокращении мышцы. Поэтому такие материалы являются перспективными в области создания искусственных мышц.

Ключевые слова: полиэлектrolитные гидрогели, биоинженерия

Litvinova E.A.¹, Tolstovskaya E.A.², Safronov A.P.³, Shklyar T.F.⁴

^{1,2} Student; ³ Professor, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, professor, Ural Federal University, ⁴ Doctor of Biological Sciences, leading researcher, Ural State Medical Academy

STUDY OF THE MECHANISM ELECTROMECHANICAL CONVERSION IN A POLYELECTROLYTE GELS - TOWARDS THE CREATION OF ARTIFICIAL MUSCLES

Abstract

The article is devoted to the study of the behavior of polyelectrolyte gels acrylic in an electric field. It is shown that the gels in response to electrical stimulus can convert it into a mechanical response (to perform mechanical work), to change the configuration to contract, similarly to what occurs when the muscle contraction. Therefore, these materials are promising in the field of artificial muscle.

Keywords: polyelectrolyte hydrogels, bioengineering

Разработка новых материалов для биоинженерии – актуальная современная задача. Особое внимание привлекают, полиэлектrolитные гидрогели (ПЭГГ), способные обратимо реагируют на незначительные изменения свойств среды и различного рода воздействия: pH, температура, свет, физические поля, например, магнитные и электрические. Воздействие электрических полей вызывают особый интерес, поскольку регуляторные механизмы многих физиологических процессов имеют электрическую природу, как, например, мышечное сокращение. Уже известно, что ПЭГГ в электрическом поле способны сжиматься, менять конфигурацию и развивать напряжение, аналогично тому, что происходит при сокращении мышцы. Поэтому такие материалы могут быть перспективны в области создания искусственных мышц.

ПЭГГ представляют собой сеть гидрофильных полимеров, способную поглощать воду и/или биологические жидкости. Их пространственная структура является результатом поперечной сшивки полимеров, формирующих в результате нерастворимую структуру в окружающем растворе. ПЭГГ, синтезированные на основе акриловой кислоты, представляют определенный интерес, прежде всего, как биосовместимые материалы. Кроме того, они имеют некоторые характеристики, схожие с биологическими тканями, что дает возможность их широкого биомедицинского применения.

В многочисленных экспериментах показано, что ПЭГГ акриловой кислоты и ее производных в постоянном (DC) электрическом поле сжимаются и, в некоторых случаях, способны совершать колебательные движения. Несмотря на установленный многими авторами феномен до сих пор не ясен механизм данного явления. Настоящая работа посвящена изучению механизмов, лежащих в основе поведения геля в DC поле.

Методика эксперимента

В качестве объектов исследования использовали образцы геля полиметакриловой кислоты, ПМАК, синтезированные радикальной полимеризацией в водном растворе в присутствии сшивающего агента – метиленадиакриламида в соотношении 1/200 к мономеру [1]. Исследуемые образцы (n=6) прямоугольного сечения с размерами порядка 10*2*1 мм закрепляли по центру тefлоновой камеры диаметром 30 мм с водным раствором NaCl (концентрации 10мг/100мл). Далее прикладывалось электрическое поле с постоянным напряжением U=31.8В и силой тока I=0,02А в течение 20 минут. Образцы геля располагались перпендикулярно силовым линиям поля, причем один конец был неподвижно зафиксирован, а второй оставался свободным. С помощью видеокамеры регистрировали механическое поведение геля, по видеоизображениям с помощью специальных программ рассчитывали отклонение конца образца от начальной точки и видимую площадь образца, как описано ранее [2].

Результаты

Показано, что образцы ПЭГГ после наложения DC поля проявляли сложное колебательное движение, отклоняясь вначале к катоду, затем к аноду. Первое колебание к катоду было менее выраженным и непродолжительным, второе к аноду приводило к значительному изгибу образца. При этом одновременно наблюдали изменение площади образцов геля. Вначале площадь увеличивалась, что свидетельствует о протекании процесса набухания геля. Через некоторое времягель сжимался. Степень набухания и сжатия оценивали по изменению видимой площади образца геля. На рис. 1. графически представлены экспериментальные результаты. По оси ординат относительная площадь образцов, где за единицу принята площадь геля до наложения электрического поля. Столбик 1 – максимальная относительная площадь после набухания, которая увеличивалась в 1,77±0,56 раз. Столбик 2 – минимальная относительная площадь после сжатия составляла 0,86±0,08 от начальной площади. Кривая на рис. 1 отражает трассу движения свободного конца геля к одному из полюсов DC поля: к катоду (К) или аноду (А). Видно, что изгибание геля к катоду ассоциируется с его набуханием, а движение к аноду – со сжатием геля.

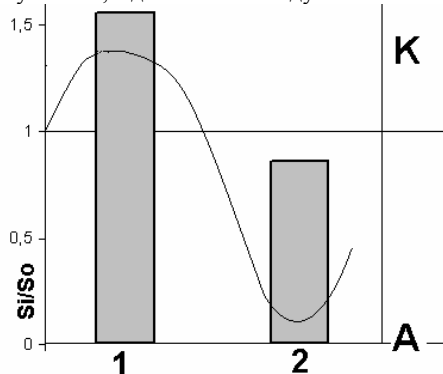


Рис. 1 - Сопоставление процессов сжатия – набухания и отклонения к полюсам DC поля

Следовательно, колебания возникают как реакция системы на изменение ее степени набухания. Причем, процесс имеет анизотропный характер, что и обуславливает периодическое изгибание образцов геля. Таким образом, ПЭГГ в электрическом поле способны выполнять механическую работу, то есть являются синтетическими электромеханическими преобразователями. В основе феномена лежит способность ПЭГГ быстро и обратимо изменять свою степень набухания.

Литература

1. Safronov A., Shklyar T., Borodin V. et al. Chapter In Book "Water in Biology", Ed. by G. Pollack, I. Cameron and D. Wheatley, "Springer", NW, 2006. P. 273-284.

Наумова Н.А.

Кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет»

Работа выполнена при поддержке РФФИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ ЗАТРАТ В УЗЛАХ СЕТИ

Аннотация

В работе рассмотрена математическая модель функционирования транспортной сети, приведена авторская классификация узловых точек сети. Разработан метод определения функции транспортных затрат в случае справедливости гипотезы о распределении интервалов по времени между требованиями по обобщенному закону Эрланга.

Ключевые слова: сетевые потоки, функция транспортных затрат, обобщенное распределение Эрланга

Naumova N.A.

PhD in engineering, associate professor, Kuban State Technological University

THE DEFINITION OF THE FUNCTIONS OF TRANSPORT COSTS AT NODES

Abstract

A mathematical model of the transport network was developed. We introduced our classification of nodes as well as the criteria of efficiency of flows distribution. A method for determining the function of transport costs in the case of the hypothesis on the distribution of time intervals between the requirements of the law by the generalized Erlang was deduced.

Keywords: transportation network, function of transport costs, generalized Erlang distribution.

Проблема рационального использования существующих транспортных сетей населенных пунктов, а также планировка транспортных сетей в новых микрорайонах бесспорно актуальна в настоящее время. Существует большое количество макро- и микромоделей распределения транспортных потоков. Задачи макромоделирования базируются на поиске равновесного распределения потоков, микромоделирование решает проблемы пропускных способностей локальных участков сетей. Из-за различного характера гипотез, закладываемых в макро- и микромоделей, задача обмена информацией между ними не решена ни теоретически, ни в виде программных продуктов. Сложность численного решения задачи потокового равновесия в основном зависит от аналитического задания функции транспортных затрат.

Актуальной является задача создания модели функционирования сети, позволяющей на основании минимального количества исходных данных делать адекватные прогнозы эффективности распределения сетевых потоков. Перспективной задачей является разработка микромоделей транспортной динамики в узлах сети и оценка их влияния на распределение потоков по сети. Удельные затраты на прохождение конкретной дуги зависят и от потоков по другим дугам.

Конкретизируем основные понятия, используемые в данной работе. Назовем сетевые потоки неконфликтными, если на данном участке сети они не пересекаются, и конфликтными – в противном случае. Вершинами графа будем считать узловые точки – точки, в которых либо расположены источники или потребители информации, либо происходит пересечение конфликтных потоков. То есть узловые точки образуются пересечением многоканальных магистралей.

В работах [2-4] автор предлагает следующую классификацию узловых точек (УТ). Пусть одна часть потоков (назовем их главными) проходит через УТ беспрепятственно. Требования второй части потоков (второстепенных) ожидают возникновения достаточных интервалов по времени между требованиями главными потоками для пересечения УТ. Такую УТ названа узловой точкой первого типа.

Рассмотрим теперь узловую точку, в которой для возможности ее пересечения поочередно перекрывается движение для одной из групп неконфликтных потоков на фиксированное время. Это узловая точка второго типа.

Будем придерживаться традиционного представления сети в виде графа. Сетью называется граф, каждой дуге которого поставлено в соответствие некоторое число. Поток на графе – это совокупность однородных объектов (требований), пересылаемых из одной вершины в другую. Таким образом, поток – это некоторая функция, заданная на дугах графа. В разработанной автором модели поток на графе задается в виде функции плотности распределения интервалов по времени между следующими подряд требованиями.

В работах [2,3] подробно рассмотрены методы расчета функции транспортных затрат в случае справедливости гипотезы о распределении интервалов по времени между требованиями по закону Эрланга порядка k , $k \in \{1,2,3,4\}$. Справедливость гипотезы и адекватность аналитических моделей подтверждено серией экспериментов. Согласно мнению ряда ученых, занимающихся теорией случайных процессов, с помощью обобщенного распределения Эрланга можно аппроксимировать практически любое распределение при правильном подборе параметров. В данной работе рассмотрим функцию транспортных затрат для узловой точки второго типа при справедливости гипотезы об обобщенном распределении Эрланга.

Найдем среднее значение величины N_t – числа требований, прибывающих к данной точке дороги за интервал времени $(0; t)$.

$H(t) = M(N_t)$ – функция восстановления (математическое ожидание числа прибывающих за время t требований).

Функция распределения обобщенного закона Эрланга имеет вид:

$$f_k(t) = \sum_{i=0}^{k-1} a_i \lambda_i e^{-\lambda_i t} \quad a_i = \prod_{\substack{n=0 \\ n \neq i}}^{k-1} \frac{\lambda_n}{\lambda_n - \lambda_i} \quad \sum_{i=0}^{k-1} a_i = 1$$

Преобразование Лапласа $f^{(*)}(s)$ функции плотности распределения $f(t)$ имеет вид

$$f^{(*)} = \frac{\lambda_0 \lambda_2 \dots \lambda_{k-1}}{(s + \lambda_0)(s + \lambda_1) \dots (s + \lambda_{k-1})} \quad (\text{причем, даже в случае совпадения некоторых из параметров } \lambda_i).$$

Тогда преобразование функции простого процесса восстановления имеет вид [1]:

$$H_p^{(*)}(s) = \frac{f^{(*)}(s)}{s(1 - f^{(*)}(t))}$$

Следовательно, $H^*(s)$ представляет собой рациональную дробь и может быть разложена на простые дроби. С этой целью

$$H_p^{(*)}(s) = \frac{f^{(*)}(s)}{s(1-f^{(*)}(t))}.$$

необходимо найти корни знаменателя дроби

$$s = 0 \quad \vee \quad f^{(*)}(s) = 1.$$

Таким образом, $H^*(s)$ можно разложить на простые дроби, содержащие члены:

1) от полюса $s = 0$;

2) от ненулевых полюсов в точках, являющихся корнями уравнения $f^{(*)}(s) = 1$. Причем это уравнение кроме действительных может иметь только попарно сопряженные комплексные корни, действительная часть которых $\text{Re } s < 0$ [1].

Рассмотрим вид функции $H^*(s)$ в случае обобщенного закона Эрланга порядков $k \in \{1; 2; 3; 4\}$.

I случай) $k = 2$.

$$f_k(t) = a_0 \lambda_0 e^{-\lambda_0 t} + a_1 \lambda_1 e^{-\lambda_1 t} \longrightarrow f_k^{(*)}(s) = a_0 \lambda_0 \frac{1}{s + \lambda_0} + a_1 \lambda_1 \frac{1}{s + \lambda_1},$$

$$\text{Здесь} \quad a_0 = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_0}, \quad a_1 = \frac{\lambda_0}{\lambda_0 - \lambda_1}, \quad a_0 + a_1 = 1.$$

$$f^{(*)}(s) = 1; \quad \frac{a_0 \lambda_0}{s + \lambda_0} + \frac{a_1 \lambda_1}{s + \lambda_1} = 1; \quad s = -(a_0 \lambda_1 + a_1 \lambda_0) \quad \vee \quad s = 0; \quad s = -\frac{\lambda_1^2 - \lambda_0^2}{\lambda_1 - \lambda_0} \quad \vee \quad s = 0;$$

$$s = -(\lambda_0 + \lambda_1) \quad \vee \quad s = 0.$$

II случай) $k = 3$.

$$f_k(t) = a_0 \lambda_0 e^{-\lambda_0 t} + a_1 \lambda_1 e^{-\lambda_1 t} + a_2 \lambda_2 e^{-\lambda_2 t} \longrightarrow f_k^{(*)}(s) = a_0 \lambda_0 \frac{1}{s + \lambda_0} + a_1 \lambda_1 \frac{1}{s + \lambda_1} + a_2 \lambda_2 \frac{1}{s + \lambda_2}$$

$$\text{Здесь} \quad a_0 = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_0} \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_0}, \quad a_1 = \frac{\lambda_0}{\lambda_0 - \lambda_1} \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1}, \quad a_2 = \frac{\lambda_0}{\lambda_0 - \lambda_2} \frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2}, \quad a_0 + a_1 + a_2 = 1.$$

$$f^{(*)}(s) = 1; \quad a_0 \lambda_0 \frac{1}{s + \lambda_0} + a_1 \lambda_1 \frac{1}{s + \lambda_1} + a_2 \lambda_2 \frac{1}{s + \lambda_2} = 1;$$

$$a_0 \left(1 - \frac{s}{s + \lambda_0} \right) + a_1 \left(1 - \frac{s}{s + \lambda_1} \right) + a_2 \left(1 - \frac{s}{s + \lambda_2} \right) = 1;$$

$$s^2 + s(a_0 \lambda_1 + a_0 \lambda_2 + a_1 \lambda_0 + a_1 \lambda_2 + a_2 \lambda_0 + a_2 \lambda_1) + (a_0 \lambda_1 \lambda_2 + a_1 \lambda_0 \lambda_2 + a_2 \lambda_0 \lambda_1) = 0 \quad \vee \quad s = 0.$$

Левая часть последнего уравнения представляет собой многочлен второй степени, нахождение корней которого не вызывает затруднений.

III случай) $k = 4$.

$$f_k(t) = a_0 \lambda_0 e^{-\lambda_0 t} + a_1 \lambda_1 e^{-\lambda_1 t} + a_2 \lambda_2 e^{-\lambda_2 t} + a_3 \lambda_3 e^{-\lambda_3 t} \longrightarrow$$

$$f_k^{(*)}(s) = a_0 \lambda_0 \frac{1}{s + \lambda_0} + a_1 \lambda_1 \frac{1}{s + \lambda_1} + a_2 \lambda_2 \frac{1}{s + \lambda_2} + a_3 \lambda_3 \frac{1}{s + \lambda_3}$$

$$\text{Здесь} \quad a_0 = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_0} \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_0} \frac{\lambda_3}{\lambda_3 - \lambda_0}, \quad a_1 = \frac{\lambda_0}{\lambda_0 - \lambda_1} \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} \frac{\lambda_3}{\lambda_3 - \lambda_1},$$

$$a_2 = \frac{\lambda_0}{\lambda_0 - \lambda_2} \frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} \frac{\lambda_3}{\lambda_3 - \lambda_2}, \quad a_3 = \frac{\lambda_0}{\lambda_0 - \lambda_3} \frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_3} \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_3}, \quad a_0 + a_1 + a_2 + a_3 = 1.$$

$$f^{(*)}(s) = 1; \quad a_0 \lambda_0 \frac{1}{s + \lambda_0} + a_1 \lambda_1 \frac{1}{s + \lambda_1} + a_2 \lambda_2 \frac{1}{s + \lambda_2} + a_3 \lambda_3 \frac{1}{s + \lambda_3} = 1;$$

$$a_0 \left(1 - \frac{s}{s + \lambda_0}\right) + a_1 \left(1 - \frac{s}{s + \lambda_1}\right) + a_2 \left(1 - \frac{1}{s + \lambda_2}\right) + a_3 \left(1 - \frac{1}{s + \lambda_3}\right) = 1 ;$$

$$s^3 + s^2 \cdot \left(\sum_{\substack{i=0 \\ i \neq j}}^3 a_i \lambda_j \right) + s \cdot \left(\sum_{\substack{i=0 \\ j \neq i \\ j < k}}^3 a_i \lambda_j \lambda_k \right) + \left(\sum_{\substack{i=0 \\ j \neq i \\ j < k < l}}^3 a_i \lambda_j \lambda_k \lambda_l \right) = 0 \quad \vee \quad s = 0$$

Левая часть последнего уравнения представляет собой многочлен третьей степени, корни которого могут быть найдены с помощью формулы Кардано.

Таким образом, изображение функции восстановления имеет вид:

$$H^*(s) = \frac{1}{\mu} \frac{1}{s^2} + \frac{\sigma^2 - \mu^2}{2\mu^2} \frac{1}{s} + R^*(s) \quad , \text{ где } \mu = M(T) ; \sigma^2 = D(T) ; R^*(s) - \text{ сумма простейших рациональных}$$

$$H(t) = \frac{t}{\mu} + \frac{\sigma^2 - \mu^2}{2\mu^2} + R(t)$$

дробей. Сама функция восстановления в случае обобщенного закона Эрланга имеет вид:

Каждому простому действительному корню s_p соответствует дробь $\frac{A}{s - s_p}$ (слагаемое в $R^*(s)$), а ей, в свою очередь, соответствует оригинал $A \cdot e^{s_p t}$ (слагаемое в $R(t)$).

Действительному корню s_p кратности 2 соответствует в разложении сумма $\frac{A_1}{s - s_p} + \frac{A_2}{(s - s_p)^2}$ (слагаемые в $R^*(s)$). Следовательно, оригинал имеет вид: $A_1 e^{s_p t} + A_2 t e^{s_p t}$ (слагаемые в $R(t)$).

Каждой паре комплексно-сопряженных корней $s_p = \alpha \pm i\beta$ соответствует дробь в разложении $\frac{A \cdot (s - \alpha) + B \cdot \beta}{(s - \alpha)^2 + \beta^2}$ (слагаемые в $R^*(s)$). В этом случае оригинал имеет вид: $A \cdot e^{\alpha t} \cos \beta t + B e^{\alpha t} \sin \beta t$ (слагаемые в $R(t)$).

$$H(t) = \frac{t}{\mu} + \frac{\sigma^2 - \mu^2}{2\mu^2} + R(t)$$

Таким образом функция восстановления в случае обобщенного закона Эрланга имеет вид:

Введем ряд обозначений, принятых автором при разработке математической модели функционирования сети. Дуга представляет собой часть многоканальной магистрали, заключенную между двумя вершинами (узловыми точками). Обозначим $\{l_j\}$ - множество дуг графа, $\{z_j\}$ - множество вершин (узловых точек). Для определения показателей эффективности распределения потоков по сети и решения оптимизационных задач введем следующие понятия:

1) $\omega_M(z_n)$ - средняя задержка в узловой точке z_n требования выбранного направления;
 2) $\bar{\mu}(z_n)$ - вес вершины z_n (узловой точки) для потока данного направления, то есть средняя суммарная задержка всех требований потока данного направления в узловой точке z_n в единицу времени;

3) $\mu(z_n)$ - вес вершины z_n (узловой точки), то есть средняя суммарная задержка всех требований в узловой точке z_n в единицу времени.

Под задержкой в УТ второго типа будем понимать время простоя в случае, если движение в данном направлении запрещено.

$$W(T_i, \lambda) = \int_0^{T_i} H_\lambda(t) dt$$

(треб.с.) - суммарная задержка требований рассматриваемого потока за T_i секунд - время, в

течение которого запрещено движение в рассматриваемом направлении. Простое аналитическое задание функции $H(t)$ в случае обобщенного распределения Эрланга позволяет элементарно получить значение функции $W(T_i, \lambda)$.

Суммарная задержка всех требований данного потока за единицу времени – один час, выражается следующим образом :

$$W(T_i, \lambda) \cdot \frac{3600}{T} \cdot \frac{1}{3600} = \frac{W(T_i, \lambda)}{T} \quad T = \sum_i T_i \quad (\text{треб.ч.}), \text{ где}$$

Уточним параметры качества распределения потоков для узловой точки II типа, которые представляют собой функции транспортных затрат:

$$1) \quad \omega_M(z_n) = \frac{\sum_{i \in M} W(T_a, \lambda_i)}{\sum_{i \in M} H(T_a, \lambda_i)}, \quad \text{где } M - \text{множество выбранных направлений, } a \in \{1; 2\}$$

$$2) \quad \bar{\mu}(z_n) = \frac{\sum_{i \in M} W(T_a, \lambda_i)}{T}, \quad \text{где } M - \text{множество выбранных направлений, } a \in \{1; 2\};$$

$$3) \quad \mu(z_n) = \frac{\sum_i W(T_1, \lambda_i) + \sum_j W(T_2, \lambda_j)}{T}.$$

Обобщенный закон Эрланга при правильном подборе параметров позволяет с достаточной точностью аппроксимировать практически любое распределение. Что в свою очередь дает возможность увеличить точность при решении оптимизационных задач в теории транспортных потоков.

Литература

1. Кокс Д., Смит В. Теория восстановления: Пер. с англ. – М.: Изд-во «Советское радио», 1967. – 299 с.
2. Наумова Н.А. Моделирование и программная реализация движения автотранспортных средств по улично-дорожной сети / Н.А. Наумова, Л.М. Данович – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2011. – 80 с.
3. Naumova N. A., Problems of Optimisation of Flows Distribution in the Network, Applied Mathematics, Vol. 3 No. 1, 2013, pp. 12-19. doi: 10.5923/j.am.20130301.02.
4. Naumova, N., Danovich, L. "Modelling and Optimisation of Flows Distribution in the Network", Applied Mathematics, Vol. 2 No. 5, 2012, pp. 171-175. doi: 10.5923/j.am. 20120205. 04.

Тарасов С.П.¹, Воронин В.А.¹, Солдатов Г.В.²

¹Доктор технических наук, профессор, ²ассистент, Южный федеральный университет, факультет электроники и приборостроения.

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВОЙСТВ МОРСКИХ ОСАДКОВ ДИСТАНЦИОННЫМ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Аннотация

Обсуждается возможность определения акустических свойств морских донных осадков с помощью параметрического профилографа. Вместо ненаправленных источников предлагается использовать сканирующую параметрическую антенную систему. Сканирование характеристики направленности антенны осуществляется дискретно пошагово. Чтобы учесть возникающие при этом задержки, в алгоритм определения скорости звука введена дополнительная кинематическая поправка. Для проверки предложенных поправок проведено моделирование.

Ключевые слова: нелинейная гидроакустика, профилограф, скорость звука.

Tarasov S.P.¹, Voronin V.A.¹, Soldatov G.V.²

¹Doctor of Technical Sciences, professor, ² assistant, Electrogydroacoustical & Medical Engineering department. Southern Federal University.

THE PROBLEM DEFINITION OF PROPERTIES MARINE SEDIMENTS BY REMOTE HYDROACOUSTIC

Abstract

A possibility to determine the acoustic properties of marine sediments using parametric profiler. Instead of omnidirectional sources are encouraged to use the parametric scanning antenna system. Scanning characteristics of the antenna is discrete steps. To account arising from this delay in the algorithm for determining the speed of sound introduced an additional kinematic correction. To test the proposed amendments is simulated.

Keywords: nonlinear underwater acoustics, chirp, the speed of sound.

В данной работе, по существу, рассматриваются методы определения скорости звука в морских донных осадках с помощью параметрического профилографа. В качестве источника используется параметрическая сканирующая антенная система, излучающая сигналы в диапазоне низких, хорошо проникающих в грунт, частот и формирующей характеристику направленности широкую в вертикальной плоскости и узкую в горизонтальной. Подобная антенная система позволяет решить задачи определения угловой зависимости коэффициента отражения и скорости звука.

Для определения типов донных осадков в сейсморазведочных работах применяют ряд стандартных методов, таких как методы преломленных и отраженных волн. В качестве источников акустических колебаний в морской среде используют мощные всенаправленные источники ударных волн. Перспективным направлением для решения задач исследования донных осадочных структур является использование методов нелинейной гидроакустики, реализуемых с помощью параметрических систем [1,2].

Методы распознавания донных осадков и оценки их свойств или характеристик основываются на физической модели отражения, преломления, рефракции волн в слоистой среде. Для определения типа донных осадков необходимо знать их физические характеристики, такие как плотность, скорость звука и др. Акустический импеданс приповерхностного слоя донных осадков можно определить по амплитудным коэффициентам отражения. По коэффициенту отражения от границы вода-дно и импедансу морской воды можно вычислить импеданс в поверхностном слое морских осадков. Поскольку по коэффициенту отражения акустических волн можно фактически определить лишь произведение плотности на скорость звука, то задача сводится к измерению скорости звука в донных осадках дистанционным методом.

Для измерения скорости звука в донных осадках дистанционным методом с целью исследования характеристик морских грунтов антенна излучает сигнал узким лучом в направлении дна и формирует сектор (либо веер лучей) в одной вертикальной плоскости, так чтобы отраженные от дна и осадочных слоев сигналы попадали на приемники распределенной антенны. Рисунки 1а,б,в иллюстрируют геометрию метода измерений. Чтобы обеспечить достаточно высокий уровень излучения предлагается в качестве излучателя использовать сканирующую параметрическую антенную систему при последовательном облучении дна акустическим лучом в плоскости приемной системы.

Сканирование характеристики направленности антенны осуществляется дискретно пошагово с шагом, равным ширине характеристики направленности на уровне 0,7 по давлению. Таким образом, синтезируется квазинепрерывный волновой фронт заданной ширины. Между сигналами, излученными в начальный и в конечный момент времени работы антенны, возникает

задержка. Поэтому в алгоритм определения скорости звука необходимо ввести дополнительную кинематическую поправку, учитывающую возникающие задержки.

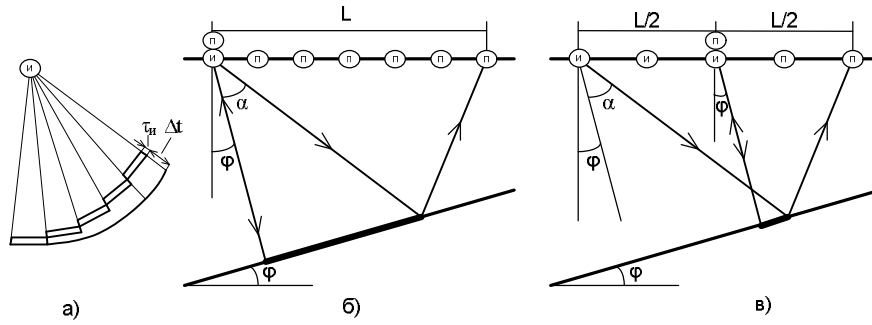


Рис. 1 – Геометрия метода.

Рассмотрим двухслойную модель упругой среды. Однородный слой лежит на полупространстве. Ко времени прихода сигналов необходимо добавить поправку, учитывающую задержку между сигналами, распространяющимися по лучу перпендикулярному границе раздела, и лучу пришедшему на приемник на расстоянии L (рис. 1б). Уравнение годографа отраженной волны для плоской наклонной границы [3,4] с учетом поправки примет вид:

$$t = \sqrt{t_0^2 + \frac{2t_0 L \sin \varphi}{c} + \frac{L^2}{c^2}} + \Delta t(L, \varphi, c, \tau_n, n) \quad (1)$$

где c – скорость звука в слое, φ – угол наклона границы раздела двух сред, L – удаление источник – приемник, t_0 – нормальная составляющая времени прихода сигналов. τ_n – длительности импульса, n – номера луча.

Величина задержки зависит от длительности импульса (τ_n) и порядкового номера луча (n), пришедшего на приемник на расстоянии L . Если лучи смещены относительно друг друга на величину ширины характеристики направленности $\theta_{0,7}$, тогда поправку можно представить в следующем виде:

$$\Delta t = \tau_n \cdot n(L) = \tau_n \cdot \alpha / \theta_{0,7} \quad (2)$$

где α – угол между лучом, перпендикулярным границе раздела, и луч пришедшим на приемник на расстоянии L .

Угол α можно представить в следующем виде:

$$\alpha = \arctg \left(\frac{L \cdot \cos \varphi}{t_0 \cdot c} + \frac{L^2 \cdot \sin 2\varphi}{4 \cdot t_0 \cdot c} \right) \quad (3)$$

Тогда уравнение годографа отраженной волны для плоской наклонной границы, годограф общей точки возбуждения (ОТВ), [3,4] с учетом поправки при условии, что лучи смещены относительно друг друга на величину ширины характеристики направленности примет вид:

$$t = \sqrt{t_0^2 + \frac{2t_0 L \sin \varphi}{c} + \frac{L^2}{c^2}} + \tau_n \cdot \arctg \left(\frac{L \cdot \cos \varphi}{t_0 \cdot c} + \frac{L^2 \cdot \sin 2\varphi}{4 \cdot t_0 \cdot c} \right) / \theta_{0,7} \quad (4)$$

Если угол наклона границы раздела меньше 10° , что имеет место для большинства районов работ, то выражение (4) можно упростить:

$$t = \sqrt{t_0^2 + \frac{L^2}{c^2}} + \tau_n \cdot \arctg \left(\frac{L}{t_0 \cdot c} \right) / \theta_{0,7} \quad (5)$$

Годограф сейсмических волн на сейсмограммах общей средней точки (рисунок 1в) с учетом поправки примет вид:

$$t = \sqrt{t_0^2 + \frac{L^2}{c_{\text{ост}}^2}} + \tau_n \cdot \arctg \left(\frac{L}{t_0 \cdot c_{\text{ост}}} \right) / \theta_{0,7} \quad (6)$$

где $c_{\text{ост}} = c / \cos \varphi$ – скорость общей средней точки.

Для проверки приведенных выше формул проведено моделирование на примере сейсмограмм ОСТ. С помощью приближений лучевой акустики решалась прямая задача. В модели задавались параметры исследуемого слоя, толщина h , скорость звука c , и параметры приемной и излучающей систем, длительность зондирующего импульса τ_n , ширина характеристики направленности излучателя $\theta_{0,7}$, длина приемной системы L . Геометрия модели представлена на рисунке 2. Принцип суммирования сейсмограмм ОСТ заключается в следующем. Вначале источник и приемник помещается в точку с координатой 0. В следующем цикле зондирования источник смещается на заданное расстояние в направлении отрицательной оси, точно на такое же расстояние в направлении положительной оси устанавливается приемник. Таким образом, излучатель и приемник перемещаются до расстояния $L/2$. В результате мы получаем годограф идентичный годографу ОТВ при толщине слоя h и длине приемной системы L . На практике сейсмограмма ОСТ находится из сейсмограмм, полученных при непрерывном сейсмопрофилировании. В качестве излучателя при моделировании использовалась модель антенны со следующими характеристиками: $\theta_{0,7} = 5^\circ$, $\tau_n = 1$ мс.

Параметры слоя: $h = 50$ м, $c = 1600$ м/с. Годограф ОСТ представлен на рисунке 3.

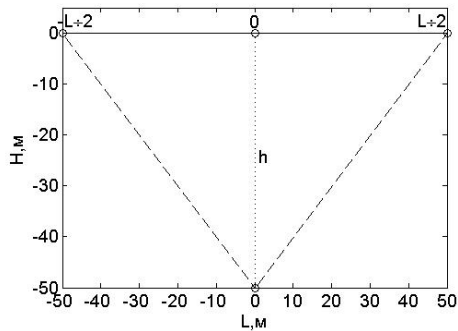


Рис. 2 – Геометрия модели.

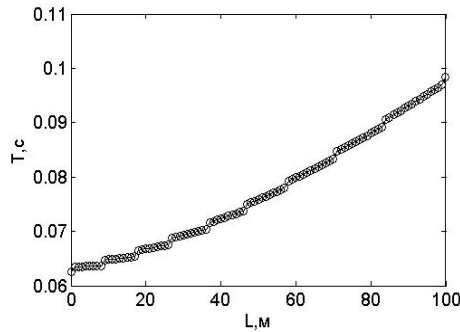


Рис. 3 – Годограф ОСТ.

С помощью вычисленного годографа решалась обратная задача. На практике задача поиска скорости звука в слое и его толщины решается следующим образом. Из реального годографа на рисунке 3 вычитается теоретический годограф, рассчитанный по формуле 6. При совпадении $c_{ост}$, t_0 , $\tau_{и}$, $\theta_{0,7}$, подставленными в теоретический годограф с реальными, в результате разности реального и теоретического годографа получится прямая линия, лежащая на оси L . Поиск значений характеристик слоя осуществляется следующим образом: в формулу 6 подставляются значения $c_{ост}$, t_0 , при известных $\tau_{и}$, $\theta_{0,7}$; из реального годографа вычитается теоретический, рассчитанный по формуле 6; проверяется корреляция полученной кривой и прямой линии на оси L . Решение о характеристиках слоя принимается по значению параметров, подставленных в формулу 6, при которых корреляция максимальна. На рисунке 4 а) приведены результаты определения скорости звука и толщины слоя с учетом предложенной выше поправки. На рисунке 5 б) показаны результаты определения скорости звука и толщины слоя без учета поправки. Таким образом, узконаправленная сканирующая параметрическая излучающая система может использоваться в качестве сейсмического источника при введении в модель годографа поправки (формула 6).

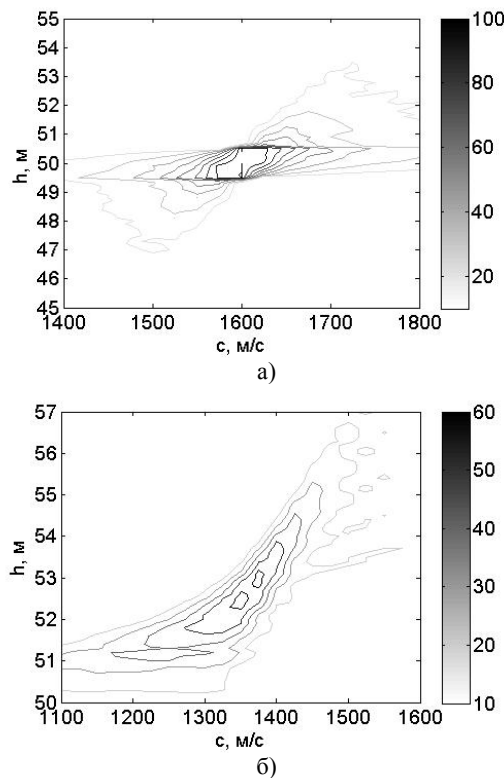


Рис. 4 Скорость звука а) с учетом поправки, б) без учета поправки

Годограф ОСТ и результат определения скорости звука для слоя с нижней границей, расположенной под углом 20° к плоскости приемной системы, представлены на рисунках 5,6.

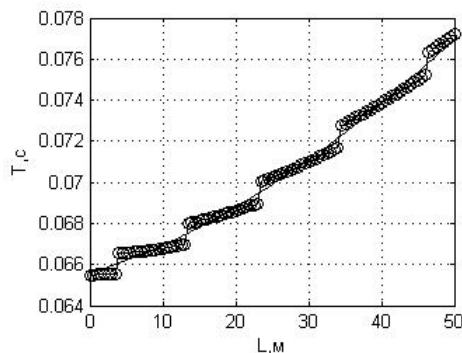


Рис. 5 – Годограф ОСТ

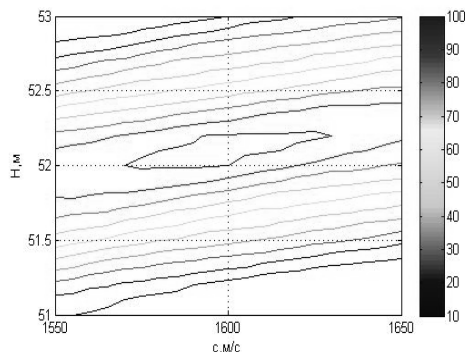


Рис. 6 – Скорость звука

Применение параметрической антенны в качестве сейсмического источника звука позволяет не только повысить качество сейсмической записи за счет излучения высоконаправленного короткого повторяемого импульса, характеристики которого не зависят от параметров водоема и глубины погружения источника, но и вплотную подойти к решению проблемы определения свойств морских донных осадков. Наибольший выигрыш достигается при высокоразрешающем профилировании на мелководье.

Исследования выполнены при поддержке Минобрнауки РФ (ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 г.») ГК № 14.518.11.7068.

Литература

1. Воронин В.А., Тарасов С.П., Тимошенко В.И. Гидроакустические параметрические системы. Ростов-на-Дону: Ростиздат, 2004. 400 с.
2. Воронин В.А., Кузнецов В.П., Мордвинов Б.Г., Тарасов С.П., Тимошенко В.И. Нелинейные и параметрические процессы в акустике океана. Ростов-на-Дону: Ростиздат, 2007. 448 с.
3. Морская сейсморазведка / Под редакцией А.Н.Телегина. М.: ООО «Геоинформмарк», 2004. 237 с.
4. Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка: Учебник для вузов. Тверь: Издательство АИС, 2006. 744 с.

Черных О.О.

Соискатель, Липецкий государственный технический университет
ИДЕМПОТЕНТНАЯ МОДЕЛЬ КЛАССИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ О НАЗНАЧЕНИЯХ
Работа поддержана РФФИ, проект № 11-07-00580-а

Аннотация

В статье рассматриваются основной принцип идемпотентной алгебры, приводится краткое обсуждение преимуществ идемпотентного подхода. В работе приводится идемпотентная модель постановки задачи о назначениях, которая позволяет привести задачу к линейному виду даже в нелинейном случае.

Ключевые слова: идемпотентная алгебра, идемпотентная арифметика, тропическая алгебра, задача о назначениях.

Chernykh O.O.

Applicant, Lipetsk State Technical University
IDEMPOTENT MODEL OF THE CLASSICAL ASSIGNMENT PROBLEM

Abstract

The main principle of idempotent algebra is observed in this article, the main advantages of idempotent approach are given. An idempotent model of a classical assignment problem is given, this model makes even non-linear assignment problems become linear ones.

Key words: idempotent algebra, idempotent arithmetic, tropical algebra, assignment problem.

Стремительно развивающимся разделом математики является идемпотентная алгебра, или как ее еще называют – тропическая алгебра. Такое «экзотическое» название полностью соответствует «необычности» идемпотентного подхода. Представим

математику, в которой операция сложения обладает свойством идемпотентности, то есть: $x + x = x$. Несмотря на кажущуюся непривычность, ничего необычного в таком определении нет: типичные идемпотентные операции – операции взятия минимума или максимума. Идемпотентная арифметика базируется на двух операциях: модифицированное сложение – взятие максимума – и модифицированное умножение – сложение в привычном понимании. Поэтому идемпотентную алгебру часто называют и «макс-плюс» алгеброй.

В основании идемпотентной алгебры лежит понятие идемпотентного полукольца – множества M , на котором определены две бинарные ассоциативные операции \oplus и \otimes , обладающие нейтральными относительно этих операций элементами 0 и 1, при этом вторая операция связана с первой законом дистрибутивности слева и справа:

$$a \otimes (b \oplus c) = a \otimes b \oplus a \otimes c,$$

$$(b \oplus c) \otimes a = b \otimes a \oplus c \otimes a,$$

но, самое главное, как мы отметили выше, операция \oplus обладает свойством идемпотентности, т. е.

$$a \oplus a = a \quad \forall a \in M$$

Затронув название «макс-плюс» алгебры нужно сразу оговориться, что операции сложения и максимума отнюдь не единственные операции в идемпотентной арифметике. Известно несколько идемпотентных алгебр:

- 1) $R_{\min} = R \cup \{+\infty\}$ с операциями $\oplus = \min$, $\otimes = +$ и нейтральными элементами $0 = +\infty$, $1 = 0$;
- 2) $R_{\max} = R \cup \{-\infty\}$ с операциями $\oplus = \max$, $\otimes = +$ и нейтральными элементами $0 = -\infty$, $1 = 0$;
- 3) $R_{\min \diamond \max} = R \cup \{\pm\infty\}$ с операциями $\oplus = \min$, $\otimes = \max$ и нейтральными элементами $0 = +\infty$, $1 = -\infty$.

В чем же преимущества идемпотентного подхода? Наиболее полезным свойством идемпотентных алгебр для моделирования динамических систем является тот факт, что динамику систем можно описать линейными (над соответствующей идемпотентной алгеброй) уравнениями. Так, многие классические задачи оптимизации сводятся в терминах идемпотентной математики к решению обобщенных линейных уравнений [1-3]. Кроме того, модели стохастических систем также могут быть описаны с использованием векторных понятий идемпотентной алгебры.

В нашей стране существуют целые школы, занимающиеся как теоретическими аспектами идемпотентных алгебр [3], так и более прикладными [2]

В работе [4] автором был дан краткий критический анализ возможности применимости идемпотентного подхода при решении экономико-математических задач, таких как: сетевое планирование, планирование производства, задача моделирования СМО.

Одной из важных задач ЭМММ является задача о назначениях – частный случай транспортной задачи. Пусть имеется некоторое число работ и некоторое число исполнителей. Любой исполнитель может быть назначен на выполнение любой (но только одной) работы, но с неодинаковыми затратами. Нужно распределить работы так, чтобы выполнить работы с минимальными затратами.

Составим идемпотентную модель для данной задачи.

Исходными данными для задачи являются:

- n - количество ресурсов;
- m - количество работ;
- a_i - некоторая доля ресурса A_i , причем $i = 1, \dots, n$;
- b_j - некоторая доля работы (задания) B_j , причем $j = 1, \dots, m$;
- c_{ij} - некоторая стоимость выполнения задания B_j с помощью ресурса A_i .

Необходимо определить порядок распределения заданий по ресурсам, описываемый с помощью фиктивной переменной

x_{ij} , принимающей значения:

$$x_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{если } i\text{-ый ресурс не назначен на } j\text{-ое задание;} \\ 1, & \text{если } i\text{-ый ресурс назначен на } j\text{-ое задание;} \end{cases}$$

Причем целевая функция $L(x)$ стремится к минимуму. Тогда идемпотентная модель задачи может быть записана в виде:

$$L(x) = \oplus \left[\bigotimes_{i=1}^n \bigotimes_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} \right],$$

с ограничениями:

$$\begin{cases} \bigotimes_{j=1}^m x_{ij} = 1, & i = 1, \dots, n; \\ \bigotimes_{i=1}^n x_{ij} = 1, & j = 1, \dots, m; \end{cases}$$

где x_{ij} - факт назначения работы ресурсу.

В идемпотентном полукольце $R_{\max,+}$ даже в нелинейной постановке задача сводится к линейному виду, что облегчает ее решение и вычисления.

Литература

1. Литвинов, Г.Л. Деквантование Маслова, идемпотентная и тропическая математика: краткое введение // Записки научных семинаров. - СПб.: ПОМИ, 2005. С. 145 - 182.
2. Кривулин Н.К. Методы идемпотентной алгебры в задачах моделирования и анализа сложных систем. – СПб: Изд-во С.-Петербург. Ун-та, 2009. 256с.
3. Маслов В. П., Колокольцов В. Н. Идемпотентный анализ и его применение в оптимальном управлении. М.: Физматлит, 1994. 144 с.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ / CHEMICAL SCIENCES

Антонова М.О.¹, Кузьмичева Г.М.², Руденко В.И.³

¹Аспирант; ²Доктор химических наук, профессор, Московский государственный университет тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова; ³Доктор медицинских наук, доцент, НИИ уронефрологии и репродуктивного здоровья человека, кафедра урологии Первого МГМУ имени И.М. Сеченова.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕБЕЛКОВОЙ ОРГАНИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ И ЕЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО ОБЪЕМУ МОЧЕВЫХ КАМНЕЙ

Аннотация

В работе показана возможность качественного и количественного (для ряда компонентов) определения небелковой органической составляющей мочевого камня (НОС) с использованием впервые примененного для этих целей метода газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектором. Представлено распределение НОС по объему конкрементов и выявлена ее связь с видом мочевого камня.

Ключевые слова: мочевые камни, небелковые органические компоненты, газовая хроматография.

Antonova M.O.¹, Kuz'micheva G.M.², Rudenko V.I.³

¹postgraduate student; ²Dr. of Science in chemistry, Professor, Lomonosov Moscow State University of Fine Chemical Technology

³Dr. of Science in medicine, Associate Professor, Research Institute Urology and Reproductive Health, Department of urology of Sechenov First Moscow State Medical University

USING OF GAZ CHROMATOGRAPHY FOR DETERMINATION OF URINARY STONES NON-PROTEIN ORGANIC COMPONENTS AND THEIR DISTRIBUTION IN THEIR VOLUME

Abstract

This paper shows the possibility of qualitative and quantitative (for a number of components) of the definition of non-protein organic component of urinary stones using in first time gas chromatography with flame ionization detector. The distribution of non-protein organic component by stones volume has been submitted and their relationship with forms of urinary stones has been revealed.

Keywords: urinary stones, organic non-protein components, gas chromatography.

ВВЕДЕНИЕ

Мочекаменная болезнь (МКБ) занимает одно из первых мест среди урологических заболеваний, встречается не менее чем у 3% населения, составляя в среднем по России 34.2%. Наблюдаемая в настоящее время тенденция к междисциплинарности в решении имеющихся проблем в каждой области знания не обошла и урологию. Выбор метода лечения МКБ и метафилактических мероприятий напрямую зависит от состава и строения мочевого камня, состава мочи, в которой произошло их образования и рост, и связи между ними.

В состав мочевого камня помимо неорганических соединений (оксалаты, фосфаты, ураты и другие) входят органические компоненты, которые представлены белками [1-5], гликопротеидами и полисахаридами [1]. Все перечисленные органические вещества (белки, гликопротеиды и полисахариды) активно участвуют в камнеобразовании (ингибиторы или катализаторы роста мочевого камня) [1-3] и формировании их макро- и микроструктуры [1, 2]. Количество белка сильно варьируется в различных типах камней: их доля в фосфатных образованиях может составлять до десятков процентов от общей массы, в оксалатных камнях содержание белковых веществ ниже, а в уратных, как правило, ничтожно мало [2-5]. По данным [4, 5] известно, что для оксалатов и уратов характерно большее количество белка в центральной части камня, а для фосфатов на периферии.

Установлено, что белки влияют на твердость уrolитов (для твердых камней характерно низкое содержание белка) [4, 5]. От твердости камня зависит выбор метода лечения: открытая операция, дистанционная ударно-волновая литотрипсия и др. Для выбора метода лечения в медицинской практике применяется метод мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ), который позволяет определить плотность камня. Авторами [6] найдено, что плотность камня определенной *in vivo* по данным МСКТ пропорциональна твердости камня, оцененной *in vitro*.

Все перечисленные компоненты (белки, гликопротеиды и полисахариды) попадают в мочевые камни из мочи в процессе их роста. Однако в состав мочи входит и ряд небелковых органических компонентов, в частности, предельные углеводороды, их спирты, кетоны и кислоты, являющиеся продуктами нормальных процессов жизнедеятельности (метаболизма) организма человека. Данные вещества попадают в камень из мочи и являются показателем какого-либо заболевания. Согласно [7], наличие кетонов в составе суточной мочи в количестве более 50 мг может свидетельствовать о сахарном диабете или онкологических заболеваниях; ацетон является продуктом окисления жиров и частичного окисления белков при недостатке углеводов в организме; ацетальдегид взаимодействует с белками и аминокислотами в печени и является продуктом нарушения белкового обмена; пропан-2-ол – продукт метаболизма жиров и углеводов.

Известные на сегодняшний день методы исследования мочевого камня [1-6] не позволяют оценить небелковые компоненты в их составе, поэтому мы воспользовались методом газовой хроматографии (ГХ), который дает возможность определять предельные углеводороды, спирты, альдегиды и кетоны в составе биологических материалов [8]. Для детектирования перечисленных соединений наиболее целесообразно применение пламенно-ионизационного детектора (ПИД), так как в данном случае он не уступает по чувствительности масс-спектрометрическому (МС) и является более дешевым.

Цель работы – применение метода газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектором для определения небелковых органических компонентов в составе мочевого камня.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Метод газовой хроматографии.

Для анализа использовался Хроматограф Кристалл-2000М с пламенно-ионизационным детектором и капиллярной колонкой ZB-5, длиной 30 м. диаметром 0,32 мм и толщиной слоя жидкой неподвижной фазы (5% фенилполисилоксана и 95% диметилполисилоксана) - 0,5 мкм. Используемый расход газа-носителя: водород - 20 мл/мин; воздух - 200 мл/мин; азот - 0,7 мл/мин, сброс - 21 мл/мин, деление потока - 1:30; линейная скорость азота через колонку при 40 °С - 25,286 см/сек. Нагрев колонки: 40 °С - изотерма 5 мин., далее нагрев до 300 °С со скоростью 10 °С/мин.

Подготовка образцов к анализу.

Мочевые камни, выбранные для исследования, измельчались в ступке, затем помещались в незаполненную стеклянную трубку-пробоотборник от штатного устройства для ввода проб воздуха в хроматограф (внешний дозатор крепился к испарителю). На конец трубки крепились заглушки из стекловаты, предварительно продутые около 1 часа азотом при 300 °С.

Ввод пробы осуществлялся в два приема:

1. Проба термостатируется 1 мин при 100 °С или 150 °С, азот поступает в колонку минуя пробоотборник.

2. Через трёхходовой кран азот поступает в пробоотборник и далее в колонку. Одновременно с переводом направления азота производится запуск программы хроматографа.

При исследовании состава уратного мочевого камня пошагово (по 4 точкам от центра к периферии) при двух температурах десорбции (100 °С и 150 °С) оказалось, что наиболее подходящей является десорбция до 100 °С, т.к. при повышении температуры более летучие компоненты (ацетон, этанол, пропан-2-ол) не детектируются.

Количественный анализ ацетальдегида, ацетона и пропан-2-ола проводился по методу внешнего стандарта: площадь пиков, характерных для этих веществ на хроматограмме мочевого камня сравнивалась с площадью пиков этих веществ на хроматограмме стандартной смеси, содержащей по 10 мкг/г каждого компонента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

С применением метода (ГХ-ПИД) в составе мочевого камня найдены ацетальдегид, ацетон, пропан-2-ол, бутан-1-ол, пропионовая кислота, уксусная кислота, этанол, причем бутан-1-ол присутствует во всех видах камней (таблица).

Таблица 1. Содержание небелковых органических компонентов в камнях различного состава.

Состав камня		<i>Оксалат</i>	
Небелковые органические компоненты, мкг/г		<i>Вевеллит*</i>	
		ацетальдегид ~ 1.56	ацетальдегид ~ 0.24
		ацетон ~ 1.02	ацетон ~ 1.27
			пропан-2-ол ~ 0.05
		бутан-1-ол	бутан-1-ол
		пропионовая кислота	
		уксусная кислота	уксусная кислота
		этанол	этанол
Состав камня		<i>Фосфат</i>	
Небелковые органические компоненты, мкг/г		<i>Карбонатгидроксилапатит (43%) + Струвит (57%)*</i>	
		пропан-2-ол ~ 0.85	бутан-1-ол
Состав камня		<i>Урат</i>	
Небелковые органические компоненты, мкг/г		<i>Мочевая кислота (68%) + Дигидрат мочевой кислоты (32%)*</i>	
		ацетальдегид ~ 5.56	
		ацетон ~ 2.98	
		пропан-2-ол ~ 0.18	
		бутан-1-ол	
		пропионовая кислота	
		уксусная кислота	
		этанол	

* состав мочевого камня определен по результатам рентгенографического эксперимента [4-6].

Из таблицы видно, что для оксалатов характерно отсутствие пропан-2-ола (ведделлит) и пропионовой кислоты (вевеллит). Для уратов найдено, что в безводной мочевой кислоте присутствует весь набор компонентов кроме пропионовой кислоты, а в дигидрате мочевой кислоты отсутствует пропан-2-ол. Для фосфатов характерен только пропан-2-ол и бутан-1-ол.

В результате исследования уратного мочевого камня по 4 точкам, крайние из которых центр и периферия, установлено, что содержание компонентов по объему кристалла (от периферии к центру) меняется неравномерно: на периферии камня преобладают изобутанол и ацетальдегид, а в центре – бутан-1-ол, ацетон и пропан-2-ол. На рис. 1 представлено изменение количества ацетальдегида, ацетона и пропан-2-ола от периферии к центру составе этого камня (табл.).

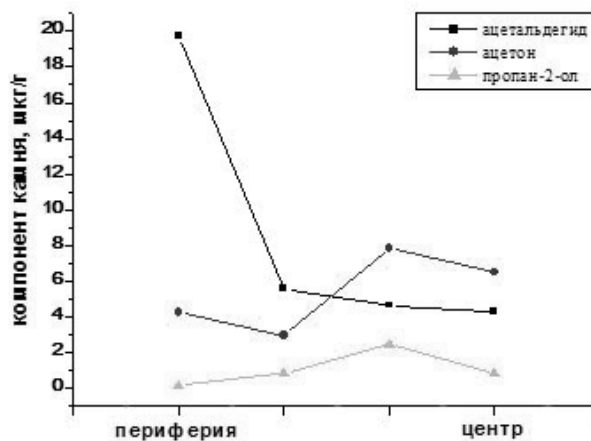


Рис. 1. Изменение содержания небелковых органических компонентов от периферии к центру мочевого камня (урата)

Как видно из полученных данных, в процессе роста камня значительно увеличивается количество ацетальдегида, а количество ацетона и пропан-2-ола уменьшается. Эти жидкие небелковые органические вещества диффундируют в мочевые камни из мочи, проникая внутрь через поры, и в отличие от белка по-иному распределяются по камням разного типа (рис. 2): наибольшее их количество (в частности, ацетальдегид, ацетон, пропан-2-ол) содержится в уратах (рис. 2).

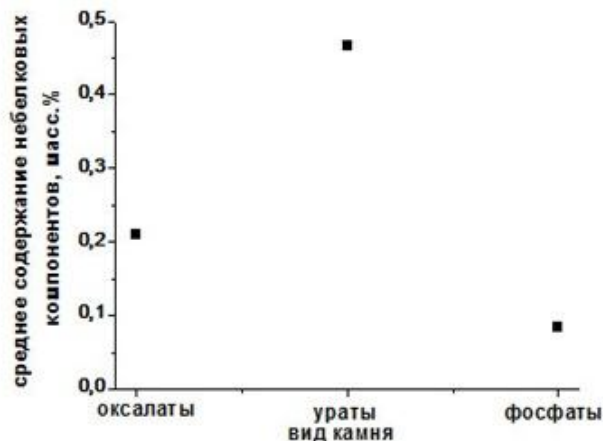


Рис. 2. Общее количество небелковых органических компонентов в камнях различного состава.

Это, вероятно, связано с тем, что эти вещества, имея короткую углеродную цепь, легко диффундируют в поры уратов и предопределяют возможность разрушения камней под действием жидкостей (лекарственные препараты, минеральная вода, и др.)

На основании этих данных и результатов анализа камней на содержание небелковых органических компонентов (ацетона, ацетальдегида и пропан-2-ола) можно и выбирать медикаментозное лечение для предотвращения повторного камнеобразования. Действительно, модельная оценка влияния минеральной воды «Фьюджи» на уратный и фосфатный мочевые камни, проведенная *in vitro*, показала, что при нахождении в воде в течение 7 дней уратный камень полностью разрушился, а фосфатный разрушился лишь частично.

ВЫВОДЫ:

Впервые применен метод газовой хроматографии для качественного и количественного (ряда компонентов) определения органических веществ небелковой природы в составе мочевых камней.

Установлено, что наибольшее количество небелковых органических компонентов (ацетон, ацетальдегид, пропан-2-ол) содержится в уратах, что позволяет предложить возможные способы их разрушения.

Литература

1. Полиенко А.К., Бощенко В.С., Севостьянова О.А. «Взаимосвязь органических и неорганических веществ при формировании мочевых камней» // Бюллетень сибирской медицины, 2012, № 2 с. 52-59.
2. Голованова О.А., Пунин Ю.О., Бельская Л.В., Франк-Каменецкая О.В. «Сравнительная характеристика камней разного генезиса из организма человека по белковой компоненте» // Бултеровские сообщения, 2010, Т. 22, № 11, с. 53-63.
3. Голованова О.А. «Биоминералогия мочевых, желчных, зубных и слюнных камней из организма человека». Дисс. доктора геолога – минералогических наук. Томск: ТПУ, 2009. 240 с.
4. Аляев Ю.Г., Кузьмичева Г.М., Колесникова М.О., Чернобровкин М.Г., Мельников Д.М., Руденко В.И. «Клиническое значение физико – химического исследования состава мочевых камней и мочи» // Урология, 2009, №1. С. 8 – 12.
5. Антонова М.О., Кузьмичева Г.М., Руденко В.И. «Применение физико – химических методов для изучения мочевых камней *in vitro*» // Химия в интересах устойчивого развития, 2011. №4., с. 37-45.
6. Г.М. Кузьмичева, М.О. Антонова, В.И. Руденко, А.С. Щичко, В.В. Рязанов, А.А. Натыкан «Методология изучения образования мочевых камней» // Фундаментальные исследования, 2012, №9 (часть 1), с. 193-198.
7. Клиническая лабораторная аналитика - под редакцией Меньшикова В. В. Том III — «Частные аналитические технологии в клинической лаборатории» - М.: Агат-Мед, 2002 г, 860 с.
8. С.А. Савчук, А.Н. Веденин, Б.Н. Изотов. «Пособие для врачей клинической лабораторной диагностики», Москва, 2003, 33 с.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGICAL SCIENCES

Бабич О.О.¹, Дышлюк Л.С.², Просеков А.Ю.³

¹Доцент, кандидат технических наук; ²Кандидат биологических наук;

³Профессор, доктор технических наук, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности

РАЗРАБОТКА ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ И ОЧИСТКИ L-ФЕНИЛАЛАНИН-АММОНИЙ-ЛИАЗЫ, ПОЛУЧЕННОЙ МЕТОДОМ ГЕННОЙ ИНЖЕНЕРИИ

Аннотация

Изучены различные методы очистки фермента L-фенилаланин-аммоний-лиазы, полученной методом генной инженерии: осаждение сульфатом аммония, очистка на Ni⁺²-NTA агарозе, гидрофобная хроматография. Установлена зависимость активности очищенного препарата от концентраций солей (ионной силы). Предложена технология очистки фермента методом гидрофобной хроматографии для получения высокой степени очистки белка.

Ключевые слова: L-фенилаланин-аммоний-лиаза, генная инженерия, хроматография, активность, белок.

Babich O.O.¹, Dyshljuk L.S.², Prosekov A.Y.³

¹ Associate professor, Candidate of Technical Sciences; Candidate of Biological Sciences; ³ Professor, Doctor of Technical Sciences, Kemerovo Technological Institute of Food Industry

The article was prepared with support of federal targeted program «Scientific and educational human resources of innovative Russia» for 2009-2013; grant agreement from 14.09.2012 №14.B37.21.1232.

DEVELOPMENT OF CHROMATOGRAPHIC SYSTEM FOR ALLOCATION AND CLEANING OF L-PHENYLALANINE AMMONIA-LYASE RECEIVED BY GENETIC ENGINEERING

Abstract

Various methods of purification of enzyme L-phenylalanine ammonia-lyase received by method genetic engineering are studied: sedimentation by ammonium sulfate, cleaning on Ni⁺²-NTA agarose, hydrophobic chromatography. Dependence of activity of the cleared

preparation on concentration of salts (ionic force) is established. The technology of purification of enzyme by a method of hydrophobic chromatography for obtaining high extent of purification of protein is offered.

Keywords: L-phenylalanine ammonia-lyase, genetic engineering, chromatography, activity, protein.

Introduction. The importance of enzyme L-phenylalanine ammonia-lyase (PAL, EC 4.3.1.5) in the course of phenylalanine biotransformation results to development of simple and effective methods of its cleaning on various carriers with the maximum preservation of activity in a firm phase [1]. Cleaning, as a rule, leads to decrease in activity of enzyme at the expense of the diffusive resistance, shielding of the active center, conformational modification of protein. On the other hand, activity of the cleared enzymes can remain or increase completely. At the expense of increase of stability of enzyme during cleaning, the quantity of the turned substratum significantly increases [1, 2].

This work is directed on development of method of chromatographic cleaning recombinant L-phenylalanine ammonia-lyase.

Methods. Cultivation of strain producer cells and purification of obtained enzyme by methods of an ion-exchange chromatography and electro dialysis carried out by a technique described in work [3].

In this work studied influence of high concentration of salts (ionic force) on activity of cleared preparation PAL (10,1 mg/ml). For this purpose defined activity of PAL in a standard reactionary mix (1 ml) with various concentration of NaCl, KCl and $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (100 mM, 250 mM, 500 mM). After preincubation began reaction by cleared preparation divorced by 50 times of 0,1 M Tris-HCl with the buffer pH 8,5. As control used the activity of enzyme measured in standard conditions.

Further investigated influence of various chemical agents on activity of PAL for the purpose of their application as stabilizers, preservatives and cryoprotectants of this protein. PAL activity measured in a standard reactionary mix (1 ml) with reactants: dithiothreitol, β -mercaptoethanol, D-sorbitol, D-trehalose, polyvinylpyrrolidone, polyethylenimine and sodium dodecylsulfate. After predynkubation began reaction the cleared preparation divorced by 50 times with the buffer of 0,1 M Tris-HCl, pH 8,5. As control used the activity of enzyme measured in standard conditions without additives.

The second cleaning of PAL carried out for the purpose of optimization of the scheme of cleaning and increase of exit of enzyme. For this purpose a biomass resuspended in 150 mM phosphatic buffer (pH 8,0) with 10 mM imidazole. Added inhibitors of proteases in suspension. Cells destroyed by ultrasound at the average power and amplitude equal 4, using an average rod. Sounded suspension (20 ml) on ice of 8 times on 20 sec. with minute intervals for cooling. Homogenate centrifuged at 10000 rpm within 30 min.

The following stage of cleaning - fractionation by the ammonium sulfate, depending on the following factors: ionic force, temperature, pH and initial concentration of protein.

In a supernatant brought dry ammonium sulfate to 25% from saturation. After salt dissolution extract was maintained by 15 min on cold. Deposit separated by centrifugation. In a supernatant concentration of salt led up, adding dry sulfate of ammonium, to 50% from saturation. After 15-minute incubation on cold repeatedly centrifuged, and the received deposit resuspended in the 55% ammonium sulfate to cleaning from EDTA containing in inhibitors, also centrifuged. Then a deposit dissolved in 150 mM phosphatic buffer (pH 8,0) with 10 mM imidazole.

As obtaining protein contains additional hexagistidine sequence in C-end area of a polypeptide chain, the further stage of cleaning is connected with drawing a preparation protein on a column with Ni^{2+} -NTA agarose. Preparation centrifuged and put on a column with Ni^{2+} -NTA agarose (7 ml), counterbalanced by the same buffer. Work carried out at +15°C. Column washed out from an untied material the initial buffer (4 volumes of a column), then - 150 mM phosphatic buffer (pH 8,0) with 20 mM imidazole (4 volumes of a column). PAL eluated by the same buffer with the concentration of imidazole increased to 250 mM (3 volumes). For concoction and buffer replacement in a preparation brought 4 M solution $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ to 50% of saturation and left for the night at +6°C. Next day centrifuged (15000 rpm \times 15 min) and a deposit dissolved in 50 mM phosphatic buffer (pH 8,2). Then added saturated solution $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ to 0,8 M.

Further cleaning carried out by the second sedimentation by ammonium sulfate and method of hydrophobic chromatography. Used the FPLC chromatograph with a length of wave of 280 nanometers (Pharmacia, Sweden), using a column 7mm x 10mm Protein PAK Glass HIC about phenyl-TSK-5PW a sorbent (Nihon Waters Ltd, Japan). After centrifugation (15000 rpm \times 15 min) a sample brought in a column counterbalanced of 50 mM phosphatic buffer and 0,8 M $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ at pH 8,2. Speed of drawing made 0,5 ml/min, washing and elution speed - 1 ml/min. After drawing a sample a column washed within 10 min. PAL eluated by decreasing linear gradient $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ from 0,8 M to 0 M in 50 mM phosphatic buffer at pH 8,2. Gradient volume - 35 ml. Fractions at the exit from a column united.

Results and discussion. Results of research of influence of high concentration of salts (ionic force) on activity of cleared preparation PAL, presented in tab. 1, testify that activity of enzyme is considerably inhibited at the studied concentration of NaCl (for 26-48%) and KCl (for 26-44%). Inhibition degree is almost identical to both salts. Influence of ammonium sulfate on PAL activity at the same concentration in reactionary mix is insignificant (inhibition for 8-10%) with higher ionic force. This fact obviously is connected with that the inhibition of enzyme is caused more by presence chloride ion in a reactionary mix, than high ionic force. Thus, at measurements of activity of PAL it is desirable to avoid presence chloride ions in a reactionary mix.

Table 1. Influence of NaCl, KCl and $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ on PAL activity

Reagent	Concentration in a ditch, mM	Activity, E/mg of protein	Activity, %
Control	0	0,743	100
NaCl	100	0,515	69
	250	0,548	74
	500	0,388	52
KCl	100	0,552	74
	250	0,528	71
	500	0,413	56
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	100	0,668	90
	250	0,748	101
	500	0,686	92

It is established that such reagents as dithiothreitol, β -mercaptoethanol, D-sorbitol, D-trehalose, polyvinylpyrrolidone, polyethylenimine and sodium dodecylsulfate inhibit activity of PAL.

Thus, authors decided to refuse application of reducers in cleaning, and as an antioxidant to use EDTA. EDTA at 5 mm of concentration in incubatory mix reduced reaction speed insignificantly (6,0%).

Results of the offered cleaning by method of a hydrophobic chromatography are presented in tab. 2.

Table 2. Results of cleaning of recombinant PAL on the optimized scheme

Cleaning stage	Specific activity, E/mg	Protein, mg/ml	Yield, %
Extract	0,254	12,3	100
I fractional sedimentation by ammonium sulfate	0,763	20,2	99
Ni ²⁺ -NTA agarose	2,245	5,96	88
II sedimentation by ammonium sulfate	1,930	4,5	63
Hydrophobic chromatography	2,824	2,8	63

Conclusions. The researches directed on development of technology of allocation and cleaning of PAL are conducted, optimum parameters of cleaning are chosen and degree of stability of a preparation is studied. The method of an ion-exchange chromatography is studied. It is established that high concentration of salts (ionic force) influence activity of the cleared preparation. The method of fractionation of enzyme by ammonium sulfate is studied. It is proved that the fullest cleaning of L-phenylalanine ammonia-lyase is reached by fractional sedimentation and a method of a hydrophobic chromatography.

References

1. Cochrane, F.C. The Arabidopsis phenylalanine ammonia lyase gene family: kinetic characterization of the four PAL isoforms / F.C. Cochrane, L.B. Davin, N.G. Lewis // *Phytochemistry*. – 2004. – №65. – P. 1557–1564.
2. A different approach to treatment of phenylketonuria: Phenylalanine degradation with recombinant phenylalanine ammonia lyase / C.N. Sarkissian, Z. Shao, F. Blain, et al. // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. – 1999. – №96. – P. 2339–2344.
3. Soldatova, L.S. Allocation, cleaning and some properties of recombinant L-phenylalanine ammonia-lyase of *Rhodospiridium toruloides*, expressed in cells *E. coli* / L.S. Soldatova, O.O. Babich, A.Y. Prosekov // *Basic researches*. – 2011. – №8. – P. 597-602.

Балтабаев М.¹, Ескалиева А.², Абдуллаева Г.³

Зав. кафедрой ботаники Нукусского государственного педагогического института им. Ажинияза, кандидат биологических наук¹, студентка 2-курса биологии², студентка 3-курса биологии³

ВЕГЕТАТИВНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ *CRAMBE ORIENTALIS* L. В УСЛОВИЯХ КУЛЬТУРЫ

Аннотация

В статье рассмотрено вегетативное размножение Crambe orientalis L. в условиях культуры Южного Приаралья корневыми черенками. Все эти растения – регенеранты цвели и плодоносили нормально.

Ключевые слова: корневые отпрыски, регенеранты, вертикальные корни, горизонтальные корни

Baltabaev M.¹, Eskalieva A.², Abdullaeva G.³

The manager faculty of botany Nukus of the state pedagogical institute named of Ajiniyaz¹, the student of a 2-rate biology², the student of a 3-rate biology³

VEGETATIVE DUPLICATION *CRAMBE ORIENTALIS* L. IN CONDITIONS OF CULTURE

Abstract

In clause vegetative duplication Crambe orientalis L. in conditions of culture at Southern Aral sea is considered by root shanks. All these plants - regenerates blossomed and fructified normally.

Keywords: Root offspring's, regenerates, vertical roots, horizontal roots

К вегетативным способам размножения относятся все случаи, когда новое растение получают из какой-либо вегетативной части растения – части стебля, корней, листьев, клубней, луковиц и т. д.

Следует отметить, что у некоторых семенных растений вегетативное размножение (корневыми отпрысками, корневой порослью; стелющимися побегами, корневищами и т.д.) имеет гораздо больший удельный вес, чем размножение семенами.

У катрана семенное размножение хорошо выражено. Для производственных целей, конечно, важное значение имеет семенное размножение, но характерной особенностью вегетативного размножения является возможность сохранить у дочерних особей все качества родительских форм. Эта особенность широко используется человеком для сохранения генетически чистых линий в селекции и в практике садоводства. Всё это может касаться и катрана восточного. Однако известно, что многолетнее размножение растений только вегетативным способом ведёт к снижению функциональной активности их тканей и органов, повышению активности гидролитических ферментов, и как следствие, накоплению конечных продуктов метаболизма, а также к снижению устойчивости к вредителям и болезням.

Амирханов Н.А. [1] указывает на хорошую регенерацию любого отрезка корня катрана Кочи и возможности его вегетативного размножения. Поэтому было интересно знать о способности регенерации корня и у катрана восточного в условиях Южного Приаралья.

В связи с этим нами в течение 2003-2005 гг заложены опыты по изучению способности к вегетативному размножению катрана восточного в условиях Южного Приаралья (на ОПУ-1 и ОПУ-2).

Для этих целей материал (черенки) брали из различных частей корня: базальной, средней и нижней. Для подготовки черенков выкапывали корни катрана восточного 2-3 летнего возраста. Размер черенков было 15-20 см длиной, 2-4 см диаметром. Высаживали черенки двумя способами: - горизонтально; - вертикально. В обоих случаях высаживали в двух сроках: - осенью (ноябрь); - весной (март). Таким образом, у нас получились четыре варианта опыта: 1-вариант: горизонтальное высаживание осенью (ноябрь); 2- вариант: горизонтальное высаживание весной (март); 3-вариант: вертикальное высаживание осенью (ноябрь); 4-вариант: вертикальное высаживание весной (март).

К тому же выкопанные корни были 2-х или 3-х летнего возраста. Влияние возраста тоже нами учитывалось и фактически, таким образом, исследования велись по восьми вариантам.

Результаты опытов по влиянию сроков высаживания, положения высаженных черенков и возраста особей, с которых были взяты корни для подготовки черенков на рост и развитие новых растений.

По данным этой таблицы, замечен тот факт, что высаживание корневых черенков весной или же осенью почти не имеет большого значения. Оба срока дают очень сходные результаты почти по всем изученным параметрам. А что касается влияния положения высаженных черенков, то и здесь явного различия не наблюдалось. Но заметные различия наблюдаются в зависимости от того, какой возраст материнской особи, из корня которой брались черенки. Здесь заметно, что основные параметры были наилучшими, в основном, у тех новых особей, которые произрастали из черенков 3-х летних растений, чем

2-х летних. Но все же, сказать, что все параметры имеют прямую корреляцию от возраста материнского растения, не приходится, так как некоторые параметры не совпадают под эту закономерность. Так, если количество образовавшихся растений-

регенерантов, количество прикорневых листьев на одном растении, размеры листьев имеют наибольших значений при 3-х летнем возрасте материнской особи, то по высоте новых особей в первый год их репродукции в некоторых вариантах преобладали те, материнское растение которых было 2-х летние особи. Таким образом, эти исследования не позволили выявить какие-нибудь устойчивые закономерности по влиянию исследованных факторов на рост и развитие растений – регенерантов. Это означает, что все эти варианты могут быть успешно применены в производстве.

В условиях Южного Приаралья при вегетативном размножении корневыми черенками у катрана восточного образуются особи, у которых имелись различные формы листьев. Идентичные результаты приводит и Н. А. Амирханов [2] для катрана в условиях Самаркандской области, и это, конечно, свидетельствует о разнокачественности тканей их корней.

В онтогенезе растений-регенерантов проявляются все онтогенетические этапы и возрастные состояния, кроме периода проростков. В генеративной период они вступают на 1-ом или на 2-ом году. Тут уже есть своеобразная закономерность: все растения – регенеранты, образованные из 3-х летних материнских особей, начали цвести в первом году; а растения – регенеранты, произросшие из двух летних материнских особей на втором году.

Независимо от того, когда были высажены корневые черенки, отрастание начинается только весной, с наступлением сравнительно тёплых дней. На рис. 1. показаны отрастания черенков катрана восточного, высаженных двумя способами.

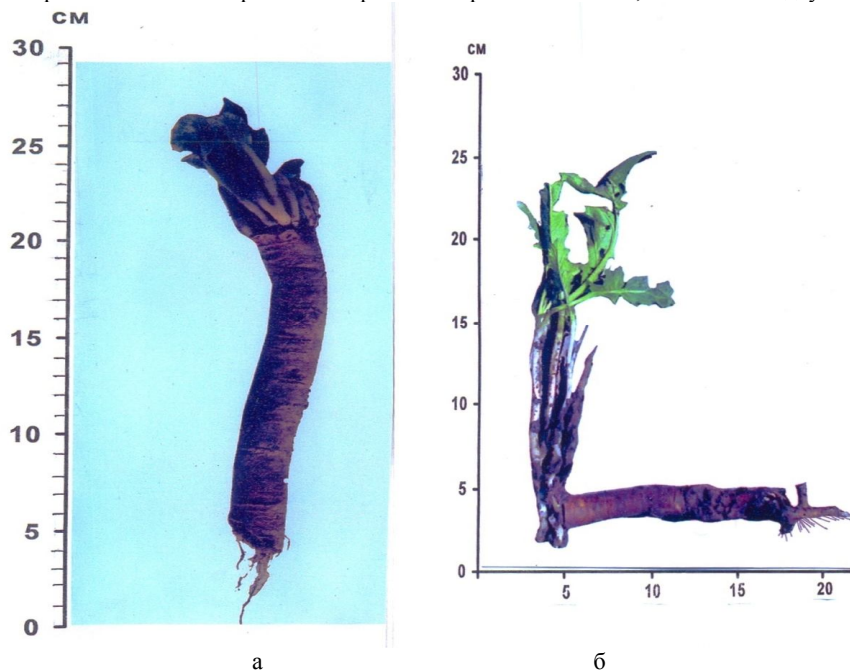


Рис. 1. Отрастание корневых черенков катрана восточного при вегетативном размножении.

а – при вертикальном высаживании, б – при горизонтальном высаживании

В момент же появления регенерантов над почвой в виде молодых листьев наблюдалось, как поверхность поперечных сегментов корня вся покрывалась регенерантами. Здесь уже нельзя было найти почти ни одного места ткани, на котором не образовались бы регенеранты.

Регенерантов можно наблюдать и осенью после высыхания надземной части катрана восточного.

Следует отметить, что регенерантов обычно больше на отрезках из базальной и средней части, чем из нижней части корня. Образование корней в большом количестве происходило, наоборот, на поперечных сегментах нижней образовалось по 2–3 стебля, оканчивающихся соцветиями. Все эти растения – регенеранты цвели и плодоносили нормально.

Растение выросшее из отрезка корня 3-х летнего растения в первый год вегетации вступило в генеративную фазу, но ее размеры были меньшими, чем у 3-х летнего растения семенного происхождения по всем параметрам (количество, длина, ширина листьев, высота соцветия и др.).

Таким образом, можно сказать, что корни катрана восточного обладают хорошей регенеративной способностью, что даёт возможность размножать его не только семенами, но и вегетативным путем.

Литература

1. Амирханов Н.А. Катран (*Crambe*) в Узбекистане (вопросы систематики, распространения, биологии, интродукции, химизма): Автореф. дис. ... док. биол. наук. – Ташкент, 1974. – 43 с.
2. Амирханов Н.А., Хамракулов Ш.С. Биология видов рода катран и их хозяйственное использование. – Ташкент: Фан, 1986. – С. 4 – 51.
3. Балтабаев М.Т. Жанонов Н.Ж. Био-экологические особенности *Crambe orientalis* L. В условиях Южного Приаралья.: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Ташкент, 2010. – 23 с.

СЕКРЕЦИЯ БЕЛКОВ ТЕПЛООВОГО ШОКА ОПУХОЛЕВЫМИ КЛЕТКАМИ ЧЕЛОВЕКА *IN VITRO*

Аннотация

Показано, что при культивировании *in vitro* клеток глиобластомы человека A172 и фибросаркомы человека HT1080 в среде накапливаются различные белки теплового шока (БТШ): hsp72, hsc73 и hsp96. Доказано, что накопление БШТ в среде не связано с клеточной гибелью, а является результатом неклассической (ЭПР/Гольджи-независимой) секреции белков. Продемонстрировано, что секреция БТШ клетками A172 и HT1080 в течение коротких инкубационных периодов (10-120 мин) не осуществляется посредством экзосом и лизосом. Показано, что липидные рафты участвуют в секреции hsp72 и hsc73, ассоциированных с рафтами.

Ключевые слова: секреция белков, белки теплового шока, экзосомы, лизосомы, липидные рафты.

Evdokimovskaya Y.V.¹, Skarga Y.Y.², Snigireva A.V.³, Vrublevskaya V.V.⁴, Morenkov O.S.⁵

¹Postgraduate student; ²PhD in Biology; ³postgraduate student; ⁴PhD in Biology; ⁵PhD in Biology, Institute of Cell Biophysics, Pushchino

SECRETION OF HEAT SHOCK PROTEINS BY HUMAN TUMOR CELLS *IN VITRO*

Abstract

It was shown that cultivation *in vitro* of human glioblastoma cells A172 and human fibrosarcoma cells HT1080 results in accumulation in the medium of heat shock proteins hsp72, hsc73, and hsp96. Release of HSPs from cells was not related to cell death, but was the result of non-classical (ER/Golgi-independent) protein secretion. It was demonstrated that the exosomes and lysosomes do not participate in the HSPs secretion by A172 and HT1080 cells during short incubation periods (10-120 min). It was shown that lipid rafts are involved in the secretion of hsp72 and hsc73 associated with rafts.

Keywords: secretion, heat shock proteins, exosomes, lysosomes, lipid rafts.

Белки теплового шока (БТШ, hsp) длительное время считали исключительно внутриклеточными белками, однако, в последние годы накопились экспериментальные данные, свидетельствующие о выходе БТШ из клеток [1, 2] и участии экстраклеточных БТШ в процессах формирования врожденного и приобретенного иммунитета, в том числе и противоопухолевого [3, 4]. Эти данные, в основном, получены при изучении стрессовых воздействий на клетки [2], а также при ряде заболеваний и травматических повреждениях клеток и тканей [5, 6]. Выход БТШ связывают не только с повреждением (гибелью) клеток, но и показана секреция БТШ жизнеспособными клетками.

Механизм секреции БТШ70 является недостаточно изученным на сегодняшний момент. Большинство белков, экспортируемых из клеток, секретируются по классическому или ЭПР/Гольджи-опосредованному секреторному пути [7]. Известно, что БТШ не способны использовать классический путь секреции белков. БТШ70, например, не содержит N-концевого лидерного пептида, необходимого для котрансляционного транспорта секреторных белков в ЭПР и далее – в аппарат Гольджи. Hsp96 (БТШ 90-го семейства), являющийся резидентным белком ЭПР, содержит лидерный пептид, необходимый для транслокации белка в ЭПР, однако наличие «закоряивающей» аминокислотной последовательности предотвращает его секрецию в экстраклеточное пространство [8]. Эти белки способны секретироваться в обход ЭПР/Гольджи-опосредованного секреторного пути [9]. Неклассическая (ЭПР/Гольджи-независимая) секреция белков может осуществляться различными механизмами: с помощью везикулярных транспортных систем клетки (экзосомы, лизосомы), с участием трансмембранных белков-переносчиков, «блебингом» плазматической мембраны и др. [9].

В литературе встречаются противоречивые данные, касающиеся механизмов секреции БТШ70. Показано, что некоторые клеточные линии секретируют БТШ70 по неклассическому пути в составе секреторных везикул. Анализируя литературные данные, можно заключить, что конкретные механизмы неклассической секреции могут быть видо- или ткане-специфическими. В работе, проведенной на одноядерных клетках крови человека, показано, что секреция БТШ70 осуществляется в составе экзосом [10]. Другой исследовательской группой продемонстрировано, что перевиваемые клетки аденокарциномы простаты секретируют БТШ70 посредством лизосом, но не экзосом [2].

О секреции hsp96 в литературе практически нет данных. Ранее мы показали, что клетки фибробластов (ВНК-21) секретируют hsp96 в обход классического пути [11].

Цель настоящей работы заключалась в исследовании механизмов секреции hsc73, hsp72 (конститутивная и индуцибельная изоформа БТШ70, соответственно) и hsp96 опухолевыми клетками перевиваемых клеточных линий A172 (глиобластома человека) и HT1080 (фибросаркома человека).

Клетки фибросаркомы и глиобластомы культивировали до достижения конфлюэнтного монослоя в течение 18-24 ч в ростовой среде DMEM, содержащей антибиотики (40 ед пенициллина, 40 ед гентамицина), глутамин и 10% заменителя сыворотки Fetal Clone I. После этого клетки отмывали и культивировали в среде DMEM без сыворотки. По истечению инкубационного периода культуральную среду отбирали, центрифугировали (400 g в течение 5 мин и затем при 10000 g в течение 30 мин) и концентрировали с использованием центрифужных концентрирующих систем Amicon (Amicon Ultra-4 mL, 30 kDa). Содержание БТШ определяли в образцах сконцентрированных сред методом иммуноблоттинга. При проведении ингибиторного анализа к сформировавшемуся монослою клеток, непосредственно в ростовую среду, добавляли ингибиторы белкового синтеза и секреции на 30-120 мин, после чего клетки отмывали бысывороточной средой и инкубировали в этой же среде в течение 1 ч. Далее среду собирали, концентрировали и определяли в ней содержание БТШ, как описано выше.

Было обнаружено, что при культивировании клеток A172 и HT1080 в среде накапливаются различные БТШ (hsc73, hsp72, hsp96). Чтобы ответить на вопрос, являлось ли накопление БТШ в культуральной среде результатом секреции белков клетками или же выход БТШ обусловлен клеточной гибелью, мы использовали различные экспериментальные подходы, позволяющие оценить уровень жизнеспособности клеток. Показано, что жизнеспособность клеток, оцениваемая по включению витального красителя трипанового синего, составляла более 99% и не уменьшалась в течение 4-х ч инкубации клеток в бессывороточной среде. Кроме того, в среде не регистрировали внутриклеточный несекретируемый фермент глицеральдегидфосфат дегидрогеназу (GAPDH), что свидетельствует об интактности клеток, формирующих монослой. Также было обнаружено избирательное подавление выхода БТШ из клеток при добавлении 20 mM Mg⁺⁺ в культуральную среду: присутствие магния полностью ингибирует выход hsp96, тогда как уровень экстраклеточных hsp72 и hsc73 оставался неизменным. Таким образом, появление БТШ в среде при культивировании клеток не связано с клеточной гибелью, а является результатом секреции.

Показано, что пул экстраклеточных hsp72, hsc73 и hsp96 формировался в течение 30-60 мин (рис. 1), дальнейшая инкубация клеток в течение более длительного времени (2-4 ч) не приводила к увеличению уровня БТШ в культуральной среде. Показано, что обработка клеток циклогексимидом (15 мкг/мл, 30 мин) не влияли на выход hsp72, hsc73 и hsp96 из клеток в течение 30-120 мин, т.е. секреция БТШ осуществлялась независимо от синтеза белков *de novo*.

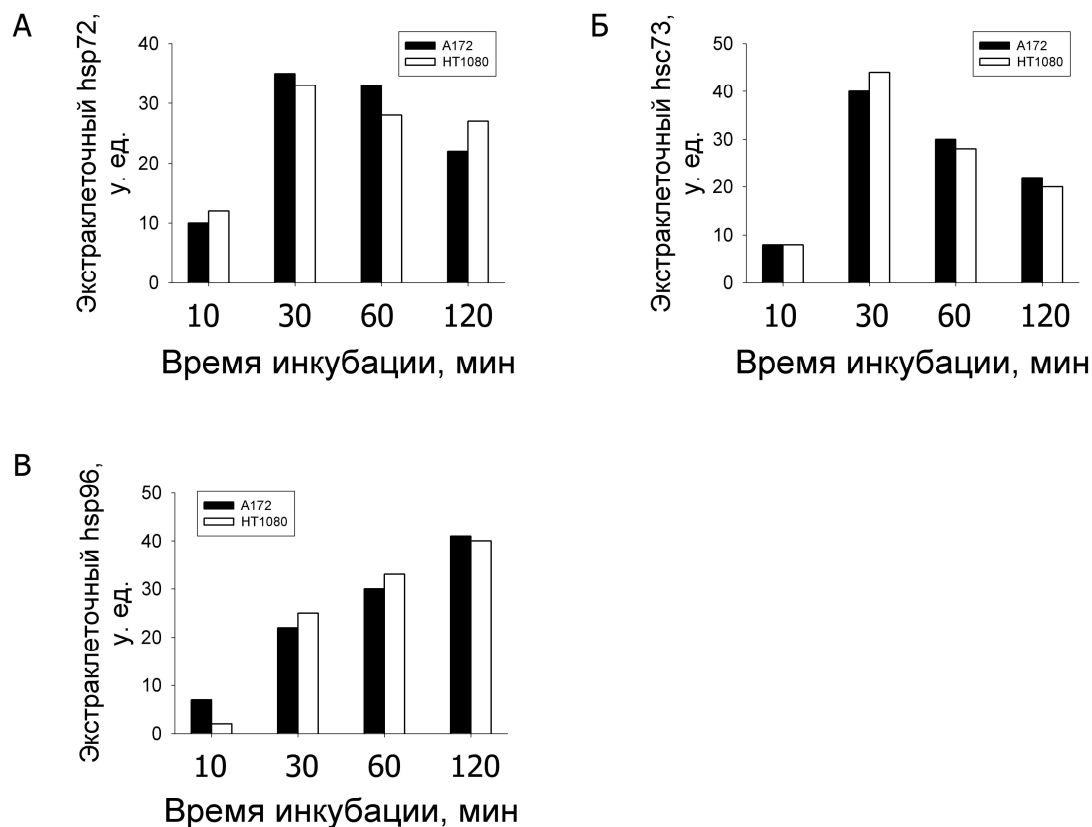


Рис. 1. Динамика накопления в среде различных БТШ А) hsp72, Б) hsc73 В) hsp96 при культивировании опухолевых клеток А172 (черные столбцы) и HT1080 (белые столбцы).

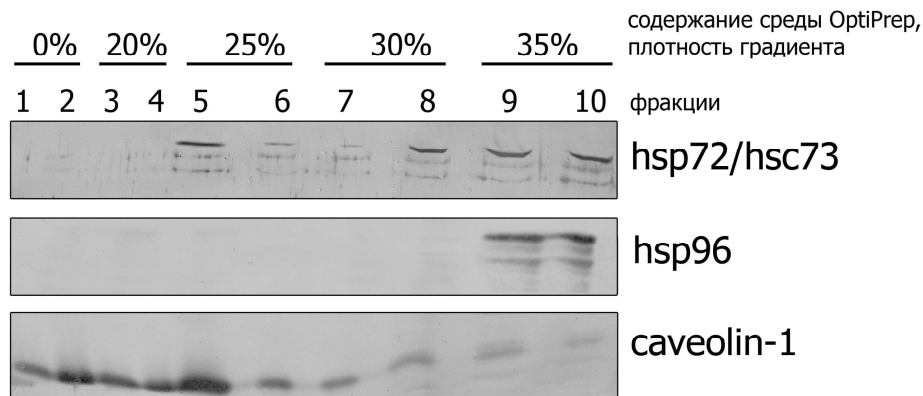
Роль ЭПР/Гольджи-зависимого пути секреции белков в выходе БТШ из клеток А172 и HT1080 исследовали с помощью ингибиторов классического пути секреции – брефелдина А. Конфлюентный монослой клеток предварительно инкубировали с брефелдином А (20 мкг/мл, 2 ч) или монензином (25 мкМ, 2 ч) в ростовой среде, после чего клетки отмывали и инкубировали в бессывороточной среде в течение 1 ч. Было показано, что обработка клеток ингибиторами ЭПР/Гольджи-зависимого пути секреции не приводила к снижению уровня исследуемых БТШ в культуральной среде, что может свидетельствовать о выходе hsc73, hsp72 и hsp96 из клеток по неклассическому секреторному пути.

Поскольку неклассическая секреция может осуществляться различными механизмами, нами было проверено участие везикулярного транспорта (экзосомальный и лизосомальный) в секреции hsp72, hsc73 и hsp96, а так же было исследовано участие субдоменов плазматической мембраны клеток, липидных рафтов, в выходе БТШ в культуральную среду. Клетки А172 и HT1080 подвергали обработке диметиламилоридом. Показано, что обработка клеток ингибитором экзосомальной секреции - диметиламилоридом (25 мкг/мл, 1 ч) не влияла на секрецию БТШ, из чего можно заключить, что выход БТШ из опухолевых клеток в среду не осуществляется посредством экзосом. В дополнение к ингибиторному анализу, из культуральной среды, собранной после инкубации клеток в течение 1 ч, выделяли экзосомы по стандартной методике (ультрацентрифугирование в течение 4 ч при 120000 g). В полученном осадке, соответствующем экзосомальной фракции, определяли hsp72, hsc73 и hsp96 и маркерные белки экзосом – Alix и ацетилхолинэстеразу. Мы не обнаружили экзосом в среде. Было показано, что за более длительное инкубационное время (8-17 ч) происходит накопление экзосом, несущих маркерные белки и исследуемые БТШ.

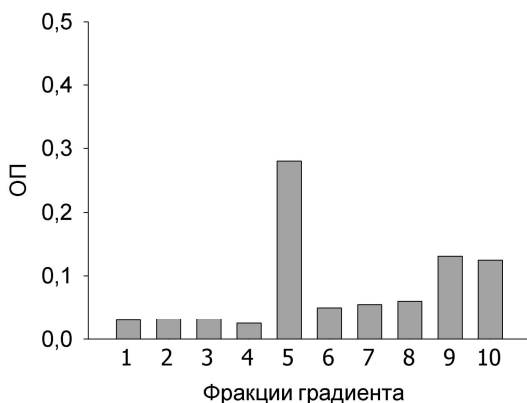
Для определения роли лизосом в секреции БТШ клетки обрабатывали ингибитором лизосомального транспорта - хлоридом аммония (50 мМ, 2 ч), который не приводил к снижению уровня экстраклеточных БТШ, в отдельных случаях мы регистрировали увеличение уровня экстраклеточных БТШ. Таким образом, можно заключить, что наблюдаемая секреция БТШ не связана с лизосомами. Для подтверждения полученного результата из клеточных лизатов и образцов культуральной среды выделяли лизосомы методом последовательного центрифугирования в присутствии 0,8 мМ CaCl₂. В образцах культуральных сред не было обнаружено лизосом (анализ маркерного лизосомального белка катепсин Д).

Далее мы исследовали участие липидных рафтов, являющихся важными субдоменами плазматической мембраны, в секреции hsp72, hsc73 и hsp96 клетками А172 и HT1080. Был проведен ингибиторный анализ с использованием холестерин-истощающего препарата метилбетациклодекстрин (МВС). Обработка клеток МВС (25 мкг/мл в течение 2 ч) приводила к снижению уровня экстраклеточных hsp72 и hsc73 и не влияла на уровень hsp96 в среде, что свидетельствует об участии липидных рафтов в секреции hsp72 и hsc73 клетками. При выделении из клеточного лизата липидных рафтов в градиенте плотности OptiPrep было обнаружено, что во фракции №5, обогащенной маркерами липидных рафтов (кавеолин-1, щелочная фосфатаза), также содержатся hsp72 и hsc73, что свидетельствует об ассоциации этих белков с липидными рафтами клеток (рис. 2). В то же время, в исследуемой фракции мы не обнаруживали hsp96.

A



Б



В

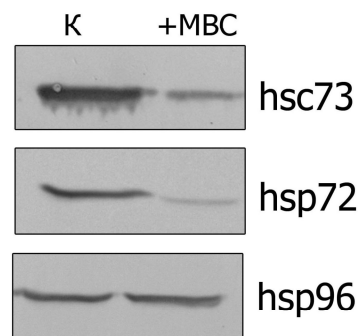


Рис. 2. Роль липидных рафтов в секреции БТШ.

А) Иммуноблоттинг фракций после разделения клеточного лизата в градиенте плотности OptiPrep. Б) Активность щелочной фосфатазы во фракциях градиента. В) Влияние метил-бета-циклодекстрина (МВС) на содержание БТШ в культуральной среде.

Таким образом, можно заключить, что опухолевые клетки глиобластомы человека А172 и фибросаркомы человека НТ1080 имеют сходные механизмы секреции hsp72, hsc73 и hsp96. В секреции hsp72 и hsc73 важную роль играют липидные рафты, с которыми ассоциированы эти БТШ. Везикулярные секреторные структуры (экзосомы и лизосомы) клетки, вероятно, не участвуют в секреции hsp72, hsc73 и hsp96.

Работа поддержана грантом РФФИ № 12-04-31054 мол_а.

Литература

- Guzhova I., Kislyakova K., Moskaliova O. et al. // Brain Res. 2001. Vol. 914. P. 66-73.
- Mambula, S.S., Calderwood, S.K. // J. Immunol. 2006. Vol. 177. P. 7849-7857.
- Srivastava P. K., Menoret A., Basu S., Binder R. J., McQuade K. L. // Immunity. 1998. Vol. 8. P. 657-665.
- Srivastava P. // Nat. Rev. Immunol. 2002. Vol. 2. P. 185-194.
- Pittet J.F., Lee H., Morabito D., et al. // J. Trauma. 2002. Vol. 52. P. 611-617.
- Dybdahl B., Slordahl S.A., Waage A., et al. // Heart. 2005. Vol. 91. P. 299-304.
- Lee M.C., Miller E.A., Goldberg J., Orci L., Schekman R. // Annu. Rev. Cell Dev. Biol. 2004. Vol. 20, P. 87-123.
- Robert J., Menoret A., Cohen N. // J. Immunol. 1999. Vol. 163. P. 4133-4139.
- Nickel W., Seedorf M. // Annu. Rev. Cell. Dev. Biol. 2008. Vol. 24. P. 287-308.
- Lancaster F.I., Febbraio M.A. // J. Biol. Chem. 2005. Vol. 280, N 24, P. 23349-23355.
- Evdokimovskaya Y., Skarga Y., Vrublevskaya V., Morenkov O. // Cell. Biochem. Funct. 2012. Vol. 30. P. 558-562.

Казакова Н.А.¹, Ильина Н.А.²

¹Ассистент кафедры географии; ²доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова»

МИКРОБНЫЙ ЦЕНОЗ ПОЧВ КАК ИНДИКАТОР ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

Аннотация

В статье рассмотрен микробценоз как индикатор загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами и его трансформации.

Ключевые слова: микроорганизмы, тяжелые металлы, трансформация.

Kazakova N.A.¹, Iina N. A.²

¹ Assistant to chair of geography; ² doctor of biological sciences, professor, FGBOU VPO "Ulyanovsk state pedagogical university of name I.N. Ulyanov"

MICROBIAL CENOSIS OF SOILS AS AN INDICATOR OF TRANSFORMATION OF THE SOIL COVER

Abstract

In the article the microbiocoenosis as an indicator of soil pollution with heavy metals and its transformation.

Keywords: microorganisms, heavy metals, transformation.

В настоящее время накоплен довольно значительный объем информации о применении биохимических и биологических методов для оценки экологического состояния почв об изменении состава микробного сообщества и связанной с ним активности

ферментов, сравнительной оценке их чувствительности. Показано существенное влияние высоких доз металлов на видовой состав и численность микробиоты [7, 8].

Многие исследователи для ранней диагностики изменений, происходящих в почве, используют микробиологические показатели. Одним из наиболее эффективно диагностирующих индикаторов загрязнения почв является ее биологическое состояние, которое можно оценить по жизнеспособности населяющих ее почвенных микроорганизмов [1, 7]. Исследователи, изучающие техногенное загрязнение почв тяжелыми металлами, указывают на необходимость выявления реакции почвенных микроорганизмов на загрязнение [1, 4, 10]. Почвенные микроорганизмы, обладая широкой экологической приспособляемостью, выполняют громадную работу по деструкции попадающих в почву веществ, регулируя состав воздушного потока почв, содержание и доступность биогенных веществ, необходимых для роста и развития растений.

Следует учитывать, что микроорганизмы играют большую роль и в миграции тяжелых металлов в почве. В процессе жизнедеятельности они выступают в роли продуцентов, потребителей и транспортирующих агентов в почвенной экосистеме.

Установлено, что при загрязнении почвы тяжелыми металлами изменяется ее микробный ценоз, соответственно уменьшается активность микроорганизмов, а наибольший интерес представляют потенциально токсичные элементы – Ni, Cu, Pb, Cd, Zn, Hg [9].

Большинство тяжелых металлов в повышенных концентрациях ингибирует активность почвенных ферментов: каталазы, инвертазы, амилазы и др. [8], а также численности отдельных агрономически ценных групп микроорганизмов. Способность тяжелых металлов ингибировать процессы минерализации и синтеза различных веществ в почвах, приводит к подавлению дыхания почвенных микроорганизмов и вызывает микробостатический эффект [6], также тяжелые металлы выступают как мутагенный фактор [5].

Актуальность проблемы воздействия тяжелых металлов на почвенные микроорганизмы определяется тем, что именно они являются ключевым звеном процессов минерализации органического вещества, обеспечения сопряжения биологических и геологических круговоротов. Скорость восстановления нарушенных природных сред зависит от активности и слаженного взаимодействия всех звеньев микробиоценоза. Актуальной является проблема создания ассоциаций микроорганизмов, которые могли бы формировать устойчивый комплекс, эффективный на разных стадиях инактивации техногенного загрязнения и восстановления нормального функционирования почвы, формируя индуцированную сукцессию видов в различных экологических условиях [1, 3]. Одним из самых опасных поллютантов считается свинец, высокая концентрация которого содержится в выбрасываемой цементной промышленностью пыле. При избыточном содержании тяжелых металлов в почве снижается активность метаболических процессов, происходят морфологические трансформации в строении репродуктивных органов и другие изменения почвенной биоты. В значительной степени тяжелые металлы могут подавлять биохимическую активность и вызвать изменения общей численности почвенных микроорганизмов.

Трансформация почвенного покрова вызывает определенные изменения в видовом составе комплекса почвенных микроорганизмов. В качестве общей закономерности наблюдается значительное сокращение видового богатства и разнообразия комплекса почвенных микромицетов при загрязнении. Толерантность микроорганизмов к загрязнению почвы зависит от их принадлежности к различным систематическим группам. Очень чувствительны к высоким концентрациям тяжелых металлов виды рода *Bacillus*, нитрифицирующие микроорганизмы, несколько более устойчивы – стрептомицеты, псевдомонады и многие виды целлюлозоразрушающих микроорганизмов, наиболее же устойчивы – грибы и актиномицеты [2,4].

Таким образом, под влиянием загрязнения почв тяжелыми металлами происходит трансформация почвенного покрова и изменения в комплексе почвенных микроорганизмов. Это выражается в снижении видового богатства и разнообразия и увеличения доли толерантных к загрязнению микроорганизмов. От активности почвенных процессов и жизнедеятельности населяющих ее микроорганизмов зависит интенсивность самоочищения почвы от загрязнителей.

Экологическая трансформация и уровень загрязнения почв тяжелыми металлами влияют на показатели биохимической активности почв, видовую структуру и общую численность микробиоценоза. В почвах, где содержание тяжелых металлов в несколько раз превышает фоновые, изменяются микробиологические показатели, снижается биохимическая активность почвенных микроорганизмов. При превышении содержания твердых металлов в почве над фоновым на три – четыре порядка наблюдаются резкие изменения практически всех микробиологических показателей, снижение микробиологической активности почв, граничащее с полной гибелью микроорганизмов [6].

Использование показателей биологической активности почв имеет хорошую перспективу и обязательно должно включаться в программу почвенно-экологического мониторинга техногенно нарушенных районов.

Основным мероприятием кардинально решающим проблему и предупреждающим загрязнение почв тяжелыми металлами является совершенствование технологии производства с тем, чтобы отходы его не выделялись в окружающую среду.

Таким образом, рассмотренный материал свидетельствует об огромном вкладе в загрязнение и как следствие экологическую трансформацию почв со стороны промышленных предприятий являющиеся основным источником поступления тяжелых металлов в почву пагубно влияющих как на микробиоценоз так и на растительный покров.

Литература

1. Бабьева, И.П., Левин, С.В., Решетова, И.С. Изменение численности микроорганизмов в почвах при загрязнении тяжелыми металлами / И.П. Бабьева, С.В. Левин, И.С. Решетова // Тяжелые металлы в окружающей среде. – М., 1980. – С.115-120.
2. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем: Пер. с нем./ Под ред. Р. Шуберта – М.: Мир, 1988. – 350 с.
3. Звягинцев, Д.Г. Микроорганизмы и охрана почв / Д.Г. Звягинцев. – М.: изд-во МГУ, 1989. – 206 с.
4. Звягинцев, Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв / Д.Г. Звягинцев, И.П. Бабьева, Г.М. Зенова. – М.: МГУ, 2005. – 448 с.
5. Кабата-Пендиас, Пендиас, Х. Микроэлементы в почвах и растениях / Кабата-Пендиас, Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
6. Колесников, С.И., Казеев, К.Ш., Вальков, В.Ф. Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами / С.И. Колесников, К.Ш. Казеев, В.Ф. Вальков. – Ростов н/Д:СКНЦ ВШ, 2000. – 232 с.
7. Левин, С.В., Гузев, В.С., Асеева, И.В. Тяжелые металлы как фактор антропогенного воздействия на почвенную микробиоту / С.В. Левин, В.С. Гузев, И.В. Асеева [и др.]. // Микроорганизмы и охрана почв. – М.: МГУ, 1989.– С. 5-46.
8. Стефурак, В.П. Влияние техногенного загрязнения на численность и состав микробных сообществ почв / В.П. Стефурак – Киев, 1982. – 230 с.
9. Bewley, R. J., Campbell R. Influence of Zn, Pb, Cd pollutants on the microflora of Hawthorn leaves / R. J. Bewley, R. Campbell // *Microbiol. Ecol. J.* – 1983/ - Vol. 6. – P. 227-240.
10. Lambert, D.H., Baker, D.E., Cole, H.Jr. The role of mycorrhizae in the interactions of P with Zn, Cu and other elements / D.H. Lambert, D. E. Baker, H.Jr. Cole // *Soil Sci. Soc. Am. J.* – 1979. – Vol.43. – P. 976-980.

Попова О. А.

Аспирант, ФГБОУ ВПО Новосибирский государственный педагогический университет
**ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ АСИММЕТРИИ СУСТАВНОГО ХРЯЩА ДИСТАЛЬНОГО ЭПИФИЗА
БЕДРЕННОЙ КОСТИ В ПРОЦЕССЕ СТАРЕНИЯ**

Аннотация

Исследованы морфологические особенности деструктивных изменений суставного хряща дистального эпифиза бедренной кости крыс при старении. Полученные результаты имеют практическую значимость в понимании закономерностей повреждения структурных элементов коленного сустава в поздние периоды онтогенеза и разработке возможных эффективных методов лечения.

Ключевые слова: старение, суставной хрящ, нарушение гистоархитектоники.

Popova O. A.

Postgraduate student, Novosibirsk State Pedagogical University

**FORMATION OF STRUCTURAL ASYMMETRY OF THE ARTICULAR CARTILAGE EPIPHYSIS DISTAL FEMORAL
IN THE AGING PROCESS**

Abstract

Morphological features of the destructive changes of the articular cartilage of the distal epiphysis of the femur of rats during aging. The results are of practical importance in understanding the patterns of damage to the structural elements of the knee joint in the later stages of ontogenesis and the development of effective treatments possible.

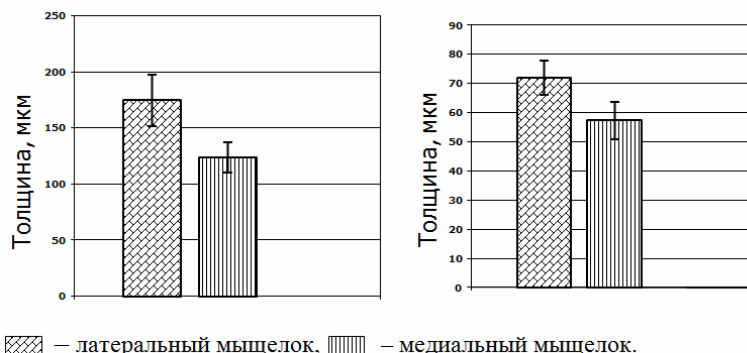
Keywords: aging, articular cartilage, the damage of histoarchitectonics.

Увеличение или ассиметричное уменьшение толщины суставного хряща, по мнению В. Н. Павловой (2011), является ответной реакцией тканевых элементов в ответ на действие механических факторов и является одним из морфологических отражений приспособительных и дегенеративных изменений суставного хряща [4]. Однако сведения по данному факту остаются до сих пор мало освещенными в современных отечественных и зарубежных публикациях. Следует отметить малоизученность данных адаптивных изменений в гиалиновом хряще дистального эпифиза бедренной кости, притом, что поражение коленного сустава встречается достаточно часто, что обусловлено его положением, как опорного сустава, на который падает основная осевая нагрузка [3]. До настоящего времени не вполне изучена роль механических факторов в развитии и прогрессировании хондропатии. По данным И. М. Заирного (2004), особенности биомеханики коленного сустава, обуславливают неравномерное распределение векторов нагрузки на латеральный и медиальный компартменты суставного хряща дистального эпифиза бедренной кости [2]. Различный уровень компрессии означает, что в рамках единой суставной поверхности гиалиновый хрящ должен иметь различную структурно-функциональную организацию, что особенно явно должно проявляться в поздние периоды онтогенеза. Это определило актуальность исследования морфометрических характеристик суставного хряща дистального эпифиза бедренной кости стареющих крыс.

Цель исследования – оценить различия в морфометрических показателях толщины гиалинового хряща латерального и медиального мыщелков дистального эпифиза бедренной кости стареющих крыс.

Исследования проводили на крысах линии Wistar, девятимесячного возраста в соответствии с рекомендациями О. А. Гелашвили (2008) о периодизации биологически сходных стадий онтогенеза человека и крысы [1]. Всех животных выводили из эксперимента путем передозировки ингаляционного наркотика хлороформом. В течение 10 мин после эвтаназии дистальные эпифизы бедренной кости выпиливали и помещали для фиксации в 10%-ый раствор нейтрального формалина. Образцы декальцинировали в забуференном растворе ЭДТА и проводили по стандартной методике. Для изучения общей морфологической картины обзорные препараты окрашивали гематоксилином Бёмера и озином. Распределение кислых гликозамингликанов и коллагена определяли по Сидмену и Маллори соответственно. Измерения показателей толщины суставного хряща производились с помощью программы AxioVision версия 4.8.2. Статистическую обработку данных проводили с использованием t-критерия Стьюдента и считали достоверной при значении $p \leq 0,05$.

Результаты исследования показали, что гиалиновый хрящ, покрывающий латеральный и медиальный мыщелки эпифиза бедренной кости, имеет неодинаковую толщину. Данные морфометрического анализа выявили асимметричность толщины, выраженную в уменьшении на 29 % суставного хряща медиальной поверхности у животных данной группы по сравнению с аналогичным показателем на латеральной поверхности (рис. 1 А).



▨ – латеральный мыщелок, ▤ – медиальный мыщелок.

Примечание: различия достоверны (* $p \leq 0,05$).

Рисунок 1. Морфометрические показатели гиалинового хряща дистального эпифиза бедренной кости. А – общая толщина; Б – толщина базальной зоны.

Рисунок 1. Морфометрические показатели гиалинового хряща дистального эпифиза бедренной кости. А – общая толщина; Б – толщина базальной зоны.

При анализе гистологических препаратов заметно, что различия в толщине обусловлены изменением гистоархитектоники суставного хряща соответствующих локализаций. На латеральном мыщелке хрящевая ткань сохраняет все слои и зоны, характерные для суставного хряща. В его структуре отчетливо заметны клетки поверхностной зоны, пролиферирующие клетки промежуточной зоны, которые формируют изогнутые группы, а также дифференцированные клетки колонковых структур, формирующих переходную зону. Особенностью суставного хряща медиального мыщелка является замещение клеток и межклеточного вещества базальной зоны костной тканью (рис. 1 Б).

Выраженное нарушение динамического равновесия процессов хондро- и остеогенеза суставного хряща медиального мыщелка лежит в основе объяснения гистогенетического механизма уменьшения толщины суставного хряща в данном компартменте суставной поверхности по сравнению с латеральным мыщелком у стареющих животных.

Полученные результаты позволяют считать, что в пределах единой суставной поверхности у стареющих крыс происходит более выраженное абразивное изнашивание гиалинового хряща медиального мыщелка по сравнению с латеральным. Это имеет важное геронтологическое значение для понимания закономерностей повреждения коленного сустава в поздние периоды онтогенеза.

Литература

1. Гелашвили О. А. Вариант периодизации биологически сходных стадий онтогенеза человека и крысы // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2008. – Т. 22, № 4. – С. 125–126.
2. Заирный И.М. Биомеханика коленного сустава с точки зрения имплантации эндопротеза. Электронный ресурс, 2004. URL: <http://www.orthopedica.org/page4b.htm> (дата обращения: 10.04.2013)
3. Коваленко В. Н., Борткевич О. П. Остеоартроз: практическое руководство. Киев: «Морион». – 2003. – 450 с.
4. Сустав: морфология, клиника, диагностика, лечение / под ред. В. Н. Павловой, Г. Г. Павлова, Н. А. Шостак, Л. И. Слуцкой. М.: «Медицинское информационное агентство», 2011. 552 с.

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / GEOLOGY AND MINERALOGY

Коломиец В.Л.

Кандидат геолого-минералогических наук, Геологический институт СО РАН

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ТОЛЩ СИЛИКАТНЫХ ПЕСКОВ В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ

Аннотация

Главными источниками разведанных, описанных и прогнозных ресурсов силикатной продукции автоклавного твердения являются аллювиальные и аллювиально-озерные отложения межгорных впадин Байкальского региона. Второстепенными объектами являются осадки пролювиального, ледникового и эолового генезиса. Материалы исследований могут быть использованы на стадиях поисковых и разведочных работ на силикатные пески.

Ключевые слова: силикатные пески, критерии поисков, генотип отложений.

Kolomiets V.L.

Candidate of Geology and Mineralogy, Geological Institute SB RAS

REGULARITIES OF FORMATION OF PRODUCTIVE THICKNESSES OF SILICATE SAND IN THE BAIKAL REGION

Abstract

The main sources of the reconnoitered, search and expected resources of silicate production of autoclave curing are alluvial and alluvial-limnic deposits of intermountain basins of the Baikal region. Minor objects is a precipitation of proluvial, glacial and aeolian genesis. Materials of researches can be used at stages of search and prospecting works on silicate sand.

Keywords: silicate sand, criteria of searches, genotype of deposits.

Оценка пригодности песчаных отложений для производства силикатных изделий автоклавного твердения определяется ОСТом 21-1-80. Начальным условием, или первым литологическим критерием, повсеместной разбраковки верхнего яруса кайнозойских осадков в рифтовых впадинах на площади, годные ОСТу, являются структурные особенности отложений. Теоретически этим требованиям удовлетворяет та часть спектра обломочных пород, к которой относятся все разности песчаных частиц. Следовательно, вторым, генетическим критерием поиска перспективных площадей является выделение таких генотипов континентальных осадочных образований, для которых наиболее характерны размерности от 2,5 до 0,01-0,001 мм. Этому диапазону соответствуют следующие типы: аллювий, пролювий, озерные, ледниково-речные, озеро-ледниковые и эоловые осадки. Перечисленный комплекс, особенно отложения флювиальной и лимнической групп аквального парагенетического ряда, занимает господствующее положение в межгорных впадинах [1].

Аллювиальные и озерные отложения. Данные генотипы, слагающие террасовый комплекс впадин Байкальского рифта (наличие не менее 7 уровней) являются главным источником силикатных песков и контролируют подавляющее большинство известных месторождений и проявлений. Отложения низкой и высокой пойм рек пригодны выборочно. В таком случае ключевая роль принадлежит уже третьему, фациальному критерию поиска перспективных площадей. В фациальном отношении наибольший интерес представляет группа пойменных фаций, фация прирусловой отмели, фации береговых и прибрежных отложений озерной группы. Практически не пригодны пристрежневая фация в виду высокого содержания грубообломочных разностей >10 мм и группа старичных фаций и отложений вторичных водоемов пойм по причине завышенного насыщения алевритовыми и глинистыми частицами. Пески низких террас (I-III) пригодны выборочно, аргумент тот же – фациальные особенности. ППП песков высоких террас (IV-VII) самый высокий и устойчивый. С этим комплексом связаны наиболее крупные по запасам месторождения и проявления: Конфликтное, Тукалакта, Левомуйское, Бурдуковское, Старый Витим в системе Муйских впадин; Право-Аргадинское, Улан-Бурга, Майское, Элэсун, Гусиха II в Баргузинской впадине; Бадар, Торы в Тункинской впадине; Турка, Саяпиха I, Саяпиха II, Котокель на юго-восточном побережье оз. Байкал; Шергинское в Усть-Селенгинской впадине. Так, к примеру, только при вскрытой мощности песков на проявлении Бадар в 3,5 м при площади распространения в 40 км², запасы оцениваются в 130 млн. м³; на месторождении Левомуйском при площади 11 км², вскрытой мощности 20 м, запасы составляют 209 млн. м³; на проявлении Улан-Бурга при площади в 42 км², вскрытой мощности от 2 до 20 м, запасы 680 млн. м³.

Напротив, для других генотипов, в частности *пролювиальных отложений* ППП не высокий. Пригодны выборочно в пределах периферийных фаций предгорных шлейфов и конусов выноса. Силикатные пески широкого распространения не имеют, залегают в виде фрагментарных участков вдоль горного обрамления впадин. Проявления характеризуются как мелкие, значение их может возрасти лишь в случае использования в сугубо местных потребностях с целью исключения затрат на транспортные перевозки.

Ледниковые отложения. Ввиду ограниченного развития отложений данного парагенетического ряда в рифтовых впадинах и подчиненной роли флювио- и лимногляциальных генотипов перспективы использования их не велики. Пригодны также выборочно. Исключение составляют озерно-ледниковые осадки камовой морены в Хойтогорьской котловине Тункинской впадины (проявление Нилова Пустьнь), где ППП максимален – 100%. В общем, данный комплекс заслуживает скорее отрицательной оценки, учитывая выше приведенные показатели.

Эоловые отложения. Высокое содержание алевритово-глинистых разубоживает этот генотип. Несмотря на довольно значительное площадное развитие, в частности в Баргузинской впадине, эоловые осадки пригодны выборочно, ППП ниже среднего. Использование возможно только для местных потребностей.

Химический состав силикатных песков во всей массе за очень редким исключением (единичные пробы) соразмерен предельным значениям ОСТА и находится в норме. Те или другие колебания в химсоставе осадков, вызванные разным минералогическим строением питающих провинций, не выходят за указанные границы.

Таким образом, можно констатировать, что для производства силикатных изделий автоклавного твердения наиболее перспективными выступают речные и озерно-речные отложения.

Литература

1. Коломиец В.Л. Седиментогенез плейстоценового аквального комплекса и условия формирования нерудного сырья сохолодных впадин Байкальской рифтовой зоны: Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. – Иркутск, 2010. – 18 с.

Коломиец В.Л.¹, Будаев Р.Ц.²

¹Кандидат геолого-минералогических наук, Геологический институт СО РАН; ²Кандидат геолого-минералогических наук, Геологический институт СО РАН

ЗОЛОТОРОССЫПНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ «МЫРГЭНШЕНА» (ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ): ГЕОЛОГИЯ, РЕСУРСЫ И ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ

Аннотация

По нашим данным, содержание мелкого и тонкого золота составляет 27-51%, что существенно отличается от данных геологоразведки, и является одним из реальных путей увеличения прироста его запасов на месторождении Мыргэншена. Материалы исследований могут быть использованы на стадиях поисковых и разведочных работ на россыпное золото.

Ключевые слова: россыпное золото, промышленный пласт, прирост запасов.

Kolomiets V.L.¹, Budaev R.Ts.²

¹Candidate of Geology and Mineralogy, Geological Institute SB RAS; ²Candidate of Geology and Mineralogy, Geological Institute SB RAS

THE PLACER DEPOSIT «MYRGENSHENA» (THE WESTERN TRANSBAIKALIA): GEOLOGY, RESOURCES AND DEVELOPMENT PROBLEMS

Abstract

According to our data, the content of small and thin gold makes 27-51% that significantly differs from geological exploration data, and is one of real ways of increase in a gain of its stocks on Myrgenshen's placer deposit. Materials of researches can be used at stages of search and prospecting works on placer gold.

Keywords: placer gold, industrial horizon, gain of stocks.

Россыпь золота Мыргэншена находится в 15 км восточнее г. Закаменск. Обрабатываемый участок общей длиной 11,5 км расположен в среднем течении одноименной реки, в районе впадения в него р. Ивановка. Месторождение принадлежит к аллювиальному типу долинных россыпей. Золоторудная минерализация связана преимущественно с кварцевыми, кварц-карбонатными, кварц-гюбнеритовыми и кварц-сульфидными жилами, зонами метасоматического изменения пород, дайками сиенит- и гранит-порфиров [1].

Рыхлые отложения общей мощностью 5,2 м, перекрывающие продуктивный золотоносный пласт, представлены горизонтально переслаивающимися валунно-гравийными (средневзвешенный размер частиц $x=28,95-32,13$ мм) и гравийными галечниками ($x=16,22-20,66$ мм) с песчаным заполнителем. Сверху до глубины 1,25 м залегают песчаные глины с большим процентом включений обломочного материала ($x=8,48$ мм). Суммарная доля валунов находится в пределах 10%, содержание галек колеблется от 25,1 до 61,8% с относительным преимуществом средних разностей (фр. 40-60 мм), гравия – 11,1-21,9% в основном крупного (фр. 5-10 мм), песка – 16,0-24,8% с примерно равным содержанием основных фракций гранулометрического спектра (0,315-0,63, 0,63-1,25 мм) и алевритово-глинистым матриком – 3,6-30,3%.

Отложения характеризуются как плохой и очень плохой сортировкой, так и полным ее отсутствием (коэффициент сортировки Траска $S_0=2,35-10,35$; стандартное отклонение, $\sigma=12,2-39,14$). Наблюдается асимметрия распределений: крупнозернистые фракции сортированы лучше, мелкозернистые – хуже (коэффициент асимметрии Траска, $S_k<1$; статистический коэффициент асимметрии, $\alpha>0$). Экссесс (τ) как отрицателен, так и положителен, что, в первом случае свидетельствует о нестабильном динамизме вещества на протяжении периода осадконакопления и относительно неспокойном тектоническом режиме. Напротив, положительные значения τ – показатели относительно стабильных тектонических условий осадконакопления и внедрения новых порций материала с его качественной обработкой. Параметры коэффициента вариации не превышают значения 1,35, что соотносится с аквальным характером среды седиментации (однаправленные стационарные потоки с увеличенной турбулентностью и сезонными колебаниями водности).

Как и во многих россыпных месторождениях, золотоносными являются все литологические разновидности отложений. Наблюдается постепенное увеличение содержания золота от верхов разреза к промышленному пласту. По данным разведочных геологических работ, мощность его в россыпи изменяется от 0,4 до 3,2 м, составляя в среднем 1,0-1,7 м.

Результаты исследований технологических проб из рыхлых осадков позволяют сделать заключение о принадлежности большего количества осадков месторождения к категории легкопромывистых пород (массовая доля илисто-глинистой фракции крупностью $<0,1 - 30\%$).

Все золото практически свободное, во фракциях крупностью >5 мм отработанных проб связанного золота не обнаружено, так как содержание его низкое и находится за пределами нижней границы количественного определения атомно-абсорбционным методом анализа. Количество мелкого и тонкого золота в россыпи распределено неравномерно. В основном пласте доля мелкого золота ($-0,25+0,1$ мм) колеблется от 1-2 до 20-30%, тонкого золота ($-0,1+0,071$ мм) – 1-18%, в таких же примерных пределах установлено и количество пылевидного золота. Средний уровень извлечения золота на концентрационном столе для всех технологических проб составляет не менее 90% при средней степени концентрации 10,7.

Результаты наших исследований отличаются от данных геологической разведки и рассева золота, добытого в ходе обработки месторождения. Нами установлено как раз повышенное содержание мелкого и тонкого золота в промышленном пласте, что связано с несовершенством использованной техники на стадии разведки (старательский лоток, бутара) и добычи (шлюзы глубокого наполнения). Несомненно, что при обработке подобных золотороссыпных месторождений требуется использовать развитую технологию обогащения (отсадочные машины, концентраторы и др.).

Изученное месторождение «Мыргэншена» является типичным для группы золотоносных россыпей бассейна р. Джида. Ресурсы мелкого и тонкого золота при проведении геологоразведочных работ не оцениваются, его потери не определяются и не учитываются, поэтому, бесспорно, можно утверждать, что извлечение из россыпей такого золота является одним из реальных путей увеличения его запасов в Западном Забайкалье.

Литература

1. Будаев Р.Ц., Коломиец В.Л. Геологическое строение и условия формирования месторождения мелкого золота Мыргэншена (Западное Забайкалье) // Геодинамика, магматизм и минерагения континентальных окраин Севера Пацифики. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2003. – Т. 3. – С. 244-245.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / TECHNICAL SCIENCES

Бакшаева Н.С.

Кандидат технических наук, доцент, Вятский государственный университет

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРА КОЛЕБАНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Аннотация

Данная статья посвящена исследованию влияния резкопеременной нагрузки на параметры качества электроэнергии в различных точках системы электроснабжения.

Ключевые слова: колебания напряжения, электроприемник, резкопеременная нагрузка, качество электрической энергии.

Bakshaeva N.S.

Ph.D., Associate Professor, Vyatka State of the University

DEVELOPMENT AND EVALUATION NATURE OF VOLTAGE FLUCTUATIONS ON DIFFERENT LEVELS OF POWER

Abstract

This article is devoted to the influence of the variable load on power quality parameters at different points in the power supply system.

Keywords: voltage fluctuations, power-consuming equipment, variable load, the quality of electric power

Колебания напряжения — это быстро изменяющиеся отклонения напряжения длительностью от полупериода до нескольких секунд. Согласно ГОСТ 13109-97 виновниками возникновения колебаний напряжения являются потребители с резкопеременной нагрузкой.

Источниками колебаний напряжения являются мощные электроприёмники с импульсным, резкопеременным характером потребления активной и реактивной мощности.

К числу потребителей чувствительных к колебаниям напряжения относятся осветительные приборы, особенно лампы накаливания и электронная техника. Колебания напряжения вызывают мигание ламп накаливания, что порождает неприятный психологический эффект у человека, утомление зрения и организма в целом. Это ведет к снижению производительности труда, а в ряде случаев и к травматизму. Колебания напряжения нарушают нормальную работу и уменьшают срок службы электронной аппаратуры.

При значительных колебаниях напряжения могут быть нарушены условия нормальной работы электродвигателей, возможно отпадание контактов магнитных пускателей с соответствующим отключением работающих двигателей.

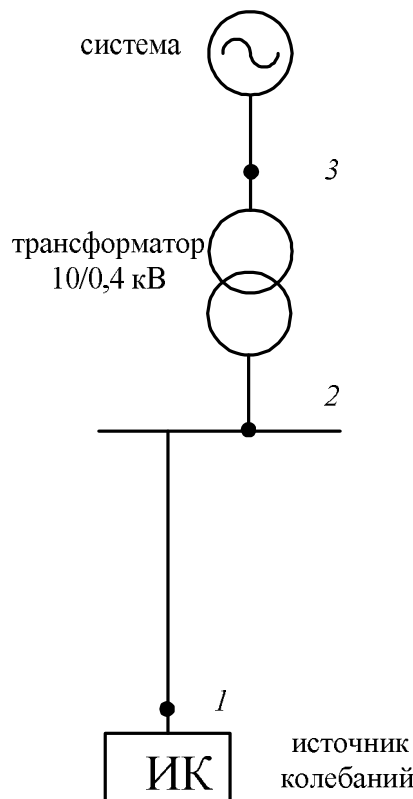


Рис. 1 – Расчетная схема для анализа влияния силового оборудования на изменение колебаний напряжения

Разработка методики оценки характера колебаний напряжения в различных точках систем электроснабжения является актуальной задачей, поскольку источник колебаний и чувствительные к колебаниям напряжения электроприемники, как правило, разнесены по системе электроснабжения и разделены силовыми элементами (трансформаторами, линиями и др.).

На рисунке 1 представлена расчетная схема для анализа влияния силового оборудования на изменение колебаний напряжения.

Задача определения значений колебаний напряжения в точке 3 (рисунок 1), к которой через соответствующие понижающие трансформаторы может быть подключена спокойная, чувствительная к колебаниям напряжения нагрузка, сводится к определению по схеме замещения передаточной функции или коэффициента ослабления, являющегося обратно пропорциональным передаточной функции, по выражениям:

$$K_{ИК-ВН} = \frac{x_c}{x_c + x_{mp}},$$

$$\gamma_{ИК-ВН} = \frac{1}{K_{ИК-ВН}} \quad (1)$$

где x_c и x_{mp} – соответственно индуктивные сопротивления системы электроснабжения и трансформатора (или другого элемента);

r_{mp} – активное сопротивление трансформатора (или другого элемента).

Вывод о допустимости совместного питания резкопеременных нагрузок с коммунально-бытовыми потребителями необходимо делать на основе анализа размахов изменения напряжения на источнике колебаний и схемы электроснабжения с учетом влияния соответствующих элементов системы электроснабжения на изменение в ней колебаний напряжения.

Значения колебаний напряжения в точке 3 (рисунок 1) определяются с учетом передаточной функции в соответствии с выражениями (2).

$$\delta U_t = K \cdot \delta U_{т.ИК},$$

$$K = \frac{x_c}{x_c + x_{mp}} \quad (2)$$

В качестве примера ниже приводятся результаты исследований, проводимых при работе пилорамы. Питание пилорамы осуществляется от трансформаторной подстанции мощностью 250 кВА на напряжении 0,4 кВ. Результаты расчета значения колебаний напряжения в точке 3 (рисунок 1) с учетом передаточной функции приводятся в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчета значения колебаний напряжения в точке 3 (рисунок 1) с учетом передаточной функции, возникающих при работе пилорамы Р63-4Б

Интервал, $\delta U, В$	Количество попаданий, n_i	Интервал времени между колебаниями Δt , мин	Допустимые значения $\delta U_{доп}, \%$
0	5017		-
0,9-2,9	611	0,150	0,55
2,9-4,9	2	5,227	1,28
4,9-6,9	5	5,880	1,35
6,9-8,9	3	8,553	1,60
8,9-10,9	2	11,760	1,73
10,9-12,9	1	15,681	1,90
12,9-14,9	1	18,817	1,85
>14,9	4	23,521	2,10

По результатам расчета в точке 3 (рисунок 1) нормы ГОСТ 13.109-97 по размаху изменения напряжения выполняются. Таким образом можно сделать вывод, что совместное питание пилорамы с коммунально-бытовыми потребителями, подключенными к другим подстанциям возможно.

Литература

1. Бакшаева Н.С. Исследование возможности совместного питания коммунально-бытовых потребителей с резкопеременными нагрузками характерных производств лесопильных цехов. Журнал «Электрика» №7 издательство ООО «Наука и технологии», 2012 г. с.4-10.
2. Бессолицын А.В., Бакшаева Н.С., Вотинцев А.В., Калинина Е.А. Экспериментальные исследования резкопеременной нагрузки на шинах 0,4 кВ трансформаторной подстанции, питающей источник колебаний и коммунально-бытовые потребители. Журнал «Энергобезопасность и энергосбережение». Издание Московского института Энергобезопасности и энергосбережения. № 6-2012. Москва. с.40-45.
3. Бакшаева Н.С. Исследование колебаний напряжения на различных уровнях систем электроснабжения, создаваемых при работе резкопеременных нагрузок лесоперерабатывающего производства. Журнал «Электрика» №8 издательство ООО «Наука и технологии», 2012 г. с.17-21.
4. Бакшаева Н.С. Исследование влияния на качество электрической энергии в точке общего присоединения подключаемой резкопеременной нагрузки характерных производств. ВятГУ, журнал «Advanced science», 2012. с.5-18.
5. Бессолицын А.В., Бакшаева Н.С., Вотинцев А.В., Калинина Е.А. Влияние силового оборудования на изменение колебаний напряжения в системе электроснабжения. Журнал «Перспективы науки». №11(38). Издание Межрегиональная общественная организация и Фонд развития науки и культуры. г.Тамбов, 2012. с.109-117.

Басманов В.Г.¹, Лищенко К.В.²

²Кандидат технических наук, доцент; ¹студент, Вятский государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ИНТЕРВАЛА ПЕРЕКЛЮЧЕНИЙ СТУПЕНЕЙ КОНДЕНСАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Аннотация

В данной публикации описаны результаты исследования оптимального интервала переключений ступеней конденсаторной установки, который позволит уменьшить износ коммутационной аппаратуры и конденсаторов, а также увеличить срок службы.

Ключевые слова: регулятор, реактивная мощность, установка конденсаторов.

Basmanov V.G., Lishenko K.V.

PhD in technical sciences, docent; student, Vyatka State University

RESEARCH OPTIMUM INTERVALS SWITCHING STEPS OF CONDENSER INSTALLATIONS

Abstract

This publication describes the results of a study of optimal intervals switching steps of condenser installations, which will reduce the wear and tear switching apparatus and condensers, and increases service life.

Keywords: Controller, reactive power, installation of condensers.

Серьезной проблемой по минимизации затрат на конденсаторные установки (КУ) является повышенный износ коммутационной аппаратуры и конденсаторов, причиной которого является отсутствие алгоритма выбора интервала переключений ступеней КУ для разных графиков реактивной нагрузки [1].

Для решения этих задач необходимо разработать инструмент, позволяющий произвести исследования по выбору оптимального количества, мощности ступеней регулирования и интервала переключений ступеней (КУ).

В качестве инструмента, позволяющего произвести исследования по выбору оптимального количества, мощности ступеней регулирования и интервала переключений ступеней КУ, разработан программный продукт Lab, моделирующий процедуру управления генерацией реактивной мощности с помощью регулятора реактивной мощности. Критерием выбора оптимального количества, мощности ступеней и интервала переключений ступеней КУ является минимальный переток реактивной энергии по участку сети [2].

Данная модель реализована в среде визуального программирования Delphi. В качестве модели регулятора реактивной мощности используется регулятор реактивной мощности PPM+. Критерием оптимального регулирования является полная компенсация реактивной мощности, так как в этом случае максимально увеличивается пропускная способность элементов системы электроснабжения потребителей, а также выполняются лимиты по потреблению реактивной мощности [2].

Выбор интервала переключения ступеней КУ производится методом численного моделирования с использованием реальных графиков реактивной мощности потребителей и программного продукта модели регулятора реактивной мощности - Lab. Интервал переключения выбирается на основе анализа влияния величины интервала переключения ступеней регулирования на величину перетока реактивной энергии. Для этого используются результаты выбора оптимального количества, мощности ступеней регулирования, т.е. производятся исследования интервала переключения для выбранного варианта количества и мощности ступеней регулирования. При численном моделировании изменяется интервал переключения ступеней регулирования, и исследуется изменение перетока реактивной энергии для разных интервалов переключения. На основании анализа полученных результатов выбирается вариант интервала переключения ступеней регулирования генерацией реактивной мощности КУ с минимальным перетоком реактивной энергии по участку сети, при этом предпочтение отдается большим интервалам переключения, так как в этом случае снижается износ коммутационных аппаратов и конденсаторов.

В качестве примера исследования оптимального интервала переключений ступеней конденсаторной установки рассматривается КУ мощностью 150 квар с шестью ступенями регулирования для ТП-101 трансформатор Т1 г. Кирова, имеющий график нагрузки приведенный на рисунке.

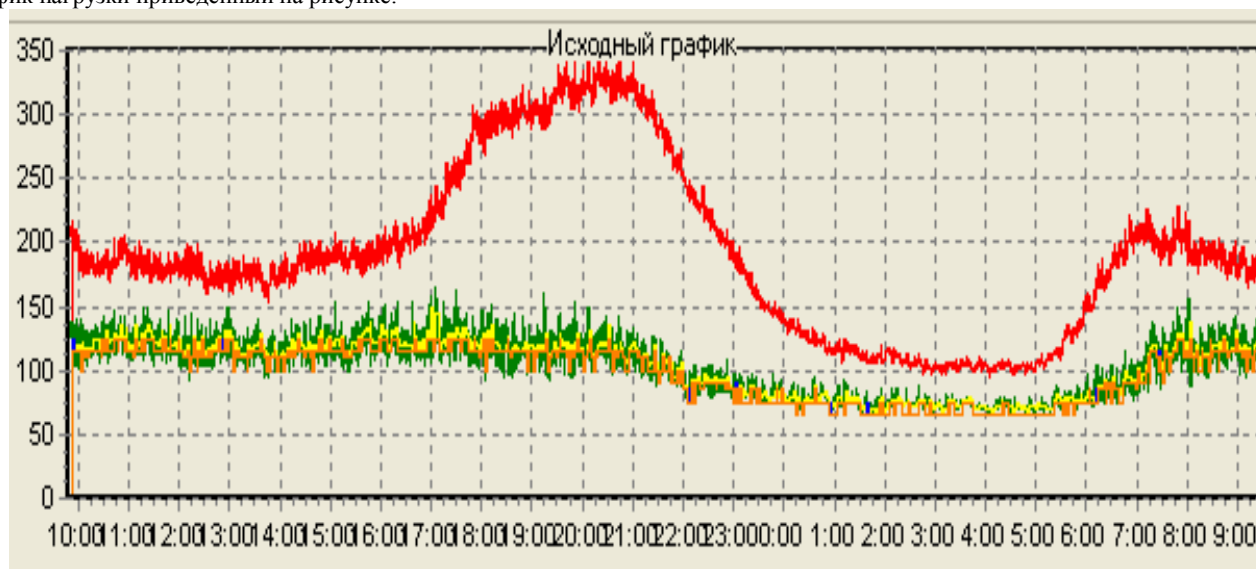


Рис. 1 - Результаты регулирования реактивной мощности на ТП-101 (Т1) при использовании КУ мощностью 150 квар на 6 ступени регулирования (10+15+20+25+35+45)

Результаты исследования интервалов переключения для данного объекта показали, что практически одинаковое качество регулирования генерации реактивной мощности получается при интервале 120 секунд и интервалах находящихся в пределах 1440-1680 секунд, а наилучшее качество регулирования получено при интервале переключения равном 780 секунд. Результаты для остальных объектов исследования показали, что для объектов коммунально-бытовых потребителей практически одинаковый переток реактивной энергии (погрешность около 5%) достигается при интервале 120 секунд и интервалах находящихся в пределах 1200-1800 секунд в зависимости от изменчивости графика реактивной нагрузки (коэффициент вариации изменяется от 0,09 до 0,22). Поэтому для этих потребителей с целью уменьшения частоты переключений ступеней регулирования, а, следовательно, и уменьшения износа коммутационной аппаратуры и конденсаторов необходимо выбирать интервал переключения в пределах 1200-1800 секунд. А для других потребителей, имеющих резкопеременный график нагрузки, с увеличением интервала переключения происходит значительное увеличение перетока реактивной энергии, т.е. значительно ухудшается качество регулирования реактивной мощности, поэтому для этих объектов необходимо интервал переключения принимать 120–360 секунд

Разработанный алгоритм выбора интервала переключений ступеней КУ, позволяет уменьшить износ контактов коммутационной аппаратуры и увеличить срок службы коммутационной аппаратуры КУ, а также конденсаторов, из которых изготовлены эти установки.

Литература

1. Черепанов В.В., Басманов В.Г. О необходимости создания регуляторов реактивной мощности с использованием прогнозирования // Известия высших учебных заведений «Проблема энергетики». - 2006. -№11-12. - С. 38-40.
2. Басманов В.Г., Порошин Д.А. Математическая модель адаптивного регулятора реактивной мощности и результаты ее применения для исследования по выбору оптимального интервала переключения ступеней конденсаторных установок // Электрика. – 2012. - №8. С.2-7.

Бессалов О.В.¹, Дрюков А.П.², Кочегарова Н.А.³

¹Студент, астраханский государственный технический университет; ²студент, астраханский государственный технический университет; ³старший преподаватель, астраханский государственный технический университет

ПРОБЛЕМЫ С ОПОРНЫМ ПОДШИПНИКОМ БАЛКИ В СУДОВЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

Аннотация

Цель состоит в том, чтобы представить современную методику для структурной прочности судовых дизелей, несущих балок и описать ответственность проектировщиков двигателя, производителей и поставщиков оборудования. Был представлен пример нескольких двигателей того же самого типа, где усталостные трещины возникли в определенных областях их балок опорного подшипника. Обширное исследование показало причину повреждения. Правильность конструкции была доказана должным образом реализована государством в самых современных методах проектирования. Сделан вывод, что причиной повреждения было плохое качество международного изготовления и неподходящей сварки во время изготовления.

Ключевые слова: Судовые дизели; Опорный подшипник балки; Сила усталости; Дизайн; Производство.

Bessalov O.V.¹, Drukov A.P.², Kochegarova N.A.³

¹Student, astrakhan state technical university; ²student, astrakhan state technical university; ³senior teacher, astrakhan state technical university

THE PROBLEMS WITH BEARING GIRDERS IN MARINE DIESEL ENGINES

Abstract

The aim is to present the state-of-the-art methodology for structural durability evaluation of marine Diesel engines bearing girders and to describe the responsibility of engine designers, manufacturers and system suppliers. An example of several engines of the same type, where fatigue cracks arose in certain areas of their bearing girders, has been presented. The extensive investigation revealed the cause of the damage. The proper design was proved by properly implemented state-of-the-art design methods. Quality and test specifications prescribed by the licensor have been found correct. It is concluded that the damage cause was the impermissible quality of worldwide manufacture and improper production repair welding during manufacture.

Keywords: Marine Diesel engines; Bearing girders; Fatigue strength; Design; Manufacturing.

From the functional and the safety aspect, modern merchant ships are strongly dependent on the prime movers in their propulsion systems, regardless of their concept. The essential propulsion system concept may be based upon marine turbines, or a single- or multi-Diesel engines installation. Diesel engines are commonly used today. It is always important to understand their functional role (class related), as well as the safety aspects of their implementation.

From the designer's point of view it is necessary to consider the ship in exploitation, operating in heavy seas, rather than nothing more than the floating object during the outfitting phase in the shipyard. Functional problems related to the ship prime mover can usually be solved

in the shipyard without further implications to the ship safety. However, any ship during operation may face an extremely difficult situation,

when the proper functioning of the propulsion system may be the ship's crew only hope. So, the designer is to design marine Diesel engines, manufacturer is to manufacture, assemble and test them on the test bed, and finally the shipyard is to mount them and test them onboard during the sea trials. These engines shall be able to withstand all the hazardous situations that may arise later. An important part of the responsibility for the proper functioning of Diesel engines lies also on the ship's crew, especially the chief engineer, to follow the proper instructions prepared by the engine designers.

Engine designers have to properly deal with the engine as a whole, from its initial specification, to the feedback information obtained from the test bed or onboard, as well as the design of the engine essential parts. From the functional point of view, the most important engine parts are these that transform reciprocating movement of the piston mechanism into rotation of the output flange, such as crankshaft, as well as all the parts taking part in transmission of generated forces to the engine foundation, e.g. the bed plate, the frame box, or the cylinder block. In modern large Diesel engines bedplates usually consist of their outer part made of steel plates, connected together by means of cast steel bearing girders. These bearing girders take over and distribute forces acting on the engine bedplate as a whole, originating from assembly pre-loading by tie rods, cylinder firing loads and bearing reactive loads.

Our article is initiated as a consequence of cracks that developed in several Diesel engine bearing girders in newly built ships and the investigation of the problem cause. The basic aim of the article is to describe the present state-of-the-art methodology, which has to be implemented in design and manufacturing of modern Diesel engine bearing girders. The design of these components shall be based upon a proper structural durability evaluation. The manufacture shall be based upon the proper implementation of quality assurance procedures

(production and testing specifications) in general. The final goal of all the mentioned procedures is to avoid any undesirable effects and to

prevent initial crack development in similar structures.

The design procedures based upon loading assumptions, selection of suitable materials and the manufacturing procedures, as well as the shaping and dimensioning procedures are described in details. The transition from cylinder loading and tie-rods pre-load to the existing stresses in critical parts of bearing girders is explained. On the other hand, evaluation of structural material properties for cast steel bearing girders in accordance with the international standards, such as ASTM, or FKM-Guideline, dependent also upon the initial and the in-service scope of inspections implemented.

Manufacturer's responsibility is called for further on. The manufacturers have to keep up to the predefined specifications during manufacture of the components. They are responsible for, quality assurance, component testing, providing proof that the test requirements have been satisfied, as well as for assembly of components into a fully functional system. The point here is upon implementation of proper production repair welding procedures, regularly used to correct unavoidable casting defects, where their improper use may have detrimental consequences to the final behaviour of the bearing girders and engines as a whole.

The mentioned real practical case study example of several engines of the same type, where fatigue cracks arose in certain areas of their bearing girders is presented and analysed. This analysis had the scope to find out the cause of the damage, in order to solve the problems on existing, as well as on engines in future and treat the influence of the design and the manufacturing process to the cracks developed and found on existing engines.

It resulted in conclusion that the cause of the cracks found lies in impermissible quality of world-wide manufacture and improper production repair welding during manufacture. As a consequence of this conclusion, it is recommended that a special attention is to be given by the engine licensors to their manufacture and the implementation of their quality assurance procedures by their licensees world-wide. The proposed approach may, at least in the analysed examples, prevent further problems with cracks in cast steel components exposed to production repair welding.

One of the most common definitions of quality, applied to a machine system component, relies upon its suitability for use. It is not easy to see or determine how many parties took place in its creation, from the design to the final testing prior to delivery. In modern industrial society the parties that may be recognised at a first glance are the designer, the manufacturer and the system supplier.

Design of the component always defines the direction of all further steps to be made in its manufacture and behaviour in exploitation.

The designer is responsible for the following:

- 1) full description of the requirements which the components are to satisfy with specified conditions for their use;
- 2) evaluation or estimation of operating loads and component strength;
- 3) constructional shaping and dimensioning;
- 4) selection of suitable materials appropriate to the loading; and
- 5) selection of the manufacturing methods.

On the other hand, the responsibilities of the manufactures are basically related to the fabrication of the component itself. These consist of the following:

- 1) manufacture of the components in accordance with clear and complete specifications for the design and in accordance with standard engineering practice;
- 2) assurance of component quality in accordance with the use-related specifications;
- 3) examination of the components in accordance with prescribed and agreed testing methods;
- 4) proof that the test requirements have been satisfied; and
- 5) assembly with other parts to form a unit.

System suppliers are responsible for :

- 1) assembly of all the necessary units and equipment to form plants capable of operation;
- 2) adjusting of plant adjustable parameters if necessary;
- 3) final testing of assembled and built-in plants in accordance with the test specifications;
- 4) proof that all the prescribed and agreed tests have been performed with the results that satisfy the requirements, prior to the delivery of the whole plant.

In modern shipping business all this applies to the bearing girders as the components, marine Diesel engine as the unit and, finally, to the whole ship as a unit. Designers of the two-stroke slow speed large marine Diesel engines, together with all the engine components such as bearing girders, are usually licensors themselves (presently, there remain only three significant international companies in large two-stroke marine Diesel engines business). Manufacturers are their world-wide licensees, i.e., Diesel engine factories around the world. System suppliers are, in this context, the shipyards.

One of the important aspects of a component/unit/plant operational behaviour in practical exploitation further on lies upon the ship operators. These are the shipping companies (ship owners or management companies). Their responsibilities are to always keep up to the operating instructions prescribed by the designers and to avoid any misuse or abuse.

The bearing girders are predominantly manufactured from cast steel. For cast components of the size of bearing girders it is assumed, on the one hand, that an appropriate casting quality is guaranteed, and on the other hand that if casting quality is inadequate, a repair can be

effected. Usually, the so-called production repair welding improves the components with casting failures. The requirements for the quality of

bearing girders, as well as the procedure for repair welding, must be described in the quality assurance specifications. With the production repair welding the faults caused in production should be removed and the required nature of the casting should be ensured, which should have the characteristics similar to the basic material.

To assure a reliable and economical repair the bearing girder is, depending on the stress distribution divided into individual zones on which the specified casting failures can be accepted or, depending on their shape and position, repaired. These requirements should be specified at the design stage in close cooperation with the engineers being responsible for the manufacturing. If the casting faults are higher than allowable, but possible to improve by repair welding, this could be made if the specified conditions are fulfilled. Depending on the size of the component to be repaired it is necessary to decrease the residual stresses generated by the repair welding.

A repair of the bearing girder is required because of the possible serious damages to the main bearing shell with a potential impact to the crankshaft in case of uncontrolled crack propagation.

The procedure of structural durability validation of bearing girders in large two-stroke marine Diesel engines, is a basis for a reliable lightweight design of modern engines. It is also necessary to prove the cause and the responsibility in the case that the damages (failures) occur at operational usage.

Production repair welding in cast components is a normal practice. This kind of repair of casting defects can not be avoided for economical and practical reasons. Production repair welding is to be performed in accordance with the prescribed quality procedures, based on standards and correctly supervised accordingly by independent bodies.

References

1. Rules for the technical supervision of sea-going ships, part 9 – Machines. Croatian Register of Shipping, Split; 2004.
2. FKM guideline. Analytical strength assessment of components in mechanical engineering, 5th Ed. Forschungskuratorium Maschinenbau (FKM), Frankfurt/Main; 2003.
3. ASTM A148 – Standard specifications for high strength steel castings for structural purposes. American Society for Testing and Materials, West Conshohocken; 1979.

РАСЧЕТ И ПОСТРОЕНИЕ СХЕМЫ МОЛНИЕЗАЩИТЫ В AUTOCAD

Аннотация

Удар молнии в здание может повлечь за собой его повреждение и разрушение, выход из строя электрооборудования, и поражение электрическим током людей. Проектирование молниезащиты является важным аспектом в обеспечении безопасности зданий и сооружений.

Построение схем молниезащиты чаще всего производится в программе AutoCAD. Автоматизация этого процесса может существенно облегчить и ускорить работу проектировщиков. В данной работе приводится методика автоматического построения схемы молниезащиты при использовании языка программирования AutoLISP, являющегося стандартным для AutoCAD.

Методика может найти широкое практическое применение среди проектировщиков, благодаря легкости применения.

Ключевые слова: молниезащита, AutoCAD, AutoLISP, одиночный тросовой молниеотвод.

Bondarenko I.L.¹, Monogarov S.I.²

¹Student, Department of Electrical and intra-plant automation; ²Senior Lecturer, candidate of technology.
FGBOU VPO "Kuban State Technological University", Armavir Mechanical-Technology Institute

CALCULATION AND CONSTRUCTION OF LIGHTNING PROTECTION CIRCUITS IN AUTOCAD

Abstract

A lightning strike to the building may result in damage and destruction, failure of electrical equipment, and electrical shock people. Design of lightning protection is an important aspect in ensuring the safety of buildings and structures.

The construction of lightning protection circuits is most often made in the program AutoCAD. Automating this process can greatly facilitate and accelerate the work of the designers. In this paper we present a method of automatic construction of lightning protection scheme using the programming language AutoLISP, which is the standard for AutoCAD.

The technique can find wide use among designers, due to the ease of use.

Keywords: lightning protection, AutoCAD, AutoLISP, single rope lightning rod.

Молниезащита представляет собой систему, обеспечивающую перехват молнии и отвод её в землю, тем самым, защищая здание (сооружение) от повреждения и пожара. В момент прямого удара молнии в строительный объект правильно спроектированное и сооруженное молниезащитное устройство должно принять на себя ток молнии и отвести его по токоотводам в систему заземления, где энергия разряда должна безопасно рассеяться. Прохождение тока молнии должно произойти без ущерба для защищаемого объекта и быть безопасным для людей, находящихся как внутри, так и снаружи этого объекта. /1/

Высота объекта определяет радиус стягивания молний. Из опыта исследований грозопоражения объектов различной высоты принимается, что радиус стягивания молний R приблизительно равен тройной высоте H объекта: $R = 3H$. Логична закономерность, что высокие объекты притягивают к себе разряды молнии из облака не только строго над своей вершиной, но и с периферийных частей грозовой тучи.

Для расчета ожидаемого числа ударов молнии в объект в течение года используют радиус стягивания, который легко определить, зная высоту объекта. Предположим, высота объекта H составляет 10 м, тогда радиус стягивания молний R составит 30 м, а площадь стягивания молний S (формулу площади круга $S = \pi R^2$) будет равна 2 826 кв.м. Если определить удельную плотность ударов молнии в кв.км. В 1 км – 1000м, следовательно в 1 кв.км. – 1000000 кв.м. Учитывая это составляем пропорцию и определяем, что в течение года в объект высотой 10 м попадет 0,0028 молний, т.е. приблизительно одна молния в 333 года. Несложно подсчитать поражение молнией, например человека на открытой местности. При росте человека до 2 м и удельной плотности ударов молнии, равной 4 на кв км ожидаемое количество ударов молнии в него будет составлять раз в приблизительно 2000 лет. /2/

Согласно СО 153-34.21.122-2003 стандартные зоны защиты одиночного тросового молниеотвода высотой h ограничены симметричными двускатными поверхностями, образующими в вертикальном сечении равнобедренный треугольник с вершиной на высоте $h_0 < h$ и основанием на уровне земли $2r_0$ (рис. 1).

Приведенные ниже расчетные формулы (табл. 1) пригодны для молниеотводов высотой до 150 м. При большей высоте следует пользоваться специальным программным обеспечением. Здесь и далее под h понимается минимальная высота троса над уровнем земли (с учетом провеса).

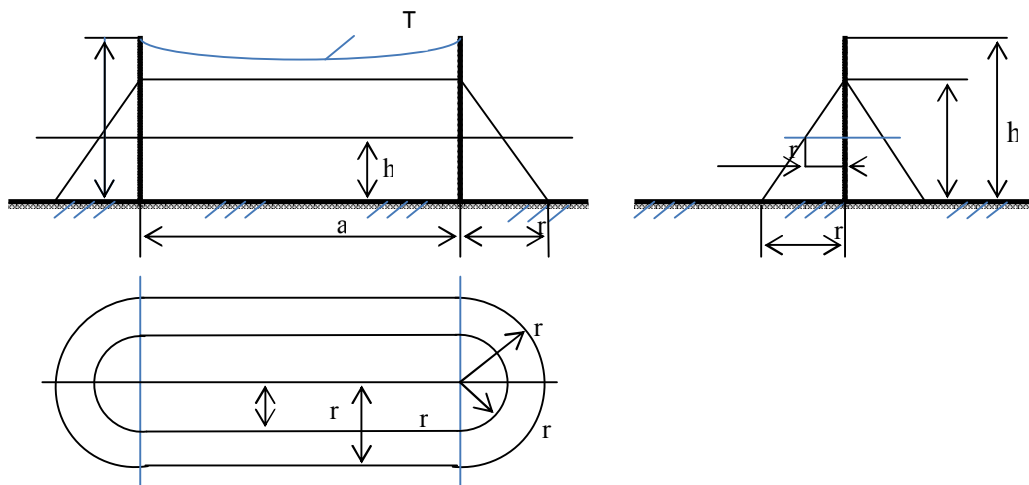


Рис. 1. Зона защиты одиночного тросового молниеотвода: Полуширина r_x зоны защиты требуемой надежности (рис. 1) на высоте h_x от поверхности земли определяется выражением:

$$r_x = \frac{r_0(h_0 - h_x)}{h_0};$$

При необходимости расширить защищаемый объем к торцам зоны защиты собственно тросового молниеотвода могут добавляться зоны защиты несущих опор, которые рассчитываются по формулам одиночных стержневых молниеотводов, представленным в табл. 3.4. В случае больших провесов тросов, например, у воздушных линий электропередачи, рекомендуется рассчитывать обеспечиваемую вероятность прорыва молнии программными методами, поскольку построение зон защиты по минимальной высоте троса в пролете может привести к неоправданным затратам. /3/

Таблица 1. Расчет зоны защиты одиночного тросового молниеотвода

Надежность защиты P_3	Высота молниеотвода h , м	Высота конуса h_0 , м	Радиус конуса r_0 , м
0,9	От 0 до 150	0,87h	1,5h
0,99	От 0 до 30	0,8h	0,95h
	От 30 до 100	0,8h	$[0,95-7,14 \cdot 10^{-4}(h-30)]h$
	От 100 до 150	0,8h	$[0,9-10^{-3}(h-100)]h$
0,999	От 0 до 30	0,75h	0,7h
	От 30 до 100	$[0,75-4,28 \cdot 10^{-4}(h-30)]h$	$[0,7-1,43 \cdot 10^{-3}(h-30)]h$
	От 100 до 150	$[0,72-10^{-3}(h-100)]h$	$[0,6-10^{-3}(h-100)]h$

Данная работа была разработана для программы AutoCAD при помощи языка программирования AutoLISP.

AutoLISP — диалект языка Лисп, обеспечивающий широкие возможности для автоматизации работы в AutoCAD. AutoLISP — самый старый из внутренних языков программирования AutoCAD, впервые он появился в 1986 году в AutoCAD 2.18 (промежуточная версия). В AutoLISP реализовано тесное взаимодействие с командной строкой, что способствовало его популяризации среди инженеров, работающих с AutoCAD.

Язык программирования AutoLISP — это вариант языка LISP, в который добавлены функции доступа к объектам, таблицам и словарям системы AutoCAD. Основой языка LISP является работа со списками, которые могут иметь произвольную длину и включать элементы разной природы (числа, текстовые строки, указатели файлов и т. д.). В то же время в языке доступны обычные арифметические вычисления, логические операции, работа с файлами и т.д. С помощью языка AutoLISP можно писать программы или вводить в командной строке выражения, которые затем вычисляет система AutoCAD. Для чтения и разбора выражений в систему AutoCAD встроено интерпретатор AutoLISP. /4/

Была разработана программа, позволяющая в программе AutoCAD с использованием языка AutoLISP производить расчеты геометрических размеров элементов схемы молниезащиты и зон защиты, и на основе этого выполнять построения.

Программа выполняется в несколько этапов:

А) Ввод исходных данных и расчет необходимых для построения величин. Ввод осуществляется через командную строку либо через использование внешнего текстового файла.



```

Команда: _RIBBON
Команда: КОМСТР
Команда:
КОМСТР
Команда: (setq D1 86)
86
Команда: (setq Shr 32)
32
Команда: (setq Hzd 13)
13
Команда: (setq hpr 1.5)
1.5
Команда: (setq AB 52)
52
Команда: (setq R0 23.335)
23.335
Команда: (setq H (+ (/ R0 1.25) (* Hzd 1.25) Hpr))
36.418
Команда: (setq Hmz (- H Hzd))
23.418
Команда: (setq Rh (* 1.5 H)) 54.627
Команда:
КОМСТР
Команда: (setq a (/ (- D1 AB) 2))
17
Команда: (setq b (/ AB 20))
2
Команда:

```

Рис 2. Ввод исходных данных

Б) Ввод команд для построения чертежа



Рис 3. Ввод команд

Для примера приведем отрывок листинга программы с пояснением команд:

- Плиния — Создание объекта «Полилиния»
- 0,0 — Начальная точка
- (list 0 shr) — Вторая точка
- (list D1 shr) — Третья точка
- (list D1 0) — Четвертая точка
- 3 — Замыкание «Полилинии»
- Плиния — Создание объекта «Полилиния»
- (list a (+ (/ Shr 2) R0)) — Начальная точка
- (list (+ a AB) (+ (/ Shr 2) R0)) — Вторая точка
- Д — тип линии «Дуга»
- (list (+ a AB) (- (/ shr 2) R0)) — Третья точка
- Л — тип линии «Прямая»
- (list a (- (/ shr 2) R0)) — Четвертая точка
- Д — тип линии «Дуга»
- (list a (+ (/ Shr 2) R0)) — Пятая точка
- 3 — Замыкание «Полилинии»

При вводе команд AutoCAD автоматически производит построения.

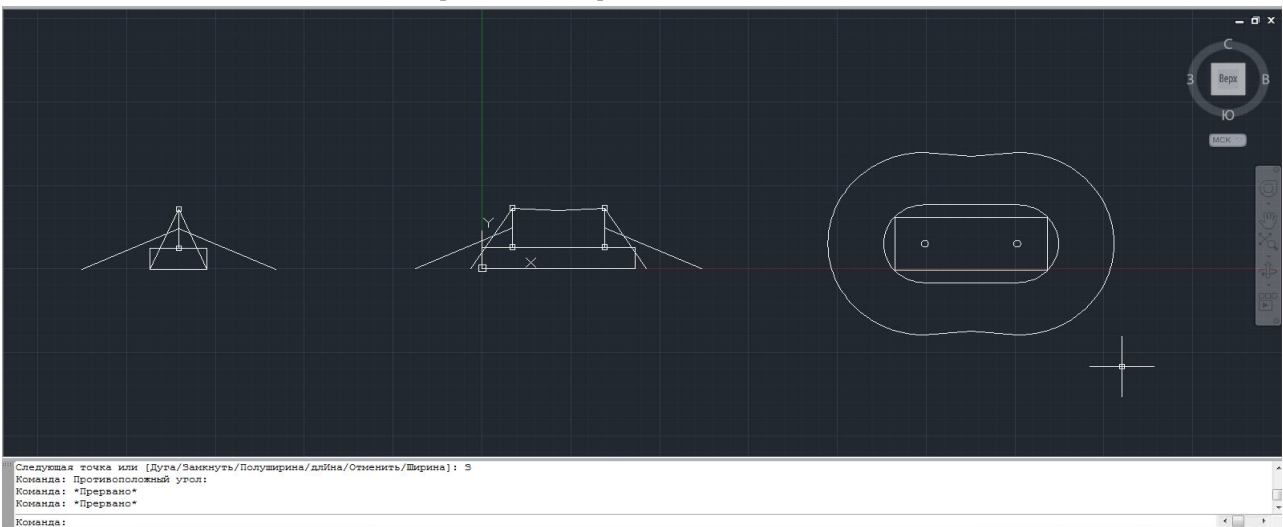


Рис 4. Итоговый результат

Данная работа может быть применена при проектировании электроустановок, а именно при построении молниезащиты. Работа заняла 3е место в конкурсе студенческих проектов в области распределительного электросетевого комплекса среди студентов профильных вузов города Армавира.

Литература

1. Кудрин Б.И. «Электроснабжение промышленных предприятий»: Учебник для студентов высших учебных заведений. М.: Интермет Инжиниринг, 2005.
2. <http://moikompas.ru/compas/molniezaschita>
3. ИНСТРУКЦИЯ ПО УСТРОЙСТВУ МОЛНИЕЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ И ПРОМЫШЛЕННЫХ КОММУНИКАЦИЙ СО 153-34.21.122-2003
4. Полещук Н.Н., Лоскутов П.В. «AutoLisp и Visual LISP в среде AutoCAD». – СПб.: БХВ-Петербург, 2006.

Бондарчук Р.В.¹, Коваленко А.В.², Ургенов М.Х.³

¹ студент 5 курс, Кубанский государственный университет; ² кандидат экономических наук, доцент, Кубанский государственный университет; ³ доктор физико-математических наук, профессор, Кубанский государственный университет

ОЦЕНКА ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ С УЧЕТОМ ПИРАМИДАЛЬНОСТИ

Аннотация

Целью проекта являлась оценка и моделирование финансового состояния предприятий с учетом пирамидальности, а именно разработка программного комплекса оценки финансово-экономического состояния предприятий с учетом пирамидальности «ФинЭкАнализ-1». В статье рассмотрены основные финансовые коэффициенты, группы показателей, дано определение коэффициента пирамидальности.

Ключевые слова: финансово-экономическое состояние, финансовый анализ, пирамидальность.

Bondarchuk R.V.¹, Kovalenko A.V.², Urtenov M.H.³

¹ student 5th year, Kuban state university; ² candidate of economic sciences, associate professor, Kuban state university; ³ doctor of physical and mathematical sciences, professor, Kuban state university

ASSESSMENT OF FINANCIAL CONDITION OF COMPANIES CONSIDERING PYRAMIDALITY

Abstract

Aim of the project is assessment and modeling of financial condition of companies considering pyramidality, development of program complex «FinEcAnalyze-1» for assessment of financial condition of companies considering pyramidality. The article considers financial coefficients, groups of indicators, gives the definition of pyramidality coefficient.

Keywords: financial condition, financial analysis, pyramidality.

Профессиональное управление финансами неизбежно требует глубокого анализа, позволяющего наиболее точно оценить финансово-экономическое состояние предприятий с помощью современных методов исследования. В связи с этим существенно возрастает приоритет и роль финансово-экономического анализа.

Грамотно проведенный анализ дает возможность выявить и устранить недостатки в финансовой деятельности и найти резервы улучшения финансового состояния предприятия и его платежеспособности; спрогнозировать финансовые результаты, исходя из реальных условий хозяйственной деятельности и наличия собственных и заемных средств.

Проблема объективной оценки финансового состояния компании приобретает особую значимость в условиях посткризисного оживления экономики. Результаты финансово-экономического анализа позволяют выявить недостатки управления предприятием, требующие особого внимания.

Основными, наиболее доступными и компактными источниками информации для анализа финансового состояния предприятия служат формы финансовой отчетности № 1 и 2, дающие своеобразный “моментальный снимок” финансового состояния на начало и конец отчетного периода.

Сегодня в мировой учетно-аналитической практике известно огромное количество показателей, используемых для количественной оценки состояния предприятий. Так как состояние предприятия определяется в первую очередь показателями ликвидности, финансовой устойчивости, деловой активности и рентабельности, то в дальнейшем мы ограничимся рассмотрением этих четырех групп [1]. Следует заметить, что при анализе рассматриваются не только финансово-экономические показатели, но и показатели, характеризующие уровень менеджмента на предприятии.

Ликвидность баланса - это степень покрытия обязательств предприятия такими активами, срок превращения которых в денежные средства соответствует сроку погашения обязательств [1].

Финансовая устойчивость предприятия определяется зависимостью от заемных средств и способностью свободно оперировать собственным капиталом, без риска невыплаты, либо неполной выплаты кредиторской задолженности вовремя. Эта информация также важна для контрагентов предприятия и для инвесторов. Финансовая устойчивость - это такое состояние финансов предприятия, которое гарантирует его постоянную платежеспособность.

Деловая активность предприятия проявляется, прежде всего, в скорости оборота его средств. Анализ деловой активности и рентабельности заключается в исследовании уровней и динамики разнообразных финансовых коэффициентов оборачиваемости и рентабельности, которые являются относительными показателями финансовых результатов деятельности предприятия [1]. Показатели деловой активности позволяют проанализировать эффективность использования своих средств предприятием.

Рентабельность - показатель экономической эффективности производства, характеризующий соотношение дохода (прибыли) и затрат за определенный период времени. Показатели рентабельности широко используются для оценки финансово-экономической деятельности предприятий всех отраслей. Это одни из наиболее важных показателей, которые отражают степень прибыльности деятельности предприятия [1]. Показатели рентабельности более полно, чем прибыль, характеризуют окончательные результаты хозяйственной деятельности, потому что их величина показывает соотношение эффекта с наличными или использованными ресурсами. Их применяют для оценки деятельности предприятия и как инструмент инвестиционной политике и ценообразования.

В работе [1] обосновано, что для адекватной оценки финансово-экономического состояния российского предприятия достаточно использовать всего 15 коэффициентов: коэфф. текущей ликвидности; коэфф. быстрой ликвидности; коэфф. покрытия запасов; коэфф. финансовой зависимости; коэфф. автономии собственных средств; коэфф. обеспеченности запасов собственными оборотными средствами; индекс постоянного актива; коэфф. оборачиваемости активов; коэфф. оборачиваемости кредиторской задолженности; коэфф. оборачиваемости дебиторской задолженности; коэфф. оборачиваемости запасов; коэфф. общей рентабельности; коэфф. рентабельности активов; коэфф. рентабельности собственного капитала; коэфф. рентабельности продукции (продаж).

Неопределенность состояния предприятия обладает наряду со статистической ещё и лингвистической. Связано это с неопределённостью используемых понятий, границами влияющих факторов, и т.д. Учёт лингвистической неопределённости в оценке состояния предприятия с использованием мощного аппарата теории нечётких множеств, приводит к повышению адекватности создаваемой модели [1].

В работе [1] представлены нормы по каждому частному параметру в интегральной оценке финансового состояния предприятия, была построена нечетко-множественная классификация параметров, получена оценка финансового положения предприятия как свертка текущих уровней этих факторов. Это позволяет получить интегральный показатель финансового состояния на интервале от 0 до 1 и пронормировать его по пенташкале, выделив 5 состояний: «очень высокий», «высокий», «средний», «низкий» и «очень низкий» уровень комплексного показателя.

Пирамидальность – система, в которой дистрибьютор производит оплату компании, а взамен получает некоторые права, такие как продать какой либо товар и право получать прибыль за привлечение новых участников. Если система есть пирамида, то цель, привлечение новых пользователей, стоит намного выше целей реализации товара [2]. Использование пирамидальной схемы привлечения средств приводит организацию к финансовой пирамиде, когда оно становится единственным (в этом случае мы будем говорить о чистой финансовой пирамиде) или доминирующим способом деятельности (в этом случае мы будем говорить о признаках финансовой пирамиды в деятельности финансовой организации) [3].

В последнем случае можно ввести коэффициент пирамидальности [3] за период T:

$$k_{nup} = \max\left(\frac{D_{nup}}{D_{np} + D_{nup}}, \frac{R_{nup}}{R_{np} + R_{nup}}\right)$$

, где $D_{nup}, D_{np}, R_{nup}, R_{np}$ – соответственно доход, полученный за счет взносов новых клиентов, производственной деятельности, а также расходов на обслуживание «старых»

клиентов, и производственные расходы за период T. Чем ближе k_{nup} к 1, тем более явственнее в деятельности финансовой организации проявляются черты финансовой пирамиды [3].

Была разработана и внедрена в программный комплекс нечеткая продукционная система, позволяющая эффективно и адекватно оценить финансово-экономические показатели. Созданный в среде визуального программирования Embarcadero Delphi XE программный комплекс «ФинЭкАнализ-1» (Рисунок 1 и 2) позволяет моделировать и оценивать состояние предприятия по различным категориям факторов (финансовая устойчивость, деловая активность, рентабельность, ликвидность, платежеспособность, общее состояние), оценивать, насколько в предприятии проявляются черты финансовой пирамиды, используя коэффициент пирамидальности, а затем выводить результаты в виде текста и графиков в MS Word.

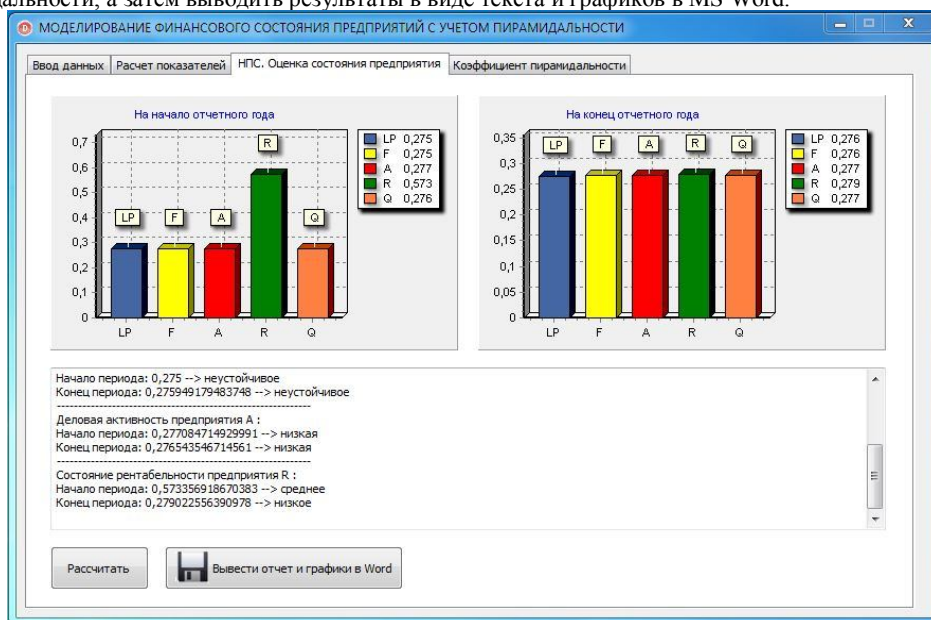


Рисунок 1 – Главное окно программы «ФинЭкАнализ-1»

Показатель	Код	На начало отчетного года	На конец отчетного года
Коэффициент быстрой ликвидности	L1	1,77903108053536	0,783280804165498
Текущий коэффициент ликвидности	P1	2,09248336339448	1,01359607407298
Коэффициент покрытия запасов	L3	-141,840182469349	85,0360738753799
Коэффициент финансовой зависимости	F1	0,939050345424481	0,713986305352359
Коэффициент автономии собственных средств	F2	0,440817517438265	0,583435233337189
Коэффициент обеспеч. запасов собств. обор. средствами	F3	-5,66492497320472	-2,45748948209596
Индекс постоянного актива	F4	1,57115638871382	1,2528337020932
Коэффициент оборачиваемости активов	A2	0,117197948240394	0,0900507740166851
Коэффициент оборачиваемости кредиторской задолж.	A4	2,03800400260211	1,21468764219807
Коэффициент оборачиваемости дебит. задолж	A5	0,519557270171815	0,512294913925053
Коэффициент оборачиваемости запасов	A6	2,03300231354404	1,32662449013375
Коэффициент общей рентабельности	R1	26,3668154955531	7,86642142864358
Коэффициент рентабельности активов	R2	0,0309013667771185	0,00967261076941518
Коэффициент рентабельности собственного капитала	R3	7,01001333991818	1,65787223957814
Коэффициент рентабельности продукции	R4	14,3301398941964	11,5357448405603

Рисунок 2 – Таблица основных коэффициентов и их расчет

Литература

1. Барановская Т.П., Кармазин В.Н., Коваленко А.В., Уртенев М.Х. Современные математические методы анализа финансово-экономического состояния предприятия: монография. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – 224 с.
2. Multilevel Marketing // Encyclopedia of Small Business, 2007. [Электронный ресурс] URL: <http://www.encyclopedia.com/doc/1G2-2687200391.html> (Дата обращения: 11.06.2013).
3. Чагаров Р. Х., Коваленко А.В., Уртенев М.Х. Математическое моделирование деятельности финансовой пирамиды. Часть 1 // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – №82(08).

Булатбаев Ф.Н.¹, Булатбаева Ю.Ф.²

¹Кандидат технических наук, доцент, Карагандинский Государственный Технический Университет; ²магистр технических наук, ассистент, Карагандинский Государственный Технический Университет

МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВТУЛОК РЫЧАЖНОЙ ПЕРЕДАЧИ ТОРМОЗНОГО УСТРОЙСТВА ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ МАШИН

Аннотация

При интенсивной эксплуатации в элементах рычажно-шарнирного механизма тормозного устройства шахтных подъемных машин возникают повреждения, связанные с появлением зазоров вследствие износа контактных поверхностей втулок. В статье проведены исследования моделей шарнирных соединений с различными конструктивными параметрами и освещен разработанный метод восстановления шарниров без полного разбора механизма тормозного устройства.

Ключевые слова: Шарнир, износ, втулка, контактные напряжения.

Bulatbayev F.N.¹, Bulatbayeva J.F.²

¹PhD in technical Sciences, associate professor, Karaganda State Technical University

²Master of technical Sciences, assistant, Karaganda State Technical University

METHOD OF RESTORING MINE HOISTING MACHINE BRAKE UNIT LEVER TRANSMISSION BUSHING

Abstract

With heavy use in the elements lever-hinge mechanism braking winders of damages associated with the emergence of gaps due to wear of contact surfaces of plugs. The article studied models of joints with different design parameters and lit the developed method recovery hinges without full parsing mechanism brake.

Keywords: Joint, wear, bushing, contact stress.

Одним из важнейших элементов в технологической цепочке добычи полезных ископаемых на шахах и рудниках является подъемно-транспортное оборудование. Интенсификация очистных и подготовительных работ требует непрерывного увеличения мощности и производительности шахтных подъемных установок. С увеличением производительности возрастает значение обеспечения нормативной надежности, так как в этих условиях отказы грузовых подъемных установок приводят к значительной потере добычи полезного ископаемого, отказы людских подъемов – к появлению опасности для жизни людей. Решение задачи повышения технического уровня, износостойкости и надежности конструктивных частей подъемно-транспортное оборудования, является одним из основных приоритетов развития горного машиностроения.

Тормозное устройство - одно из самых сложных и ответственных устройств подъемной установки, являющееся конечным звеном в цепи защитных средств. К нему предъявляются повышенные требования, так как от его совершенства зависит надежность и безопасность работы подъемной установки [1].

В процессе эксплуатации подъемных установок возникают значительные тормозные усилия в элементах тормозного устройства, как в нормальных режимах, так и в аварийных ситуациях при резких остановках подъемного сосуда в шахтном стволе [2]. Заедание шарниров или чрезмерный их износ может стать причиной серьезной аварии. Шарнирные соединения тормозной системы необходимо своевременно ремонтировать.

Износ шарнирных соединений тормозного устройства шахтных подъемных машин может быть результатом конструктивных особенностей, механических свойств материала контактирующих поверхностей, технологии и качества изготовления, вида трения, наличие на поверхности трения абразивных частиц, условий эксплуатации и режимов работы. Для предотвращения преждевременных отказов в работе тормозного устройства, необходимо еще на стадии проектирования наиболее полно учитывать все факторы, оказывающие влияние на износ шарниров.

Между тем не используются возможности обеспечения нормативной надежности шарнирных соединений за счет увеличения площади контактных поверхностей. Исходя из вышесказанного, установление рациональных конструктивных параметров элементов шарнирных соединений является актуальной задачей. Для решения этой задачи на первом этапе необходимо определение напряжений на поверхности сопряжения шарнира. С помощью имитационного моделирования проводился анализ возникновения контактных напряжений в зависимости от геометрической формы и площади поверхности контакта втулок.

Экспериментальные исследования моделей шарниров с различными конструктивными параметрами

Исследовались типовые шарниры с цилиндрической внутренней поверхностью. Кроме этого были предложены втулки с частичной конической расточкой (с разными отношениями цилиндрической и конической части) и втулки с полной конической расточкой на всю длину [3].

Эксперимент проведен с пятью имитационными моделями шарниров с различными конструктивными параметрами (рисунок 1).

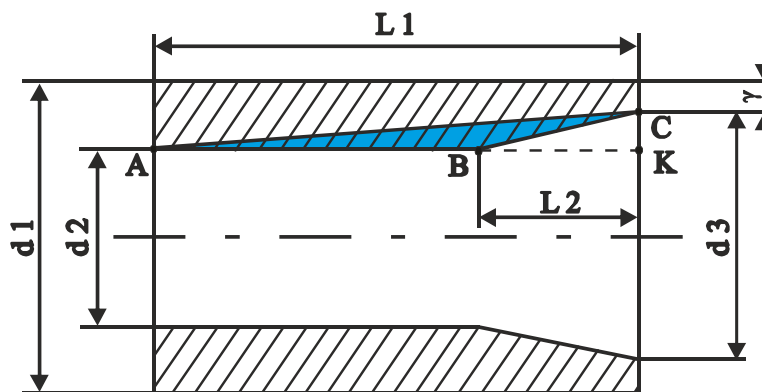
Имитационные модели имеют следующие различия:

- первый вариант – типовая конструкция с цилиндрической внутренней поверхностью втулки по линии АК с диаметром d_2 ;
- второй вариант имеет частичную коническую расточку внутренней поверхности втулки на 0,1 ее длины по линии ABC с диаметрами d_2 и d_3 ;
- третий вариант имеет частичную коническую расточку внутренней поверхности втулки на 0,35 ее длины по линии ABC с диаметрами d_2 и d_3 ;
- четвертый вариант имеет частичную коническую расточку внутренней поверхности втулки на 0,7 ее длины по линии ABC с диаметрами d_2 и d_3 ;
- пятый вариант имеет полную коническую расточку внутренней поверхности втулки на всю ее длину по линии AC с диаметрами d_2 и d_3 .

Благодаря использованию конической поверхности увеличивается площадь контакта поверхностей втулки и пальца, в результате снижаются контактные напряжения при эксплуатационных нагрузках, и уменьшается износ контактных поверхностей втулки. Исследования имитационной модели пары «втулка-палец» с использованием пакета прикладных программ ANSYS показали, что приложение внешних нагрузок изменит распределение напряжений в зоне, подверженной износу.

Экспериментальным путем установлена зависимость напряжений на контактной поверхности втулки от глубины расточки по отношению к ее общей длине. Благодаря использованию конической поверхности увеличивается площадь контакта поверхностей втулки и пальца, в результате снижаются контактные напряжения при эксплуатационных нагрузках. Геометрический смысл этого явления демонстрируется на рисунке 1. Уменьшение износа втулки происходит за счет увеличения площади контакта втулки с пальцем, так как площадь контакта по поверхности тела с образующей ABC больше, чем площадь контакта по поверхности с образующей АК. Сумма длин сторон АВ и ВС больше длины стороны АС, следовательно, образующая линия с перегибом ABC более эффективна чем прямая линия АС. При конструировании, точка С определяется из условия смятия втулки. Угол наклона $\angle CBK$ должен быть больше угла конуса Морзе (7°). При углах расточки менее 7° может появляться схватываемость сопрягаемых поверхностей и заклинивание шарнира.

Анализ полученных зависимости напряжений на контактной поверхности втулок различных конструкций позволил определить рациональную форму втулки шарнира. Глубины расточки конической части составляет 0,35 ... 0,7 от общей длины втулки.



L1 - длина втулки; L2 - глубина расточки внутренней конической поверхности втулки; d1- наружный диаметр втулки; d2 - внутренний диаметр втулки; d3 - больший внутренний диаметр втулки после расточки; γ - минимальная возможная толщина стенки втулки из условия смятия

Рис. 1 – Продольное сечение втулки

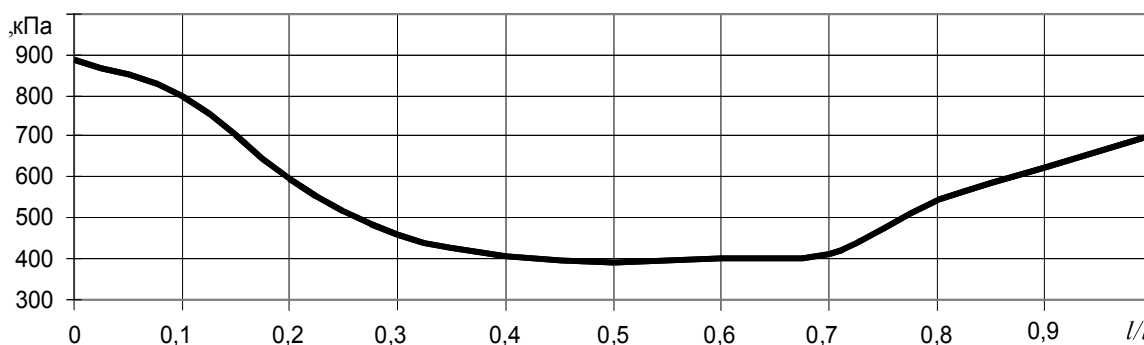


Рис. 2 - Зависимость напряжений на контактной поверхности втулки от глубины расточки по отношению к ее общей длине

Разработанный метод восстановления шарниров

Целью разработанного метода восстановления шарниров, является расширение технологических возможностей ремонта и увеличения ресурса работы шарнирных соединений механизма тормозного устройства шахтной подъемной машины.

Сущность технического решения заключается в возможности восстановления шарнирного соединения без полного разбора механизма тормозного устройства шахтной подъемной машины.

Известны различные способы восстановления шарнирных соединений тормозного устройства шахтных подъемных машин. Недостатками этих способов является необходимость выполнения разбора механизма тормозной системы для запрессовки вкладышей, сложность технологии установки вкладыша, необходимость двойной расточки до и после установки вкладыша. Это сопряжено с определенными технологическими трудностями, так как приходится выполнять демонтаж элементов тормозного механизма и остановку работы шахтной подъемной машины на достаточно длительный срок.

Типовые втулочно-пальцевые элементы шарнирных соединений механизма тормоза имеют относительно малый срок службы, так как в результате износа образуются недопустимые зазоры в элементах шарнирных соединений [4]. Это в свою очередь влечет за собой невозможность установки нормативных зазоров между тормозными колодками и тормозным ободом органа навивки каната. Такое состояние тормозного устройства может привести к заклиниванию механизма и разрушению отдельных элементов. Для замены изношенных шарнирных соединений на новые производят полную разборку механизма тормозного устройства, демонтаж изношенных втулок, а затем запрессовку новых втулок в мастерских. В результате мы имеем ущерб от простоя подъемно-транспортного оборудования и затраты на его последующую регулировку и наладку.

Предлагаемый способ ремонта может применяться для типовой конструкции промышленного изготовления втулочно-пальцевых элементов шарнирных соединений тормозного устройства шахтных подъемных машин типа НКМЗ 2Ц-4х2,3; 2Ц-5х2,3; 2Ц-5х2,4 и 2Ц-6х2,4.

Исследования показали, что основными причинами выхода из строя втулочно-пальцевой пары являются следующие факторы: увеличение зазоров по причине износа втулки, предельные контактные напряжения в процессе эксплуатации, недостаточно эффективное распределение смазки по контактным поверхностям. Для изготовления втулки используется чугун (СЧ), а для пальца – высокоуглеродистая сталь марки СТ45Х. Данная пара обладает низкой износостойкостью, но при этом возможно повторно использовать изношенную втулку несколько раз в течение нескольких межремонтных периодов.

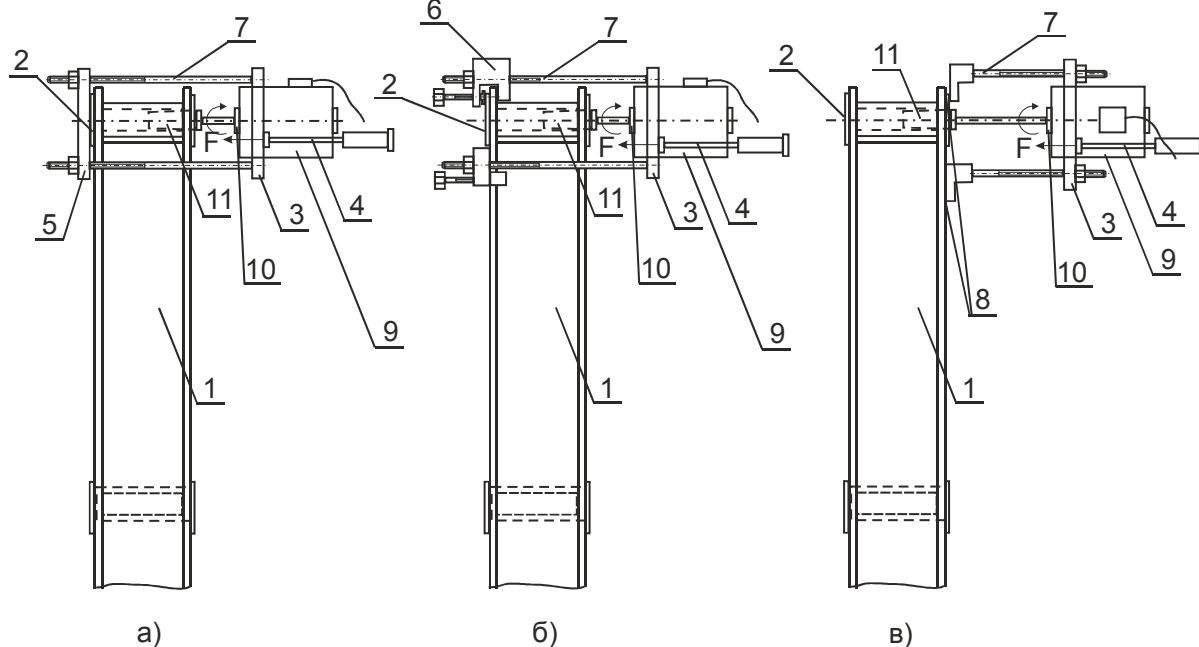
Разработанный метод позволяет уменьшить затраты и сократить время на ремонтно-восстановительные работы механизма тормозного устройства шахтной подъемной машины. Восстановление втулки шарнира осуществляется без полного разбора механизма тормозного устройства шахтной подъемной машины. Технология предусматривает расточку цилиндрического конического отверстия втулки на месте ее установки, мобильным фрезерным устройством. Расточка отверстия втулки вдоль ее геометрической оси производится цилиндрической и конической фрезой. Коническая часть составляет 0,35 от общей длины втулки. В расточенное отверстие втулки устанавливается палец соответствующей конфигурации. Экономически целесообразно использование втулки, в два ремонтных периода, без ее демонтажа и разборки всего механизма. При повторном восстановлении коническую часть растачивают на 0,7 от общей длины втулки. Коническая форма позволяет увеличить площадь контактных поверхностей, исключить радиальный перекос при монтаже пальца, а также ограничить торцевое перемещение пальца во втулке в процессе эксплуатации. Все это увеличивает срок службы шарнирного соединения механизма тормозного устройства.

Способ восстановления шарнирных соединений механизма тормозного устройства шахтных подъемных машин представлен на рисунке 3. Восстанавливаемая втулка 2, на которой производится ремонт, располагается на тормозной балке 1. На рисунках 3 а, б, в, показано расположение мобильного устройства 3 для расточки втулок с использованием конической фрезерной насадки. Для первоначальной обработки используется зенкер, а для более точной обработки внутренней поверхности втулки – развертка. Обеспечение подачи режущего инструмента осуществляется пневматическим цилиндром 4. Направление силы F должно совпадать с геометрической осью втулки.

Крепление мобильного устройства расточки выполняется тремя основными способами: при помощи траверсы 5 (рисунок 3 а); с использованием струбцин 6 (рисунок 3 б); с привариванием элементов крепления 8 к боковым поверхностям балки (рисунок 3 в). Наилучшие условия расточки обеспечивает последний способ крепления.

При выполнении ремонта, предварительно устанавливают величину зазора и степень износа пары «втулка-палец». Экспериментальные исследования показали, что характерным является равномерный износ всей поверхности втулки рычажной передачи на всю глубину, что приводит к увеличению зазора между пальцем и втулкой. Превышение нарушает нормальную работу шарнира и требует замены втулки.

Шарнир, с превышением допустимого значения зазора разбирают. Используя мобильную фрезерную установку выполняют расточку отверстия фрезой 11 цилиндрической и затем до частично конической формы. Направляющие устройства 7 и пневмоцилиндр 4 обеспечивают, необходимые параметры движения рабочего органа устройства расточки, вращение которого происходит через редуктор 10 от электропривода 9.



а - крепление мобильного устройства расточки при помощи траверсы; б - крепление мобильного устройства расточки с использованием струбцин; в - крепление мобильного устройства расточки на сварке; 1 – тормозная балка; 2 – втулка шарнира; 3 – мобильное устройство расточки; 4 – пневматический цилиндр; 5 – траверса; 6 – ступица; 7 – направляющие устройства; 8 – элементы крепления с помощью сварки; 9 – электропривод; 10 – редуктор; 11 – фреза

Рисунок 3 – Способы крепления мобильного устройства восстановления шарниров

Для восстановления рабочих поверхностей втулок шарниров тормозных устройств шахтных подъемных машин и ликвидации превышения допустимого зазора, выполняют расточку до первого ремонтного размера. Выполним первоначальный замер диаметров $d_1; d_2$ и длины L_1 (рисунок 4). Глубина расточки внутренней конической поверхности втулки L_3 (рисунок 5) выбирается как часть от общей длины L_1 (коническая часть составляет 0,35 от общей длины втулки). Оставшуюся часть длиной L_2 , растачивают до цилиндрической формы, с диаметром нового отверстия d_3 , равным $d_2 + 2\Delta_{изн}$ ($\Delta_{изн}$ – величина радиального износа

$$tg\varphi = \delta / L_3$$

внутреннего диаметра втулки). Угол расточки: . Большой внутренний диаметр втулки d_4 определяется из условия смятия втулки. Максимальный угол конической расточки втулки ограничивается ее наружным диаметром. Минимальный угол конической расточки ограничивается величиной 7° (конуса Морзе). Соединительный палец имеет аналогичную конфигурацию внутренней поверхности втулки по первому ремонтному размеру с учетом допусков и посадок.

После определенного периода работы, между рабочими поверхностями сопряжения втулки и пальца, вновь образуется зазор, влияющий на нормальную работу механизма. В этом случае можно повторно произвести восстановление внутренней поверхности втулки до второго ремонтного размера (коническая часть составляет 0,7 от общей длины втулки), где диаметр d_3 второго ремонтного размера равен сумме диаметра цилиндрической части первого ремонтного размера и $2\Delta_{изн}$.

Коническая форма позволяет исключить радиальный перекос при монтаже пальца и ограничить торцевое перемещение пальца во втулке в процессе эксплуатации. С учетом выше сказанного можно утверждать об увеличении ресурса работы втулки шарнирного соединения тормозного устройства шахтных подъемных машин.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований использованы при восстановлении шарниров тормозных устройств на подъемных машинах дренажной шахты ТОО «Богатырь Комир». Работы производились непосредственно на подъемных установках во время краткосрочных остановок оборудования без демонтажа механизма тормозной системы. Всего на различных установках восстановлено 30 втулок шарнирных соединений.

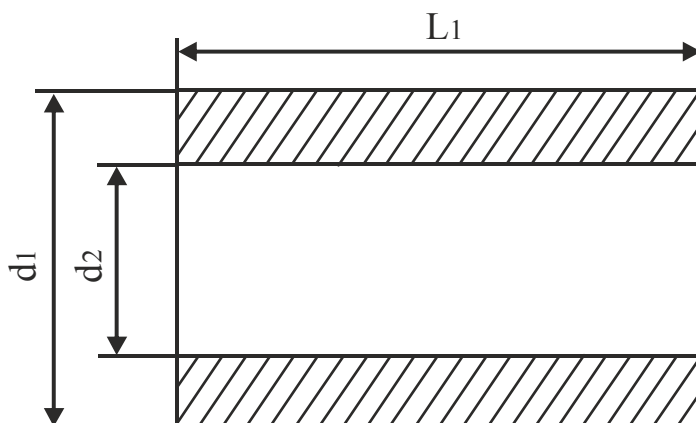


Рисунок 4 – Конструкция типовой втулки

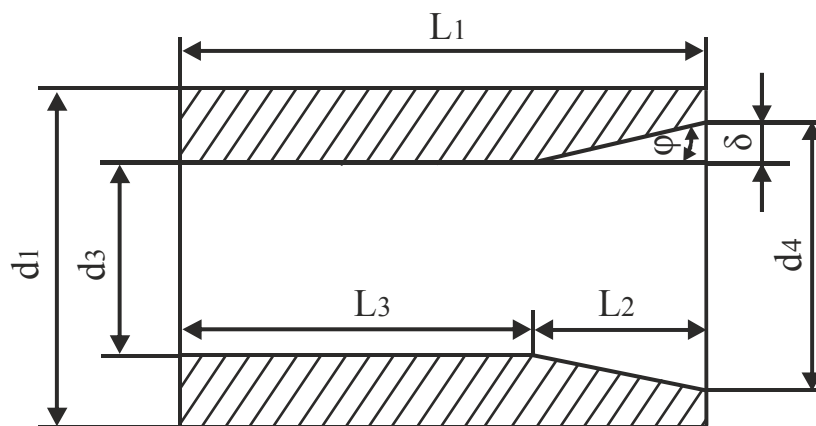


Рисунок 5 – Конструкция втулки с частичной конической расточкой

Выводы. Проведенные экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния различных конструкций шарниров (имитационное моделирование) позволили определить параметры расточки внутренней поверхности втулки с наименьшим напряжением в зоне контакта втулки и пальца. Интервал расточки втулки составляет от 0,35 до 0,7 ее полной длины. Увеличение площади контактных поверхностей втулочно-пальцевой пары за счет конической расточки уменьшает износ шарнирного соединения.

Литература

- 1 Неисправности шахтных подъемных установок / Под ред. Бежок В.Р., Грузутин Р.Я., Калинин В.Г., Чайка Б.Н. – М.: Недра, 1991. – 368 с.
- 2 Мехтиев А.Д., Югай В.В. Современное состояние и проблемы эксплуатации шахтных подъемных машин Карагандинского угольного бассейна // Научно-аналитический и производственный журнал «Горное оборудование и электромеханика». – 2011. – №6– С. 26-29.
- 3 Булатбаев Ф.Н., Мехтиев А.Д., Лихачев В.В. Определение контактных напряжений поверхностей сопряжения шарнирного соединения тормозного устройства шахтных подъемных машин // Труды университета.– Караганда: Изд – во КарГТУ, 2011. Выпуск 4. – С. 50-52.
- 4 ГОСТ 25603-83. Шарниры. Типы и основные размеры. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 21 с.

Вавилов В.Е.

Ассистент, Уфимский государственный авиационный технический университет

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ СТАТИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВАЛА В ГИБРИДНЫХ МАГНИТНЫХ ПОДШИПНИКАХ

Аннотация

В статье произведен анализ условий статического равновесия вертикального вала магнитоэлектрического генератора на гибридных магнитных подшипниках (ГМП) с учетом осевых электромагнитных сил. Полученные результаты могут являться основой для разработки математического аппарата и методики проектирования ГМП в подобных устройствах.

Ключевые слова: гибридный магнитный подшипник; электромеханический преобразователь энергии с вертикальным валом; условия статического равновесия.

Vavilov V.E.

Assistant, Ufa State Aviation Technical University

ANALYSIS OF STATIC EQUILIBRIUM VERTICAL SHAFT IN A HYBRID MAGNETIC BEARINGS

In the article the analysis of the conditions of static equilibrium of the vertical shaft magneto generator for hybrid magnetic bearings (HMB) with the axial electromagnetic forces. The results can be the basis for the development of mathematical tools and design techniques HMB in such devices.

Keywords: hybrid magnetic bearing; electromechanical energy converter with a vertical shaft, the conditions of static equilibrium.

Одним из достоинств гибридных магнитных подшипников, далее ГМП, перед прочими магнитными опорами является возможность обеспечения левитации ротора электромеханического преобразователя энергии (ЭМПЭ) в статическом режиме при отсутствии электрического питания системы управления ГМП, что в свою очередь приводит к снижению энергопотребления комплекса ЭМПЭ–ГМП.

В связи с этим задачей данной работы является определение условий статического равновесия ротора ЭМПЭ на ГМП. При решении поставленной задачи рассматривается высокоскоростной магнитоэлектрический генератор, в виду того, что применение ГМП в данном типе устройств наиболее перспективно [1]. Расположение вала выбрано вертикальным с целью минимизации радиальных усилий действующих на ГМП [2]. Расчетная схема ЭМПЭ на ГМП представлена на рисунке 1.

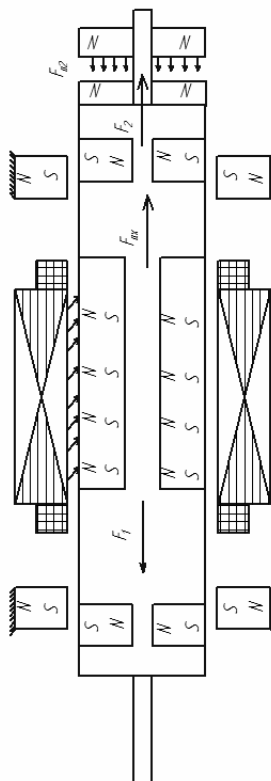


Рис. 1. Расчетная схема ЭМПЭ на ГМП

Баланс сил рассматриваемого ЭМПЭ в статическом режиме определяется в виде:

$$F_1 + mg - F_{o1} + F_{o2} - F_2 \pm F_{ax} = 0, \quad (1)$$

где F_1, F_2 – осевые составляющие силы первого и второго ГМП соответственно; F_{o1}, F_{o2} – силы отталкивания осевых вспомогательных магнитных подшипников на постоянных магнитах (МПМ) соответственно; m – масса ротора ЭМПЭ; F_{ax} – осевые силы ЭМПЭ.

Осевые силы ЭМПЭ принимаются в следующем виде [3]:

$$F_{ax} = -\pi(D + \delta)l_{\delta} \delta \frac{\mu_0 (B_{\delta m} \sqrt{\delta^2 + x_0^2})^2 x_0}{2(x_0^2 + \delta^2)^2 \mu_0} \quad (2).$$

где μ_0 – магнитная проницаемость вакуума; δ – среднее значение воздушного зазора; x_0 – величина аксиального смещения; D – внешний диаметр ротора; l_{δ} – длина пакета статора.

Для анализа изменения осевой составляющей силы от изменения смещения автором были проведены численные расчеты по выражению (2) в пакете *Mathcad 15*, результаты представлены на рисунке 2.

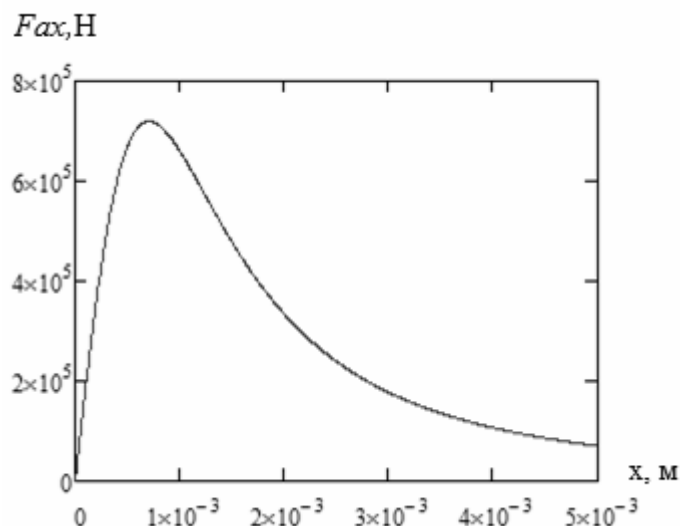


Рис. 2. Зависимость осевой составляющей силы от осевого смещения

Анализ зависимости, рисунок 2, показал, что изменение осевой составляющей силы ЭМПЭ имеет экстремум при определенной величине смещения, после чего происходит ее уменьшение. Другими словами для обеспечения статического равновесия необходимо минимизировать величину осевого смещения ротора, что может быть достигнуто минимизацией осевого зазора в дополнительных МППМ.

Анализируя расчетную схему, рисунок 1, можно прийти к следующему умозаключению, что условия статического равновесия вертикального ротора на ГМП при минимальных массогабаритных показателях последнего могут быть достигнуты только в том случае если осевая составляющая силы ЭМПЭ направлена противоположно силе тяжести. Другими словами при условии что:

$$F_2 > F_1 + mg, \quad (3)$$

Причем разница между левой и правой частью неравенства (3) должна стремиться к минимуму и не превышать 1–3%. Что может быть достигнуто установкой внутренних магнитных колец первого и второго ГМП с различным осевым смещением.

Таким образом, в результате проведенного теоретического определены возможные условия статического равновесия электромеханических преобразователей энергии с вертикальным валом на гибридных магнитных подшипниках. Полученные результаты могут быть использованы на практике при проектировании преобразователей энергии с вертикальным валом на гибридных магнитных подшипниках, например гидрогенераторов.

Литература

1. Герасин, А.А., Исмагилов, Ф.Р., Хайруллин, И.Х., Зюков, М.М., Вавилов, В.Е. Имитационная модель электромеханических преобразователей энергии с учетом процессов в подшипниковых опорах/ А.А. Герасин, Ф.Р. Исмагилов, И.Х. Хайруллин, М.М. Зюков, В.Е. Вавилов, // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2013 – №2. – с.35–39.
2. Хайруллин, И.Х., Исмагилов, Ф.Р., Вавилов, В.Е., Пашали Д.Ю. Высокоскоростная магнитоэлектрическая машина с вертикальным валом/ И.Х. Хайруллин Ф.Р. Исмагилов В.Е. Вавилов Д.Ю. Пашали : Пат. 2475928 РФ, МПК H02K 21/22, Заявлено 16.06.2011; Опубл. 20.02.2013, Бюл. №5
3. Вольдек, А. И. Электрические машины : учебник для электротехнических специальностей вузов / А. И. Вольдек .— 3-е изд., перераб. — Ленинград : Энергия, 1978 .— 832 с.

Гладкова Д. В.¹, Уртенев М. Х.², Коваленко А. В.³

¹ Студентка; ² доктор физико-математических наук, профессор; ³ доцент, кандидат экономических наук, Кубанский государственный университет

АВТОМАТИЗАЦИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНОГО АНАЛИЗА РОССИЙСКИХ ЦЕННЫХ БУМАГ

Аннотация

В статье рассмотрено – разработанная программа, автоматизирующая процесс выполнения фундаментального анализа российских ценных бумаг по годовым и квартальным балансовым отчетам, проведен фундаментальный анализ ценных бумаг компаний ОАО «Газпром», ОАО «Роснефть», ОАО «Татнефть», ОАО «Башнефть», ОАО «Славнефть» с помощью разработанного приложения.

Ключевые слова: автоматизация, фундаментальный анализ, акция, ликвидность, платежеспособность, финансовая устойчивость, деловая активность.

Gladkova D. V.¹, Urtenov M. H.², Kovalenko A. V.³

¹ Student; ² doctor of physical and mathematical sciences, professor; ³ associate professor, Candidate of Economic Sciences, Kuban State University

AUTOMATION OF THE FUNDAMENTAL ANALYSIS OF THE RUSSIAN SECURITIES

Abstract

The article considers the developed program automating process of implementation of the fundamental analysis of the Russian securities on annual and quarterly balance sheets, the fundamental analysis of securities of the companies of JSC Gazprom, JSC Rosneft, JSC Tatneft, JSC Bashneft, JSC Slavneft by means of the developed application is carried out.

Keywords: automation, fundamental analysis, equity, liquidity, solvency, financial stability, business activity.

Интерес к рынку ценных бумаг огромен. Это связано с тем, что в развитых странах вложение денежных средств в ценные бумаги является более перспективным, а значит, более надежным и прибыльным, чем наличные деньги.

Исследование показало, что среди большого многообразия ценных бумаг у инвестора могут возникнуть некоторые сложности, связанные, например, с выбором той или иной бумаги, той или иной инвестиционной цели.

Фундаментальный анализ включает в себя широкий набор различных методов определения инвестиционной привлекательности отраслей и эмитентов. Каждый инвестор самостоятельно формирует список наиболее важных для него критериев, основываясь на собственных инвестиционных предпочтениях. Причем состояние предприятия не может быть выражено

каким-либо одним показателем, оно характеризуется рядом показателей, каждый из которых отражает лишь конкретную сторону финансовой деятельности, и цельное суждение об этом можно получить, оценивая всю совокупность частных показателей, главным из которых является рентабельность.

С целью упрощения анализа финансово-экономического состояния предприятия и сокращения затрат времени на его проведение в дипломной работе разработано приложение, автоматизирующее процесс проведения фундаментального анализа. Приложение реализовано в среде визуального программирования Borland Delphi 7.

Программа выполняет 4 вида анализа, каждый из которых включает в себя наиболее часто используемые коэффициенты. В общей сложности в разработанном приложении рассчитываются 14 коэффициентов, определяющих финансово-экономическое состояние предприятия, и балансовая стоимость акций.

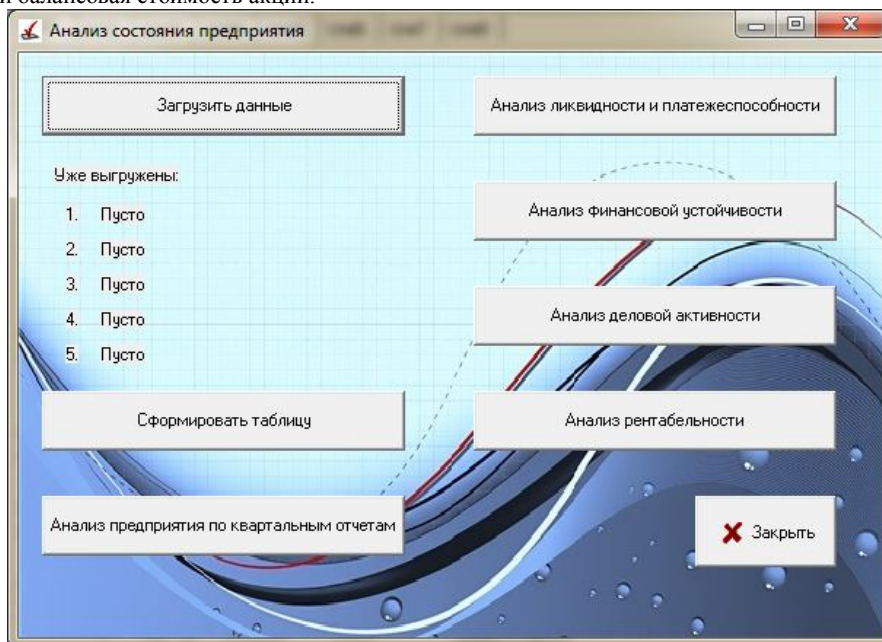


Рис. 1 – Главное окно программы

Используя итоговую таблицу, изображенную на рисунке 15, произведем анализ вычисленных данных и определим, какие из выбранных предприятий наиболее перспективны для финансовых инвестиций с точки зрения рассмотренных критериев.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1		L1	L2	F1	F2	F3	F4	A1	A2	A3	A4	R1	R2	R3	R4		Балансовая стоимость акции
2	OAO "Газпром"	0,430287	0,472752	0,272924	0,785593	1,165671	1,20345	0,364615	8,998622	1,817916	4,869937	0,138954	0,055436	0,070566	0,271415		332,9701482
3	OAO "Татнефть"	4,185104	4,252302	0,253778	0,79759	8,35768	0,640685	0,726065	14,95212	4,575259	8,202725	0,305608	0,140566	0,176238	0,296098		173,6363509
4	OAO "Башнефть"	0,938874	1,283161	0,768686	0,565391	-3,34884	1,412872	1,148849	20,80806	18,77254	5,23751	0,166381	0,122047	0,215863	0,150822		1903,993938
5	OAO "Славнефть"	-0,10954	-0,11628	-0,51554	2,064161	54,69514	0,411353	0,737148	18,66375	21,43973	0,378756	0,182291	0,091564	0,044359	0,140274		-
6	OAO "НК Роснефть"	3,157489	3,225845	0,95603	0,51124	0,582637	1,21389	1,041601	17,20956	7,794347	12,44317	0,139202	0,121389	0,23744	0,094029		119,3061962

Рис. 2 – Сводная итоговая таблица всех коэффициентов для анализируемых предприятий

В итоге наименее благоприятным финансовым состоянием обладает компания ОАО «Славнефть». С точки зрения рассмотренных критериев привлекательными компаниями для инвестиций оказались ОАО «Башнефть», ОАО «Татнефть» и ОАО «НК Роснефть». Компания ОАО «Газпром» имеет не по всем критериям успешное финансовое состояние, но, тем не менее, исключать ее из списка компаний для вложения средств нельзя, поскольку компания является частично государственной и кроме рыночного регулирования подлежит также государственному регулированию.

Проанализируем балансовую стоимость акций рассматриваемых предприятий.

	OAO "Газпром"	OAO "Татнефть"	OAO "Башнефть"	OAO "Славнефть"	OAO "НК Роснефть"
Балансовая цена акции	332,9701482	173,6363509	1903,993938	-	119,3061962
Диапазон рыночных цен за 2012 год	112-170	150-210	1500-2000	-	190-280

Рис. 3 – Сравнительная таблица балансовой стоимости акций и рыночных цен

Значения рыночных цен на акции не сильно отличаются от балансовой стоимости у компаний ОАО «Татнефть» и ОАО «Башнефть». В первом полугодии 2013 года у этих компаний наблюдается волатильность цен в пределах балансовой стоимости. Рыночная цена акций ОАО «НК Роснефть» в 2 раза превышает балансовую стоимость и как следствие на рынке наблюдается падение этой цены в первом полугодии 2013 года. Балансовая стоимость бумаг ОАО «Газпром» намного превышает их рыночную стоимость и, казалось бы, компания привлекательна со стороны инвестирования, однако противоречие в анализе финансовых показателей и государственное урегулирование данной компании ставили под сомнение целесообразность инвестирования. В 2013 году наблюдается устойчивое падение рыночной цены.

Компания ОАО «Славнефть» выпустила 4 вида различных акций, соответствующих ее дочерним компаниям, поэтому, чтобы посчитать балансовую стоимость акции, необходимы бухгалтерские отчеты дочерних предприятий. Поскольку в открытом доступе находится только консолидированный отчет всей группы компаний, то вычислить балансовую стоимость не представляется возможным.

Проанализировав вычисленные данные в период с 2010 года по 2012 год, определим, перспективно ли предприятие для финансовых инвестиций с точки зрения рассмотренных критериев.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1		2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2011-4	2012-1	2012-2	2012-3	2012-4
2	L1	0,513944	0,32328	0,217747	0,360179	0,475973	0,392771	0,17956	0,228787	0,342648	0,200145	0,177113	0,127565
3	L2	0,946631	0,81969	0,762835	0,778374	0,820833	0,84292	0,649235	0,550253	0,593797	0,485057	0,58983	0,472752
4	F1	0,244755	0,239633	0,246566	0,265414	0,242554	0,230816	0,260507	0,262921	0,24842	0,286382	0,264833	0,272924
5	F2	0,803371	0,806691	0,802204	0,790255	0,804794	0,812469	0,793332	0,791815	0,801012	0,777374	0,790618	0,785593
6	F3	3,019131	2,733447	2,575484	2,889198	5,852227	5,215426	4,31343	3,234292	5,881647	4,002244	3,699401	1,165671
7	F4	0,918716	0,904705	0,888122	0,885475	0,835284	0,81513	0,801555	0,87945	0,835396	0,850489	0,829111	0,948143
8	A1	0,103743	0,182708	0,25956	0,367931	0,133369	0,228241	0,302293	0,371205	0,104371	0,184036	0,265537	0,364615
9	A2	1,763709	3,472498	4,531014	4,194741	1,743004	3,165651	4,178237	5,024881	1,287206	1,974228	4,209247	5,264578
10	A3	0,508128	0,836854	1,105201	1,553074	0,499403	0,818937	0,973663	1,488026	0,387871	0,650734	0,928268	1,817916
11	A4	1,863663	2,781855	3,349736	5,102651	2,493255	3,349911	3,590751	5,16795	1,96076	2,842921	3,40569	4,869937
12	R1	0,257245	0,158054	0,151563	0,135591	0,324248	0,226973	0,18112	0,198013	0,252142	0,176429	0,160648	0,138954
13	R2	0,024866	0,035196	0,042089	0,046573	0,036204	0,060179	0,065941	0,092647	0,029376	0,038479	0,05147	0,05436
14	R3	0,030952	0,04363	0,052466	0,058935	0,044986	0,074069	0,08312	0,117006	0,036674	0,049498	0,065101	0,070566
15	R4	0,316017	0,286878	0,265437	0,28547	0,345542	0,339233	0,321751	0,337167	0,314588	0,299722	0,275917	0,271415

Рис. 4 – Сводная итоговая таблица всех коэффициентов для анализируемого предприятия

В итоге можно сделать следующие выводы:

- Платежеспособность и ликвидность предприятия имеет годовую цикличность и общую падающую тенденцию;
- Финансовая устойчивость также имеет годовую цикличность и постоянную среднюю тенденцию, то есть ситуацию по данным показателям можно считать неизменной за рассматриваемый период;
- Деловая активность имеет равные годовые циклы с максимумом в конце года и минимумом в начале года, тенденция данных показателей между годами не наблюдается;
- Рентабельность по активам и капиталу является слабо растущим фактором, а рентабельность по продукции имеет падающую тенденцию.

В результате были выявлены компании лидеры (ОАО «Газпром», ОАО «Роснефть» и ОАО «Башнефть») и аутсайдеры (ОАО «Славнефть») с точки зрения рассматриваемых критериев. ОАО «Газпром» финансово устойчиво и имеет постоянные циклы деловой активности, но у нее снижается платежеспособность и рентабельность по продукции при растущей рентабельности активов.

Литература

1. Миркин, Я. Рынок ценных бумаг России: воздействие фундаментальных факторов, прогноз и политика развития [Текст] / Под ред. Я. Миркин. – М.: Альпина Паблишер, 2002. – 624 С.
2. Барановская Т.П., Коваленко А.В., Ургенов М.Х., Кармазин В.Н., Современные математические методы анализа финансово-экономического состояния предприятия. [Электронный ресурс]. / 2009 – 250 С.
3. Клуб вольных трейдеров. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.trading-forum.ru/> (дата обращения 07.04.2013).

Грaбapчyк И.Ю.¹, Кapaжaнoв Т.У.², Кoчeгaрoвa Н.А.³

¹Студент, Астраханский государственный технический университет; ²Студент, Астраханский государственный технический университет; ³Старший преподаватель, Астраханский государственный технический университет

МОРСКИЕ ДИЗЕЛЬНЫЕ ДВИГАТЕЛИ НАСКОЛЬКО ЭФФЕКТИВНЫМ МОЖЕТ БЫТЬ ДВУХТАКТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Аннотация

Грядущие политические требования по сокращению выбросов CO₂ для торговых судов могут вызвать много привлекательных, но и более дорогих, контрмер на судах, таких как, например, Системы рекуперации тепла. Тем не менее, один из основных параметров - это кормовой дизайн корпуса судна и его винта в сочетании с пониженной скоростью проектирования судов. Например, сочетание пониженной скорости корабля и увеличенный диаметр винта или изменение числа лопастей может выявить много новых возможностей выбора главных двигателей, обычно не использующихся для судов-контейнеровозов. Таким образом, надежные и высокоэффективные сверхдолгосрочные двухтактные двигатели, такие как S80 и S90 обычно использующиеся для танкеров, могут также быть подходящими решениями для некоторых контейнеровозов, что сократит около 30% выбросов CO₂ за рейс по сравнению с сегодняшними судами. Кроме того, использование сжиженного природного газа (СПГ) вместо мазута может уменьшить выбросы CO₂ примерно на 23%.

Ключевые слова: Морской дизельный двигатель, двухтактный двигатель, выбросы CO₂, энергоэффективность.

Grabarchuk I.Y.¹, Karajanov T.U.², Kochegarova N.A.³

¹Student, astrakhan state technical university; ²student, astrakhan state technical university; senior teacher, astrakhan state technical university.

MARINE DIESEL ENGINES HOW EFFICIENT CAN A TWO-STROKE ENGINE BE

Abstract

The coming political demands for reduction of the CO₂ emissions for merchant ships may cause many attractive, but also more expensive, countermeasures on ships, as for example waste heat recovery systems. However, one of the major parameters – not to forget – is the aft body design of the ship itself and its propeller in combination with a reduced design ship speed. For example, the combination of a

reduced ship speed and an increased propeller diameter and/or a changed number of propeller blades may reveal many new possible main engine selections not normally used for container ships. Thus, the reliable and high-efficiency super long-stroke two-stroke main engine types such as the S80 and S90 normally used for tankers may also be attractive solutions for some container ship designs of tomorrow, with around 30% reduced CO₂ emissions per voyage compared with the ships of today. Additionally, the use of liquid natural gas (LNG) instead of heavy fuel oil may reduce the CO₂ emission by approximately 23% owing to the different chemical makeup of LNG.

Keywords: Marine diesel engine, two-stroke engine, CO₂ emissions, energy efficiency.

One of the future goals in the marine industry is to reduce the impact of CO₂ emissions from ships in order to meet the coming stricter International Maritime Organisation (IMO) greenhouse gas emission requirements. Two CO₂ emission indexes are being discussed at IMO, an 'Energy efficiency Design Index' (EEDI) and an 'Energy Efficiency Operational Indicator' (EEOI).

The EEDI is used to evaluate the engine and vessel design and the EEOI is used to guide the operator in developing the best practices on board. The goal is to design future ships with a design index to be stepwise reduced in the period from 2013 to 2018 to a maximum level of possibly 70% compared with the 100% design index valid for average designed ships of today.

As a reduction in CO₂ emission is roughly equivalent to a reduction in fuel consumption, the goal for the manufacturers will roughly correspond to a 30% reduction in fuel consumption per voyage of future ships in normal, average service.

CO₂ caused by shipping amounts to only 4% of the global scale load. In addition, shipping, in terms of transporting one ton of cargo one mile, has the lowest CO₂ emission compared to all conventional forms of transportation. These values also apply to the fuel consumption and the levels of other pollutants. Nevertheless, shipping can further contribute to improving efficiency, and reducing emissions.

The pollutants in the exhaust gas of two stroke marine engines consist predominantly of:

1. Carbon Dioxide (CO₂), which is reduced by improving the overall efficiency of the engine, and thus fuel consumption. This also includes improvements in:

- a. Mechanical efficiency
- b. Thermal efficiency

2. Nitrogen Oxides (NO_x), which are formed during combustion, and can be reduced by the following methods:

- a. Regulation of the fuel injection
- b. Water in Fuel emulsion
- c. Humidification of the scavenge air
- d. Exhaust Gas Recirculation
- e. Selective Catalytic Reduction

3. Sulphur Dioxide (SO₂), which can be reduced by low-sulphur fuel, or scrubbing processes.

4. Particulate Matter (PM), caused by nucleation and subsequent agglomeration of Carbon during combustion of Heavy Fuel Oil or Marine Diesel. Removal of PM can be achieved by particle filters or scrubbing processes.

We suggest to improve the overall efficiency of the two stroke marine engine

In general, the larger the propeller diameter, the higher the propeller efficiency and the lower the optimum propeller speed. Referring to an optimum ratio of the propeller pitch and propeller diameter, the corresponding propeller speed will be reduced and the efficiency will also be slightly reduced, when increasing the propeller pitch, depending on the degree of the changed pitch. The same is valid for a reduced pitch, but here the propeller speed will increase. Thus as low as possible a propeller speed (within design restrictions of the ship) is desirable, but some tuning can be done with-out significantly affecting the propulsion efficiency. This is important to always consider as a starting point.

The efficiency of a two-stroke main engine particularly depends on the ratio of the maximum (firing) pressure and the mean effective pressure. The higher the ratio, the higher the engine efficiency, the lower the Specific Fuel Oil Consumption. Furthermore, the larger the stroke/bore ratio of a two-stroke engine, the higher the engine efficiency. This means, for example, that a super long-stroke engine type, e.g. an S80ME-C9, will have an even higher efficiency compared with a short-stroke engine type, e.g. a K80ME-C9.

Compared with a camshaft (mechanically) controlled engine, an electronically controlled engine has more parameters which can be adjusted during the engine operation in service. This means that the ME/ME-C engine types, compared with the MC/MC-C engine types, have relatively higher engine efficiency under low NO_x.

When the design ship speed is reduced, the corresponding propulsion power and propeller speed will also be reduced, which again may have an influence on the above-described propeller and main engine parameters. The following is a summary of the major parameters described:

Propeller

- ❖ Larger propeller diameter involving:
 - Higher propeller efficiency
 - Lower optimum propeller speed (rpm)
- ❖ Lower number of propeller blades involving:
 - Slightly higher propeller efficiency
 - Increased optimum propeller speed(rpm) (from 6 to 5 blades means approximately 10% higher rpm)

Main engine

- ❖ Increased p_{max}/p_{mep} pressure ratio involving:
 - Higher engine efficiency (e.g. by derating)
- ❖ Larger stroke/bore ratio involving:
 - Higher engine efficiency (e.g. S-type engines have higher efficiency compared with K-type engines)
- ❖ Use of electronically controlled engine instead of camshaft controlled:

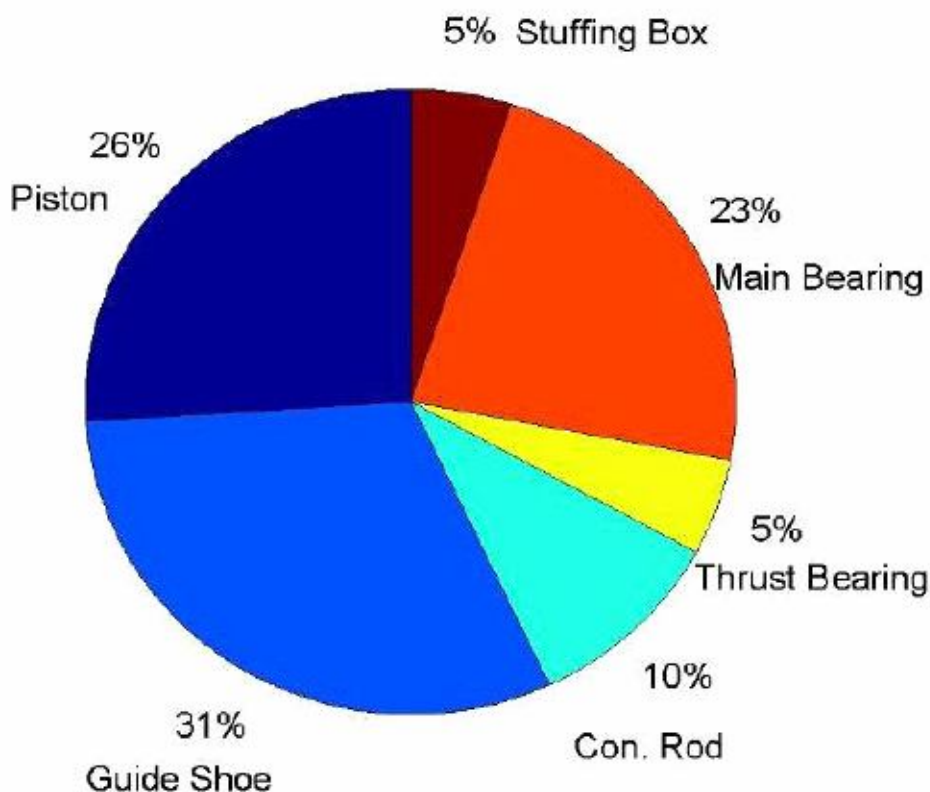
- Higher engine efficiency (improved control of NOx emissions)

Ship with reduced design ship speed

- ❖ Lower propulsion power demand and lower propeller speed.

It is necessary to improve the mechanical efficiency of the two stroke marine engine. The key issue in improving the mechanical efficiency of the engine is reducing friction on all moving parts. As shown in figure 1, the dominating causes for frictional losses are the piston ring package and the guide shoe bearing.

Fig. 1. The dominating causes for frictional losses are the piston ring package and the guide shoe bearing.



It is also necessary to improve the thermal efficiency of the two stroke marine engine. Various techniques & technologies can be applied to the up-to-date two stroke marine engine in order to improve the thermal efficiency:

A. Auto-tuning is a control technique that can be applied to the engine to maintain optimal operating conditions during operation. This is achieved by increasing the individual maximum cylinder pressures (P_{max}) so that they are closer to the limit specified for the engine. Thereby achieving a potential gain in P_{max} of 5-10 bar on an average maintained engine. A 5-10 bar gain in P_{max} can give up to 1-2 g/kWh reduction in fuel consumption.

B. Low load operation (reduction of ship speed) can be set up in electronically controlled engines, whereby an optional 'Low load' running mode, will optimise the engine to run at a lower engine load, thus giving a further reduction in SFOC of 1-2 g/kWh. In addition to the SFOC reduction, a slower sailing speed will also significantly reduce fuel consumption, for example a reduction from 25 knots to 20 knots will result in only a 40-50% propulsion power requirement.

C. Turbocharger cut-out provides the possibility to cut-out a turbocharger when running at lower loads, and thereby reduce SFOC by up to 5g/kWh.

D. Variable Turbine Area turbocharger allows for dynamic load optimisation of the engine, by adapting scavenge air delivery to demand continuously, at all engine loads and speeds. This reduces fuel consumption up by up to 3 g/kWh.

E. Waste Heat Recovery (WHR) exploits the heat lost in the exhaust gasses, and converts it into electricity for use on board the vessel, thereby reducing fuel consumption for auxiliary engines by up to 10%.

The topical issue of the protection of the environment is very urgent in our days. Every day there are more transport hazardous substances that pollute the environment, and a considerable part is for marine vessels. Two-stroke marine diesel is a very common, and it is known for high-harmful emissions into the atmosphere. But despite the high level of today's technology, there are many ways to reduce pollutants in the exhaust gases of the two-stroke marine engines, some of which are listed above.

References

1. Corbett J. J., Koehler H. W. Updated emissions from ocean shipping //Journal of Geophysical Research: Atmospheres (1984–2012). – 2003. – T. 108. – №. D20.

Григоренко Я. Э.¹, Халафян А. А.²

¹ Студентка; ² доктор технических наук, профессор, Кубанский государственный университет

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Аннотация

В статье рассмотрено – разработанная программа, автоматизирующая процесс расчёта качественных и количественных оценок риска и координирующая деятельность организации по управлению рисками и рисковыми ситуациям, проведен анализ риска банкротства предприятия, основанный на данных бухгалтерской отчетности ООО «ЛУКОЙЛ-Югнефтепродукт».

Ключевые слова: автоматизация, вероятность, риск, факторы риска, количественная оценка, качественная оценка.

Grigorenko Y. E. ¹, Halaphyan A. A. ²

¹ Student; ² doctor of technical sciences, professor, Kuban State University

CONTROL SYSTEM OF RISKS AT THE ENTERPRISE

Abstract

The article considers the developed program automating process of calculation of quality and quantitative standards of risk and coordinating activity of the organization on risk management and risky situations, the analysis of risk of bankruptcy of the enterprise, based on data of accounting reports of JSC LUKOIL-Yugnefteprodukt is carried out.

Keywords: automation, bankruptcy analysis, probability, risk, risk factors, quantitative assessment, quality standard.

В современной экономической науке проблематика рисков играет системообразующую роль. Вопросы идентификации, систематизации, анализа, количественной оценки и управления рисками занимают важнейшее место как на уровне научных исследований, так и в процессе реальной работы агентов экономики. Развитие системы управления рисками не только способно повысить стабильность финансового результата (прибыль, денежный поток), но и внести существенный вклад в достижение стратегических и оперативных целей, повысить эффективность бизнес-процессов, снизить непродуктивные усилия менеджмента, а также поддерживать репутацию компании на высоком уровне [2].

Исследование показало, что недостаточное отражение проблемы управления рисками в научной литературе, а также относительно низкий уровень грамотности управленческого персонала препятствуют пониманию необходимости снижения рисков в деятельности предприятий.

Оценка риска является важнейшей составляющей общей системы управления риском. Она представляет собой процесс определения количественным или качественным образом вероятности наступления риска. Расчет количественной и качественной оценок вероятности риска основан на оценке состояния факторов риска, частоты возникновения риска в прошлом, а также тенденций изменения факторов риска. Каждый специалист самостоятельно, основываясь на своих знаниях и опыте, выбирает набор наиболее важных для определенного риска факторов и дает им соответствующую оценку. Это необходимо для дальнейшего получения качественных и количественных оценок риска.

С целью упрощения расчёта качественных и количественных оценок вероятности возникновения риска, уменьшения вероятности ошибок при проведении расчетов, а также облегчения работы специалистов по заполнению и консолидации отчетной документации в дипломной работе разработано приложение, автоматизирующее процесс управления рисками на предприятии. Приложение реализовано в среде визуального программирования Borland Delphi 7 (Рисунок 1) [1].

Для расчета качественной и количественной оценок риска в программе предусмотрен "Калькулятор вероятности", а для расчета величины последствий риска, оцениваемой экспертно, "Калькулятор последствий" (Рисунок 3). Остальное меню программы предназначено для консолидации информации и дальнейшего предоставления отчетности. Программа разработана для конкретного предприятия и приведенные в программе факторы риска, по результатам проведенного мониторинга деятельности, для него являются основными и могут в большей или меньшей степени влиять на риск.

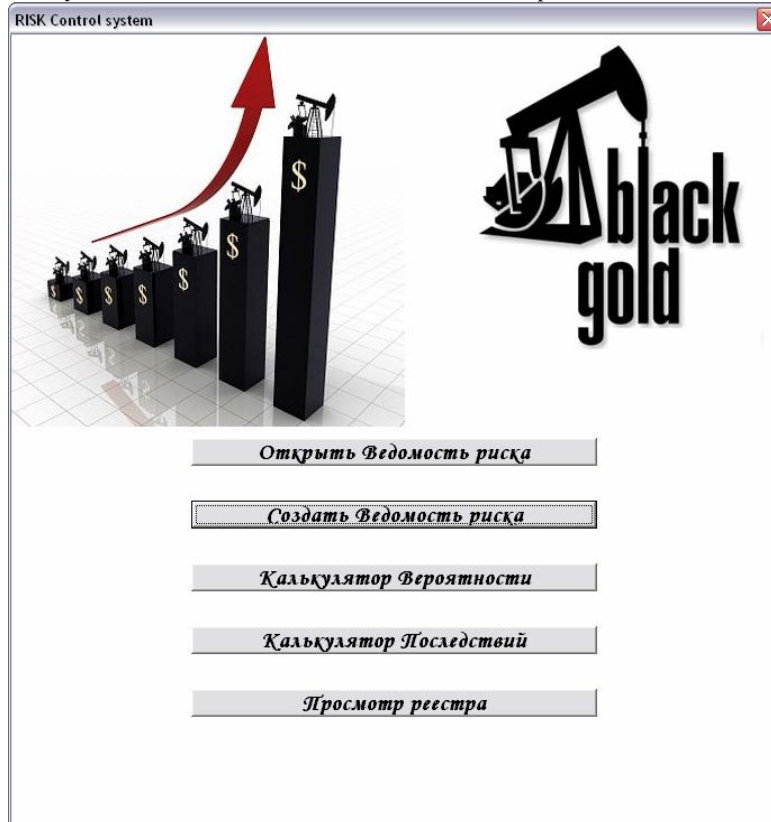


Рис. 1 – Главное окно программы

С учетом введенных пользователем значений состояний риска в модель расчета количественной оценки риска вводятся поправочные коэффициенты, и рассчитывается количественная оценка риска в процентах.

После того как нами идентифицированы значимые риски и получены их количественные оценки, их можно оценить, используя эвристический метод и присвоить им баллы. Более практичным представляется оценка и присвоение баллов в

соответствии с заранее определенной шкалой оценки рисков. В работе для качественной оценки риска используется шкала вероятности наступления риска, рассчитанная на основе финансовых показателей ООО «ЛУКОЙЛ-Югнефтепродукт».

При необходимости можно перейти для заполнения отчетности на форму «Ведомость риска». Данные можно сохранять, изменять, просматривать. Также есть возможность отправки информации по электронной почте.

Рис. 2 – Окно расчета оценок риска «Калькулятор вероятности»

Такой подход обеспечивает консолидацию файлов в одном месте, что актуально для предприятия, так как различными рисками занимается большое количество исполнителей.

Основываясь на комплексной модели оценки риска банкротства [4], а также данными финансовой отчетности предприятия за 2012 год в работе был просчитан также совокупный риск организации, который также можно понимать как риск банкротства. Выбор модели расчета был обусловлен в первую очередь масштабом деятельности и отраслевой спецификой предприятия. В соответствии с данной комплексной моделью оценки риска банкротства, зоны риска банкротства делятся на 5 категорий (Таблица 1) [4]. Рассчитанная величина комплексного критерия риска банкротства стремится к нулю, что позволяет с уверенностью говорить о финансовой устойчивости предприятия.

Таблица 1 - Диапазоны принятия решений

Значение комплексного критерия	Характеристика риска банкротства предприятия
$0,8 < CBR > 1,0$	Максимальный риск банкротства
$0,6 < CBR > 0,8$	Высокий риск банкротства
$0,4 < CBR > 0,6$	Средний риск банкротства
$0,2 < CBR > 0,4$	Низкий риск банкротства
$0,0 < CBR > 0,2$	Минимальный риск банкротства

В итоге можно сделать следующие выводы:

- финансовое положение ООО «ЛУКОЙЛ-Югнефтепродукт» на данный момент стабильно, уровень ликвидности предприятия достаточно высокий;
- на данном этапе проблеме управления рисками уделяется недостаточное внимание.

С учетом выводов сделанных на основе анализа финансового состояния исследуемого предприятия, рисков и методов, используемых для их снижения был разработан программный продукт для расчета оценок рисков, и призванный повысить эффективность деятельности организации по управлению рисками.

Литература

1. Фленов М. Библия Delphi [Текст]. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008. – 880 С.
2. Балабанов И.Т. Риск-менеджмент. [Текст]. – М.: Финансы и статистика, 1996. – 192 С.
3. Бланк И.А. Управление финансовыми рисками. [Текст]. – М.: Ника-Центр, 2005. – 600 С.
4. Профессиональная система финансового анализа. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.1-fin.ru/> (дата обращения 15.03.2013).

Еськин А.А.¹, Ткач Н.С.², Амёхина А.В.³, Слепенчук А.А.³

¹Ассистент; ²магистрант; ³студент кафедры Инженерных систем зданий и сооружений, Дальневосточный федеральный университет.

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕКТРОЛИТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФЛОТАЦИОННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ. ОБЗОР РАБОТ

Аннотация

Рассмотрены особенности гетерокоагуляции частицы и пузырька при флотационной очистке сточных вод. Проведен обзор работ посвященных влиянию электролита на величину ζ -потенциала частицы и пузырька. Рассмотрено влияние на ζ -потенциал

акустических колебаний и микроволнового излучения. Установлено, что изменение уровня соледержания очищаемой жидкости является перспективным способом интенсификации флотационной доочистки.

Ключевые слова: флотация, электролит, соледержание, дзета-потенциал, пузырек.

Eskin A.A.¹, Tkach N.S.², Amyokhina A.V.³, Slepnychuk A.A.³

¹assistant lecture; ²master's degree student; ³student of department Engineering systems of buildings and constructions, Far Eastern Federal University.

THE INFLUENCE OF THE ELECTROLYTE CONCENTRATION ON THE EFFICIENCY OF FLOTATION RECOVERY. AN OVERVIEW OF RECENT WORK

Abstract

The features of heterocoagulation of particle and bubble in wastewater flotation treatment were described. The review of works that are devoted to the influence of the electrolyte on the value of ζ -potential of the particle and bubble was made. The influence of acoustic oscillations and microwaves on the ζ -potential was considered. There was found that the level change of salinity of treating fluid is perspective method of intensification of flotation after purification.

Keywords: flotation, electrolyte, salinity, zeta potential, bubble.

На сегодняшний день флотация является одним из наиболее эффективных способов доочистки сточных нефтесодержащих вод [5, 12, 24, 18]. В связи с этим перспективной задачей оказывается повышение степени извлечения нефтесодержащих частиц при снижении эксплуатационных затрат. Пути решения данной задачи можно получить в результате теоретического исследования особенностей закрепления частицы на поверхности пузырька.

Существуют две принципиально разные схемы закрепления частицы на поверхности пузырька. Крупные частицы, размером более 100 мкм, закрепляются на поверхности пузырька за счет формирования трехфазного периметра смачивания, который может противостоять гравитационным и гидродинамическим силам отрыва (стоит отметить, что для частицы размером 100 мкм силы отрыва в 10^6 раз больше, чем для частицы размером 1 мкм [3, с.15]). Данный механизм флотации, получивший название контактной флотации, имеет место при обогащении минеральных руд и отдельные его вопросы, связанные с влиянием реагентов на изменение краевого угла смачивания и гидрофобизацию поверхности минеральных частиц, рассмотрены в работах [7, 11, 6, 4].

При флотации частиц размером меньше 100 мкм действует механизм бесконтактной флотации, при котором не формируется трехфазный периметр смачивания, а частица закрепляется на поверхности пузырька за счет поверхностных сил: молекулярной силы притяжения и электростатической силы взаимодействия двойных электрических слоев (ДЭС) частицы и пузырька. Вопросы строения ДЭС, мицеллы, агрегативной и кинетической устойчивости коллоидных систем рассмотрены в работах [13, 2, 1]. В работах [9, 10] рассмотрены различные модели обратных мицелл и микроэмульсий вода-масло, установлено, что механизм мицеллообразования в неполярной среде происходит за счет изменения энтальпии системы, в то время как в водной системе основную роль играет энтропийный (гидрофобный) эффект.

При доочистке нефтесодержащих вод средний диаметр частиц водонефтяной эмульсии составляет 2-8 мкм [14, с. 17], поэтому именно механизм бесконтактной флотации представляет особый интерес.

Как правило, пузырек и частица имеют одинаковый заряд, при этом флотацию можно обеспечить двумя способами – введением в систему ПАВ, либо введением индифферентных электролитов.

При введении катионоактивных ПАВ можно значительно снизить отрицательный потенциал поверхности частицы, что может привести к коагуляции. Влияние ПАВ на эффективность флотационного разделения изучено в работах [30, 27]. Добавление определенного количества ПАВ может значительно повысить степень очистки нефтесодержащих вод, одновременно с этим использование ПАВ негативно сказывается на конечном составе очищаемой жидкости и требует дополнительных эксплуатационных затрат. Более целесообразно повышать эффективность флотационного выделения введением в систему индифферентных электролитов.

Электролиты оказывают сильное влияние на кинетику процесса флотационного разделения фаз эмульсий. Экспериментальное исследование этого влияния на установке с диспергированием воздуха пористой перегородкой показало, что добавки электролитов повышают эффективность процесса, причем сила действия электролитов возрастает в ряду $\text{NaNO}_3 < \text{NaCl} < \text{CaCl}_2 < \text{AlCl}_3$ [3, стр.73]. В присутствии электролитов не только увеличивается скорость флотационного извлечения эмульгированных нефтепродуктов, но и уменьшается их конечная концентрация в воде. Влиянием электролитов объясняется так же тот факт, что флотационное выделение из морской воды протекает значительно интенсивнее, чем из пресной.

Характер влияния электролитов на процесс флотационного выделения из воды тонкодисперсных частиц определяется, в основном, характером их влияния на величину и знак заряда частицы и пузырька, а так же на толщину ДЭС, определяемую значением ζ -потенциала [23]. Толщина ДЭС при введении индифферентных электролитов (не способных дестраивать кристаллическую решетку коллоидной частицы) снижается, при этом уменьшается и ζ -потенциал. Доказано, что с увеличением количества введенных электролитов коллоидная система может перейти в изоэлектрическое состояние ($\zeta=0$). При таком условии суммарная сила притяжения между частицей и пузырьком способна принимать положительные значения, а вероятность гетерокоагуляции максимальна.

В работе [8] методом фильтрации через трековые мембраны, исследована агрегативная устойчивость водных дисперсий сульфатного лигнина в растворах NaCl и CaCl_2 . Введение солей приводит к росту эффективности задержки сульфатного лигнина, которая становится значительно более высокой в случае CaCl_2 . Данные результаты связаны со сжатием ДЭС и согласуются с изложенной выше теорией.

Падение ζ -потенциала капли нефти в воде при добавлении карбоната натрия исследовано в работе [17] (рис. 1).

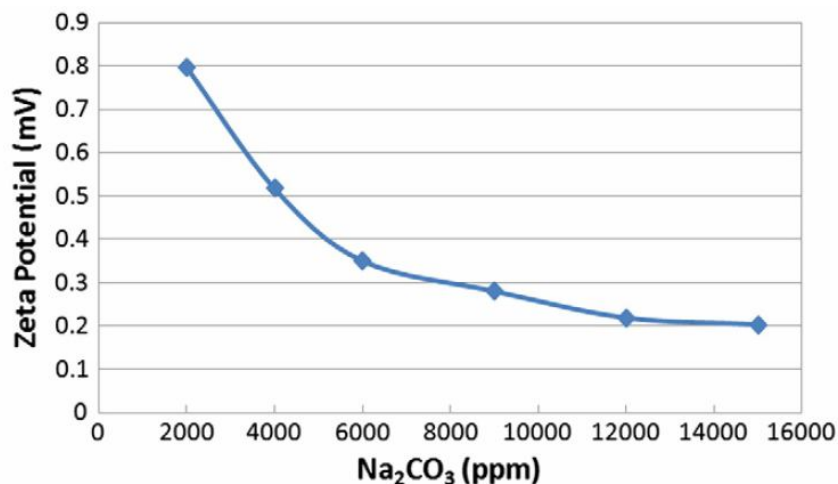


Рис. 1. Зависимость ζ -потенциала (Zeta Potential) капли нефти в воде от концентрации карбоната натрия (Na_2CO_3) [17].

Электролиты также могут оказывать влияние на величину пузырьков и скорость их всплытия. В работе [15] показано, что с увеличением уровня солесодержания уменьшается размер пузырьков, полученных при струйном аэрировании жидкости. Схожие данные получены в работе [21]. При экспериментальном определении площади поверхности раздела жидкой и воздушной фаз (a) было установлено, что для питьевой воды $a \approx 10 \text{ м}^2/\text{м}^3$, для воды с массовым солесодержанием 1% $a \approx 10^2 \text{ м}^2/\text{м}^3$, для воды с массовым солесодержанием 3% $a \approx 10^3 \text{ м}^2/\text{м}^3$. В работе [20] исследовано влияние концентрации электролита на средний диаметр пузырьков полученных при резком падении давления в трубке малого диаметра. При добавлении в воду 50 млн^{-1} электролита средний диаметр пузырьков уменьшился с 257 мкм до 182 мкм. Кроме этого добавление электролита снижает коалесценцию пузырьков.

Практический интерес для повышения эффективности флотационного извлечения может представлять воздействие различных физических полей на величину ζ -потенциала.

Воздействие акустических колебаний на частицу в коллоидной системе приводит к двум последствиям: изменению электрического сопротивления среды и появлению разности потенциалов между точками, расположенными на различных расстояниях от источника излучения упругих волн, в результате чего наблюдается уменьшение толщины ДЭС, причем тем сильнее, чем выше частота колебаний [16].

В работе [22] к исходной водонефтяной эмульсии добавляли искусственную морскую воду, и подвергали микроволновому излучению мощностью 700 Вт в течении 40 мин. При этом остаточная концентрация нефтепродуктов в воде с ростом солесодержания очищаемой жидкости заметно снижается. Данный эффект объясняется снижением вязкости эмульсии, а также уменьшением ζ -потенциала за счет дополнительного теплового движения катионов, входящих в состав морской воды, вокруг частиц нефтепродуктов.

Вышеперечисленные работы относятся главным образом к определению ζ -потенциала частицы нефтепродуктов в воде, в то же время необходимо знать и влияние солесодержания на величину ζ -потенциала пузырька.

В работе [25] описан метод определения величины ζ -потенциала нанобузырька, выделившегося из пересыщенного раствора электролита, с помощью лазерного электрофореза. Наблюдается увеличение ζ -потенциала пузырька с увеличением солесодержания, причем сила действия электролитов возрастает в ряду $\text{NaCl} < \text{CaCl}_2 < \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (рис.2).

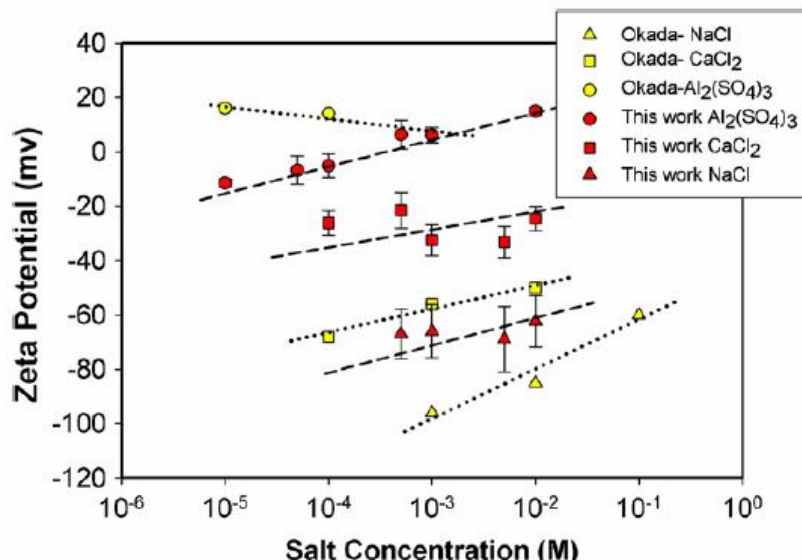


Рис.2. Зависимость (штриховая линия) ζ -потенциала пузырька (Zeta Potential) от солесодержания (Salt Concentration) [25].

Результаты экспериментов по определению ζ -потенциала пузырька в присутствии ПАВ и пенообразователей представлены в работах [18, 19]. Анионные полимеры увеличивают отрицательный заряд пузырька, катионные полимеры и неионогенные ПАВ делают возможным приобретение пузырьком положительного заряда [25].

Исследование влияния хлорида кальция и различных коагулянтов на эффективность очистки нефтесодержащей жидкости представлено в работе [29]. Выявлено, что увеличение в очищаемой жидкости концентрации хлорида калия способно повысить скорость извлечения нефтепродуктов, до уровня соответствующего применению специальных флокулянтов (полиакриламида и полиэпихлоргидриндиметиламин) (рис. 3).

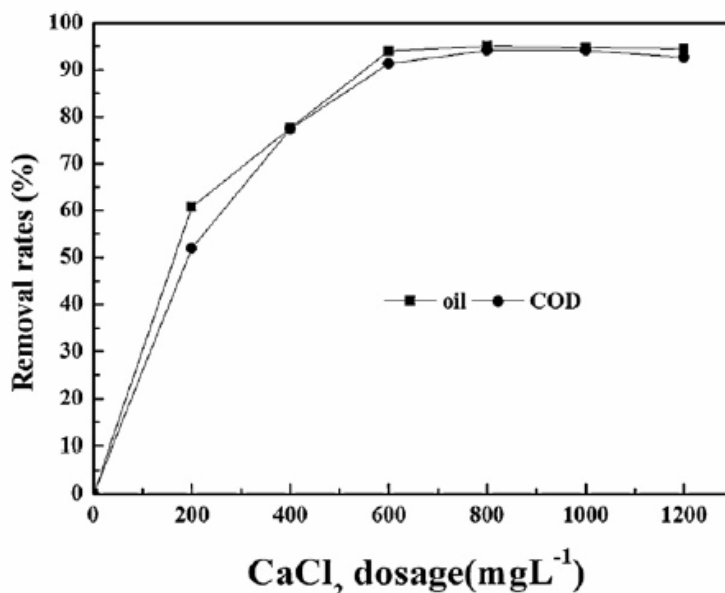


Рис. 3. Зависимость скорости извлечения (removal rates) нефтепродуктов (oil) от концентрации хлорида кальция (CaCl_2 dosage) в очищаемой жидкости [29].

В работе [10] проводилось исследование очистки от нефтепродуктов пластовых вод коагуляцией. Согласно полученным результатам величина ДЭС не зависит от концентрации в воде различных ионов, а зависит только от вида растворенных нефтепродуктов. При этом общее солесодержание воды, по заключению авторов, практически не влияет на эффективность флотационного извлечения (рис. 4).

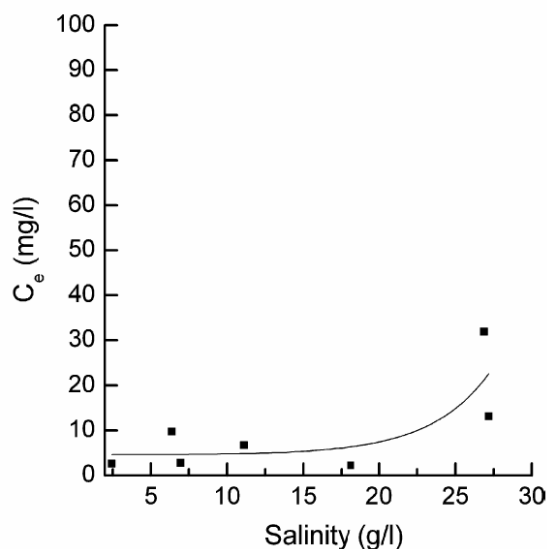


Рис. 4. Зависимость остаточной концентрации нефтепродуктов после коагуляции (C_e) от солесодержания (Salinity) очищаемой жидкости [28].

Представленный обзор работ по влиянию концентрации электролита на величину ζ -потенциала частицы и пузырька показывает, что с ростом солесодержания очищаемой жидкости уменьшается ζ -потенциал частицы и возрастает ζ -потенциал пузырька. Сочетание этих двух факторов приводит к росту эффективных актов гетерокоагуляции, следовательно, для повышения степени очистки сточных вод ТЭЦ и предприятий хранения и транспортировки нефтепродуктов целесообразно к очищаемой жидкости добавлять морскую воду или продувочную воду котлов. Перспективным оказывается дальнейшее теоретическое исследование процесса гетерокоагуляции частицы и пузырька в присутствии электролитов и ПАВ, с целью определения оптимальной концентрации вводимых в систему электролитов в зависимости от их химического состава и физико-химических особенностей очищаемой жидкости. Кроме этого перспективной оказывается дальнейшее изучение влияния ультразвукового и микроволнового излучения на эффективность флотационного разделения.

Исследование выполнено при поддержке Программы «Научный фонд» ДВФУ, грант № 12-08-13023-м-18/13.

Литература

1. Балданова Д.М. Электростатическая теория растворов электролитов Дебая-Хюккеля и проблема устойчивости систем зарядов / Д.М. Балданова, Б.Б. Танганов, М.М. Балданов // *Фундаментальные исследования*. 2011. № 8-1. С. 195-197.
2. Василенко Л.В. Методы очистки промышленных сточных вод: учебное пособие / сост.: Л.В. Василенко, А.Ф. Никифоров, Т.В. Лобухина— Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. университет, 2009. – 174 с.
3. Дерягин Б.В., Духин С.С., Рулев Н.Н. Микрофлотация: Водоочистка, обогащение. – М.: Химия, 1986. – 112 с.
4. Евдокимов С.И. Гидрофобно-гидрофильные взаимодействия при селективной флотации / С.И. Евдокимов, А.М. Панышин // *Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал)*. 2009. Т. 15. № 12. С. 445-449.
5. Коваленко В.В. Очистка нефтесодержащих стоков методом напорной флотации на Набережночелнинской ТЭЦ / В.В. Коваленко, А.А. Жбанов, В.А. Егоров, А.В. Милешкин // *Энергетика Татарстана*. 2010. № 4. С. 33-36.
6. Кондратьев С.А. Увеличение крупности флотируемых минеральных частиц применением водорастворимых поверхностно-активных веществ // *Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых*. 2011. № 6. С. 110-117.

7. Мелик-Гайказян В.И. Оценка информативности различных методов исследования процесса пенной флотации // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. № 9. С. 242-256.
8. Морева Ю.Л. Влияние электролитов NaOH, HCl, NaCl и CaCl₂ на агрегативную устойчивость водных дисперсий сульфатного лигнина по данным фильтрации через трековые мембраны / Ю.Л. Морева., Н.С. Алексеева, Ю.М. Чернобережский // Коллоидный журнал. 2011. Т. 73. № 3. С. 359-363.
9. Муджикова Г.В. Компьютерное моделирование обратных мицелл и микроэмульсий вода-масло / Г.В. Муджикова, Е.Н. Бродская // Коллоидный журнал. 2012. Т. 74. № 3. С. 291.
10. Муджикова Г.В. Исследование механизма мицеллообразования в неполярных средах / Г.В. Муджикова., Е.Н. Бродская // Коллоидный журнал. 2011. Т. 73. № 5. С. 672-679.
11. Попова Л.А. Теоретические основы механизма образования комплекса частица-пузырек в процессе элементарного акта флотации углей // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2007. № 8. С. 389-392.
12. Рубинская А.В. Влияние технологических параметров флотационной установки на эффективность очистки оборотной воды при производстве ДВП/ Рубинская А.В., Чистова Н.Г., Алашкевич Ю.Д. // Химия растительного сырья. 2007. № 2. С. 95-100.
13. Серпокрылов Н.С. Экология очистки сточных вод физико-химическими методами / Н.С. Серпокрылов, Е.В. Вильсон, С.В. Гетманцев, А.А. Марочкин – М.: Изд-во Ассоц. строительных вузов, 2009. – 246 с.
14. Стахов Е.А. Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов. М. – Недра, 1983. 263 с.
15. Фомин Д.П. К расчету количественных характеристик процессов струйной аэрации жидкости / Д.П. Фомин, Д.С. Морозов, К.В. Цыганкова // Вестник ВолГАСУ. Сер.: Стр-во и архит. 2009. Вып. 14(33). С. 170-175.
16. Шайдуров Г.Я. О действии акустического излучения на двойной электрический слой в ионопроводящей среде / Г.Я. Шайдуров, Г.Н. Романова, О.Л. Ярыгина // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Математика и физика. 2012. Т. 5. № 1. С. 132-139.
17. Ashrafizadeh S.N. Emulsification of heavy crude oil in water by natural surfactants / S.N. Ashrafizadeh, E. Motaeae, V. Hoshyargar // Journal of Petroleum Science and Engineering 86–87 (2012) . – P. 137–143.
18. Diya'uddeen B.H. Treatment technologies for petroleum refinery effluents: A review / B. H. Diya'uddeen, W. M. Ashri Wan Daud, A.R. Abdul Aziz // Process Safety and Environmental Protection, Volume 89, Issue 2, March 2011, – P. 95-105.
19. Elmahdy A.M. Zeta potential of air bubbles in presence of frothers / A.M. Elmahdy, M. Mirnezami, J.A. Finch // Int. J. Miner. Process. 89, 2008. – P. 40-43/
20. Evgenidis S. P. Bubbly flow characteristics during decompression sickness: Effect of surfactant and electrolyte on bubble size distribution / S. P. Evgenidis, N. A. Kazakis, T. D. Karapantsios // Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects 365 (2010). – P. 46–51.
21. Kawahara A. Prediction of micro-bubble dissolution characteristics in water and seawater / A. Kawahara, M. Sadatomi, F. Matsuyama, H. Matsuura, M. Tominaga, M. Noguchi // Experimental Thermal and Fluid Science 33, 2009. – P. 883-894.
22. Kuo C.-H. Treatment of oil/water emulsions using seawater-assisted microwave irradiation / C.-H. Kuo, C.-L. Lee // Separation and Purification Technology 74, 2010. – P. 288–293.
23. Leroy P. A double layer model of the gas bubble/water interface /P. Leroy, D. Jougnot, A. Revil, A. Lassin, M. Azaroual // Journal of Colloid and Interface Science, Volume 388, Issue 1, 15 December 2012, – P. 243-256
24. LI X.-b. Separation of Oil from Wastewater by Column Flotation / X.-b. Li, J.-t. Liu, Y.-t. Wang, C.-y. Wang, X.-h. Zhou // Journal of China University of Mining and Technology, Volume 17, Issue 4, December 2007, –P. 546-551,577.
25. Najafi A.S. A novel method of measuring electrophoretic mobility of gas bubbles / A. S. Najafi, J. Drelich, A. Yeung, Z. Xu, J. Maslyah // Journal of Colloid and Interface Science, Volume 308, Issue 2, 15 April 2007. – P. 344-350,
26. Oliveira C. Zeta potential of single and polymer-coated microbubbles using an adapted microelectrophoresis technique / C. Oliveira, J. Rubio // International Journal of Mineral Processing 98, 2011. – P. 118-123.
27. Ramaswamy B. A study on recovery of oil from sludge containing oil using froth flotation / B. Ramaswamy, D.D. Kar, S. De // Journal of Environmental Management, Volume 85, Issue 1, October 2007, – P. 150-154
28. Sokolović R.Š. Oily water treatment using a new steady-state fiber-bed coalesce / R.Š. Sokolović, S.Sokolović, S.Šević // Journal of Hazardous Materials 162, 2009. – P. 410-415/
29. Tong K. Evaluation of calcium chloride for synergistic demulsification of super heavy oil wastewater / K. Tong, Y. Zhang, P. K. Chu // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, Volume 419, 20 February 2013, – P. 46-52.
30. Watcharasing S. Motor oil removal from water by continuous froth flotation using extended surfactant: Effects of air bubble parameters and surfactant concentration / S. Watcharasing, W. Kongkowitz, S. Chavadej // Separation and Purification Technology, Volume 70, Issue 2, 10 December 2009, – P. 179-189

Черепанов В.В.¹, Калинина Е.А.²

¹ доктор технических наук, профессор; ² старший преподаватель, Вятский государственный университет
**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ С
РЕЗКОПЕРЕМЕННОЙ НАГРУЗКОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ**

Аннотация

Данная статья посвящена разработке математической модели совместной работы электроприемников с резкопеременной нагрузкой и производственных потребителей.

Ключевые слова: математическая модель, колебания напряжения, производственные потребители, качество электрической энергии.

Cherepanov V.V.¹, Kalinina E.A.²

¹D.T.S., Professor; ² Sen. Teacher, Vyatka State of the University
**DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODEL COLLABORATION OF ELECTRORECEIVERS WITH
REZKOPEREMENNA LOADING AND CONSUMERS**

Abstract

This article is devoted to development of mathematical model of collaboration of electroreceivers with rezkoperemenny loading and production consumers.

Keywords: mathematical model, tension fluctuations, production consumers, quality of electric energy.

Источниками резкопеременных нагрузок в системах электроснабжения являются мощные электроприемники с резкопеременным графиком потребления мощности. Скачкообразное изменение нагрузки вызывают также включения мощных электродвигателей с большой кратностью пускового тока [1].

При работе потребителей с резкопеременной нагрузкой проявляется снижение качества электроэнергии в виде колебаний и отклонений напряжения, а при малой мощности источников питания – колебаний частоты.

При наличии резкопеременных нагрузок наиболее заметное снижение качества электроэнергии проявляется в виде колебаний напряжений. Колебания напряжения возникают в результате быстрого изменения потерь напряжения в элементах сети при резком изменении передаваемых по ним активной и реактивной мощностей. Возникая в какой-либо точке колебания напряжения распространяются по системе. При этом распространение колебаний напряжения к шинам низшего напряжения подстанций происходит практически без затухания, а к шинам высшего напряжения – с затуханием по амплитуде. Появление колебаний напряжения в системах электроснабжения отрицательно сказывается на работе чувствительных к ним электроприемников и, в первую очередь, на работу установок электрического освещения.

С целью разработки рекомендаций о допустимости совместного питания производственных потребителей и источников колебаний, были выполнены экспериментальные исследования режимов электропотребления резкопеременных нагрузок на шинах 0,4 кВ трансформаторных подстанции. Также была поставлена задача изучить влияние резкопеременной нагрузки характерных производств и отдельных электроприемников на параметры качества электроэнергии в различных точках электрической сети.

Исследование режимов электропотребления производилось с использованием переносного анализатора электропотребления AR.5 фирмы Circutor, а также прибором РЕСУРС UF2M.

В качестве примера ниже представлены результаты исследований, проводимых при работе оборудования с резкопеременным графиком нагрузки.

К рассмотрению принимается трансформаторная подстанция с трансформаторами ТМ 250 кВА. Измерения проводились в течение суток. Измерительные приборы устанавливались на шинах подстанции и на отходящем фидере. От этого фидера питается оборудование с резкопеременным графиком нагрузки, питание осуществляется кабелем ААВГ 4х16 протяженностью 30 метров. Помимо оборудования с резкопеременным характером нагрузки от данной подстанции питаются и другие производственные потребители (потребители со спокойным характером нагрузки). Кроме того, в перспективе по существующей схеме необходимо будет подключить электроприёмник с резкопеременным характером нагрузки – козловой кран марки ККС-10 мощностью 42 кВт. Кран подключается к фидеру. При этом необходимо обосновать возможность совместного питания дополнительно подключаемого оборудования с производственной нагрузкой, произведя расчёт колебаний напряжения.

На рисунке 1 приводится график изменения напряжения на вводе.

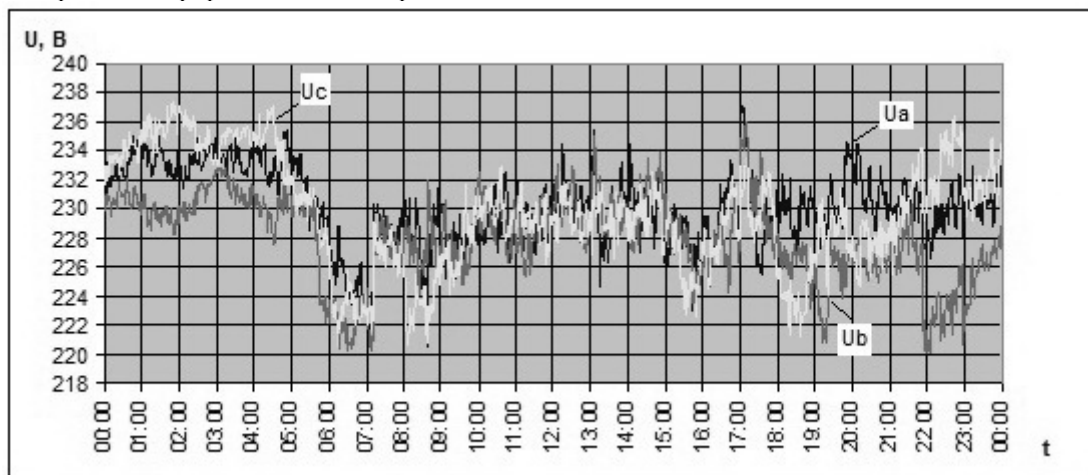
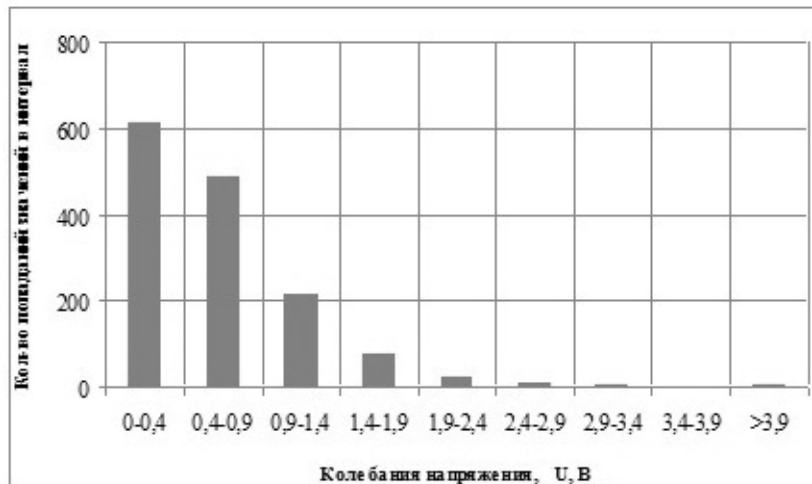


Рис. 1 – График изменения напряжения на вводе

Для обоснования возможности совместного питания оборудования с резкопеременным графиком нагрузки совместно с производственными потребителями был произведен расчет колебаний напряжений, создаваемых при работе резко-переменных нагрузок фидера.

Колебания напряжения характеризуется размахом амплитуды и частотой возникновения колебания. В качестве примера приводится гистограмма размахов изменения напряжения (рисунок 2), возникающих при работе оборудования с резкопеременным характером нагрузки (пример для фазы а).

При проведении измерений нормы ГОСТ 13.109-97 по размаху изменения напряжения выполняются.



Рису. 2 – Гистограмма размахов изменения напряжения на фидере, возникающих при работе лесопильного оборудования (для фазы А)

Для определения колебаний напряжения, возникающих при подключении нового оборудования (рассматривается кран ККС-10), а также для обоснования возможности совместного питания дополнительно подключаемого оборудования производственных потребителей созданы расчетная модель работы крана и расчетная модель совместной работы существующего оборудования с резкопеременной нагрузкой и крана [4]. Результаты расчета режимов электропотребления представлены на рисунке 3.

Как следует из проведенных расчетов нормы ГОСТ 13.109-97 по размаху изменения напряжения выполняются.

Таким образом, при помощи разработанных математических моделей были определены значения колебаний напряжения при подключении нового оборудования (кран ККС-10) и сделан вывод о возможности совместного питания резкопеременной нагрузки с производственными потребителями.

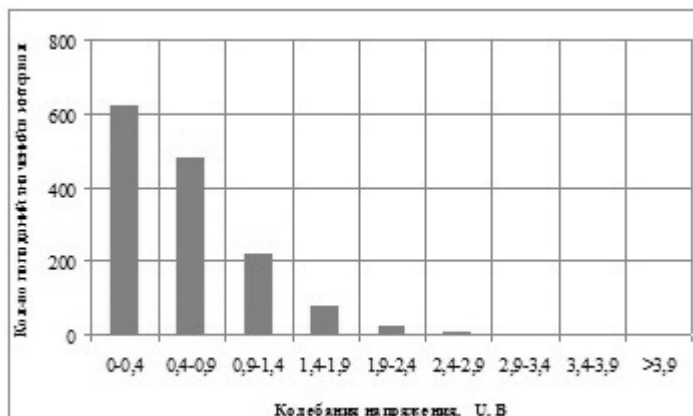


Рис. 3 – Гистограмма размахов изменения напряжения, возникающих при работе крана ККС-10 (для фазы А), фидер №7

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

При помощи созданных расчетных моделей произведен расчет колебаний напряжения в точке общего присоединения, возникающих при работе потребителей с резкопеременной нагрузкой. В результате расчетов установлено, что нормы ГОСТ 13.109-97 по размаху изменения напряжения выполняются.

Литература

1. Черепанов В.В., Бакшаева Н.С. Экспериментальное исследование графиков электрических нагрузок основных производств лесоперерабатывающей отрасли // Сборник научных трудов ВятГТУ (№2) «Электротехника и энергетика», Киров: ВятГТУ, - 1997. - 76-79 с.

2. Бакшаева Н.С., Вотинцев А.В. Исследование влияния резкопеременной нагрузки лесопильных цехов на параметры качества электроэнергии в точке общего присоединения // Сборник научных трудов ежегодной открытой всероссийской научно-технической конференции «Общество, наука, инновации», ВятГУ, Киров, 2012 г, с.84-89.

3. Бакшаева Н.С. Исследование влияния электроприемников с резкопеременным характером нагрузки на параметры качества электроэнергии // Сборник научных трудов I Международной научно-практической конференции «Современные исследования в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности», ФГБОУ ВПО Юго-Западный государственный университет. 2012 г., г.Курск, с.55-59.

4. Бакшаева Н.С. Исследование возможности совместного питания коммунально-бытовых потребителей с резкопеременными нагрузками характерных производств лесопильных цехов // Журнал «Электрика» №7 издательство ООО «Наука и технологии», 2012 г., с.4-10.

Квочкин Д.О.¹, Устюгов В.А.², Кузнецов К.П.³

¹Магистр, Сыктывкарский государственный университет; ²магистр, Сыктывкарский государственный университет ³студент, университет Саарланда,

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ СБОРА И АНАЛИЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Аннотация

В статье описывается метод построения программно-аппаратной платформы для автоматизации эксперимента и системы сбора данных. Освещается внедрение модификации пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) алгоритма в программную составляющую системы. Результаты могут быть использованы для построения многофункционального и масштабируемого устройства с целью последующей модернизации устаревших экспериментальных установок.

Ключевые слова: автоматизация, система сбора данных, ПИД-регулятор

Kvochkin D.O.¹, Ustyugov V.A.², Kuznetsov K.P.³

¹ Student, Syktyvkar state university; ² student, Syktyvkar state university; ³ student, Saarland University

AUTOMATED SYSTEM FOR COLLECTING AND ANALYSIS OF EXPERIMENTAL DATA

Abstract

In this paper a method for constructing software and hardware platform for the automation of the experiment and the data acquisition system is described. The usage of modified proportional-integral-derivative (PID) algorithm in the software component of the system is discussed. The results can be used to construct multi-functional and scalable device for the purpose of modernizing the obsolete experimental equipment.

Keywords: automation, data acquisition system, PID-regulator

Автоматизация эксперимента и технологических процессов является значимой проблемой современной лаборатории. Актуальным является поиск инженерных решений, основанных на стабильных и быстродействующих алгоритмах управления и регулирования, реализованных на бюджетных аппаратных и программных средствах.

Нами была разработана открытая система автоматического управления (САУ). Открытость системы означает её расширяемость, масштабируемость и простая переносимость с решения одной задачи на другую. В результате работы была создана программно-аппаратная платформа для управления физическим экспериментом. Система комплектуется аппаратными компонентами (плата сбора данных с интегрированным интерфейсом USB, плата сопряжения с мощной нагрузкой, интерфейсные платы сопряжения с датчиками), а так же программным обеспечением (управляющая программа контроллера платы сбора данных, клиентское программное обеспечение для ПК).

Аппаратная часть комплекса представляет собой плату сбора данных на базе микроконтроллера ATmega8A. Данный контроллер оснащён рядом периферийных компонентов. В частности, для подключения цифровых датчиков и/или других контроллеров могут быть задействованы цифровые порты по «чистому» или стандартизированному интерфейсу (USART, SPI, TWI), аналоговые входы компаратора или АЦП микроконтроллера. Для выдачи команд при автоматическом управлении экспериментом со стороны устройства могут быть задействованы цифровые выходы микроконтроллера, а также каналы широкоимпульсного модулятора через плату сопряжения с мощной нагрузкой при аналоговом регулировании.

Для построения программного обеспечения микроконтроллера был выбран алгоритм дискретного пропорционально-интегрального (ПИ) регулятора. Выбор был сделан, основываясь на простоте реализации и настройки при достаточно хорошей стабильности и быстродействии алгоритма. В отличие от классического ПИД-регулятора, где в расчёт величины воздействия на систему учитывается также производная невязки по времени [1], в своей реализации САУ было решено отказаться от дифференциальной составляющей. Это позволило снизить сложность алгоритма управляющей программы микроконтроллера и оптимизировать расчёт управляющего воздействия на систему. Также ввиду сильного воздействия шумов на дифференциальную составляющую регулятора, ПИ-алгоритм позволяет избежать усиления этих шумов в управляющем воздействии, что добавляет устойчивости данной САУ. Механизм ПИ-регулятора внедрён в ATmega8A с использованием языка Си.

Подключение к персональному компьютеру происходит по интерфейсу USB 1.0. В программной реализации USB для микроконтроллера использована свободная версия библиотеки V-USB фирмы Objective Development [2]. Применение свободной библиотеки libusb позволяет разрабатывать кроссплатформенные приложения для персонального компьютера для работы с аппаратной частью.

Клиентская часть для ПК написана на языке Python 2.7 с использованием свободных версий библиотек PyQt (для разработки пользовательского интерфейса) и matplotlib (для изображения графиков измеряемых величин). Программа имеет интуитивно понятный интерфейс и может быть легко расширена с помощью доступных свободных инструментов разработки.

Литература

1. Wescott T. PID without a PhD [Text] / Wescott T. // Embedded Systems Programming. – 2008. – October. – P. 86–108.
2. Objective Development Software. V-USB - A Firmware-Only USB Driver for Atmel AVR Microcontrollers [Electronic resource]. 2013. URL: <http://www.obdev.at/products/vusb/index.html>.

Константинов А.С.

Аспирант, Ульяновский государственный технический университет
(Институт авиационных технологий и управления)

КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ГРУЗОВЫХ РАМПОВЫХ САМОЛЕТОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗОК КРУПНОГАБАРИТНЫХ СВЕРХТЯЖЕЛЫХ И НЕСТАНДАРТНЫХ ГРУЗОВ

Аннотация

Данная статья посвящена обзору конкурентоспособности грузовых рамповых самолетов, находящихся в эксплуатации и востребованных на рынке перевозок уникальных крупногабаритных и сверхтяжелых грузов.

Ключевые слова: Грузовой рамповый самолет, уникальный негабаритный груз (УНГ), крупнотоннажный груз (КТГ).

Konstantinov A.S.

Post-graduate student, Ulyanovsk state technical university
(Institute of aviation technologies and management)

COMPETITIVENESS OF CARGO RAMP FREIGHTERS FOR TRANSPORTATIONS OF OUT-SIZED & SUPERHEAVY UNITS

Abstract

Given article is devoted the review of competitiveness of the cargo ramp freighters being in operation and claimed in the market of transportations of unique out-sized and superheavy units.

Keywords: Ramped airfreight, unique non-standard & large-capacity units.

Анализ и обработка статистических данных по перевозкам уникальных и нестандартных грузов рамповыми самолетами позволяет сделать вывод о стабильном росте перевозок крупногабаритных и тяжелых грузов воздушным транспортом. За рамками этого анализа остались статистические данные по заявкам и перевозкам нестандартных крупногабаритных грузов массой 15-30 тонн, загрузка которых производилась штатными самолетными средствами без использования специального погрузочного оборудования. Доля таких перевозок постепенно растет и в ближайшей перспективе может составить около 50-60 % от общего объема перевозок.

Грузы характерные для воздушного транспорта можно подразделить на три основные категории: генеральные, нестандартные, уникальные:



Генеральные грузы - грузы, геометрические, весовые и другие характеристики которых не выходят за пределы ограничений эксплуатационно-технической документации, загрузка которых выполняется с помощью наземных средств механизации, вручную или штатных погрузочных средств ВС. К ним относятся грузы на стандартных поддонах, почта, мелкие ящики, тюки и т.д.

Нестандартные грузы - колесная и гусеничная техника, самоходная и несамоходная, самолеты, вертолеты, контейнеры, ящики больших размеров.

Уникальные грузы - грузы, геометрические, весовые и другие характеристики которых выходят за пределы ограничений эксплуатационно-технической документации и (или) не могут быть загружены только с помощью штатного погрузочного оборудования ВС, а требуют других методов погрузки и применения специального оборудования.

Перевозки генеральных грузов, и частично нестандартных (контейнеры, крупные ящики и пр.) выполняются согласно имеющейся, отработанной структуре перевозок с применением стандартизированной аэропортовой техники; таковой структуры перевозок для УНГ не существует. Каждая перевозка УНГ является уникальной и требует определенной технической проработки.

Грузы, требующие особых условий транспортировки, являются *Специальными грузами* (особо ценные, опасные, скоропортящиеся, радиоактивные, животные и др.). Особое место в составе специальных грузов, занимают опасные грузы.

Опасные грузы, в соответствии с Техническими Инструкциями ИКАО - это изделия или вещества, которые способны вызвать угрозу для здоровья, безопасности, имущества или окружающей среды и которые указаны в Перечне опасных грузов в Технических инструкциях ИКАО или классифицируются в соответствии с этими инструкциями.

Прежде рамповые машины эксплуатировались только в военно-транспортной авиации, и их гражданское использование ограничивалось гуманитарными операциями. Избыток ВС и сложная экономическая ситуация вынуждали искать для рамповых самолетов новые применения. Бурно расцветший в 90-е гг. рынок челночных перевозок на сегодня практически утратил свою актуальность, зато рамповые ВС нашли себя в чартерных перевозках тяжелых и негабаритных грузов.

Грузовые рамповые самолеты широко используются в России и в других странах мира, и до середины 90-х годов выпускались массовыми сериями на заводах СНГ. В настоящее время, к сожалению, серийный выпуск практически всех классов рамповых самолетов прекращен или снизился до уровня недостаточного для выполнения планов по обеспечению потребностей государственных и коммерческих заказчиков на этот класс самолетов.

На рис. 1 и 2 приведены характеристики основных операторов на рынке грузовых авиаперевозок специальных грузов.

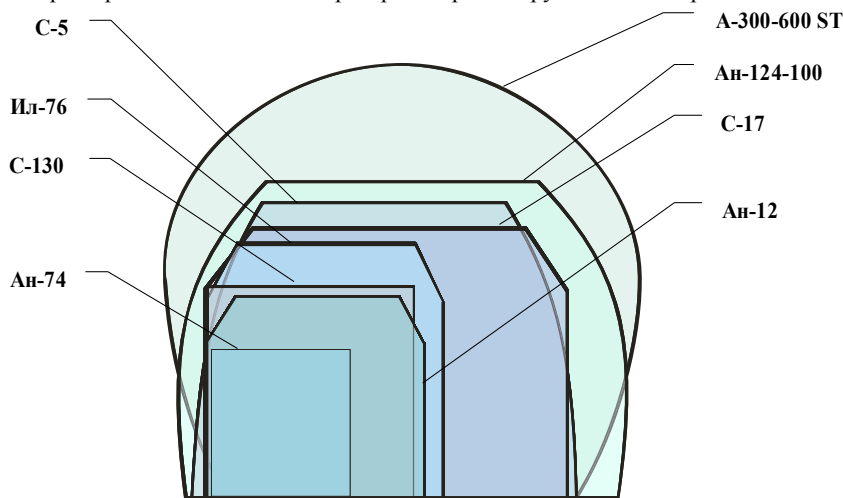


Рис. 1. Сравнительная диаграмма поперечных сечений ВС

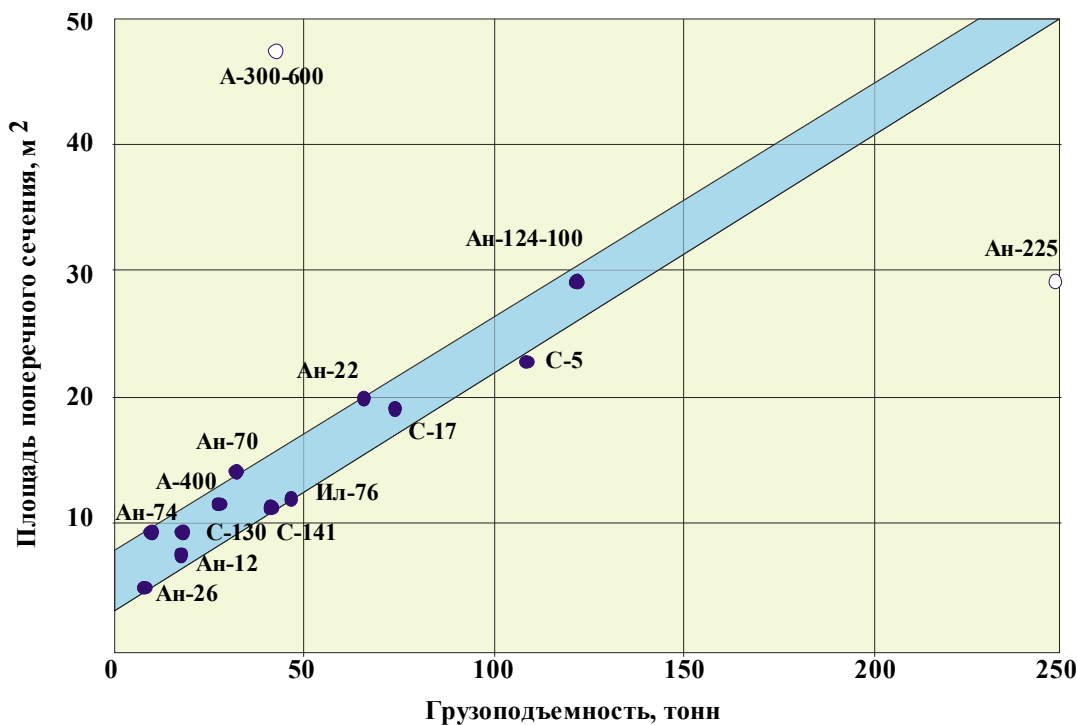


Рис. 2. Корреляция грузоподъемности и габаритов ГК рамповых ВС

Грузовые рамповые ВС оснащены встроенным транспортным оборудованием и, как правило, системой регулирования высоты порога грузового пола относительно земли, обеспечивающей автономную погрузку и выгрузку любых грузов. Комплекс бортовых погрузочно-разгрузочных средств состоит из: ramпы-трапа, являющейся также нижней створкой грузового люка, системой рольгангов, монорельсовых электротельферов, различной грузоподъемностью.

Наклонная трап-рампа, устанавливаемая на различных уровнях, позволяет осуществлять погрузку техники, как с земли, так и с платформы или кузова автомобиля. Электротельферы способны поднимать с земли и передвигать по фюзеляжу несамходные грузы. Это качество грузовых ВС, оборудованных внутренними кранами является основным достоинством перед другими типами. У некоторых типов ВС предусмотрена также возможность перевозки грузов на внешней подвеске, наверху фюзеляжа - самолёты Ан-225, Ан-22, ВМТ Мясищева.

Для наглядности динамики развития мирового парка грузовых рамповых и специализированных самолетов можно условно разбить на группы.

Таблица 1. Классификация грузовых рамповых ВС по грузоподъемности

№ п/п	Сверх-тяжелые	Тяжелые	Средние	Легкие	Гипер-специализированные
ВС, находящиеся в эксплуатации					
1	Ан-225	Ан-22	Ан-12	Ан-24	А-300-600ST
2	Ан-124-100	Ил-76	С.160 Transall	Ан-26	В-747 LCF
3	С-5 Galaxy	С-141	С-295 CASA	Ан-32	
4		С-17	С-130J	Ан-72	
5		Ан-70	XC-2 Kawasaki	С-123	
6			С-27J Spartan	С-140	
7			CN.235		
Проект / стадия разработки / ввод в эксплуатацию					
8	Ан-124-102	MD-17	КС-390 Embraer	Ил-112	А-380-800F
9	Ан-124-150	Ил-476	Ил-214 МТС		
10	Ан-124-300	Xian Y-20	А-400М		
11	Flying Wing		Ту-330		
12			Ан-148Т		

Достаточное распространение получили средние и тяжелые грузовые самолеты, которые могут перевозить 30-60 т., среди них грузовые самолеты типа Boeing 757 и 767, Airbus Industry A300 и A310, рамповые - Ил-76, С-141. Грузовые самолеты типа Boeing 747, Lockheed L-1011, McDonnell Douglas DC-10 и MD-11, С-17, Ан-22, способные перевозить более 60 т. груза. В категорию сверхтяжелых ТС можно отнести такие рамповые «грузовики», как Ан-124-100, Ан-225 и С-5, у которых грузоподъемность превышает 100 т.

Таким образом, можно выделить основные грузовые рамповые ВС, имеющиеся в мире: Ан-124-100, Ан-22, Ил-76ТД, Ан-70, С-130J, С-141, С-5, С-17 (MD-17 – гражданский вариант), а также гиперспециализированные А-300-600ST «Beluga» и В-747 LCF «Dreamlifter».

Рынок грузовых рамповых самолетов формируется двумя основными группами заказчиков – государственными ведомствами, обеспечивающими оборону, безопасность, оказание помощи в чрезвычайных ситуациях и авиакомпаниями, осуществляющими предоставление транспортных услуг на коммерческой основе. Прогнозируемые и уже заявленные отечественными и зарубежными заказчиками потребности в самолетах военно-транспортной авиации на внутреннем и внешнем рынке авиатехники, а также в транспортных самолетах гражданского назначения, созданных на базе военно-транспортной авиатехники, позволяет отнести данную продукцию к перспективной категории, имеющей значительный рыночный потенциал, как в среднесрочной, так и в долгосрочной перспективе. Рамповая авиация – это тот рыночный сегмент, в котором отечественные воздушные суда не только успешно конкурируют, но даже превосходят западные аналоги. Самые широко представленные типы воздушных судов рамповой грузовой авиации России – Ан-124-100 и Ил-76.

Появление на рынке тяжелого транспортного рампового самолета Ан-124-100 дало в руки мощный козырь – возможность перевозки различных тяжелых (вес моногрузов до 130 тонн) и крупногабаритных (размерами 36 х 6,1 х 4,2 м.) грузов. И именно самолет Ан-124-100 создал и продолжает расширять нишу на рынке тяжелых и крупногабаритных грузов, и в настоящее время является практически единственным оператором на этом рынке.

Сегодня многие высокотехнологичные продукты проектируются с учетом возможности доставки самолетом Ан-124-100. За последние пять лет рынок перевозок на Ан-124-100 рос в среднем на 12% в год. На протяжении двадцати двух лет деятельности авиакомпания «Волга-Днепр» демонстрирует устойчивую динамику роста объемов перевозок. Это подтверждает прогноз об опережающем темпе роста сегмента рынка крупногабаритных и сверхтяжелых грузов по отношению к динамике мирового рынка грузовых авиаперевозок.

При перевозках целого ряда УНГ часто приходится прибегать к членению многих изделий. Это приводит к значительным затратам труда, материалов и денежных средств. Экономически более целесообразно перевозить изделия с меньшей степенью членения. Большинство крупных проектов осуществляется на основе поставок по принципу just-in-time (“как раз во время”). Задержки с доставкой груза могут повлечь значительные финансовые убытки или штрафные санкции для поставщиков. Традиционные виды транспорта иногда не позволяют выдержать такие жесткие графики поставок при перевозке тяжелых грузов. Традиционные виды транспорта иногда не позволяют выдержать такие жесткие графики поставок при перевозке тяжелых грузов.

Появление самолетов, имеющих большие геометрические размеры грузовой кабины и грузоподъемностью больше 100 тонн, с мощной самолётной погрузочной системой и огромными грузовыми люками повлекло за собой структурные изменения сложившегося рынка перевозок крупногабаритных и тяжелых грузов. По техническим причинам самолетом Ан-124-100 могут быть перевезены около 65% всех видов уникальных негабаритных грузов. Технические возможности самолета Ан-124-100 и его появление на перевозках УНГ создали условия для качественного перераспределения объемов перевозок тяжелых крупногабаритных грузов и позволяют перевозить грузы весом до 125–135 тонн, а в исключительных случаях до 150 тонн. УНГ длиной до 25-30 метров могут быть перевезены воздушным транспортом. Подавляющая часть тяжеловесных моногрузов имеют ширину и высоту до 4 метров, и они могут быть перевезены только на Ан-124-100 и Ан-225.

Для сохранения «проснувшегося» рынка уникальных нестандартных грузов (УНГ) в будущем авиакомпании, в том числе и российские должны иметь парк различных по техническим характеристикам ВС, способных перекрывать большую часть уникальных и нестандартных грузов, как по весовым, так и по геометрическим характеристикам. Прогнозируемый ежегодный рост объемов перевозок тяжелых и крупногабаритных грузов потребует роста количества и увеличение типов самолетов работающих на этом рынке. Необходима организация постоянной работы с производителями крупногабаритного оборудования, форвардерами, специализированными фирмами, для подготовки части тяжелых и крупногабаритных грузов к перевозке воздушным транспортом, участие в крупных проектах по сооружению объектов промышленности. Целесообразно заключение соглашений с брокерскими компаниями, а также с ведущими фирмами, работающими в области экспедиторских услуг и логистики, т.е. проведение политики серьезного агрессивного маркетинга на мировом рынке авиационных перевозок тяжелых и крупногабаритных грузов.

В настоящий момент положение дел в этой сфере деятельности на российском рынке характеризуется следующими обстоятельствами:

- появилось множество (не всегда квалифицированных) организаций и частных лиц, предлагающих и выполняющих услуги по перевозке УНГ;
- законодательная, нормативно-техническая и нормативно-экономическая база этого вида перевозок остается чрезвычайно слабой, противоречивой и устаревшей;
- отсутствует координация деятельности российских перевозчиков УНГ, низка их информированность, возможность получения юридической, финансовой, технической, консультативной и другой помощи.
- практически прекращены научные исследования и подготовка специалистов в области тяжелого транспорта, в частности авиатранспорта.

В результате действия отмеченных обстоятельств в последние годы при перевозках КТГ (УНГ), даже на фоне незначительного сокращения их объемов возрастают опасные тенденции, например, такие как:

- срывы запланированных сроков доставки грузов потребителям, что ведет к нарушениям сроков сдачи строящихся объектов в эксплуатацию;
- низкое качество принимаемых организационных и технических решений, увеличивающее затраты на подготовку и осуществление перевозок и серьезно снижающее уровень безопасности работ.

Для преодоления существующих трудностей необходимо усилить внимание Минтранса России к перевозкам КТГ (УНГ). Назрела необходимость решения в ближайшие годы наиболее важных для специализированных перевозок проблем, предусматривающих:

- регламентирование деятельности Минтранса России как компетентного органа в области перевозок КТГ и УНГ;
- создание в Минтрансе Центра по координации перевозок УНГ;
- формирование единого Центра научных исследований, производства и поддержания летной годности грузовых ВС;
- подготовку научно-технической программы развития перевозок уникальных негабаритных и крупнотоннажных грузов;
- интенсификация научных поисков и разработок по проектированию принципиально новых специализированных ТС (грузовых аэростатических и воздушно-космических аппаратов: дирижаблей, термопланов, воздушно-космических челноков и пр.)

Литература

1. Арсланова Т.В. Прогноз развития рынка авиационных грузоперевозок // МАТФ-2011 – Ульяновск, 2011.
2. Деловой авиационный портал «АТО.ru». – URL: <http://www.ato.ru>
3. Ельцов Г. Антонов-124. История воздушного превосходства. – Ульяновск: «Корпорация технологий продвижения», 2002. – 224 с.
4. Исайкин А.И., Толмачев В.И. Ан-124 в мировой транспортной логистике Начало. Работа. Проблемы. Перспективы // МАТФ-2011 – Ульяновск, 2011.
5. Костромина Е.В. Авиатранспортный маркетинг. – М.: ИНФРА-М, 2012.
6. Котляренко А.Ф., Куренков П.В. К логистическим технологиям смешанных перевозок // Логистика. - 2002.- № 3.- С.8-10.
7. Материалы корпоративного сайта ГрК «Волга-Днепр» - URL: <http://www.volga-dnepr.com>, 2013.

Кочура А.Н.¹, Куликова В.С.²

¹Магистрант, Омский государственный технический университет; ²Студент, Омский государственный технический университет

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ПРОЕКТА «ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ФОРМУЮЩЕГО БАРАБАНА ИЗ ЖАРОПРОЧНОЙ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ»

Аннотация

В статье рассмотрено - оптимизации стратегии обработки гнезд формующего барабана, повышение стойкости твердосплавной фрезы путем перераспределение припусков.

Ключевые слова: оптимизация, стратегия обработки, припуск, режущий инструмент.

Kochyura A.N.¹, Rylikova V.S.²

¹Magistrant, Omsk State Technical University; ²Student, Omsk State Technical University

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF THE PROJECT "IMPROVING THE EFFICIENCY OF PROCESSING SPINNING REEL OF HEAT-RESISTANT STAINLESS STEEL"

Abstract

In the article - to optimize treatment strategies spinning reel slots, increasing resistance carbide cutters through the redistribution of allowances.

Keywords: optimization, strategy processing allowance, cutting tool.

Повышение эффективности обработки формующего барабана из жаропрочной нержавеющей стали

В современном машиностроении широкое применение получили детали, имеющие сложную пространственную форму. Ярким представителем этого класса является формующий барабан для изготовления пельменей или вареников. Характерной особенностью деталей с пространственно-сложными поверхностями (ПСП) являются высокие технические требования точности исполнения профиля.

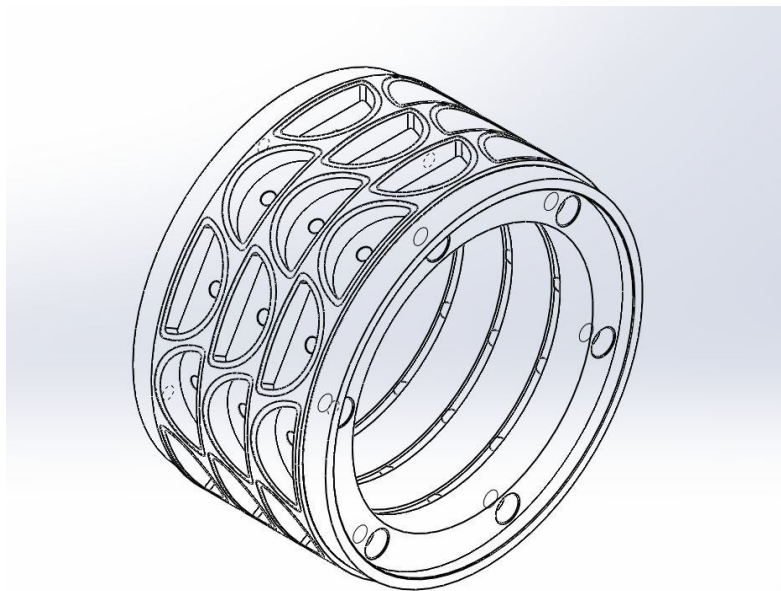


Рис.1 Формующий барабан общий вид

Постоянное возрастание требований к повышению производительности обработки ПСП вызывает необходимость интенсификации и автоматизации процессов их изготовления.

Типовой технологический процесс изготовления деталей, содержащих пространственно-сложные поверхности, содержит черновое, чистовое фрезерование и отделочно-доводочные операции, такие как шабрение, полирование. При этом трудоемкость последних может превышать суммарную трудоемкость чернового и чистового фрезерования. Для сокращения времени механической обработки деталей содержащих ПСП необходимо уменьшать объем доводочных операций, что возможно за счет максимального приближения выходных показателей чистового фрезерования к требуемым параметрам готовой детали.

Основным средством автоматизации механической обработки деталей, содержащих ПСП, являются фрезерные станки с ЧПУ. Эффективность использования станков с ЧПУ находится в прямой зависимости от качества и надежности управляющих программ. В последних задается информация о траектории движения инструмента, режимах резания и т.д., необходимая для автоматического выполнения операций без вмешательства оператора. Однако, наблюдается разрыв между постоянно расширяющимися технологическими возможностями станков с ЧПУ и трудностями в обеспечении требуемой обработки поверхности на стадии проектирования управляющих программ из-за недостаточной изученности процесса объемного фрезерования. От того насколько полно спроектированная программа учитывает конкретные условия обработки, будет зависеть трудоемкость ее отладки, которая может быть снижена за счет ликвидации многократного перепрограммирования, а также повышением технологической надежности выполняемой операции.

Трудности, связанные с проектированием оптимальной технологии, начинаются при обработке данных.

Обмен данными между CAD- и CAM-системами, имеющими собственные CAD-модули, происходит не без препятствий. Опыт показывает, что при введении данных часть из них теряется, в результате чего появляются незамкнутые контуры деталей. Это требует дополнительных работ для восстановления поверхностей, что, естественно, повышает затраты на подготовку ЧПУ-программы, а кроме того, требует от программиста навыков в области конструирования. Допущенные ошибки в геометрии копируются «один к одному» на обрабатываемую поверхность.

Программист при составлении ЧПУ- программ имеет нехватку информации об оптимальном планировании процесса фрезерования. Это связано, с одной стороны, с тем, что существующие в настоящее время CAD/CAM- системы имеют многочисленные функции для обработки сложных поверхностей, базирующихся на геометрии и несущие технологическую

информацию. Например, существует несколько вариантов составления программы для обработки остаточных припусков, один из которых программист должен принять, исходя из собственного опыта. Это означает, что он также должен владеть производственными технологическими знаниями, которые на практике приобретает не программист, а станочник.

Обработка ПСП на фрезерных станках с ЧПУ связана с непрерывным изменением параметров резания, главным образом, направления подачи, а также положения и длины активной рабочей части режущей кромки. Нестабильность протекания процесса резания оказывает существенное влияние на выходные параметры шероховатости деталей. Факторы нестабильности процесса объемного фрезерования учитываются технологом в настоящее время интуитивно из-за отсутствия нормативов режимов резания, которых бы количественно увязывались не только "скорость- стойкость", но и величины подач с качеством.

Для уменьшения многочисленных экспериментальных поправок программ на станках с ЧПУ, вызывающих простои, с целью обеспечения требуемых параметров шероховатости, технолог зачастую идет на занижение режимов резания и, тем самым снижает производительность обработки.[1]

Например, при производстве формующего барабана из пищевой нержавеющей стали 14X17H2 (Рис. 1) предварительно высверливаются центральное отверстие и в углах формующего гнезда, оставляя припуск для чистовой обработки. Для уменьшения времени обработки применялись твердосплавные сверла.

Черновая обработка формующих гнезд (рис. 2) при производстве формующего барабана ранее выполнялась инструментом ZCC*CT GM-4E-D8.0 на следующих режимах: припуск осевой 2,8мм, радиальный 2,5мм, частота вращения инструмента $S=2500$ об/мин (62 м/мин), подача $F=250$ мм/мин ($F_z=0.025$ мм/зуб). Обработка производилась по траектории представленной на рис.3

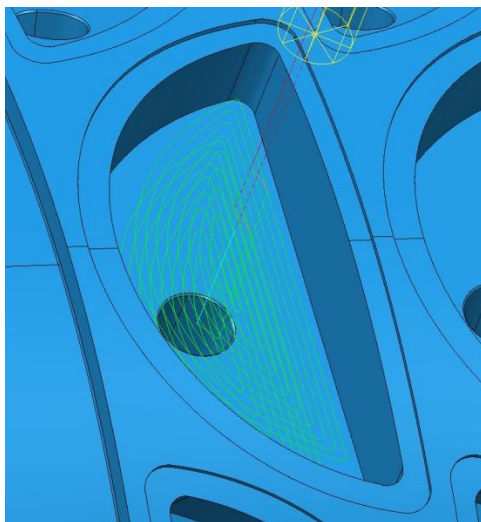
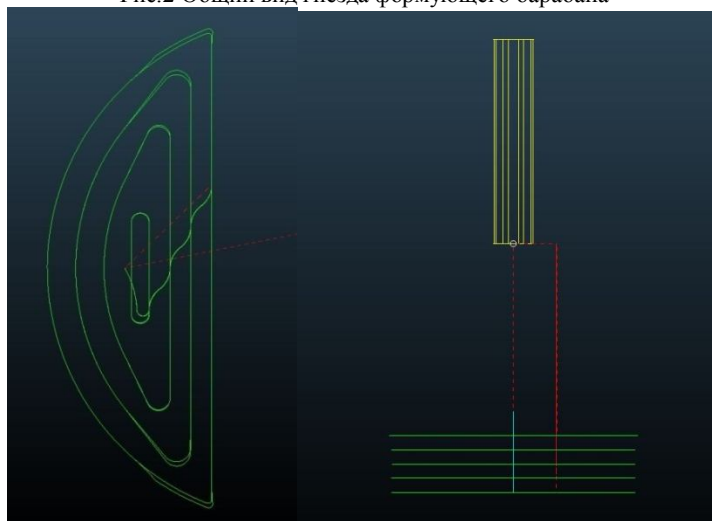


Рис.2 Общий вид гнезда формующего барабана

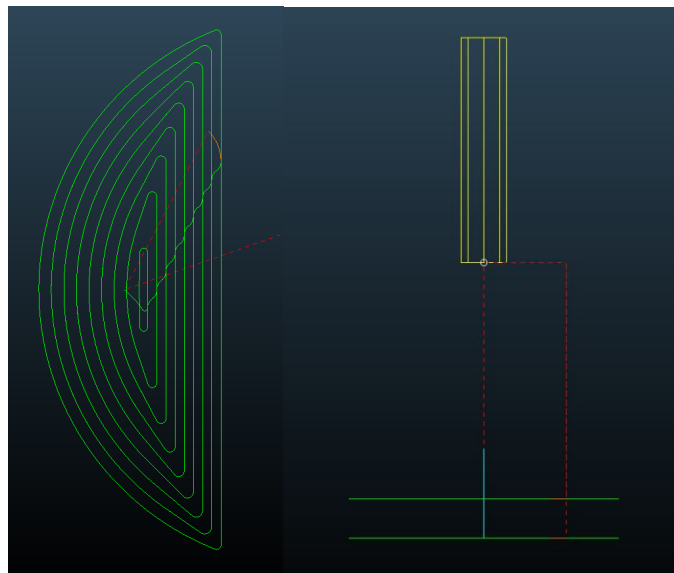


а) вид сверху б) вид сбоку

Рис. 3 Исходная траектория движения фрезы при черновой обработке формующего гнезда

Недостатками данных режимов обработки являются высокая продолжительность обработки - 6мин. 30сек., низкая стойкость инструмента вызванная малым процентом использования режущей части инструмента. Кроме того, при обработке по данной траектории, нагрузка на фрезу в точках смены направления подачи резко возрастает, что может привести к поломке инструмента.

С целью устранения данных недостатков был подобран более высокопроизводительный инструмент SECO 554080R05Z4.0-SIRON-A, и спроектирована новая траектория (рис.4). В данной траектории уменьшен радиальный припуск до 1 мм и увеличен осевой припуск до 7мм, что увеличивает процент использования режущей части инструмента. Также уменьшены перегрузки в угловых точках траектории вследствие уменьшения шага между траекториями в радиальном направлении. Увеличена подача F до 300 мм/мин и частота вращения инструмента n до 3000 об/мин., что позволило сократить время обработки одного гнезда до 4 мин 30 сек.

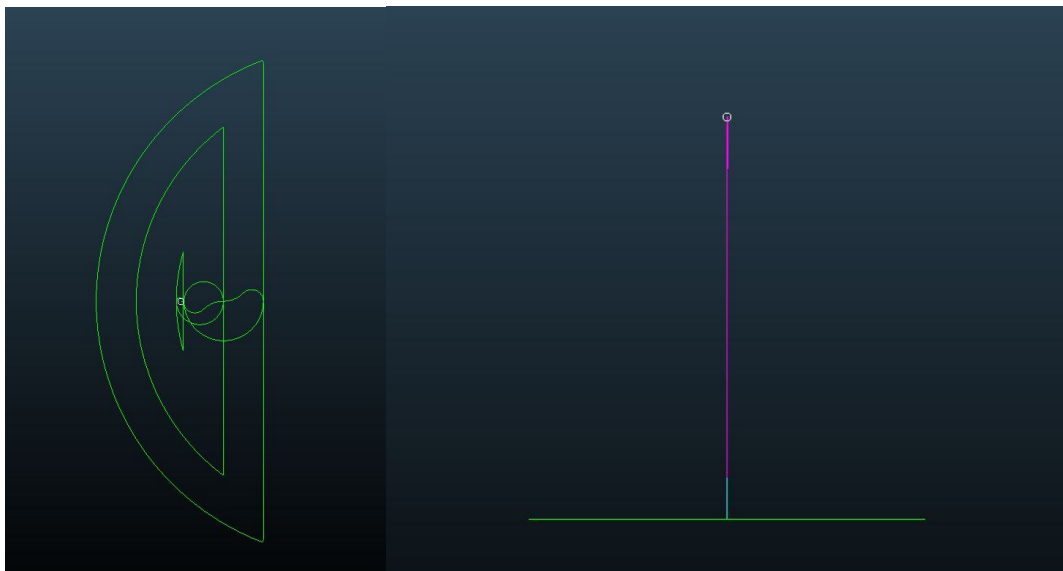


а) вид сверху б) вид сбоку

Рис.4 Проектируемая траектория движения фрезы при черновой обработке формирующего гнезда

Чистовая обработка выполняется несколькими инструментами, фрезами диаметром 8мм, 6мм и 3мм. Порядок обработки и распределение снимаемых припусков распределяется между инструментами следующим образом:

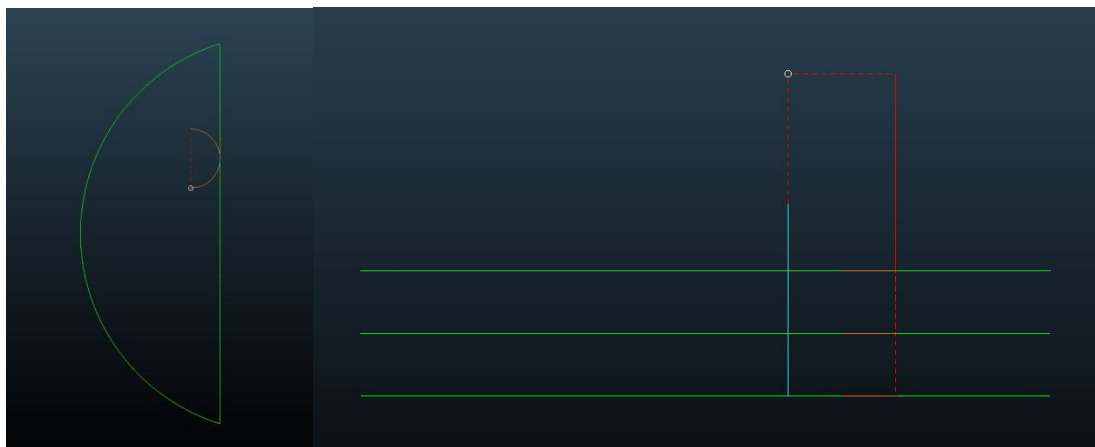
- фрезой диаметром 8 мм производится чистовую обработку доньшка формирующего гнезда и получистовую обработку стенок(рис.5);



а) вид сверху б) вид сбоку

Рис.5 Чистовая траектория для фрезы диаметром 8мм

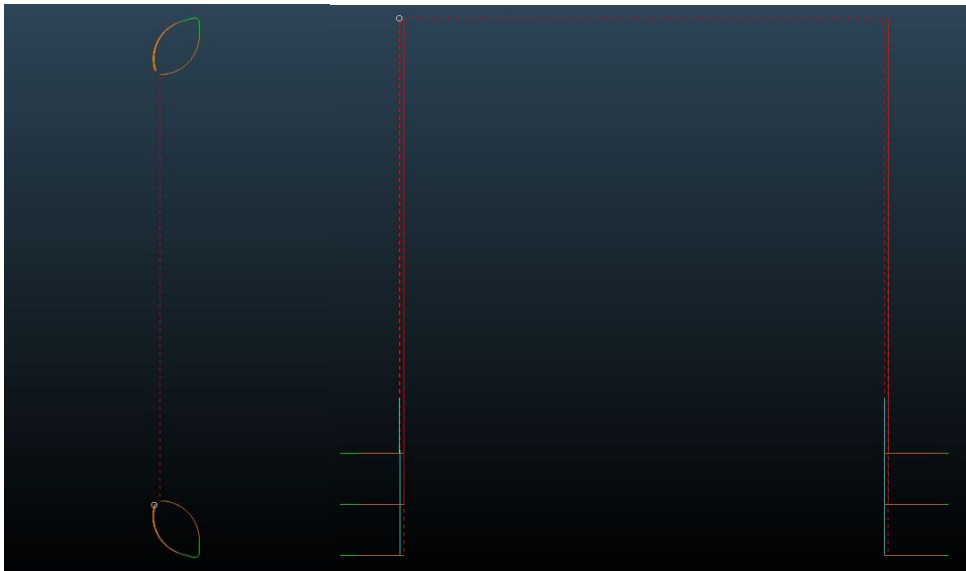
- фрезой диаметром 6 мм. производится чистовую обработку стенок формирующего гнезда(рис.6);



а) вид сверху б) вид сбоку

Рис. 6. Чистовая траектория для фрезы диаметром 6мм.

- фрезой диаметром 3 мм. производится доработка углов формирующего гнезда(рис.7);



а) вид сверху б) вид сбоку
рис.7 Доработка углов фрезой диаметром 3мм.

Анализируя вышеизложенное можно заключить, что проектируемая траектория позволяет сократить время обработки формирующего гнезда на 2 минуты и повысить стойкость инструмента на 30%. Также снижается вероятность поломки инструмента в углах траектории вследствие уменьшения перепада радиального припуска и, как следствие, перегрузок.

Литература

1. Батуев В.В. Повышение производительности и точности чистового фрезерования пространственно сложных поверхностей со ступенчатым припуском [Текст] : дис. ... канд. техн. наук :05.02.08: защищена 18 декабря 2007: утв. 15.07.02 / Батуев Виктор Викторович. – Челябинск, 2007. – 215 с. – Библиогр.: с. 202–213. – 003166059

Лымарь Е.А.

Кандидат технических наук, ОАО «Российские космические системы», Москва

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА НА ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЕРАМОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ

Аннотация

В статье рассмотрено влияние металлического компонента на структуру и технические характеристики керамометаллического композита. Выявлено, что структура полученного материала устойчива в широком диапазоне температур.

Ключевые слова: композиты, материал, алюминий, свойства, устойчивость.

Lyumar E.N.

PhD in engineering sciences, OJSC "Russian space systems", Moscow

EFFECT OF THE SPECIFICATIONS FOR KERAMOMETALLIC COMPOSITES

Abstract

In this paper, the influence of the metal component on the structure and characteristics of the keramometallic composite. Revealed that the structure of the obtained material is stable over a wide temperature range.

Keywords: composites, material, aluminum, properties, resistance

Повышение технологических характеристик строительных композитов напрямую связано с получением материалов, которые сочетали бы свойства входящих в него компонентов. Одним из направлений в получении таких материалов является создание композитов на основе металлической и неметаллической составляющих. Следует отметить, что в промышленности затруднено использование строительных материалов, в состав которых входят металлические наполнители, вследствие трудоемких технологий и высоких материальных затрат при производстве. Однако существуют производственные области, где традиционные строительные материалы из-за недостаточной прочности, ударной вязкости, пластичности, термостойкости и т.п., не в состоянии обеспечить высокий уровень эксплуатационных характеристик [1 – 20].

В данной работе представлены исследования термической устойчивости композитов, полученных на основе глин и металлического алюминия [21 – 24]. Главной особенностью получаемого материала является то, что металлический компонент вводится на стадии приготовления сырьевой смеси. Кроме того, вводимый алюминий участвует в стадиях структурообразования синтезируемого композита, что и приводит к высоким эксплуатационным показателям последнего. Для лучшей совместимости глинистой составляющей с алюминием проводилось модифицирование компонентов, применяемых для получения металлокерамического связующего [25, 26].

Разработанный композит имеет однородную структуру (рис. 1), обладает высокими механическими и технологическими показателями, которые достигаются благодаря достигнутой совместимости модифицированной глинистой составляющей и алюминиевого компонента.

Для разработанных материалов были определены воздушная (уравнение 1) и огневая усадки (уравнение 2), его чувствительность к сушке (уравнение 3).

$$\Delta l_{возд} = (l_0 - l_1) / l_0, \quad (1)$$

$$\Delta l_{ог} = (l_1 - l_2) / l_0, \quad (2)$$

где: $\Delta l_{возд}$ – воздушная усадка образца, %;

$\Delta l_{ог}$ – огневая усадка образца, %;

l_0 – длина свежесформованного образца, мм;

l_1 – длина образца после сушки, мм;

l_2 – длина образца после обжига, мм.

$$K_v = \frac{V}{V_0 \left(\frac{g_0 - g}{V_0 - V} - 1 \right)} \quad (3)$$

где: K_v – коэффициент чувствительности к сухке;

V_0, V – объем образца соответственно после формования и в воздушно-сухом состоянии, см^3 ;

g_0, g – масса образца соответственно свежесформованного и в воздушно-сухом состоянии, г.

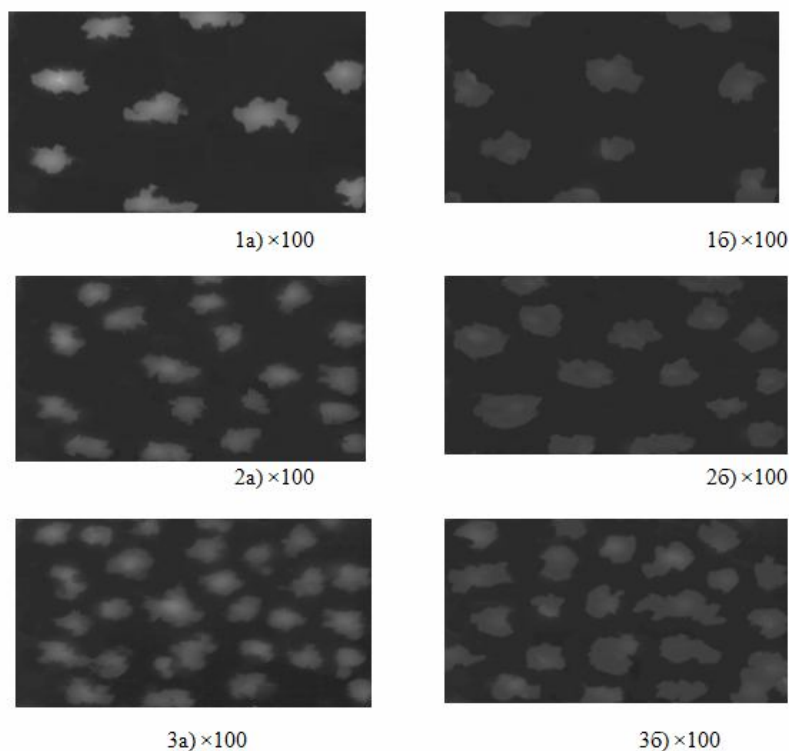


Рис. 1 Оптические микрофотографии поверхности композита на основе каолиновых (а) и монтмориллонитовых (б) глин с содержанием алюминиевого наполнителя 5% (1) 10% (2) и 20% (2)

Получаемый материал стоек в температурном диапазоне до $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$, выдерживает 50 циклов нагрева до температуры $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ и резкого его охлаждения, 35 циклов нагрева до $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ и резкого его охлаждения, 22 цикла нагрева до $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ и резкого его охлаждения без изменения его геометрических параметров (в случае отсутствия внешних нагрузок) и без образования микротрещин на его поверхности.

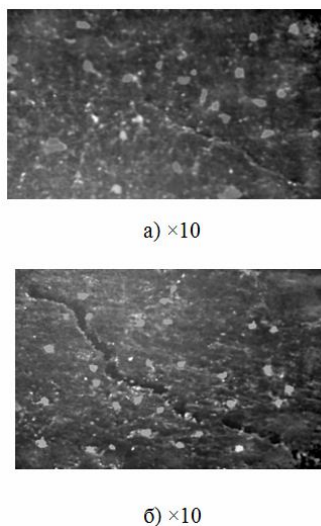


Рис. 2. Оптические микрофотографии начально-образовавшихся микротрещин (а) и образовавшихся в результате увеличения циклов эксперимента с 22 до 25 (б) при температуре $1100\text{ }^{\circ}\text{C}$

Дальнейшее увеличение количества циклов эксперимента приводит к образованию микротрещин на поверхности металлокерамического композита (рис. 2 а), обусловленных возникновением в материале упругих и остаточных пластических деформаций. Установлено, что характер микротрещин не зависит от количества циклов эксперимента: с увеличением количества циклов, их геометрические размеры и степень распространения по структуре материала увеличиваются (рис 2. б).

По предлагаемой технологической схеме получения металлокерамического композита образуются наиболее устойчивые фазы муллита и кварца [27], вследствие чего можно утверждать, что при использовании металлокерамического композита при высоких температурах (до $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$) изменения фазовых превращений в его структуре происходить не будут.

Литература

1. Володченко, А.Н. Попутные продукты горнодобывающей промышленности в производстве строительных материалов / А.Н. Володченко, В.С. Лесовик, С.И. Алфимов, Р.В. Жуков // Современные наукоемкие технологии. – 2005. – № 10. – С. 79–79.
2. Алфимов, С.И. Техногенное сырье для силикатных материалов гидратационного твердения / С.И. Алфимов, Р.В. Жуков, А.Н. Володченко, Д.В. Юрчук // Современные наукоемкие технологии. – 2006. – № 2. – С. 59–60.

3. Володченко, А.Н. Силикатный бетон на нетрадиционном сырье / А.Н. Володченко, Р.В. Жуков, Ю.В. Фоменко, С.И. Алфимов // Бетон и железобетон. – 2006. – № 6. – С. 16–18.
4. Володченко, А.Н. Силикатные материалы на основе вскрышных пород Архангельской алмазоносной провинции / А.Н. Володченко, Р.В. Жуков, С.И. Алфимов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2006. – № 3. – С. 67–70.
5. Володченко, А.Н. Оптимизация свойств силикатных материалов на основе известково-песчано-глинистого вяжущего / А.Н. Володченко, Р.В. Жуков, В.С. Лесовик, Е.А. Дороганов // Строительные материалы. – 2007. – № 4. – С. 66–69.
6. Володченко, А.Н. Повышение эффективности производства автоклавных материалов / А.Н. Володченко, В.С. Лесовик // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2008. – № 9. – С. 10–16.
7. Володченко, А.Н. Силикатные автоклавные материалы с использованием нанодисперсного сырья / А.Н. Володченко, В.С. Лесовик // Строительные материалы. – 2008. – № 11. – С. 42–44.
8. Володченко, А.Н. Регулирование свойств ячеистых силикатных бетонов на основе песчано-глинистых пород / А.Н. Володченко, В.С. Лесовик, С.И. Алфимов, А.А. Володченко // Известия вузов. Строительство. – 2007. – № 10. – С. 4–10.
9. Володченко, А.Н. Влияние механоактивации известково-сапонитового вяжущего на свойства автоклавных силикатных материалов / А.Н. Володченко // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 3. – С. 13–16.
10. Володченко, А.Н. Особенности взаимодействия магниевой глины с гидроксидом кальция при синтезе новообразований и формирование микроструктуры / А.Н. Володченко // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 2. – С. 51–55.
11. Володченко, А.Н. Глинистые породы в производстве силикатного кирпича / А.Н. Володченко // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. – 2012. – Т. 26. – № 2. – С. 8–10.
12. Володченко, А.Н. Глинистые породы – сырье для производства автоклавных ячеистых бетонов / А.Н. Володченко // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. – 2012. – Т. 26. – № 2. – С. 11–14.
13. Володченко, А.Н. Взаимодействие мономинеральных глин с гидроксидом кальция в гидротермальных условиях / А.Н. Володченко // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. – 2012. – Т. 30. – № 3. – С. 35–37.
14. Володченко, А.Н. Вяжущее на основе магниевых глин для автоклавных силикатных материалов / А.Н. Володченко // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. – 2012. – Т. 30. – № 3. – С. 38–41.
15. Володченко, А.Н. Автоклавные силикатные материалы на основе отходов горнодобывающей промышленности / А.Н. Володченко // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. – 2012. – Т. 47. – № 4. – С. 29–32.
16. Володченко, А.Н. Влияние песчано-глинистых пород на оптимизацию микроструктуры автоклавных силикатных материалов / А.Н. Володченко // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. – 2012. – Т. 47. – № 4. – С. 32–36.
17. Володченко, А.Н. Реологические свойства газобетонной смеси на основе нетрадиционного сырья / А.Н. Володченко, В.С. Лесовик // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2012. – № 3. – С. 45–48.
18. Володченко, А.Н. Автоклавные ячеистые бетоны на основе магниевых глин / А.Н. Володченко, В.С. Лесовик // Известия вузов. Строительство. – 2012. – № 5. – С. 14–21.
19. Володченко, А.Н. Магниевые глины – сырье для производства автоклавных ячеистых бетонов / А.Н. Володченко // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. – 2013. – Т. 43. – № 1. – С. 3–7.
20. Володченко, А.Н. Влияние песчано-глинистых пород на пластичность газобетонной массы / А.Н. Володченко // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. – 2013. – Т. 43. – № 1. – С. 7–10.
21. Ключникова, Н.В., Получение металлокомпозиционных материалов / Н. В. Ключникова, Е.А. Лымарь // Стекло и керамика. — 2006. — № 2. — С. 33—34.
22. Ключникова, Н.В. Перспективные композиционные материалы на основе металлической матрицы и неметаллического наполнителя / Н.В. Ключникова, А.М. Юрьев, Е.А. Лымарь // Успехи современного естествознания. — 2004. — № 2. — С. 69—69.
23. Ключникова, Н.В. Принципы создания керамометаллического композита на основе глин и металлического алюминия / Н.В. Ключникова // Естественные и технические науки. — 2012. — № 2(58). — С. 450—452.
24. Ключникова, Н.В. Керамометаллические композиционные материалы с высоким содержанием алюминия / Н.В. Ключникова // Современные проблемы науки и образования. — 2011. — № 6. — С. 107—107
25. Ключникова, Н.В. Проблемы совместимости керамической матрицы и металлического наполнителя при изготовлении композитов строительного назначения / Н. В. Ключникова, Е.А. Лымарь, А. М. Юрьев // Строительные материалы. — 2005. — № 11. — С. 54—56.
26. Ключникова, Н.В. Термомеханическое совмещение компонентов при создании керамометаллических композитов / Н.В. Ключникова // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. — 2012. — Т. 6. — № 2. — С. 65—69.
27. Ключникова, Н.В. Изучение взаимодействия между компонентами при создании керамометаллических композиционных материалов / Н.В. Ключникова // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. — 2011. — Т. 10. — № 4. — С. 5—8.

Манжула В.Г.

Кандидат технических наук, доцент, Институт коммуникативных технологий

ГИБРИДНЫЙ АЛГОРИТМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Аннотация

В статье приведен алгоритм функционирования системы поддержки принятия решений при многокритериальной оптимизации. Рассмотрен пример на основе оптимизации по Парето.

Ключевые слова: многокритериальная оптимизация, алгоритм, программное обеспечение.

Manzhula V.G.

Candidate of technical science, associate professor, Institute of communicative technologies

HYBRID ALGORITHM OF DECISION SUPPORT SYSTEM FOR MULTI-CRITERIA OPTIMIZATION

Abstract

The paper presents an algorithm of the system to support decision-making in multi-objective optimization. The example on the basis of Pareto optimization.

Keywords: multi-objective optimization, algorithm, software

В основе работы системы поддержки принятия решений (СППР) зачастую лежит решение задачи многокритериальной оптимизации [1, 2]. Задача СППР заключается в первую очередь в определении множества возможных альтернативных решений и в выборе оптимальных альтернатив с использованием различных методов многокритериальной оптимизации.

1) Первым шагом работы СППР является получение исходных данных, представляющих собой постановку задачи и множество альтернативных решений. Лицо, принимающее решение (ЛПР) или оператор системы производят ввод исходных данных в СППР. При этом на множестве альтернатив определяются критерии отбора, основанные на количестве и значениях параметров каждой альтернативы.

2) На втором шаге система производит диалог с ЛПР, в ходе которого определяются предпочтения ЛПР уже на множестве критериев отбора. Таким образом, происходит ранжирование критериев и их сортировка.

3) Далее СППР в автоматическом режиме производит многокритериальную оптимизацию множества альтернатив, с использованием любого из методов, например, построение фронта и множества Парето. При этом учитывается оптимальность не только самих альтернатив, но и оптимальность критериев отбора. Выделяется компактное множество Парето, построенное по самым оптимальным критериям:

3.1) Все критерии разделяются на две или более категории по признаку предпочтения с точки зрения ЛПР;

3.2) Выбираются критерии из категории, наиболее предпочтительной с точки зрения ЛПР;

3.3) Во множество Парето включаются альтернативы, имеющие по выбранным критериям, следующие свойства:

- максимально удовлетворяющее значение, хотя бы по одному из критериев;

- все критерии имеют значения, не хуже чем у других альтернатив.

4) На следующем шаге возможна оптимизация или свертка уже построенного множества Парето, с привлечением дополнительной информации от ЛПР, например, методом Нелдера-Мида. Если получено компактное множество Парето с небольшим количеством входящих в него альтернатив, то возможен переход сразу к последнему шагу алгоритма.

5) На последнем шаге ЛПР вручную выбирает конечное решение из предлагаемых системой альтернатив. Эти альтернативы входят в компактное множество Парето и максимально удовлетворяют предпочтениям ЛПР и постановке задачи.

Данный алгоритм может применяться в различных СППР, где присутствует многокритериальный отбор. Например, такой алгоритм может лежать в основе автоматизированной системы схмотехнического синтеза [3-6]. Работа алгоритма подразумевает привлечение дополнительной информации от ЛПР, что способствует повышению результативности конечного отбора.

Литература

1. Черноуцкий И. Г. Методы принятия решений [Текст] / И. Г. Черноуцкий // Теория принятия решений. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005 – 416 с.: ил.

2. Манжула В. Г. Нейронные сети Кохонена и нечеткие нейронные сети в интеллектуальном анализе данных [Текст] / В. Г. Манжула, Д. С. Федяшов // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 4. – С. 108 - 114.

3. Манжула В. Г. Модели, методы и алгоритмы структурно-параметрического синтеза избыточных смешанных СФ-блоков [Текст] / В. Г. Манжула // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2011. – № 2. – С. 79 - 87.

4. Манжула В. Г. Синтез избыточных структур сложных функциональных блоков [Текст] / В. Г. Манжула // Системы управления и информационные технологии. – 2010. - Т. 39. – № 1.2. – С. 242 - 247.

5. Манжула В. Г. Функционально интегрированная микроэлектронная система защиты на основе быстродействующего датчика температуры [Текст] / В. Г. Манжула // Датчики и системы. – 2012. – № 7. – С. 18 - 22.

6. Манжула В. Г. Исключение структурной, функциональной и схмотехнической избыточности при синтезе аналоговых систем в корпусе [Текст] / В. Г. Манжула // Научно-технический вестник Поволжья. – 2011. – № 2. – С. 123 - 127.

Манжула В.Г.

Кандидат технических наук, доцент, Институт коммуникативных технологий

ОПТИМАЛЬНЫЙ МЕТОД ВЫДЕЛЕНИЯ МНОЖЕСТВА ПАРЕТО ИЗ МНОЖЕСТВА АЛЬТЕРНАТИВ

Аннотация

В статье приведен проблемно-ориентированный метод выделения множества Парето из множества альтернатив. Метод позволяет строить компактное множество Парето в соответствии с предпочтениями ЛПР.

Ключевые слова: многокритериальный отбор, множество Парето, оптимизация по Парето, многокритериальная оптимизация.

Manzhula V.G.

Candidate of technical science, associate professor, Institute of communicative technologies

OPTIMAL METHODS FOR DETERMINING THE PARETO SET OF VARIETY OF ALTERNATIVES

Abstract

The paper presents a problem-oriented method for the determination of the Pareto set of alternatives. The method allows to build compact Pareto set in accordance with the preferences of decision-makers.

Keywords: multi-criteria selection, Pareto optimization, Pareto set, multi-objective optimization.

Решение задач многокритериального отбора или поиска оптимального решения среди множества альтернатив с использованием автоматизированных систем поддержки принятия решения предусматривает выделение множества Парето из исходного множества альтернатив [1]. Выбор конкретной альтернативы в качестве конечного решения предоставляется лицу принимающему решение (ЛПР) уже на множестве Парето [2]. При этом во множество Парето войдут все варианты решения, оптимальные по бинарному отношению Парето, то есть имеющие хотя бы по одному критерию максимально удовлетворяющее значение и не уступающие остальным решениям по другим критериям.

Каждая альтернатива имеет определенный набор параметров. Выделение множества Парето в общем случае предполагает, что имеется некоторый набор параметров, характерный для любой альтернативы из исходного множества альтернатив. Из общего набора параметров формируется общий набор критериев отбора в задаче поиска. На основе этого общего набора критериев и строится множество Парето или альтернатив, среди которых нет доминируемых.

Данный принцип построения множества Парето является оптимальным с математической точки зрения, но в определенных случаях, когда количество альтернативных решений и критериев отбора велико, может привести к необходимости сужения или свертки множества Парето из-за большого количества элементов, вошедших в него [3].

При решении задачи отбора зачастую ЛПР заранее знает, какие из критериев отбора его интересуют больше, а какие меньше. То есть имеется возможность выбора наиболее значимых критериев из всех критериев отбора [4,5]. На основании этой

дополнительной информации, полученной от ЛПР, можно строить компактное множество Парето, куда войдут решения, оптимальные не по всем имеющимся критериям, а по критериям, наиболее значимым для ЛПР.

Для реализации этого метода необходимо представить множество критериев отбора в виде множества булевых функций, где значения элементов соответствуют полученной от ЛПР информации. Если данный критерий имеет значимость для ЛПР, то его значение «истина», в противном случае – «ложь». Далее по критериям со значением «истина» производится выделение множества Парето из множества заданных альтернатив. Полученное таким образом множество Парето будет полностью соответствовать предпочтениям ЛПР, а количество элементов в нем будет меньше или равно количеству элементов множества Парето, построенного обычным способом.

Иногда предпочтения ЛПР на множестве критериев отбора задаются не булевой функцией (имеет или не имеет значимость), а весовыми коэффициентами для каждого критерия. В таком случае имеется возможность отсортировать множество критериев отбора. Это позволяет строить множество Парето с минимальным набором оптимальных критериев, что также влияет на результативность и размер получаемого множества Парето.

Таким образом, использование дополнительной информации, полученной от ЛПР еще до построения множества Парето, позволяет значительно сократить и упростить автоматизированное решение задачи многокритериального отбора.

Литература

1. Черноруцкий И. Г. Методы принятия решений [Текст] / И. Г. Черноруцкий // Теория принятия решений. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005 – 416 с.: ил.

2. Манжула В. Г. Синтез избыточных структур сложных функциональных блоков [Текст] / В. Г. Манжула // Системы управления и информационные технологии. – 2010. - Т. 39. – № 1.2. – С. 242 - 247.

3. Манжула В. Г. Нейронные сети Кохонена и нечеткие нейронные сети в интеллектуальном анализе данных [Текст] / В. Г. Манжула, Д. С. Федяшов // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 4. – С. 108 - 114.

4. Манжула В. Г. Функционально интегрированная микроэлектронная система защиты на основе быстродействующего датчика температуры [Текст] / В. Г. Манжула // Датчики и системы. – 2012. – № 7. – С. 18 - 22.

5. Манжула В. Г. Исключение структурной, функциональной и схемотехнической избыточности при синтезе аналоговых систем в корпусе [Текст] / В. Г. Манжула // Научно-технический вестник Поволжья. – 2011. – № 2. – С. 123 - 127.

Нефедова И.С.¹, Финогеев Е.А.², Финогеев А.Г.³

¹ Аспирант, Пензенский государственный университет; ² Аспирант, Пензенский государственный университет; ³ Доктор технических наук, профессор, Пензенский государственный университет

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ СОЗДАНИЯ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ РЕГИОНА

Аннотация

В статье рассматриваются основные проблемы, с которыми сталкиваются разработчики систем автоматизированного управления и поддержки принятия решений для служб диспетчеризации предприятий, обслуживающих инженерные сети, и предлагаются методы их решения для повышения эффективности работы системы мониторинга инженерных сетей.

Ключевые слова: мониторинг, инженерные коммуникации, интеллектуальные системы поддержки принятия решений

Nefedova I.S.¹, Finogeev E. A.², Finogeev A. G.³

¹ postgraduate student, Penza State University; ² postgraduate student, Penza State University; ³ doctor of technical science, professor, Penza State University

PROBLEM ANALYSIS OF A SINGLE NETWORK MONITORING SYSTEM ENGINEERING REGION

Abstract

The paper discusses the main challenges faced by developers of automated control systems and decision support for dispatch services businesses serving utilities, and suggests methods for their solutions to improve system performance monitoring utilities.

Keywords: monitoring, utilities, intelligent decision support system

Своевременное, полное и достоверное получение информации об узлах и объектах инженерных коммуникаций в различных сферах с применением современных информационных и телекоммуникационных технологий сегодня является актуальной научно-технической задачей. Подобного рода оперативные данные необходимы для всех структурных подразделений предприятий, занимающихся их обслуживанием (администрации, диспетчерской службы, аварийно-ремонтным бригадам и т.п.). Проблема получения достоверных сведений о состоянии объектов инженерных коммуникаций в реальном времени напрямую связана с финансово-экономическими показателями деятельности данных предприятий, так как многие аварии можно предупредить, непрерывно измеряя различные параметры (давление, температуру, расход энергоносителя и т.д.), предотвратив потери энергоресурсов и затраты на ликвидацию последствий аварий и техногенных катастроф [1].

Современное состояние информационных и телекоммуникационных технологий, в плане развития и широкого внедрения беспроводных сетей и мобильных средств связи с достаточными вычислительными мощностями позволяет создавать новые интеллектуальные системы мониторинга и поддержки принятия решений для обеспечения работы диспетчерских служб. С их помощью можно прогнозировать, дистанционно детектировать и своевременно определять места повреждений в трубопроводных системах, что существенно сократит время восстановления работоспособности инженерной сети и позволит предупредить серьезные последствия возможных аварий техногенного характера [2].

Понятие «инженерные сети или коммуникации» обозначает системы, обеспечивающие жизнедеятельность населения, жилищно-коммунальных и промышленных предприятий. К ним следует отнести [3]:

- Сети внешнего электроснабжения, включая линии электропередач, подстанции и т.д.;
- Сети внутреннего электроснабжения зданий и сооружений;
- Сети наружного освещения улиц, дорог, витрин, стендов и т.д., включая линий электропередач;
- Сети газоснабжения, включая газораспределительные пункты, газопроводы и т.п.
- Сети транспортировки нефтепродуктов, включая распределительные и насосные станции, хранилища, нефтепроводы и т.п.
- Сети внешнего теплоснабжения, включая городские и внутриквартальные теплосети, тепловые пункты;
- Сети внутреннего горячего водоснабжения и отопления зданий и сооружений;
- Сети внешнего водоснабжения и канализации, включая источники водоснабжения, гидротехнические сооружения, водопроводные и канализационные очистные станции, коллекторы, насосные станции, внутриквартальные сети холодного водоснабжения;
- Сети водоснабжения и канализации зданий и сооружений;

- Инженерные сетевые системы вентиляции и кондиционирования зданий, сооружений и отдельных объектов;

Все инженерные сети (ИС) можно разделить на 5 основных классов по размерам [3]: сети предприятий, муниципальные, региональные, межрегиональные магистральные и внутренние сети зданий и сооружений. По виду транспортируемого энергоносителя сети могут быть разделены на 6 видов: сети электроснабжения, водопроводные, канализационные, тепловые, газовые сети и сети транспортировки нефтепродуктов.

Современные инженерные сети даже на уровне муниципального образования территориально распределенной инфраструктурой высокой степени и наличием множества обратных связей, что делает невозможным их эффективное управление без применения информационных и телекоммуникационных технологий.

С позиции системного анализа рассмотрим проблемы, с которыми сталкиваются разработчики систем автоматизированного управления и поддержки принятия решений для служб диспетчеризации предприятий, обслуживающих инженерные сети.

1. Проблема «непрозрачности» информации.

Известно, что большая часть программно-информационных систем, внедренных даже в рамках одного предприятия, хранят исходные данные и результаты работы в виде, непригодном для использования другими системами. Разработчики программ и аппаратных средств делают это намеренно, чтобы заставить потребителей покупать только их продукцию. К сожалению это делается практически во всех сферах человеческой деятельности. Закрытость или «непрозрачность» протоколов и форматов данных в системах часто не позволяет переносить их в иную программную среду силами специалистов предприятия или сопряжена с огромными временными и трудозатратами. Предприятие попадает в «информационную зависимость» от разработчика, которая усугубляется при прекращении технической поддержки с его стороны и может привести к катастрофическим последствиям, что особенно недопустимо для предприятий обслуживающих опасные для жизни населения инженерные коммуникационные системы. Для предупреждения данной проблемы необходимо проводить простой аудит «прозрачности данных» и информационной безопасности предприятия.

2. Проблема рассогласованности информации.

Эта проблема связана с тем, что в настоящее время создается множество аппаратных и программных систем разными производителями для сбора, учета и аналитической обработки исходной информации для мониторинга, управления и принятия решений. Производители выпускают свои системы для решения конкретной производственной задачи, причем, как было сказано ранее, они работают с собственными наборами данных, как в качестве исходной информации, так и в качестве генерируемого результата, а также имеют собственные, часто закрытые протоколы сбора, обработки и передачи данных в центры диспетчеризации.

Например, в настоящее время в стране выпускается и используется в системах городского теплоснабжения более 60 типов тепловычислителей для сбора и учета показателей с различными несогласованными наборами данных, что сильно затрудняет возможность разработки единой универсальной системы учета и контроля потребления энергоресурсов в системах отопления и горячего водоснабжения.

Другим примером является тот факт, что значительная часть одних и тех же данных необходима для решения задач разными программами. В частности, такой параметр как длина участка трубопровода тепловой сети, используется для гидравлических расчетов, расчета тепловых потерь, учета амортизационных отчислений в бухгалтерском учете, планирования ремонтов, определения зоны отчуждения в кадастровых планах и т.п. Для решения перечисленных задач в разных ведомствах используются свои программы, поэтому значение длины участка хранится в разных форматах для них. Если обслуживающее предприятие проведет какое-либо изменение длины участка в результате ремонта магистрали, то возникает соответствующее рассогласование в данных об одном и том же объекте в разных наборах для всех подразделений и ведомств, которые ведут учет данной информации. Приведение данных в соответствие (синхронизации) требует значительных усилий, рабочего времени и соответствующих затрат, причем контролировать этот процесс зачастую оказывается совершенно невозможно. В таких условиях нельзя рассматривать вопрос достоверности информационных массивов данных, что фактически влияет на эффективность и качество принимаемых инженерно-технических и управленческих решений и даже может вызвать катастрофические последствия их принятия. То же самое касается и бумажной информации, которая, как правило, страдает еще большей степенью рассогласованности в условиях разрозненности ее хранения и многократного дублирования.

3. Проблема рассогласованности информационных потоков.

Сегодня все инженерно-технические, технологические и организационные задачи должны решаться с использованием телекоммуникационных систем, которые образуют транспортную среду для обмена данными. Именно сетевые технологии и призваны решить вторую проблему рассогласованности информации в разных ведомствах. Однако, отсутствие единой стратегии в плане использования сетевых технологий, наличие множества телекоммуникационных решений, аппаратных средств производителей и провайдеров сетевых услуг, приводит к еще большему рассогласованию из-за внедрения принципиально разных решений по организации транспортной информационной сети предприятиями, службами и ведомствами. Также рассогласованность потоков данных возникает при отсутствии синхронизации данных в сетевых информационных системах, что влечет за собой огромные издержки при их эксплуатации, не позволяет лицам принимающим решения (ЛПР) видеть целостную картину происходящих процессов в системе инженерных коммуникаций, что снижает эффективность управления в целом.

4. Проблема учета данных отраслевой специфики.

В решении данной проблемы может помочь внедрение современных информационно-телекоммуникационных и геоинформационных технологий, организация единого многомерного хранилища общих данных для организации взаимодействия предприятий и служб, обслуживающих свои инженерные сети в региональном аспекте. В идеале необходима единая автоматизированная диспетчеризация всех объектов инженерных сетей в плане централизованного оперативного контроля с целью координации управления производственными и технологическими процессами, обеспечения согласованной работы всех звеньев системы управления, бесперебойной работы вспомогательных, обслуживающих и ремонтно-аварийных служб.

Литература

1. Финогеев А.Г., Дильман В.Б., Финогеев А.А., Маслов В.А. Оперативный дистанционный мониторинг в системе городского теплоснабжения на основе беспроводных сенсорных сетей // ж. Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. - Пенза: Изд-во ПГУ. - 2010. - № 3. - с. 27-36.
2. Акимов А.А., Богатырев В.Е., Финогеев А.Г. Системы поддержки принятия решений на базе беспроводных сенсорных сетей с использованием интеллектуального анализа данных // Сб. статей Международного симпозиума «Надежность и качество». – Пенза, Изд-во Приволжский Дом знаний, 2010 г. – с. 113-115.
3. Финогеев А.Г. Формализация методологии и принципов поддержки принятия решений по результатам мониторинга инженерных коммуникаций ЖКХ / А.Г.Финогеев, А.С.Бождай, В.Е.Богатырёв // Научно-практический журнал «Открытое образование» 2011. №2(86) Ч.2., статья Международной конференции «Информационные технологии в образовании, науке и бизнесе». Майская сессия, Украина, Крым, Ялта-Гурзуф, 20-30 мая, 2011.- с.210-214.

Носовец Е.К.

Аспирант, Национальный технический университет Украины «КПИ»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ DATA MINING ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ГРУПП ОБЪЕКТОВ ОДНОРОДНЫХ ПО ТИПУ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СВЯЗИ

Аннотация

В статье рассмотрены возможности основных методов Data Mining на предмет их использования для выявления однородных по типу функциональной связи кластеров. Применение данных методов при анализе медико-биологических данных позволяет создавать целостное представление о различных системах организма человека путем математического моделирования на основе надежных физиологических характеристик, отражающих взаимосвязи различных показателей.

Ключевые слова: кластеризация, моделирование, функциональная связь.

Nosovets E.K.

Postgraduate student, National Technical University of Ukraine "KPI"

USING METHODS OF DATA MINING TO DETERMINE GROUP HOMOGENEOUS BY TYPE OF FUNCTIONAL CONNECTION

Abstract

The possibilities of Data Mining main methods for their use to identify cluster with homogeneous functional connection was analyzed. The use of these methods in the analysis of biomedical data allows to create a holistic view of the various systems of the human body by mathematical modeling based on reliable physiological characteristics that reflect the relationship of various indicators.

Keywords: clustering, modeling, functional relationship.

Математическое моделирование процессов в организме человека должны базироваться на надежных физиологических характеристиках, отражающих взаимосвязи показателей в различных системах. Именно поэтому актуальным остается поиск критериев нормального функционирования целостных систем, которые должны отображать гармонию иерархической взаимодействия ее составляющих. Кроме того, наличие достоверной эмпирической информации о поведении систем в условиях различных воздействий может дать углубленное понимание сущности процессов на каждом иерархическом уровне регуляции и выяснить, чем вызваны наблюдаемые колебания интегральных показателей, то есть их иерархические взаимодействия.

На сегодняшний день, подход, когда основой классификации является тип функциональной связи между показателями, почти не используется в исследованиях сложных объектов биологической и медицинской природы вследствие его низкой развитости. Чаще исследователи пытаются создать группы наблюдений, показатели которых имеют единый вид функциональной связи между собой, или наличие такой связи постулируется априори, или совсем не принимается во внимание.

Ожидаемую способность к разделению количественных данных по типу функциональной связи между ними среди средств Data Mining имеют прежде всего методы кластерного анализа. Так как присоединение друг к другу ближайших объектов вызывает постепенное перемещение центров кластеров в признаковом пространстве, то есть отображает изменение связи между показателями. Они являются наиболее интересными для применения, если классами являются функциональные зависимости между показателями и нужно воспроизвести эти зависимости из массивов наблюдений.

Поэтому мы сочли целесообразным исследовать возможности методов кластеризации на пригодность для выявления эмпирических закономерностей в виде различных функциональных зависимостей между показателями сложных систем, и применить полученные результаты для изучения системы кровообращения человека.

Материалы и методы. Исходным клиническим материалом для исследования физиологических закономерностей были результаты обследования 105 больных (приобретенные пороки сердца и ишемическая болезнь сердца) и 15 относительно здоровых людей. Возраст больных составлял от 17 до 76 (49 ± 16) лет.

Массивы данных содержали последовательные наблюдения, которые были накоплены в ходе планового лечебного процесса, т.е. были получены не с постановкой каких-либо конкретных исследовательских задач.

Данные были использованы для изучения регуляции кровообращения, путем исследования взаимосвязи между диастолическим (АДд) и систолическим (АДс) артериальным давлением.

Для проведения кластерного анализа методами иерархический и k-средних был использован пакет статистической обработки информации IBM SPSS Statistics 21.0, пакет MatLab R2009b применялся для реализации остальных представленных в работе методов.

Иерархические алгоритмы. Методы данной группы [1] основаны на построении минимального покрывающего дерева, объединяющего все объекты в виде дендрограммы. В процессе кластеризации по критерию минимального локального расстояния в мелкие кластеры сначала объединяются ближайшие друг к другу объекты. Далее эти кластеры объединяются во все большие, пока не будет образовано единое покрывающее дерево. После окончания процедуры некоторым способом осуществляется разбиение дерева на кластеры. Наиболее употребляемым является разбиение кластеров по максимальным ребрам (Вроцлавский классификация). В результате образуется некоторая группа кластеров.

Результат применения иерархической кластеризации на тестовой выборке представлен на рис. 1.

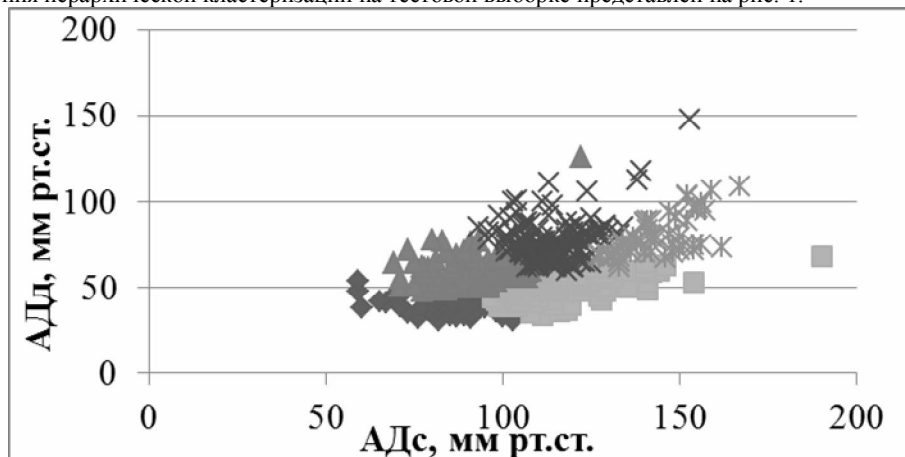


Рис. 1 - Результат применения иерархической кластеризации

Кластеры, полученные в результате иерархической кластеризации, имеют эллипсоидную форму. Корреляция АДс и АДд внутри образованных кластеров колебалась в пределах 0,221 до 0,418, что свидетельствует о наличии взаимосвязи между изучаемыми показателями, однако способности данного метода к распознаванию кластеров однородных по типу функциональной связи не достаточны.

Неиерархические алгоритмы. Рассмотрен метод "к - средних" [2]. Метод является вариантом дивизивной стратегии. Некоторым образом в признаковом пространстве выбираются начальные центры кластеризации. Затем к ним по критерию минимальной локальной расстояния присоединяются ближайшие объекты. Далее процедура повторяется до тех пор, пока координаты центров кластера стабилизируются и объекты не перестанут переходить из одного кластера в другой. Таким образом формируются сферические кластеры, в которых расстояния объектов центра кластера меньше, чем расстояния до центров других кластеров.

Однократное (в один проход) применение метода «к-средних» для взаимно коррелированных показателей приводило к смещению центра кластера вдоль направления тренда и фактически приводило к распознаванию, воспроизведению его фрагментов. Однако, при этом подвижность центров кластеров в пространстве признаков постепенно снижалась вследствие накопления наблюдений и рост массы, а, соответственно, и инерционности кластеров.

Результат применения метода "к-средних" (один проход) на тестовой выборке представлен на рис. 2.

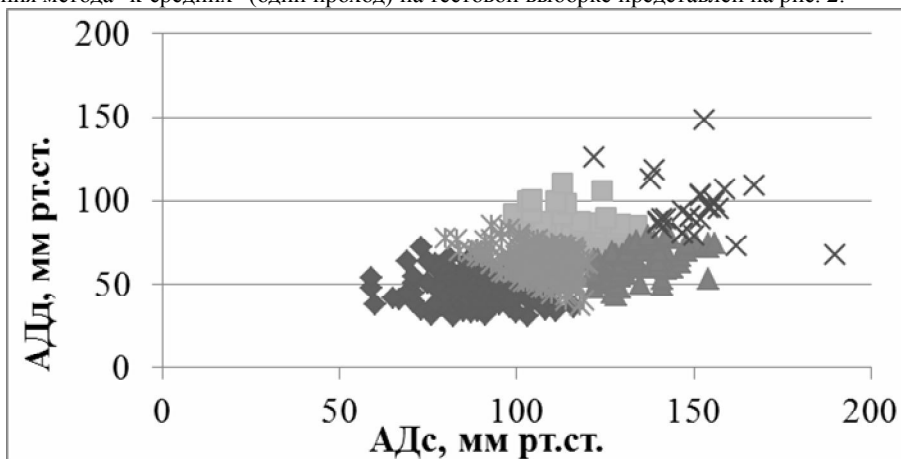


Рис. 2 - Результат применения кластеризации методом "к - средних"

Как видно из рис. 2, образованные кластеры имеют форму близкую к сферической, с корреляцией между признаками в пределах от 0,18 до 0,31. Результаты тестирования показали низкие результаты к распознаванию кластеров однородных по типу функциональной связи.

Алгоритмы нечеткой кластеризации. Алгоритм нечеткой кластеризации называют FCM-алгоритмом (Fuzzy Classifier Means, Fuzzy C-Means) [3]. Целью FCM-алгоритма кластеризации является автоматическая классификация множества объектов, которые задаются векторами признаков в пространстве признаков. Кластеры представляются нечеткими множествами, и, кроме того, границы между кластерами также являются нечеткими.

Результат применения метода Fuzzy C-Means на тестовой выборке был практически идентичен результатам полученным при применении метода однопроходного "к-средних".

Алгоритмы основанные на плотности. Рассмотрен алгоритм DBSCAN [3], плотностный алгоритм для кластеризации пространственных данных с присутствием шума. Идея, положенная в основу алгоритма, заключается в том, что внутри каждого кластера наблюдается типичная плотность точек (объектов), которая заметно выше, чем плотность снаружи кластера, а также плотность в областях с шумом ниже плотности любого из кластеров.

Результат применения метода DBSCAN на тестовой выборке представлен на рис. 3.

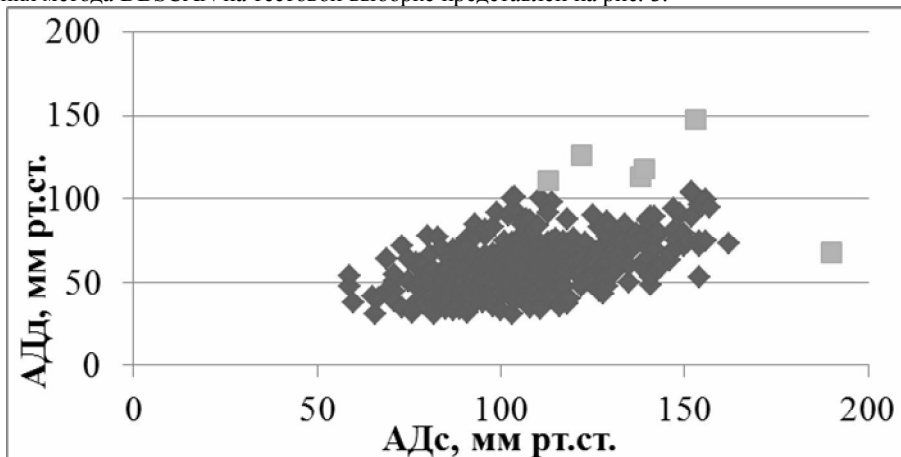


Рис. 3 - Результат применения кластеризации методом DBSCAN

Алгоритм functional separation был разработан в НИССХ им. Амосова. Являясь модификацией метода "к-средних" он, благодаря использованию так называемого «цепочечного» эффекта [4] позволяет воссоздать взаимосвязи показателей сложных систем.

Результат применения метода functional separation на тестовой выборке представлен на рис. 4.

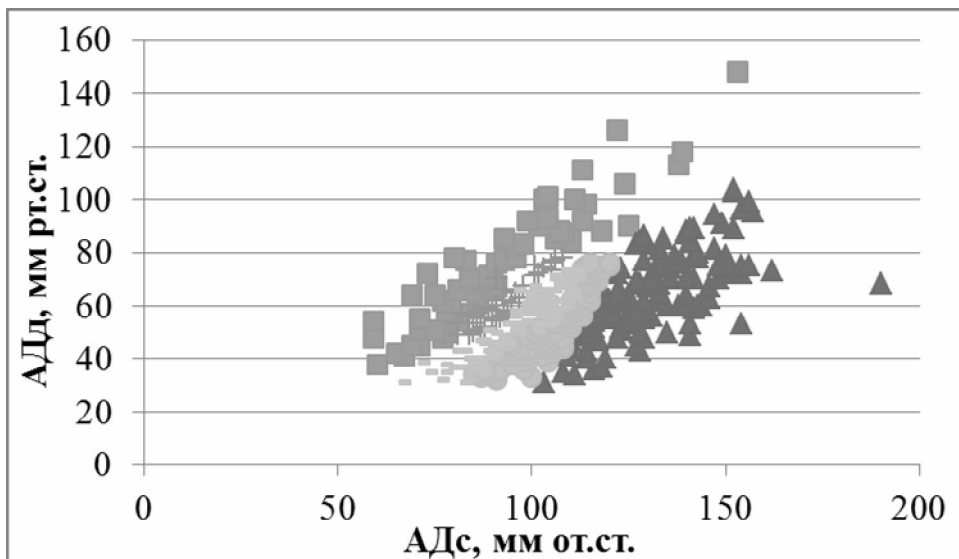


Рис. 4 - Результат применения кластеризации методом functional separation

Данный метод позволил выделить кластеры вытянутой формы, внутри которых четко прослеживается функциональная связь. Коэффициент линейной корреляции между показателями АДс и АДд колебался в пределах от 0,89 до 0,92. Более того, детальное исследование показало, что данные кластеры содержат в себе показатели характерные для нормальной либо патологической (артериальная гипертензия и недостаточность кровообращения разных степеней) регуляции кровообращения.

Выводы. Задача разбиения группы объектов на однородные по типу функциональной связи является актуальной, поскольку позволяет по новому оценить взаимосвязи внутри биологических систем. Исследование существующих методов Data Mining показало, что наиболее высокие результаты показал метод functional separation. Результаты, полученные после применения данного метода могут быть использованы для разработки метода диагностики патологических состояний как внутри системы кровообращения, так и в организме человека в целом.

Литература

1. Жамбю М. Иерархический кластер-анализ и соответствия. — М.: Финансы и статистика, 1988. — 345 с.
2. Мандель И.Д. Кластерный анализ. - М.: Финансы и статистика. 1988. - 176 с.
3. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика: учеб. пособие / Большакова Е.И., Клышинский Э.С., Ландэ Д.В., Носков А.А., Пескова О.В., Ягунова Е.В. — М.: МИЭМ, 2011. — 272 с.
4. G. Knyshov, Ye. Nastenka, V. Maksymenko, O. Kravchuk, and Yu. Sharukova The Interactions between Arterial and Capillary Flow. Cellular Automaton Simulations of Qualitative Peculiarities O. Dossel and W. C. Schlegel (Eds.): WC 2009, IFMBE Proceedings 25/IV, pp. 572–574, 2009.

Ожегов А.Н.¹, Бардыш Д.Н.²

¹Кандидат технических наук, Вятский государственный университет; ²студентка, Вятский государственный университет

ОБ АЛГОРИТМЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКА С РЕЗКОПЕРЕМЕННЫМ ХАРАКТЕРОМ НАГРУЗКИ К ПОНИЗИТЕЛЬНОЙ ПОДСТАНЦИИ

Аннотация

В статье приводится алгоритм программы для исследования возможности подключения нового приемника электроэнергии к понижительной подстанции.

Ключевые слова: колебания напряжения, электроприемник, качество электрической энергии.

Ozhegov A.N.¹, Bardysh D.N.²

¹PhD, Vyatka State of the University; ²Student, Vyatka State of the University

ABOUT THE PROGRAM TO DETERMINE THE ROBOT CONNECTIVITY ELECTRORECEIVERS OF THE VARIABLE LOAD TO SECONDARY SUBSTATION

Abstract

The article presents the algorithm of the program to study the possibility of connecting a new power to the receiver down substation.

Keywords: voltage fluctuations, power consumers, the quality of electric power.

Необходимость создания программы обусловлена тем, что мощные электроприемники, имеющие резкопеременный график потребления мощности (краны, пилорамы и др.) ухудшают показатели качества электроэнергии. Другие потребители, подключенные к этой подстанции, в той или иной степени испытывают влияние колебаний напряжения, что отрицательно сказывается на их работе, в первую очередь установок освещения. Нередки случаи, когда нормы ГОСТ 13109-97 по данному параметру качества напряжения превышаются.

При подключении нового электроприемника с резкопеременным характером нагрузки возникает вопрос: как изменится суммарный уровень колебаний напряжения и останется ли он в допустимых ГОСТ пределах? От ответа на этот вопрос будет зависеть разрешение или запрет на подключение потребителя к данному узлу нагрузки. Поскольку ответ на этот вопрос требует проведения сложных расчетов, предлагается создать программу, алгоритм работы которой описан ниже.

Обобщенный алгоритм использования программы для определения возможности подключения электроприемника с резкопеременным характером нагрузки к понижительной подстанции:

1. Проведение измерений.
2. Ввод измеренных данных в программу.
3. Проведение расчета параметров колебаний. Анализ результатов.
4. Добавление одного или нескольких электроприемников с резкопеременной нагрузкой.
5. Проведение расчета параметров колебаний. Анализ результатов.
6. Оформление отчета.

Измерения проводятся в действующей сети в точке подключения источника резкопеременной нагрузки или на шинах 0,4 кВ понизительной подстанции. Измеряется напряжение фаз, а так же активная и реактивная мощность в каждой фазе с интервалом менее 1 сек. Таким требованиям удовлетворяет, например, прибор «Ресурс UF-2М».

Измеренные данные считываются с прибора в ЭВМ обычно в виде файла Microsoft Excel. Поскольку программа может принимать данные с различных приборов, то необходим шаблон, который создается для каждой марки измерительных приборов. В настоящее время программа поддерживает шаблон для работы с прибором «Ресурс».

Исходными данными для работы программы являются:

1. результаты измерений напряжения фаз и протекающей мощности.
2. точка проведения измерений (указывается пользователем на схеме)
3. параметры схемы: мощность КЗ системы, мощность трансформатора понизительной подстанции, длина и сечение кабеля.
4. характерные графика нагрузки (можно выбрать из заданных)

Перед проведением расчетов в программе имеется возможность уточнить следующую информацию:

- точку для которой необходимо провести расчеты параметров колебаний напряжения.
- фазу (А,В,С), для которой будет произведен расчет
- количество интервалов для построения диаграммы
- метод получения интервалов (доступны две возможности: пропорциональный – все интервалы одинаковы и задать ширину интервалов вручную).

Результаты расчетов выдаются в табличном виде и в форме диаграммы. В таблице выделяются надписью «ПРЕВЫШЕНИЕ» диапазоны, в которых не выдерживаются нормы ГОСТ.

Следующим этапом работы с программой является добавление одного или нескольких электроприемников с резкопеременной нагрузкой. Для этого необходимо выбрать характерный график из базы данных. Доступны характерные графики для кранов, лесопилок и прессов различной мощности. В случае отсутствия характерного графика для добавляемого устройства возможно воспользоваться близким по параметрам характерным графиком.

Предполагается, что при промышленном использовании программы, будет организовано получение характерных графиков из сети Интернет.

Литература

1. Мельников М. А. Внутрицеховое электроснабжение. – 2002.

Антонов И.Н.¹, Плеханова О.А.², Плеханов О.С.³

¹Доктор технических наук, профессор, Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина, ²Старший преподаватель кафедры «Инженерная физика», Саратовский госагроуниверситет им. Н.И. Вавилова, ³Ведущий инженер кафедры оптики и биофотоники, Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ ТКАНЕЙ

Аннотация

Электрофизические свойства растительных тканей зависят от влажности, плотности, содержания белков, сахара и других компонентов. Информация о микрораспределениях электрических свойств внутри растительного объекта может быть получена с помощью микроэлектродов. Получен экспериментальный материал исследований отрицательной проводимости растительных тканей, на примере влажного и сухого зерна, имеющий практическое значение.

Ключевые слова: отрицательная проводимость растительных тканей.

Antonov I.N.¹, Plekhanova O.A.², Plekhanov O.S.³

¹Professor, Doctor of Engineering Sciences, the Saratov state technical university of Yu.A. Gagarin, ²Senior lecturer «Engineering Physics» chair, the Saratov state agrouniversity of N.I. Vavilov, ³Leading engineer of the Department of optics and Biophotonics, Saratov state University. N.G. Chernyshevsky

ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF PLANT TISSUES

Abstract

Electrophysical properties of plant tissues depend on the humidity, density, content of protein, sugar and other components. Information about micro distributions of the electric properties of the object within the plant can be obtained using micro electrodes. Obtained experimental material research negative conductivity of plant tissues, for example wet and dry grain, has practical value.

Keywords: negative conductivity of plant tissues.

Экспериментальный и теоретический материал, к настоящему времени накопленный биологией, биохимией, и биофизикой свидетельствует о том, что в биологических системах при тех или иных условиях реализуются известные физические эффекты.

Изучение механизма взаимодействия физических факторов и биологических процессов позволяют отождествлять биологические явления с тем или иным физическим эффектом. Получение информации о физических константах и свойствах биообъектов, например эффект Холла, позволяет определять принадлежность вещества к полупроводникам с электронным или ионным характером проводимости.

Явление отрицательной проводимости или отрицательного сопротивления, N-образной вольтамперной характеристики характерно для структур, обладающих ВАХ, содержащей участок с отрицательной дифференциальной проводимостью. Структуры с такой характеристикой способны к преобразованию энергии источника питания постоянного тока в энергию электромагнитных колебаний [1, 2]. Такие биополимеры, как желатин, яичный альбумин, гемоглобин и плазма крови человека, 10–30%-ных растворах на доионированной воде имеют N-образную ВАХ [3].

Образцы биополимеров в виде пленок 8÷10 мкм способны к генерации электрических колебаний в диапазоне частот 0,5÷910 Гц [3]. Отрицательная проводимость обнаруживается в сухих и набухших зернах пшеницы [4], в биологических и искусственных мембранах.

Электрофизические свойства растительных тканей, зависят от влажности, плотности, содержания белков, сахара и других компонентов и связаны с условиями роста и развития растений. Установление корреляционных зависимостей между ними позволит не только констатировать тот или иной факт, но и воздействовать изменением внешних условий на формирование требуемых характеристик объекта на определенных стадиях его развития. Исследование этих вопросов потребует информации о микрораспределениях электрических свойств внутри растительного объекта, которая может быть получена с помощью микроэлектродов.

На Рис.1 представлена схема включения зерна в цепь с постоянным источником тока, отрицательный потенциал подается на зерно со стороны зародышевого участка.

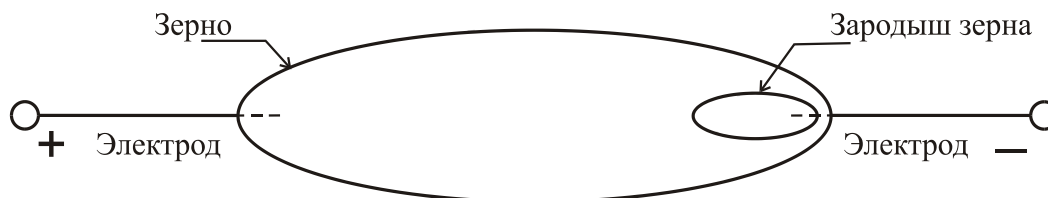


Рис.1. Зависимость ВАХ зерна от влажности приведена на Рис.2, здесь видно, что с изменением влажности в сторону ее уменьшения меняется подаваемое на зерно напряжение, при котором наблюдается изгиб ВАХ в отрицательном направлении.

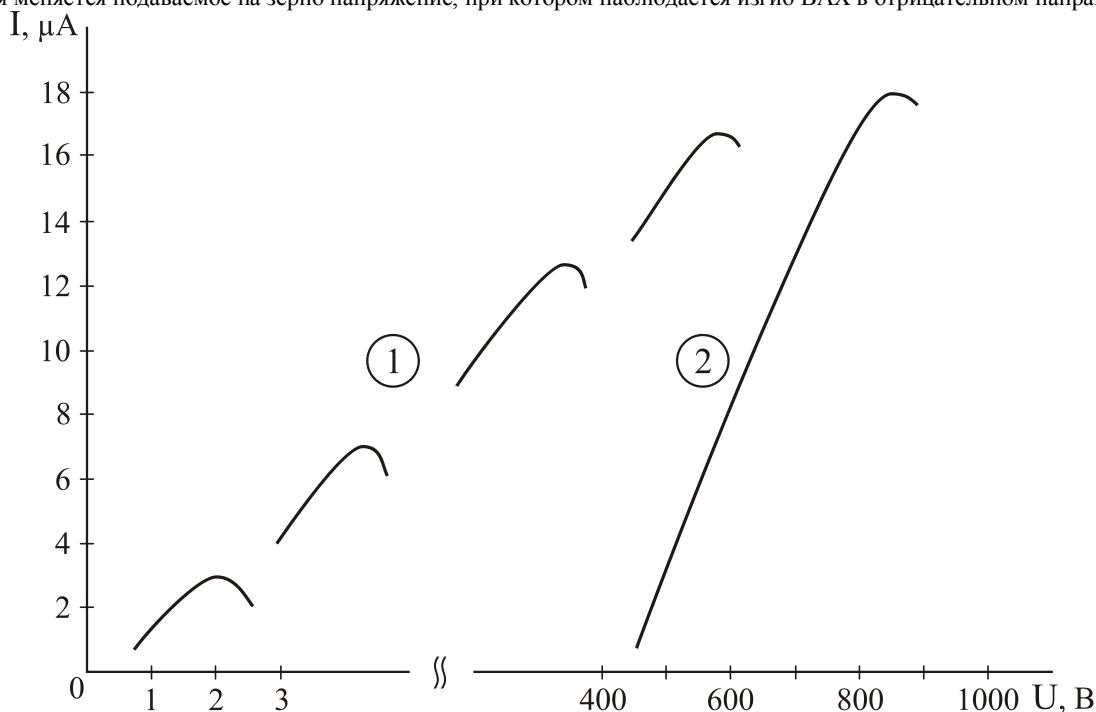


Рис. 2. ВАХ зерна пшеницы: 1 – влажное (набухшее) зерно; 2 – сухое зерно.

Измерения проводились при нормальных условиях, кратковременно, без существенных изменений вызванных тепловым эффектом связанным с теплом, выделяемым в сопротивлении при протекании через него тока. Методика эксперимента не отличается от применяемой при исследовании диэлектрических и полупроводниковых слоев.

Особенности электрофизических характеристик и ВАХ зерна в широком диапазоне приложенных напряжений и влажности растительной среды позволяют надеяться на практическое значение приведенных исследований. Дальнейшая работа будет направлена на разработку компактного измерительного устройства.

Литература

1. Горяинов С.А., Абезгауз И.А. Полупроводниковые приборы с отрицательным сопротивлением. – М.: Энергия, 1970. – 272 с.
2. Епифанов Г.Н. Физические основы микроэлектроники. – М.: Сов.радио, 1971. – 376 с.
3. Юрьев В.Н., Преснов Е.А. Отрицательное сопротивление в биополимерах // Биофизика. – 1977. – 22, №2. – С. 228 – 230.
4. Хвеледзе М.А., Думбадзе С.И. и др. Бионические аспекты магнитоэлектрических эффектов // Проблемы бионики. – М.: Наука, 1973. – С. 196 – 201

Евдокименков В.Н.¹, Захаров С.В.², Ким Н.В.³, Ким Р.В.⁴, Прохоров П.Д.⁵, Макиенко А.М.⁶

¹Доктор технических наук, профессор, Московский авиационный институт; ²инженер, Московский авиационный институт; ³кандидат технических наук, профессор, Московский авиационный институт; ⁴кандидат технических наук, Московский авиационный институт; ⁵студент, Московский авиационный институт; ⁶кандидат технических наук, ООО "АвиаСистемы".

РАЗРАБОТКА МАКЕТА АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО СИМУЛЯТОРА ЭКРАНОПЛАНА

Аннотация

Представлены результаты разработки демонстрационного макета аппаратно-программного симулятора экраноплана. Определены структура, состав макета и области его использования.

Ключевые слова: экраноплан, симулятор, визуализация.

Evdokimenkov V.N.¹, Zaharov S.V.², Kim N.V.³, Kim R.V.⁴, Prohorov P.D.⁵, Makienko A.M.⁶

¹Doctor of Technical Science, professor, Moscow Aviation Institute; ²engineer, Moscow Aviation Institute; ³Candidate of Technical Sciences, professor, Moscow Aviation Institute; ⁴Candidate of Technical Sciences, Moscow Aviation Institute; ⁵student, Moscow Aviation Institute; ⁶Candidate of Technical Sciences, ООО "AviaSistemy".

DEVELOPMENT OF THE MODEL OF HARDWARE AND SOFTWARE WIG SIMULATOR

Abstract

Presents the results of the demonstration model of hardware and software simulator of WIG. Defined by the structure, the composition of the layout and the area of use.

Keywords: WIG, simulator, visualization.

В последние годы возрастает интерес к исследованиям, связанным с разработкой экранопланов, использующих экранный эффект в процессе полета. Экранный эффект определяется тем, что воздействие роста давления от крыла отражается от подстилающей поверхности (земли, воды) и успевает дойти до крыла. Это обеспечивает возможность существенного повышения скоростей перемещения (до 500-700 км/ч) с одновременным поддержанием хорошей мореходности, а также достижения большого

аэродинамического качества (отношения подъемной силы крыла к аэродинамическому сопротивлению) порядка $K^a = 35 \div 50$ и более, тогда как у современных самолетов оно не превышает $15 \div 20$.

Разработанный макет аппаратно-программного симулятора (АПС) экраноплана объединяет макет кабины экраноплана, снабженный органами управления, и тестовые математические модели движения экраноплана, элементов комплекса бортового оборудования и внекабинной обстановки. В составе демонстрационного макета аппаратно-программными средствами реализованы контур управления двигателем, контур ручного управления и визуализации внекабинной обстановки, а также модели динамики движения самолетов, адаптированные с учетом движения вблизи экрана. Эта адаптация достигнута путем введения в традиционные уравнения динамики движения самолета для полета над поверхностью экрана приближенных зависимостей коэффициентов аэродинамических сил и моментов от высоты полета над экраном.

Степень адекватности разработанных моделей достаточна для отработки принципов построения аппаратно-программного симулятора (АПС) и вариантов его реализации.

Адаптация разработанной объектно-ориентированной структуры ПМО в интересах моделирования движения реальных образцов экранопланов достигается путем использования в моделях геометрических, массово-инерционных и аэродинамических характеристик, структуры и параметров контуров управления.

Структура АПС экраноплана приведена на рис. 1.

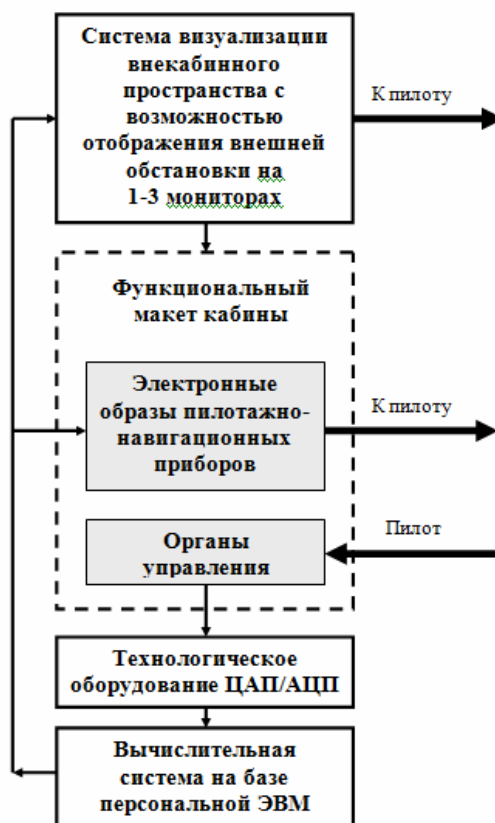


Рис.1

В его состав входят:

1) функциональный макет кабины экраноплана, содержащий элементы поста управления пилота: РУС (штурвал), РУД, педали;

2) система визуализации с цветным объемным изображением внекабинного пространства на 1-3 мониторах, имитирующих фронтальный обзор из кабины экраноплана и приборную панель. Предпочтительным вариантом реализации системы отображения представляется использование трех мониторов, что существенно усиливает демонстрационные возможности разработанного макета АПС экраноплана и делает процесс оценки динамических характеристик экраноплана более эффективным, особенно при исследовании ручных режимов управления;

3) вычислительная система на базе персональной ЭВМ, основу которой составляют тестовые модели движения центра масс экраноплана и его пространственного движения относительно центра масс.

На рис. 2 приведена реализация демонстрационного макета.



Рис. 2. Размещение аппаратно-программных средств экраноплана

В состав оборудования АПС экраноплана, изображенного на рис. 2. входят следующие устройства:

Персональный компьютер с характеристиками:

- Процессор Intel i7-2600 3.40 Ghz;
- Видео карта NVIDIA GeForce GTX 680 4 Гб;
- Оперативная память 8 Гб;
- Операционная система Windows 7.

Органы управления. В качестве органов управления в реализованном варианте демонстрационного макета использованы стандартные устройства управления, широко используемые в составе оборудования существующих программных летных симуляторов (рис. 3):

- **Штурвал** – модель Pro Flight Yoke System



Рис. 3 Штурвал, блок управления двигателем и педали

Основные характеристики штурвала:

- возможность управления в каналах крена (поворот штурвала вправо-влево) и тангажа (движение штурвала на себя-от себя),
- 8-позиционная шляпка управления обзором,
- 3-позиционный переключатель режимов,
- блок из 3-х рычагов,
- интерфейс для обмена с компьютером USB 2.0,
- возможность функционирования под управлением операционных систем Windows XP или Windows 7.
- **Блок управления двигателем с тремя рычагами (РУД).** Их можно использовать для управления двигателями самолета, закрылками и прочими устройствами.

Используя программное обеспечение Saitek Smart Technology (SST) (в комплекте), можно утроить количество элементов управления с помощью встроенного переключателя режимов.

• **Педали – модель Pro Flight Rudder Pedals.**

Конструкция 3-осевых педалей обеспечивает их подобие органам управления, использованным в реальных самолетах.

Основные характеристики:

- самоцентрирующийся механизм педалей с регулировкой уровня жесткости;
- подстройка педалей под любой размер стопы, не проскальзывающий материал;
- точное управление рулем и торможением;
- регулирование жесткости - позволяет выбрать требуемое сопротивление педалей;
- высокое качество, металлические элементы конструкции

-программное обеспечение Saitek Smart Technology (SST), функционирующее под управлением операционных систем Windows XP или Windows 7;

-наличие стандартного интерфейса для взаимодействия с компьютером – USB 2.0.

Система визуализации.

В качестве аппаратной основы системы визуализации демонстрационного макета использованы три 22 дюймовых монитора.

Макет кабины с размещенными на приборной панели пилотажно-навигационными приборами в комбинации с системой визуализации внекабинной обстановки составляют демонстрационную часть АПС. Эти элементы обеспечивают возможность проведения на макете исследований системы «Экраноплан - внешняя среда - пилотажно-навигационное оборудование - экипаж».

В частности, могут быть реализованы:

- движение экраноплана на крейсерских и переходных режимах;
- процессы стабилизации и управления экраноплана;
- процессы перемещения органов управления (педалей, ручки управления, ручки управления двигателем);
- динамическое отображение внекабинной обстановки с учетом текущего пространственного положения экраноплана.

Вычислительная система демонстрационного макета АПС экраноплана представляет собой комплекс, состоящий из персонального компьютера и устройств сопряжения [1 - 4].

Структура вычислительной системы представлена на рис. 4, где X – вектор состояния параметров экраноплана.

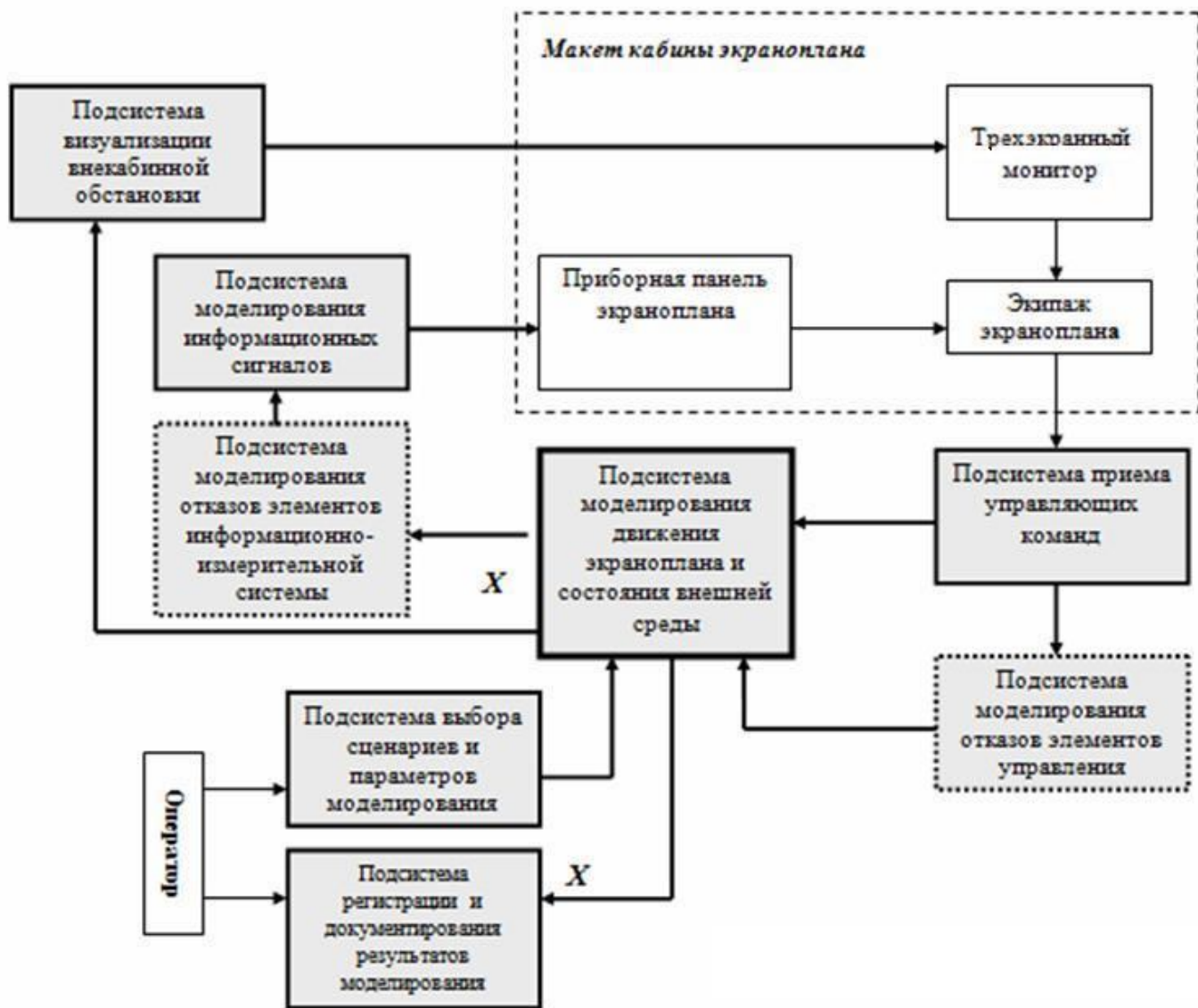


Рис. 4 – Структура вычислительной системы демонстрационного макета

Исследования, проведенные на разработанном АПС экраноплана подтверждают возможность его использования:

- для проведения исследований характеристик экраноплана на различных этапах полета;
- для обучения управлению пилотов экранопланов;
- для исследования процессов развития особых ситуаций при эксплуатации экранопланов.

Литература

1. Бюшгенс Г.С., Студнев Р.В. Аэродинамика самолета. Динамика продольного и бокового движения //Машиностроение. — 1979. —352 с.
2. Макиенко А.М. О некоторых результатах анализа на пилотажном стенде динамических свойств экраноплана в продольном движении //Труды ЦАГИ — 1983. — №87 — С. 20-22.
3. Шукшанов В.Е., Циблиев В.В., Потоцкий Г.В. Тренажерные комплексы и тренажеры. Технология разработки и опыт эксплуатацию //Машиностроение. — 2005. —383 с.
4. Jason L. Mitchell. Real-Time Synthesis and Rendering of Ocean Water //ATI Research Technical Report — 2005. —7 с.

Ратушняк К.В.

Магистрант, Ульяновский государственный технический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ МАКСИМАЛЬНОГО ПРАВДОПОДОБИЯ НА ПРИМЕРЕ ДВУМЕРНОГО ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ТУРБОКОДА

Аннотация

В статье рассмотрено – особенности турбокодирования, формирование двумерного турбокода, эффективность применения метода максимального правдоподобия индекса достоверности символа и метода максимального правдоподобия примененного к двумерному коду в целом.

Ключевые слова: турбокод, индекс достоверности символа, максимальное правдоподобие.

Ratushnyak K.V.

Undergraduate student, Ulyanovsk State Technical University

INVESTIGATION OF THE MAXIMUM LIKELIHOOD METHOD ON THE EXAMPLE OF THE TWO-DIMENSIONAL SEQUENTIAL TURBO CODE

Abstract

The article considers introduction of the features of turbo codes, forming a two-dimensional turbo codes, the effectiveness of the method of maximum likelihood of the symbol reliability index and method of the maximum likelihood applied to the two-dimensional code as a whole.

Keywords: turbocode, symbol reliability index, industry.

Открытие турбокодов, предложенных и разработанных Бери и соавторами в начале 1990-х годов, дало начало отдельному направлению в теории кодирования – турбокодированию, даже несмотря на очень большой выбор помехоустойчивых кодов для создания новых систем связи, эти коды через каких-то 6-7 лет после своего рождения были внедрены на практике как в современных инфокоммуникационных системах связи с космическими объектами, так и в распространённых сейчас стандартах систем мобильной связи третьего поколения для передачи потокового видео и аудио контента.

Как известно, в турбокодировании используются следующие положения теории кодирования:

1. Длинные коды с шумоподобной структурой обеспечивают предельно достижимую пропускную способность канала.
2. Эффективное применение алгоритмов вероятностного декодирования с использованием априорных вероятностей декодируемых символов на входе декодера и формированием решений о каждом декодированном символе с оценкой степени надежности этого решения (декодирование с "мягким выходом") – SISO (Soft Input Soft Output).
3. Каскадная структура кода позволяет существенно упростить процедуру кодирования и декодирования.
4. Конструктивный путь построения декодера длинного кода – итеративное декодирование (многократное использование одного декодера).

В общем случае, турбокоды могут получаться как при параллельном, так и при последовательном соединении кодеров (рис. 1).[1]



Рис. 1. Схема кодера параллельного (а) и последовательного (б) турбокода.

Ниже приведена схема структуры последовательного турбокода на примере двумерного блочного кода (рис. 2).

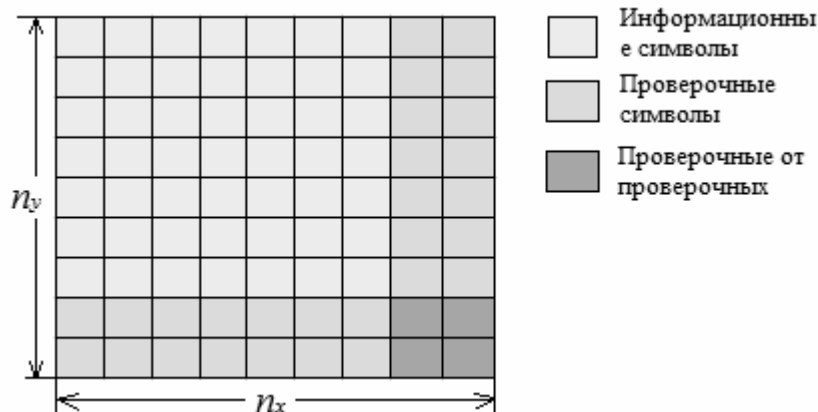


Рис.2. Схема структуры двумерного блочного кода

Двумерный блочный турбокод изображается в виде прямоугольника и основан на двух систематических кодах: горизонтальных (n_x, m_x) и вертикальных (n_y, m_y) , где n – общее число символов, m – число информационных символов кода. Общая информационная емкость кода $m = m_x \cdot m_y$, а $n = n_x \cdot n_y$ – его длительность.[2]

При реализации операции кодирования двумерным турбокодом произведения (состоящим из двух составляющих кодов) исходные данные записываются в двумерный массив по строкам, после чего сначала данные кодируются по строкам с помощью первого кода, а затем данные и проверочные биты первого кода кодируются по столбцам вторым составляющим кодом. Затем для передачи в канал данные из массива также считываются по строкам. Переключатель при этом, при обычном производстве кодов выполняет либо перестановки строк, либо столбцов, либо циклические перестановки. В данном случае, эффективность последовательной схемы тем выше, чем ближе к «случайным» перестановки, реализуемые интерливером.

В кодировании с мягкими решениями используются индексы достоверности символа, являющиеся критерием его «правдоподобия». Чем выше индекс – тем «надежнее» значение символа. Разумность применения того или иного кода в составе турбокодов исходит от конкретных условий эксплуатации проектируемой системы. В задачах, когда качество передачи стоит перед скоростью, для снижения количества ошибочных символов до декодирования разумно применять методы отличные от прямого кодирования.

Итак, за основу была взята матрица с индексами достоверности символов (ИДС), которая передается в сильно зашумленном канале связи.

Количество ошибочных символов, принятых для декодирования без предварительной обработки и с обработкой показано на рис. 3 при отношении сигнал/шум равном 0,0436 дБ.

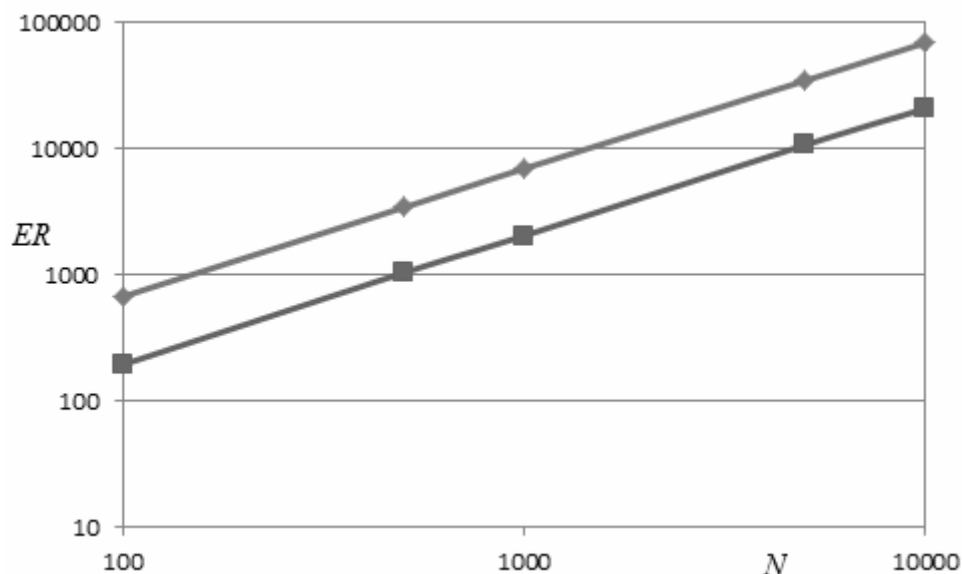


Рис. 3. Графики зависимости количества ошибок (ER) от количества переданных матриц (N). Верхняя линия – без обработки, нижняя – с обработкой.

Обработка заключалась в повторной передаче двумерного кода, выборкой лучших ИДС из обеих матриц и составления результирующего двумерного массива бит для обработки декодером. Таким образом, количество ошибок, которое поступает в декодер, снижается в среднем в 3,4 раза.

Далее проводилось моделирование на основе достоверности элементов матрицы, путём расчета математического ожидания элементов матрицы и его среднеквадратичного отклонения. Рассчитанное математическое ожидание элементов матрицы, близкое к максимальному значению ИДС и среднеквадратичное отклонение близкое к нулю свидетельствуют о том, что данную матрицу следует использовать в качестве результирующей для использования в декодере.

Практическое моделирование обоих рассмотренных методов показало, что метод максимального правдоподобия индексов достоверности символов эффективнее при борьбе с ошибками, нежели метод максимального правдоподобия достоверности матрицы.

Литература

1. Морелос-Сарагоса, Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение / Р. Морелос-Сарагоса.– М.: Техносфера, 2005.–320 с.
2. Архипкин А.В. Турбокоды мощные алгоритмы для современных систем связи / А.В. Архипкин // Беспроводные технологии, № 1, 2006, с. 36-37.

Соколова Е.И.¹, Артамонова Т.П.²

¹Кандидат технических наук, доцент, ²студент, Российский государственный университет туризма и сервиса

ЭКСПЕРТИЗА ПАРИКМАХЕРСКИХ УСЛУГ КАК МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И СТИМУЛИРОВАНИЯ РЫНКА УСЛУГ ИНДУСТРИИ КРАСОТЫ

Аннотация

В статье представлены результаты исследования неудовлетворенности потребителей результатами парикмахерских услуг, показано, что экспертиза парикмахерских услуг будет способствовать повышению качества предоставляемых услуг, повышению удовлетворенности потребителей, а так же развитию конкурентной среды на рынке услуг индустрии красоты. Приведен опыт введения данной услуги на парикмахерских предприятиях в Республике Беларусь.

Ключевые слова: экспертиза услуг, качество услуг, парикмахерские услуги, удовлетворенность потребителей.

Sokolova E.I.¹, Artamonova T.P.²

Candidate of Technical Sciences, docent, student, Russian State, University of Tourism and Service

EXPERTISE OF HAIRDRESSING SERVICES AS MECHANISM FOR QUALITY MANAGEMENT AND STIMULATION THE MARKET OF BEAUTY INDUSTRY SERVICES

Annotation

In this article there are presented results of researching customer dissatisfaction with hairdressing services, it is shown that expertise of hairdressing services will be instrument in improving the quality of services offered, growing of customer satisfaction as well as developing competitive environment in the market of beauty industry services. There is described the experience of introduction this service in hairdressing business in the Republic of Belarus.

Keywords: expertise of services, quality of services, hairdressing services, customer satisfaction.

На московском рынке индустрии красоты с каждым годом появляется все больше предприятий, оказывающих различные парикмахерские услуги. Но, как показывает исследование удовлетворенности потребителей (рис.1), проведенное в 2012г., клиенты не всегда удовлетворены качеством полученной услуги. На рисунке 1 представлен анализ обращений неудовлетворенных потребителей на услуги различных салонов района Кузьминки города Москвы, пожелавших исправить результат парикмахерской услуги и обратившиеся в ООО «Милена». При проведении исследования фиксировалась услуга, результатом которой был недоволен клиент [1].

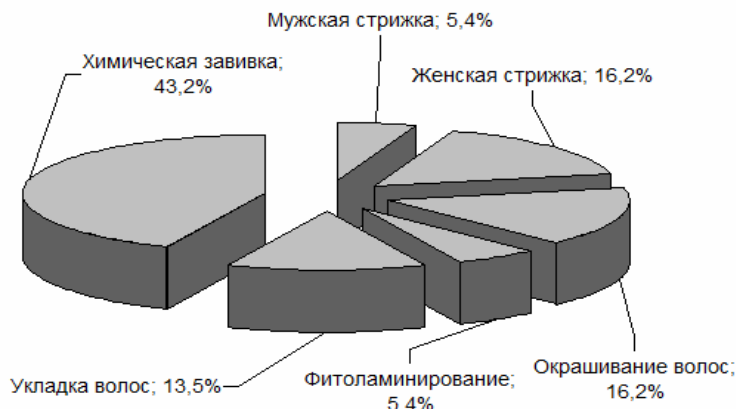


Рис. 1 - Анализ обращений неудовлетворенных потребителей за 2012г.

Результаты показали, что больше всего клиентов, недовольных результатом услуги химической завивки волос, не смотря на то, что данная услуга не пользуется в настоящее время большой популярностью. Сегодня предлагается много вариантов этой услуги, отличающихся стоимостью, применяемыми препаратами и технологией, но при этом необходим правильный подбор вида завивки и качественное исполнение для того, чтобы клиент получил ожидаемый результат. Меньше всего обращений зафиксировано на услуги фитоламинирование и мужская стрижка.

Клиенту часто затруднительно обосновать свое недовольство, да и мастеру экономически невыгодно признавать дефекты услуги, поэтому жалоб в документации парикмахерских значительно меньше, чем расстроенных посетителей. Отсутствие обратной связи с клиентом затрудняет работу парикмахерских предприятий по управлению качеством предоставляемых услуг и «отключает» механизм конкуренции. Парикмахерских предприятий много, а «своего» мастера, предоставляющего качественную услугу, потребителю приходится искать годами, демонстрируя свой неудачный опыт на самом видном месте. Конкуренция – процесс сложный, и свое лидерство в сфере красоты салоны должны доказывать практически ежедневно, постоянно работая над уровнем своего обслуживания и качеством оказываемых услуг.

Услуга «экспертиза качества парикмахерских услуг» необходима для защиты прав потребителей. Своевременное выявление дефектов услуг будет стимулировать мастеров-парикмахеров к более качественной работе, будет способствовать формированию доверительных отношений клиента не только со «своим» мастером, если таковой имеется, но и с остальными парикмахерами, к которым он может попасть по воле случая.

Анализ конкурентной среды на предмет наличия услуги «экспертиза качества парикмахерских услуг» показал, что в районе Кузьминки города Москвы данный вид услуг отсутствует, т.к. не все мастера салонов смогут его оказывать. Для введения услуг по экспертной деятельности предприятию так же необходимо быть аккредитованным на данный вид работ, что тоже затрудняет распространение этой услуги.

Опыт внедрения «экспертиза качества парикмахерских услуг» имеется в Республике Беларусь. Специалисты парикмахерского дела, обладающие лицензиями на право осуществления судебно-экспертной деятельности по виду экспертизы качества услуг парикмахерских, а также субъекты хозяйствования, проводящие экспертизу качества таких услуг в досудебном порядке, на сегодняшний день в Белоруссии отсутствуют. Поэтому экспертизу разрешено проводить исполнителям, то есть предприятиям, оказывающим парикмахерские услуги, за исключением исполнителей, выполнивших работы, подлежащие экспертизе. Список предприятий, имеющих право проводить экспертизу качества парикмахерских услуг, утвержден. Специалисты, имеющие право проведения данной экспертизы, должны иметь разряд не ниже шестого, то есть быть парикмахерами-модельерами со стаже работы не менее одного года. Практика показала, что услуга не дешевая и пока не все потребители о ней знают. Но мастера парикмахерского дела все о ней осведомлены, стараются работать качественнее и сами устанавливают взаимодействие с экспертными центрами с целью снижения количества обращений к экспертам [2].

Предоставление данной услуги потребителям Москвы будет способствовать повышению качества предлагаемых парикмахерских услуг. Предприятиям красоты придется учитывать возможность потребителей получения не только квалифицированной независимой консультации, но и возможность получения юридического документа, подтверждающего качество оказанной ими услуги.

Литература

1. Артамонова Т.П. «Разработка методики проведения экспертизы качества парикмахерских услуг с целью введения новой услуги в экспертном центре ООО «Милена». Дипломная работа. М.: ФГБОУВПО «РГУТиС», 2013. - 67с.
2. «Экспертиза испорченных причесок» [Электронный ресурс] URL: <http://www.interfax.by/article/88482> (дата обращения 15.03.2013).

Степанов А.А.¹, Хаймович А.И.².

¹ Соискатель кафедры Производства двигателей летательных аппаратов, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет); ² кандидат технических наук, доцент, преподаватель кафедры Производства двигателей летательных аппаратов, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет).

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ

Аннотация

Представлена методика автоматизированного расчета параметров процесса резания (скорости, подачи, периода стойкости) в зависимости от значений параметров напряженно-деформированного состояния протяжки. В результате применения методики возможен выбор оптимального режима протягивания на основе информации содержащейся в базах знаний, которые формируются в результате функционирования программных и аппаратных средств.

Ключевые слова: Планирование экспериментов, метод конечных элементов, автоматизированное проектирование, прогнозирование, напряженно-деформированное состояние, программный комплекс, режимы резания, режущий инструмент.

Stepanov A.A.¹, Haimovich A.I.²

¹ Samara State Aerospace University, postgraduate student, Department of Aircraft Engines Producing; ² Samara State Aerospace University, Candidate of Technical Sciences, senior lecturer, Department of Aircraft Engines Producing.

THE AUTOMATED DEFINING OF CUTTING PROCESS PARAMETERS

Abstract

The method of automated defining of cutting process parameters is defined (cutting speed, feed, period of durability) depending on parameters stress-strained condition. As the result of method application the choice of optimal cutting mode is possible, depending on knowledge base information, which is formed as the result of functioning program and hardware tools.

Keywords: Planning of experiments, method of the final elements, the automated design, prediction, stress-strained state, program complex, cutting conditions, cutting tool.

Протяжки – металлоемкий, сложный в изготовлении и поэтому дорогой режущего инструмента. Экономическая целесообразность их применения оправдана при обеспечении оптимальных элементов конструкций и режимов резания, качественном изготовлении протяжек и правильной эксплуатации [1]. В связи с этим, для снижения себестоимости изготовления протяжек в условиях современного производства необходимо выявить дополнительные источники эффективности процессов системы проектирования протяжек, разработать методики прогнозирования геометрических и технологических параметров протяжек на ранних стадиях проектирования.

Для обработки сложных, точных внутренних и наружных профилей, к параметрам шероховатости поверхностей которых предъявляются высокие требования, процесс протягивания часто является незаменимым. Производительность протягивания в 3–12 раз выше производительности других способов механической обработки металла (развертывания, фрезерования, долбления, строгания, шлифования). Режущая протяжка обеспечивает точность обработки в пределах 7-9 квалитетов. Параметр шероховатости протягиваемой поверхности $Ra = 0.32 \div 2.5$ мкм.

1. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для компьютерного эксперимента выбрана протяжка $20 \times 1 \times 20$, расчетная схема [2] которой показана на рисунке 1. На каждый зуб протяжки действуют сила резания P_z , перпендикулярно передней грани зуба, и P_y , перпендикулярная задней грани зуба. Диапазон параметров, выбранных для компьютерного моделирования, определен в таблице 1.

Таблица 1. Диапазон экспериментальных данных для оценки параметров напряженно-деформированного состояния протяжек.

Номер параметра	Наименование параметра	Диапазон значений параметра	Размерность параметра
1	Подъем на зуб S_z	0.03 ÷ 0.0625	мм
2	Угол заострения $\beta = 90^\circ - \alpha - \gamma$	69.5 ÷ 84.5	°
3	Скорость резания V	2 ÷ 150	м/мин

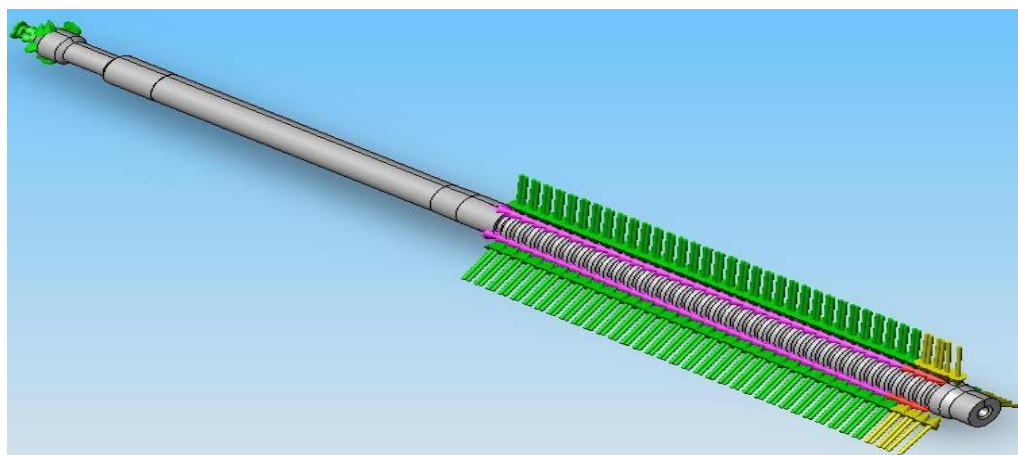


Рис.1. Трехмерная модель протяжки

В результате компьютерного моделирования напряженно-деформированного состояния протяжек, на основе математического планирования экспериментов [3] получены следующие зависимости:

– для коэффициента усадки стружки K_L

$$K_L = C_{K_L} \times S^{Z_{K_L}} \times t^{Y_{K_L}} \times V^{X_{K_L}} \quad (1)$$

– для усредненных напряжений σ , Н/м² (по вон Мизесу)

$$\sigma = C_{\sigma} \times S^C \times S_z^{C_{sz\sigma}} \times \beta^C \times \beta^{C_{\beta\sigma}} \times V^{C_{v\sigma}} \quad (2)$$

– для интенсивности усилий i , Н/м²

$$i = C_i \times S_z^{Cszi} \times \beta^{C\beta i} \times V^{Cvi} \quad (3)$$

– для статических перемещений p , мм

$$p = C_p \times S_z^{Cszp} \times \beta^{C\beta p} \times V^{Cvp} \quad (4)$$

– для коэффициентов запаса прочности K_σ по усредненным напряжениям

$$K_\sigma = C_{K_\sigma} \times S_z^{Cszk} \times \beta^{C\beta K_\sigma} \times V^{CvK_\sigma} \quad (5)$$

– для коэффициентов запаса прочности K_τ по касательным напряжениям

$$K_\tau = C_{K_\tau} \times S_z^{Cszk\tau} \times \beta^{C\beta K_\tau} \times V^{CvK_\tau} \quad (6)$$

- для интенсивности износа h получены зависимости вида

$$h = C_h \times S_z^{Z_h} \times t^{Y_h} \times V^{X_h}, \quad (7)$$

В зависимостях (1)-(7) C_{KL} , C_σ , $C_{S_z\sigma}$, $C_{\beta\sigma}$, $C_{v\sigma}$, C_i , C_{S_zi} , $C_{\beta i}$, C_{vi} , C_p , C_{S_zp} , $C_{\beta p}$, C_{vp} , X_{KL} , Y_{KL} , Z_{KL} , X_h , Y_h , Z_h - постоянные величины, S_z – подъём на зуб, мм/зуб; β – угол заострения, град; V – скорость резания, м/мин.

Стойкостные зависимости при известных значениях усредненных напряжений σ , интенсивности усилий i , статических перемещений s , коэффициентов запаса прочности K_σ и K_τ , показаны на рисунке 2. По зависимостям, приведенным на рисунке 2,

необходимо определить совокупность параметров $\{S_z, V\}$, которые определяют режимы резания при допусках напряжений σ в режущем инструменте и гарантируют обеспечение требуемого качества изготовления деталей в течение заданного периода стойкости T режущего инструмента.

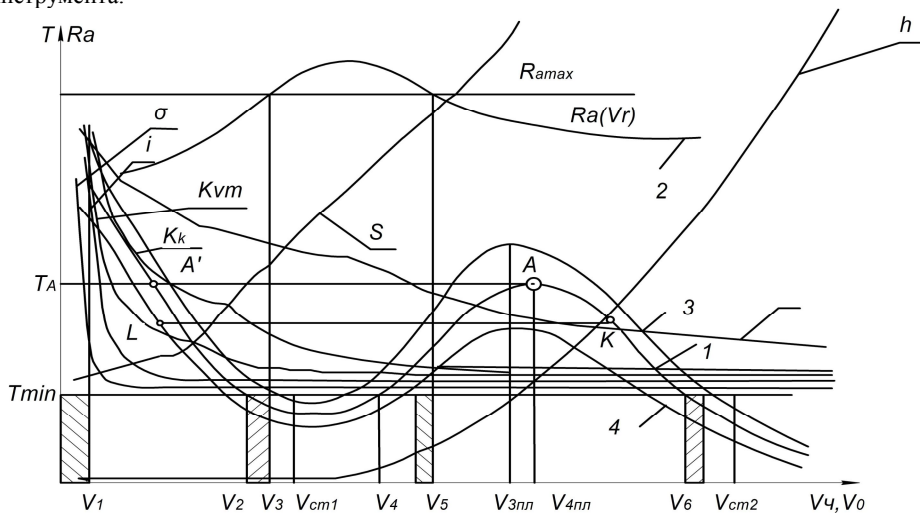


Рис. 2. Стойкостные зависимости при внутреннем протягивании с учетом разработанных зависимостей (1)–(7)

Уравнение для вычисления подачи S_{0HKL} :

$$S_{0HKL} = \left(\frac{a_1 \times S^{X_{KL}^{-1} - Z_{KL} - 1}}{a_2} \right)^{\frac{n-x}{y-n+x}}, \quad (8)$$

$$a_1 = \left(\frac{K_L}{C_{K_L} \times t^{Y_{KL}}} \right)^{X_{KL}^{-1}} \times (X_{KL}^{-1} - Z_{KL}), \quad a_2 = \left(\frac{B_q}{B_0} \right)^{\frac{1}{n-x}} \frac{y}{n-x}.$$

где

Уравнение для вычисления скорости резания V_{0HKL} :

$$V_{0HK_L} = (B_q / B_0)^{\frac{1}{n-x}} \left(\frac{a_1 \times S^{X_{KL}^{-1} - Z_{KL} - 1}}{a_2} \right)^{\frac{y}{y-n+x}} \quad (9)$$

Стойкость протяжки T_{0KL} определяют по формуле:

$$T_{0K_L} = T_{qK_L} = B_0 (B_q / B_0)^{\frac{x}{x-n}} \left(\frac{a_1 \times S^{X_{KL}^{-1} - Z_{KL} - 1}}{a_2} \right)^{\frac{-ny}{y-n+x}} \quad (10)$$

Из формулы (2) определяют скорость резания V_σ :

$$V_\sigma = \left(\frac{\sigma}{C_\sigma \times S_z^{C_{sz}\sigma} \times \beta^{C_{\beta}\sigma}} \right)^{C_{v\sigma}^{-1}} \quad (11)$$

Уравнение для вычисления $S_{0H\sigma}$:

$$S_{0H\sigma} = \left(\frac{a_1 \times S^{C_{v\sigma}^{-1} - C_{sz}\sigma - 1}}{a_2} \right)^{\frac{n-x}{y-n+x}}, \quad (12)$$

где $a_1 = \left(\frac{\sigma}{C_\sigma \times \beta^{C_{\beta}\sigma}} \right)^{C_{v\sigma}^{-1}} \times (C_{v\sigma}^{-1} - C_{sz}\sigma), a_2 = \left(\frac{B_q}{B_0} \right)^{\frac{1}{n-x}} \frac{y}{n-x}.$

Уравнение для вычисления $V_{0H\sigma}$:

$$V_{0H\sigma} = (B_q / B_0)^{\frac{1}{n-x}} \left(\frac{a_1 \times S^{C_{v\sigma}^{-1} - C_{sz}\sigma - 1}}{a_2} \right)^{\frac{y}{y-n+x}} \quad (13)$$

Стойкость протяжки $T_{0\sigma}$ определяют по формуле:

$$T_{0\sigma} = T_{q\sigma} = B_0 (B_q / B_0)^{\frac{x}{x-n}} \left(\frac{a_1 \times S^{C_{v\sigma}^{-1} - C_{sz}\sigma - 1}}{a_2} \right)^{\frac{-ny}{y-n+x}} \quad (14)$$

Из формулы (3) определяют скорость резания V_i :

$$V_i = \left(\frac{i}{C_i \times S_z^{C_{sz}i} \times \beta^{C_{\beta}i}} \right)^{C_{vi}^{-1}} \quad (15)$$

Уравнение для вычисления подачи S_{0Hi} :

$$S_{0Hi} = \left(\frac{a_1 \times S^{C_{vi}^{-1} - C_{sz}i - 1}}{a_2} \right)^{\frac{n-x}{y-n+x}}, \quad (16)$$

где $a_1 = \left(\frac{i}{C_i \times \beta^{C_{\beta}i}} \right)^{C_{vi}^{-1}} \times (C_{vi}^{-1} - C_{sz}i), a_2 = \left(\frac{B_q}{B_0} \right)^{\frac{1}{n-x}} \frac{y}{n-x}.$

Уравнение для вычисления V_{0Hi} :

$$V_{0Hi} = (B_q / B_0)^{\frac{1}{n-x}} \left(\frac{a_1 \times S^{C_{vi}^{-1} - C_{sz}i - 1}}{a_2} \right)^{\frac{y}{y-n+x}} \quad (17)$$

Стойкость протяжки T_{0i} определяют по формуле:

$$T_{0i} = T_{qi} = B_0 (B_q / B_0)^{\frac{x}{x-n}} \left(\frac{a_1 \times S^{C_{vi}^{-1} - C_{sz}i - 1}}{a_2} \right)^{\frac{-ny}{y-n+x}} \quad (18)$$

Из формулы (4) определяют скорость резания V_p :

$$V_p = \left(\frac{P}{C_p \times S_z^{C_{szp}} \times \beta^{C_{\beta p}}} \right)^{C_{vp}^{-1}} \quad (19)$$

Уравнение для вычисления подачи S_{0Hp} :

$$S_{0Hp} = \left(\frac{a_1 \times S^{C_{vp}^{-1} - C_{szp} - 1}}{a_2} \right)^{\frac{n-x}{y-n+x}}, \quad (20)$$

где $a_1 = \left(\frac{P}{C_p \times \beta^{C_{\beta p}}} \right)^{C_{vp}^{-1}} \times (C_{vp}^{-1} - C_{szp})$, $a_2 = \left(\frac{B_q}{B_0} \right)^{\frac{1}{n-x}} \frac{y}{n-x}$.

Уравнение для вычисления V_{0Hp} :

$$V_{0Hp} = (B_q / B_0)^{\frac{1}{n-x}} \left(\frac{a_1 \times S^{C_{vp}^{-1} - C_{szp} - 1}}{a_2} \right)^{\frac{y}{y-n+x}} \quad (21)$$

Стойкость протяжки T_{0p} определяют по формуле:

$$T_{0p} = T_{чp} = B_0 (B_q / B_0)^{\frac{x}{x-n}} \left(\frac{a_1 \times S^{C_{vp}^{-1} - C_{szp} - 1}}{a_2} \right)^{\frac{-ny}{y-n+x}} \quad (22)$$

Из формулы (5) определяют скорость резания $V_{K\sigma}$:

$$V_{K\sigma} = \left(\frac{K_{\sigma}}{C_{K\sigma} \times S_z^{C_{szK\sigma}} \times \beta^{C_{\beta K\sigma}}} \right)^{C_{vk\sigma}^{-1}} \quad (23)$$

Уравнение для вычисления $S_{0HK\sigma}$:

$$S_{0HK\sigma} = \left(\frac{a_1 \times S^{C_{vk\sigma}^{-1} - C_{szK\sigma} - 1}}{a_2} \right)^{\frac{n-x}{y-n+x}}, \quad (24)$$

где $a_1 = \left(\frac{K_{\sigma}}{C_{K\sigma} \times \beta^{C_{\beta K\sigma}}} \right)^{C_{vk\sigma}^{-1}} \times (C_{vk\sigma}^{-1} - C_{szK\sigma})$, $a_2 = \left(\frac{B_q}{B_0} \right)^{\frac{1}{n-x}} \frac{y}{n-x}$.

Уравнение для вычисления $V_{0HK\sigma}$:

$$V_{0HK\sigma} = (B_q / B_0)^{\frac{1}{n-x}} \left(\frac{a_1 \times S^{C_{vk\sigma}^{-1} - C_{szK\sigma} - 1}}{a_2} \right)^{\frac{y}{y-n+x}} \quad (25)$$

Стойкость протяжки $T_{0K\sigma}$ определяют по формуле:

$$T_{0K\sigma} = T_{чK\sigma} = B_0 (B_q / B_0)^{\frac{x}{x-n}} \left(\frac{a_1 \times S^{C_{vk\sigma}^{-1} - C_{szK\sigma} - 1}}{a_2} \right)^{\frac{-ny}{y-n+x}} \quad (26)$$

Из формулы (6) определяют скорость резания $V_{K\tau}$:

$$V_{K\tau} = \left(\frac{K_{\tau}}{C_{K\tau} \times S_z^{C_{szK\tau}} \times \beta^{C_{\beta K\tau}}} \right)^{C_{vk\tau}^{-1}} \quad (27)$$

Уравнение для вычисления $S_{0HK\tau}$:

$$S_{0HK\tau} = \left(\frac{a_1 \times S^{C_{vk\tau}^{-1} - C_{szK\tau} - 1}}{a_2} \right)^{\frac{n-x}{y-n+x}}, \quad (28)$$

$$a_1 = \left(\frac{K\tau}{C_{K\tau} \times \beta^{C_{\beta K\tau}}} \right)^{C_{VK\tau}^{-1}} \times (C_{VK\tau}^{-1} - C_{S_{zK\tau}}), \quad a_2 = \left(\frac{B_q}{B_0} \right)^{\frac{1}{n-x}} \frac{y}{n-x}.$$

где

Уравнение для вычисления $V_{0HK\tau}$:

$$V_{0HK\tau} = (B_q / B_0)^{\frac{1}{n-x}} \left(\frac{a_1 \times S^{C_{VK\tau}^{-1} - C_{S_{zK\tau}} - 1}}{a_2} \right)^{\frac{y}{y-n+x}} \quad (29)$$

Стойкость протяжки $T_{0K\tau}$ определяют по формуле:

$$T_{0K\tau} = T_{q_{K\tau}} = B_0 (B_q / B_0)^{\frac{x}{x-n}} \left(\frac{a_1 \times S^{C_{VK\tau}^{-1} - C_{S_{zK\tau}} - 1}}{a_2} \right)^{\frac{-ny}{y-n+x}} \quad (30)$$

Из формулы (7) определяют скорость резания V_h :

Уравнение для вычисления S_{0Hh} :

$$S_{0Hh} = \left(\frac{a_1 \times S^{C_{Vh}^{-1} - C_{S_{zh}} - 1}}{a_2} \right)^{\frac{n-x}{y-n+x}}, \quad (31)$$

$$a_1 = \left(\frac{h}{C_h \times \beta^{C_{\beta h}}} \right)^{C_{Vh}^{-1}} \times (C_{Vh}^{-1} - C_{S_{zh}}), \quad a_2 = \left(\frac{B_q}{B_0} \right)^{\frac{1}{n-x}} \frac{y}{n-x}.$$

где

Уравнение для вычисления V_{0Hh} :

$$V_{0Hh} = (B_q / B_0)^{\frac{1}{n-x}} \left(\frac{a_1 \times S^{C_{Vh}^{-1} - C_{S_{zh}} - 1}}{a_2} \right)^{\frac{y}{y-n+x}} \quad (32)$$

Стойкость протяжки T_{0h} , определяют по формуле:

$$T_{0h} = T_{q_h} = B_0 (B_q / B_0)^{\frac{x}{x-n}} \left(\frac{a_1 \times S^{C_{Vh}^{-1} - C_{S_{zh}} - 1}}{a_2} \right)^{\frac{-ny}{y-n+x}} \quad (33)$$

В результате анализа [1] получена зависимость

$$l_0 = \frac{A_0 K_p \pi D}{K_{II} P_{\max}} \left(\frac{a}{S_0} + b \right) \left(l + 3 \sqrt{K I S_0} \right), \quad (34)$$

где A_0 – припуск, срезаемый черновой частью протяжки; D – диаметр протягивания; K_p – поправочный коэффициент, учитывающий условия обработки; K_{II} – поправочный коэффициент, учитывающий уменьшение подачи на переходных зубьях; a, b, S_0 – параметры эмпирической зависимости удельной силы резания P_{\max} (приходящейся на 1 мм режущей кромки) от подачи; K – коэффициент помещаемости стружки. Эта зависимость имеет экстремальный характер, и из нее может быть найдено значение S_{0l} , обеспечивающее минимальную длину l_0 . Точки $K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6, K_7$ (рисунок 2) соответствуют условным минимумам функции (34) в зависимости от коэффициента усадки стружки K_L (1), напряжений σ (2) в режущем инструменте, интенсивности усилий i (3) в режущем инструменте, статического перемещения p (4) режущей кромки под воздействием сил резания P_z и P_y коэффициента запаса прочности $K\sigma$ (5) по напряжениям Мизеса, коэффициента запаса прочности $K\tau$ (6) по касательным напряжениям, интенсивности износа зубьев h (7). При использовании разработанных моделей (1)-(7) и наличии необходимых экспериментальных данных принцип равной стойкости [1] черновой и чистовой частей протяжек может быть обеспечен и при обработке с повышенными (до 150 м/мин) скоростями резания. В совокупности с моделями (8)-(33) возможно уточнение существующих режимов протягивания и выдача рекомендаций для высокоскоростного протягивания. Разработанные модели реализованы в виде программного, методического и информационного обеспечения интегрированной системы проектирования протяжек. Совокупности знаний, полученные на основе проектных данных, позволяют выбирать геометрические параметры режущей части протяжки для обеспечения минимума напряженно-деформированного состояния зоны резания.

Литература

1. Маргулис Д. К., Тверской М. М., Ашихмин В. Н. «Протяжки для обработки отверстий», М.: Машиностроение, 1986 г, 232 с.
2. Алямовский А.А. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / Алямовский А.А., Собачкин А.А., Одинцов Е.В., Харитонович А.И., Пономарев Н.Б. // СПб.: БХВ – Петербург, 2006 г, с. 27-28.
3. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий, Москва, Изд-во Наука, 1976 г. – 280 с.

Столбов А.С.
Магистрант, Ижевский государственный технический университет
имени М.Т. Калашникова
**ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ МЕХАТРОННОЙ
РАСТОЧНОЙ ГОЛОВКИ**

Аннотация

В статье рассмотрены способы беспроводной передачи информации с учетом их применения в промышленных условиях, для мехатронной расточной головки.

Ключевые слова: беспроводная передача данных, расточная головка.

Stolbov A.S.

Undergraduate student, Izhevsk State Technical University of the MT Kalashnikov

RESEARCH METHODS FOR WIRELESS COMMUNICATION MECHATRONIC BORING HEAD

Abstract

The article considers how the wireless transmission of information with regard to their use in industrial environments for mechatronic boring head.

Keywords: wireless data transmission, boring head.

Мехатронная расточная головка – инструмент, работающий в сложных условиях производства, подключающийся к системе ЧПУ по средствам беспроводного канала связи и позволяющий растачивать профили сложной формы.

Для того чтобы обеспечить правильную работу мехатронной расточной головки, необходимо выбрать механизм беспроводной передачи данных, который позволяет передавать необходимый объем информации в заданном временном интервале, исключая возможность потери данных.

В экстремальных условиях производства существуют факторы, которые могут сильно влиять на целостность передаваемых данных и скорость их передачи, среди них: вибрации различных типов, электромагнитные поля, звуковые и световые помехи. Для того чтобы обеспечить защищенность от этих факторов, определим критерии оценки, по которым выберем оптимальное решение из существующих:

Ключевыми критериями оценки, при выборе способа передачи данных являются:

1) Помехоустойчивость.

Необходимо чтобы выбранный метод обеспечивал достаточную устойчивость к помехам на всех режимах работы.

2) Защищенность информационного потока.

Информационный поток необходимо защитить, чтобы обеспечить безопасную передачу данных.

3) Запас дальности (до 10м).

Следует учитывать расстояние, на котором выбранный способ передачи информации обеспечивает устойчивую работу системы.

4) Виброустойчивость

Мехатронная расточная головка испытывает нагрузки вибрационного характера.

5) Диапазон доступных частот

Необходимо обеспечить устойчивую передачу данных на частоте 2.4ГГц

Рассмотрим существующие варианты решения, в различных электромагнитных диапазонах:

1) Оптическое излучение

Беспроводная связь между устройствами достигается за счет установки генератора светового излучения и датчика, считывающего сигналы со светодиода. Самым популярным стандартом является Li-Fi(Light Fidelity).

2) Инфракрасное излучение

Частный случай оптического излучения, с использованием инфракрасного диапазона световых волн, в качестве среды передачи. Связь устанавливается по средствам генератора инфракрасного излучения и приемника. Стандартом передачи данных в инфракрасном диапазоне является IrDA (Infrared Data Association).

3) Индуктивная передача данных

Принцип действия основан на бесконтактной индуктивной связи, передача сигнала осуществляется различными типами модуляций (чаще всего амплитудной, частотной).

4) Радиопередача Bluetooth(BT)

Радиосвязь BT осуществляется в ISM(Industry, Science and Medicine) диапазоне, передатчик устанавливает связь с приемником по радиоканалу, и передает по нему данные.

Существует несколько популярных стандартов BT: BT 2.0 + EDR(Enhanced Data Rate), BT 3.0, BT 4.0.

5) Радиопередача Wi-Fi

Wi-Fi работает в том же диапазоне, что и BT, передатчик также устанавливает связь с приемником по радиоканалу, и передает по нему данные. Популярный стандарт, обеспечивает безопасную передачу данных и совместимость со множеством устройств.

Составим таблицу сравнительных характеристик, для всех вышеперечисленных методов передачи информации.

	Достоинства	Недостатки
Li-Fi	Развивающийся стандарт, высокая скорость передачи информации, приемлемая работа в условиях прямой видимости	Низкая распространенность метода, необходимость расположения приемо-передатчика на линии прямой видимости.
IrDA	Достаточная защищенность канала, множество протоколов для построения передающих систем.	Низкая дальность работы устройства, возможность возникновения помех.
Инд.	Высокая помехоустойчивость, достаточно высокая скорость передачи данных. Надежность и возможность работы в сложных природных условиях.	Не очень высокий диапазон работы, по сравнению с другими методами, низкая распространенность метода.
BT 2.0	Широко используемый стандарт связи, большой выбор систем с поддержкой BT. Приемлемая скорость передачи информации. Достаточная помехоустойчивость на близких расстояниях.	Сложности с передачей информации на дальние расстояния, возможность падения качества передачи, при проходе сигнала через бетонные, металлические конструкции.
BT 4.0	Поддержка AES шифрования, режим низкого энергопотребления, скорость установки соединения до 5 мс, коррекция ошибок передачи данных.	Ценовой диапазон устройств, с поддержкой BT 4.0 на порядок выше, чем устройств с поддержкой BT 2.0.
Wi-Fi	Крайне высокая скорость передачи данных, множество устройств с поддержкой стандарта WI-FI, достаточная мобильность и защищенность, за счет современных алгоритмов шифрования.	Высокое энергопотребление, высокая температура нагрева мобильного оборудования.

Для того чтобы выбрать один из перечисленных вариантов, необходимо рассчитать параметры работы беспроводного канала связи.

Рассчитаем необходимую частоту работы беспроводного устройства, с учетом технологической операции растачивания, для мехатронной расточной головки.

Параметры технологической операции:

$$S_{черн} = 0,08 - 0,2 \text{ мм / об}$$

$$S_{чист} = 0,05 - 0,1 \text{ мм / об}$$

$$S_{min} = 0,05 \text{ мм / об}$$

$$S_{max} = 0,2 \text{ мм / об}$$

Параметры актуатора:

$$\alpha = 1.8^\circ$$

$$N = 200 \text{ шаг / об}$$

$$l_{шаг} = 0.006 \text{ мм} = 6 \text{ мкм}$$

При необходимой точности в 0.2 мкм :

$$N = 200 * 30 = 6000 \text{ шаг / об}$$

Рассчитаем максимальное и минимальное количество шагов совершаемых за оборот шпинделя:

$$N_{min} = 0.2 / 0.0002 = 1000 \text{ шаг / об.шп.}$$

$$N_{max} = 0.05 / 0.0002 = 2500 \text{ шаг / об.шп.}$$

Возьмем максимальное значение скорости шпинделя, для промышленных станков:

$$\omega_{шп} = 20000 \text{ об / мин} \approx 334 \text{ об / сек}$$

Получим результирующую частоту импульсов:

$$\nu_{min} = 1000 * 334 = 334000 \text{ Гц} = 334 \text{ кГц}$$

$$\nu_{max} = 2500 * 334 = 835000 \text{ Гц} = 835 \text{ кГц}$$

Для того, чтобы гарантировать доставку пакета, увеличим результирующую частоту в 10 раз:

$$\nu_{min} = 3,34 \text{ МГц}$$

$$v_{\max} = 8,35 \text{ МГц}$$

Способ передачи данных через Bluetooth версии 2.0 удовлетворяет перечисленным критериям и наиболее близок к заявленным требованиям.

Литература

1. Walt Boyes, «Instrumentation Reference Book», Fourth Edition, 80-90 (2009).
2. Вишневецкий В.М., «Широкополосные беспроводные сети передачи информации», Техносфера, 2005г, 592
3. Mohammad Matin, «Wireless Ad-Hoc Networks», InTech, 2012

Субботина Ю. А.

Студент, Оренбургский государственный университет;

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕФТЯНОГО ПОПУТНОГО ГАЗА В РОССИИ

Аннотация

В данной статье рассмотрена необходимость решения проблемы по утилизации попутного нефтяного газа из-за экологических и финансовых соображений.

Ключевые слова: экологичность, утилизация, технологии.

Subbotina U. A.

Student, Orenburg State University

PROBLEMS AND PROSPECTS OF USE OIL PASSING GAS IN RUSSIA

Abstract

The need of problem recycling oil passing gas the decision because of ecological and financial reasons..

Keywords: Ecological compatibility, recycling, technology.

Нефтяной попутный газ – это смесь газов с парообразными углеводородными и не углеводородными компонентами, которые выделяются из нефтяных скважин, а также из пластовой нефти во время её сепарации. Данный газ представляет собой наиболее ценный источник сырья по производству некоторых химических продуктов. Участвует в получении дешевой электрической и тепловой энергии. Получил широкое применение как топливо на электростанциях, в чёрной и цветной металлургии, цементной и стекольной промышленности.

В России каждый год его добывают в размере 500 млн тонн нефти, объём выбросов в атмосферу составляет 4 млн тонн, или 20% от общего загрязнения атмосферы. Выбросы углекислого газа (CO₂) в результате сжигания ПНГ в России - 90 млн тонн в год. Факелы недостаточно эффективны для полного сжигания газа. Соответственно, в атмосферу выделяется метан, являющийся гораздо более активным парниковым газом, чем CO₂.

Однако, основной проблемой при сжигании ПНГ являются другие продукты: оксиды серы и азота, угарный газ (CO). При их неполном сгорании они становятся причиной «кислотных» дождей. Кроме того, сжигание ПНГ даёт мощное тепловое загрязнение.

Сжигание попутного газа приводит к высоким потерям ценного химического сырья. Судя по оценкам Минпромэнерго, в 2004 году в составе попутного газа было сожжено 7,1 млн тонн этана, 4,1 млн тонн пропана, 2,6 млн тонн бутана, 13 млн м³ гелия. Из-за сжигания НПП в России ежегодно теряется около 139,2 млрд рублей.

Половина сгоревшего газа отправляется для нужд промыслов и списывается на технологические потери, и лишь 25% поступает на переработку. В более развитых странах полезное использование ПНГ достигает 95%-98%. Ориентируясь на эти показатели, в 2009 году правительством России была поставлена задача увеличения доли утилизируемого ПНГ до 95% к 2012 году.

Согласно проведенным исследованиям Минпромэнерго, вследствие малой степени переработки НПП бюджетом ежегодно теряется около \$13 млрд.

Какие существуют пути использования попутного газа:

1. Закачивание в недра. Наблюдается повышение давления пласта и, как следствие, возрастает эффективность добычи нефти. Однако, в нашей стране, такой способ нечасто используется из-за капиталоемкости.

2. Использование непосредственно на местах для выработки электрической энергии, поступающей на нужды нефтепромыслов.

3. При выделении больших объемов попутного нефтяного газа — использование в качестве топлива на более крупных электростанциях, или для последующей переработки.

Утилизация НПП — высоко затратный и сложный процесс. Для его успеха необходимым условием является согласование противоречащих друг другу позиций заинтересованных сторон. Ситуация усугубляется трудностями, возникающими при выходе продукции утилизации НПП на рынок. Кроме того, проблема обостряется ещё и из-за того, что масштабное сжигание НПП одновременно имеет экологические аспекты, а именно, способно изменить сферу климата, бесцельно уничтожить ценные природные ресурсы.

Формирование условий, которые ориентированы на решение проблемы использования НПП в России, должно быть направлено на быструю реализацию новых инвестиционных проектов в данной сфере — оснащение промыслов необходимой измерительной аппаратурой, сооружение компрессорных станций, строительство заводов по переработке газа.

Всемирный фонд дикой природы (WWF) России считает необходимым оказать активное содействие позитивным тенденциям в вопросах утилизации НПП и проводит общественную кампанию по ускорению решения данной проблемы.

В этой связи Всемирный фонд дикой природы обратился к ведущим российским нефтяным компаниям с предложением о принятии Добровольных обязательств по утилизации попутного газа, которая должна быть не ниже 95% при условии введения новых месторождений в эксплуатацию. Это было намечено начать с 2010 г. Так, показатели утилизации НПП нефтяными компаниями, их тренды по годам планируется сделать публичными показателями, чтобы общественность могла оценивать уровень экологической ответственности той или иной компании, в том числе и по этим данным.

Остаётся надеяться, что эти и другие действия, предпринятые существующими секторами российского общества (власть, бизнес, общественность), в том числе и комплексный подход помогут в скором времени решить наболевшую проблему утилизации НПП в стране.

Литература

1. Попутный газ – проблемы и решения [Электронный ресурс] URL: <http://www.rgo.ru/2011/08/poputnyj-gaz-problemy-i-resheniya/> (дата обращения 03.03.2013).

2. Книжников А. Н., Проблемы и перспективы использования нефтяного попутного газа в России [Текст] / А. Книжников, Н. Пусенкова - М. : Наука, 2009. - 128 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ ТОКА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ДЛЯ ЛИНИЙ 6-35 кВ

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы, связанные с уточнением нормированных значений экономической плотности тока в связи с изменением ценовых показателей современной экономики России.

Ключевые слова: выбор сечений проводов и кабелей, экономическая плотность тока.

Suvorova I.A.¹, Cherepanov V.V.²¹ Senior Lecturer, ² Doctor of Engineering Science, Professor,
«Vyatka State University»

DETERMINATION OF ECONOMIC CURRENT DENSITY IN THE CURRENT CONDITIONS FOR LINES 6-35 kV

Abstract

The questions related to the update of normed economic values of current density due to changes in price indices of modern Russian economy.

Keywords: choice of cross wires and cables, economic current density.

Традиционный метод экономически обоснованного выбора сечения проводов и кабелей основан на показателях экономической плотности тока. Принятый для проектирования в 50 – х годах двадцатого века метод выбора сечения проводов и кабелей по экономической плотности тока был передовым, так как при этом впервые учитывались экономические факторы. Таблица нормативных значений экономической плотности тока для разных условий и рекомендации по выбору сечения проводников приведены в Правилах устройства электроустановок (ПУЭ) [1].

Очевидно, что в настоящее время приведенные в ПУЭ нормативы экономической плотности тока устарели. Рассчитанные четверть века назад, нормативные значения экономической плотности тока не соответствуют современным экономическим условиям по целому ряду причин.

Предложения по совершенствованию методики технико-экономического обоснования выбора сечений проводников на основе современных стоимостных показателей публиковались неоднократно. Исходные условия для экономически обоснованного сечения проводов и кабелей очевидны: с увеличением сечения возрастает стоимость ЛЭП, но снижаются потери электрической энергии и соответственно затраты на потерянную электроэнергию. Таким образом, сечение выбирается по критерию минимума суммарных затрат на сооружение линии и потери в течение определенного периода ее эксплуатации.

На сегодняшний день получены новые значения экономической плотности тока для выбора сечений проводов и кабелей напряжением 110 и 220 кВ [2], а так же значения экономической плотности тока для рационального выбора сечений проводов и жил кабелей нефтепромысловых потребителей напряжением 0,66, 1 и 6 кВ [3]. Значения экономической плотности тока для выбора проводов и кабелей напряжением 6 - 10, 20 и 35 кВ отсутствуют. В связи с этим возникает необходимость определения этих значений.

Экономическая плотность, А/мм²,

$$j_{\text{ЭК}} = \sqrt{\frac{a \cdot \left(1 + \sum_{t=t_0}^{T_p} \alpha_{\text{осл}} (1+E)^{-t} \right)}{3 \cdot \rho \cdot 10^{-4} \cdot \sum_{t=t_0}^{T_p} \tau \cdot \beta \cdot (1+E)^{-t}}}$$

где а - часть удельных капитальных вложений, пропорциональная сечению провода, тыс.руб/км·мм²; $\alpha_{\text{осл}}$ - коэффициент отчислений от капитальных вложений на обслуживание и ремонт линии, о.е/год; ρ - удельное сопротивление материала провода, Ом·мм²/м; τ - время наибольших потерь; β - стоимость потерь электроэнергии, руб/кВт·час; Е - норма дисконта.

Рассчитанные значения экономической плотности тока приведены в таблице.

Значения $J_{\text{ЭК}}$ неизолированных проводов и шин напряжением 6 – 35 кВ

Проводники	Экономическая плотность тока, А/мм ² , при числе часов использования максимума нагрузки в год		
	1000 ... 3000	3000...5000	5001...8760
Неизолированные провода и шины напряжением 10 – 35 кВ			
алюминиевые	0,746	0,442	0,284
Кабели с бумажной изоляцией с жилами напряжением 10 кВ			
алюминиевые	1,299	0,691	0,460
Кабели с изоляцией из СПЭ 10 кВ			
алюминиевые	1,154	0,614	0,409
Кабели с изоляцией из СПЭ 20 кВ			
алюминиевые	1,754	1,039	0,666
Самонесущие изолированные провода (СИП) 10 - 20 кВ			
алюминиевые	0,773	0,485	0,294
Кабели с изоляцией из СПЭ с жилами 35 кВ			
алюминиевые	1,931	1,161	0,753
Самонесущие изолированные провода (СИП) 35 кВ			
алюминиевые	0,851	0,525	0,324

Анализируя полученные значения экономической плотности тока можно сделать вывод, что в условиях конкретного проектирования величина экономической плотности существенно отличается от нормированной величины. Так, например, значение экономической плотности тока, приведенное в ПУЭ, для неизолированных алюминиевых проводов и шин при Т_м = 1000...3000 часов составляет $j_{\text{ЭК}} = 1,3$. Значение экономической плотности тока, рассчитанное на основе реальной стоимости проводников и электроэнергии составляет $j_{\text{ЭК}} = 0,746$. Существующая тенденция к увеличению цены на электроэнергию, а так же

стоимости кабельных и воздушных ЛЭП, еще больше снижает значение экономической плотности тока, оправдывая применение больших сечений для эффективного использования электроэнергии.

Учет реального значения экономической плотности тока при проектировании кабельных и воздушных линий электропередачи повышает обоснованность принятых решений.

Литература

1. Гительсон С.М. Экономические решения при проектировании электроснабжения промышленных предприятий. – М.: Энергия, 1971. – 256 с.
2. Зуев Э.Н. Экономическая плотность тока в кабельных линиях 6 – 10 кВ в современных условиях// ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. – 2004. - №5. – С. 43 – 46.
3. Фрайштетер В.П., Мартянов А.С. Выбор экономически обоснованного сечения проводов и жил кабелей линий электропередачи при проектировании// Нефтяное хозяйство. – 2011. - №4. – С. 117 – 121.

Тимонова М.Н.¹, Бикташева Р.А.²

Студенты, Оренбургский государственный университет

ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГИИ ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ВОДО- И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Аннотация

В данной статье отражены перспективы развития и модернизации систем тепло- и водоснабжения с использованием избыточного давления теплоносителя в трубопроводах.

Ключевые слова: избыточное давление, теплоснабжение, водоснабжение

Timonova M.N.¹, Biktasheva R.A.²

Students, Orenburg State University

POTENTIAL ENERGY PRESSURE HEAT AND WATER SUPPLY SYSTEMS

Abstract

This article describes the prospects for development and modernization system of heat and water using pressure water stream.

Keywords: pressure, water supply system, heat supply system.

Нынешние города не могут обойтись без существующей организованной системы централизованного тепло- и водоснабжения, которая остается самой распространенной и наиболее предпочтительной в нашей стране.

Транспортировка рабочих жидкостей происходит при давлении, превышающем необходимое для пользования потребителям. В итоге в настоящее время в системах тепло- и водоснабжения существует проблема наличия избыточного магистрального давления, подводимого к центральным тепловым пунктам или потребителям. Для согласования условий эксплуатации водотранспортной сети и потребителей используются демпфирующие устройства (например, дроссели, шайбы, редуцирующие клапаны и др.), с помощью которых уменьшается величина входного давления. И в конечном итоге потенциальная энергия избыточного давления магистральных сетей теряется.

Под «потенциалом энергии», в данном случае, следует понимать возможность целевого применения избыточного магистрального давления, в том числе и для преобразования его в электрическую или другие виды энергии.

Магистральными трубопроводами рабочая жидкость движется при нормальном давлении около 9 МПа. Однако значение рабочего давления, необходимое для правильной работы энергетического оборудования и преодоления гидравлического сопротивления, должно быть уменьшено до 2 МПа. «Лишнее» давление дросселируется.

Для предотвращения потерь потенциальной энергии, связанных с вышеупомянутым дросселированием, разработан метод, преобразующий избыточное давление магистралей, как правило, теряемое, в электрическую энергию. Важно понимание основных принципов работы. В качестве источника энергии используется энергия водного потока. Напор воды, движущийся по трубопроводу, поступает на лопасти рабочего колеса гидротурбины и создает на нем вращательный момент, при этом часть энергии теряется, снижая давление магистралей до необходимых величин. Механическая энергия, приобретенная рабочим колесом от водного потока, приводит в действие электродвигатель, который переходит в генераторный режим и вырабатывает электрическую энергию. Полученная электрическая энергия подается в сеть и может расходоваться на собственные нужды или передаваться для внешнего потребления. Параллельное подключение гидротурбины позволяет перекрыть подачу теплоносителя на рабочее колесо в случае аварии или поломки оборудования данной установки на время ремонта и вернуть систему в прежний режим работы с дросселированием «лишнего» давления. При отсутствии потребителей вырабатываемой дополнительной электроэнергии она потребляется балластом или частично аккумулироваться.

Данный способ позволяет не только реализовать снижение давления, но и дает возможность использовать потенциальную энергию избыточного магистрального давления рабочей жидкости для производства электрической энергии. Кроме того, повышается эффективность и экономичность функционирования систем водо- и теплоснабжения.

Какие еще преимущества позволяет получить подобный способ снижения избыточного давления?

Кроме выполнения функций гидродинамического регулятора давления, данная система может быть задействована в качестве аварийного источника электроэнергии. Вся вырабатываемая электроэнергия может подаваться на привод насоса отопления, обеспечивая циркуляцию теплоносителя и предотвращая необходимость его слива из внутридомовой системы отопления. Либо существует возможность направлять вырабатываемую электроэнергию для работы аварийного освещения, что очень значимо в период проведения ремонтно-восстановительных работ. Помимо этого, система позволяет сэкономить установленную мощность и условное топливо, повышает качество экологической обстановки, так как работа не сопровождается вредными выбросами, появляющимися при процессах традиционной выработки электроэнергии на тепловых электростанциях. Подобные установки могут эффективно эксплуатироваться в системах оборотного водоснабжения, в которых охлаждающая вода сбрасывается в реки или водоемы.

Несмотря на все преимущества, в связи со значительной сезонной и суточной неравномерностью потребления теплоносителя, отсутствием в ряде случаев необходимых электрических сетей или попросту потребителей произведенной электроэнергии, экономически рациональные объемы производства электроэнергии за счет избыточного давления существенно сужаются.

Литература

1. Волков А.В., Погорелов С.И., Рыженков В.А. Система рекуперации избыточного давления магистральных сетей водо- и теплоснабжения// Патент России № 2239752.2003
2. Повышение эффективности систем теплоснабжения на основе рекуперации избыточного магистрального давления в электрическую энергию [Электронный ресурс] URL: <http://www.energosovet.ru/stat757.html>

СХЕМНОЕ РЕШЕНИЕ МЕХАНИЗМА ШЕСТИКООРДИНАТНОГО МАНИПУЛЯТОРА

Аннотация

Предложено схемное решение механизма манипулятора с шестью степенями подвижности, включая независимость последовательности их исполнения с целью упрощения системы управления исполнительным движением. При унификации одно исполнительным движением достигается сложением двух встречных вращений. Найдены кинематические соотношения унифицированного привода.

Ключевые слова: манипулятор, подвижность, приводы парциальных движений, угол поворота, угловая скорость.

Balakin P.D.,¹ A.H. Shamutdinov²

SCHEMATIC OF THE MECHANISM MANIPULATOR OF SIX-DEGREE OF FREEDOM

Abstract

Schematic of the proposed mechanism of the robot arm with six degrees of freedom, including the independence of the sequence of their execution in order to facilitate the movement of the executive management. When unification one forward motion is achieved by adding the two counter-rotating. Found kinematic relations standardized the drive.

Keywords: manipulator, mobility, driving the partial movements, rotation angle, angular rate.

1. Актуальность задачи

Как известно [1–3] для автоматизации отдельных технологических операций, расширению возможностей технологического оборудования, для создания тренажеров и др. широко используют механизмы пространственных манипуляторов с развитой системой приводов, совокупное действие которых позволяет реализовать любое пространственное движение исполнительного органа в пространственной зоне обслуживания. В последнее время подобные манипуляторы имеют цифровую систему управления исполнительным движением, что позволяет получить любой вид движения и изменять его характеристики. Однако сложность системы управления в значительной мере зависит от схемного решения манипулятора, поскольку парциальные движения от отдельных приводов являются связанными.

В этой связи задача поиска схемного решения пространственного манипулятора общего вида с независимыми парциальными движениями, включая независимость последовательности их исполнения с целью упрощения системы управления исполнительным движением, является актуальной.

2. Пространственный механизм

Предлагается схемное решение механизма в виде шестикоординатного манипулятора (рис. 1). Позиции на рис. 1: 1- установочное звено (рабочий стол); 2-опорно-поворотное устройство; 3-наклонная платформа; 4, 12, 13- приводы поступательного перемещения, как правило, гидро- и электромеханические двигатели (шарико-винтовая пара); 5, 10, 11- электромеханические двигатели поступательных движений и вращения поворотного стола 6; 7-поперечная каретка; 8-продольная каретка; 9-станина (основание). Подвижность механизма определим по формуле Сомова-Малышева [4]:

$$W = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - p_1, \quad (1)$$

где n-число подвижных звеньев,

p_i – число кинематических соответственно i-го класса.

Из рис.1 видно, что n = 6, p₅ = 6, p₄=p₃=p₂=p₁=0. Тогда подвижность механизма по формуле (1) будет:

$$W = 6 \cdot 6 - 5 \cdot 6 = 6$$

Установочное звено 1 способно иметь шесть независимых движений: три поступательных вдоль осей X, Y, Z и три вращения вокруг этих осей.

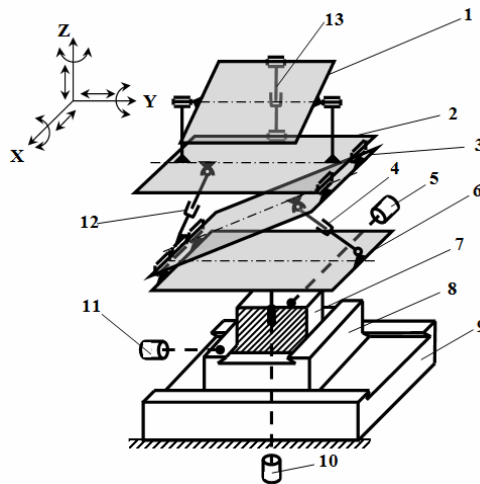


Рис. 1. Шестикоординатный манипулятор

Особенностью схемного решения является достижение поступательного движения по оси Z путем сложения двух встречных вращений звеньев 2 и 3 [5] тогда как раздельное угловое движение этих звеньев приводит к вращению исполнительного органа вокруг оси X.

Реализация других парциальных движений не имеет особенностей и ясна из рис. 1. Отметим, что электромеханические приводы 4, 12, 13 могут иметь различное конструктивное исполнение и преобразование движения в них целиком определяется кинематической схемой привода.

3. Элементы кинематики приводов поступательного перемещения предложенного механизма

При унификации всех приводов поступательного перемещения, расчетная схема кинематических характеристик преобразования движения сводится к моделированию соотношений в изменяемом «треугольнике», одна сторона которого изменяет свой размер и конструктивно исполнена, например, гидроцилиндром со штоком (рис. 2). Интерес представляют две характеристики движения, а именно:

$$1) \text{ Изменение } \alpha \text{ и } \dot{\alpha} \text{ при } l = \text{var}, \text{ причем } \frac{dl}{dt} = \text{const};$$

2) изменение z и \dot{z} при сложении двух встречных вращений при $\frac{dl}{dt} = const$, где α и $\dot{\alpha}$ – соответственно угол поворота, и скорость изменения этого угла во времени рабочего стола 1, l – длина штока 10, z и \dot{z} – соответственно вертикальная координата точки К платформы б и скорость изменения этой точки.

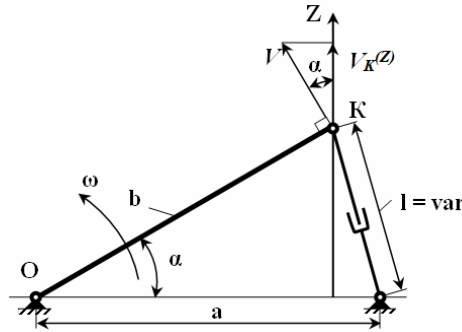


Рис. 2. Расчетная схема изменяемого треугольника механизма при $l = var$

Из рис. 2 по известной теореме имеем:

$$l^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \alpha,$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{a^2 + b^2 - l^2}{2ab}\right), \quad (2)$$

откуда

при этом $a = const, b = const$.

Полагая, что $l = Vt$, т.е. изменение суммарной длины l штока с гидроцилиндром происходит с постоянной скоростью, т.е. $V =$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{a^2 + b^2 - l^2}{2ab}\right) = \arccos\left(\frac{a}{2b} + \frac{b}{2a} - \frac{V^2}{2ab} \cdot t^2\right)$$

$const$, выражение (2) запишется:

или в обобщенной форме $\alpha = \arccos(m - n \cdot t^2), \quad (3)$

$$m = \left(\frac{a}{2b} + \frac{b}{2a}\right) \quad \text{и} \quad n = \frac{V^2}{2ab}$$

где

Выбирая конструктивно параметры так, что $a = b$ выражение (3) преобразуется:

$$\alpha(n, t) = \arccos(1 - n \cdot t^2) \quad (4)$$

$$\omega = \frac{d\alpha}{dt}$$

Обозначим $\omega = \frac{d\alpha}{dt}$ – угловая скорость движения рабочего стола 1 (рис. 1 или ОК на рис. 2). Тогда $V_K = \omega \cdot OK = \omega \cdot b$ – линейная скорость точки К платформы 1 и $V_K^{(Z)} = \omega \cdot b \cdot \cos \alpha$ – вертикальная скорость поступательного движения исполнительного звена 1 при одновременном вращении опорно-поворотного устройства 2 и наклонной платформы 3, имеющих совпадающие линейные размеры и одинаковые режимы работ гидродвигателей 4 и 12.

Дифференцируя выражение (4) по времени t найдём:

$$\frac{d\alpha}{dt} = \omega(n, t) = \frac{2n}{\sqrt{2n - n^2 \cdot t^2}} \quad (5)$$

Используя пакет программы MathCAD 15, приводим зависимости выражений (4) и (5), которые представлены на рис. 3 и рис. 4.

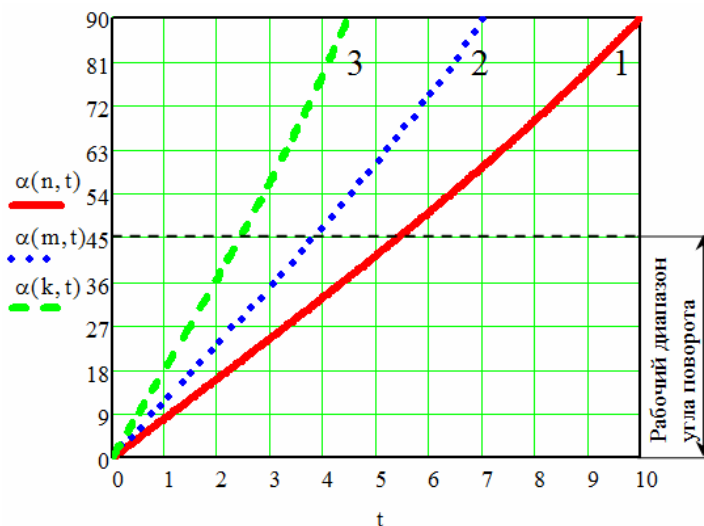


Рис. 3. Зависимость угла поворота платформы от времени: кривая 1 при $n=0.01 \text{ сек}^{-2}$, кривая 2 при $n=0.02 \text{ сек}^{-2}$, кривая 3 при $n=0.05 \text{ сек}^{-2}$

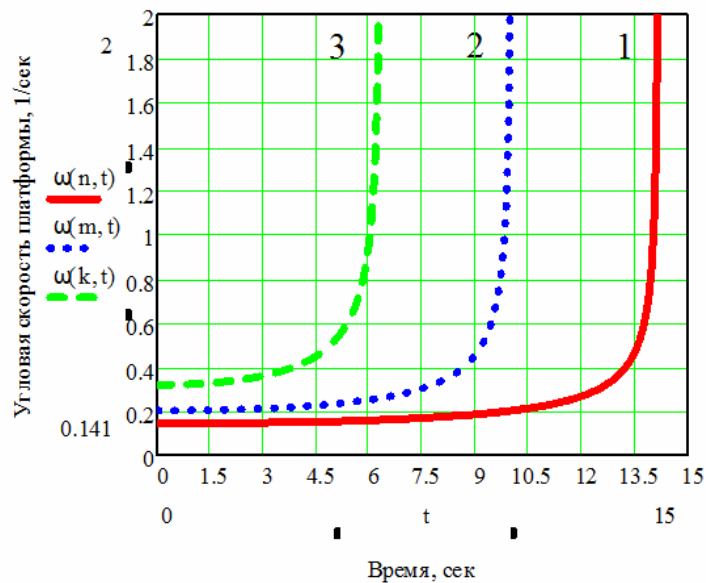


Рис. 4. Зависимость угловой скорости платформы от времени: кривая 1 при $n=0.01 \text{ сек}^{-2}$, кривая 2 при $n=0.02 \text{ сек}^{-2}$, кривая 3 при $n=0.05 \text{ сек}^{-2}$

Анализируя эти графики, в зависимости от параметра n видно, что:

1. с увеличением n , а, следовательно, с увеличением скорости V поворот платформы осуществляется быстрее;
2. зависимость $a(n, t) = \arccos(1 - n \cdot t^2)$ при $n = 0,01 - 0,05 \text{ сек}^{-2}$ и $t \leq 5 \text{ сек}$, практически линейна;
3. в рабочем диапазоне $\alpha = 0^\circ - 45^\circ$ изменение угла движения рабочего стола 1 изменяется незначительно.

Выводы:

- 1) Предлагаемое схемное решение механизма пространственного манипулятора расширяет функциональные возможности устройства манипулирования в пространстве, за счет обеспечения степени подвижности по шести координатам на базе кинематической развязки;
- 2) Схемное решение обеспечивает независимость исполнительных движений, в том числе независимость последовательности исполнительных парциальных движений.
- 3) При постоянной скорости перемещения штоков гидродвигателей угол поворота рабочего стола, в рабочем диапазоне, изменяется во времени практически линейно, т.е. угловая скорость рабочего стола практически постоянна.

Литература

1. Манипуляционные системы роботов / А. И. Корендясев [и др.]; под общ. ред. А. И. Корендясева. – М.: Машиностроение, 1989. – С. 472.
2. Глазунов, В. А. Пространственные механизмы параллельной структуры / В. А. Глазунов, А. Ш. Колискор, А. Ф. Крайнев. – М.: Наука, 1991. – С. 95.
3. Альван, Х. М. Об управлении движением пространственной платформы с несколькими степенями подвижности / Х. М. Альван, А. В. Слоущ // Теория механизмов и машин. – СПб.: Изд. СПбГУ. 2003. – № 1. – С. 63–69.
4. Артоболевский, И. И. Теория механизмов и машин / И. И. Артоболевский. – М.: Наука, 1975. – С. 638.
5. Люкшин, В. С. Теория винтовых поверхностей в проектировании режущих инструментов / В. С. Люкшин. – М.: Машиностроение, 1967. – С. 372.

Балакин П.Д.¹, Шамутдинов А.Х.²

¹ доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой ТММ; ² старший преподаватель кафедры ТММ Омский государственный технический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕСТКОСТИ МЕХАНИЗМА ШЕСТИКООРДИНАТНОГО МАНИПУЛЯТОРА

Аннотация

Рассмотрено схемное решение пространственного манипулятора с шестью независимыми парциальными движениями и, на основе теории контактных напряжений и деформаций, рассчитана приведенная жесткость данной модели. Кроме этого, приведён расчет собственных частот колебаний данной системы.

Ключевые слова: контактные напряжения, модуль упругости Юнга, сближение тел, приведенная жесткость, собственная частота колебаний.

Balakin P.D.¹, Shamutdinov A.H.²

THE STUDY OF RIGIDITY OF THE ORIGINAL PART OF THE SPATIAL MANIPULATOR

Abstract

Considered the schematic spatial manipulator with six independent partial movements and, on the basis of the theory of contact stresses and strains calculated present stiffness of this model. Besides, shown calculation of eigenfrequencies of the system.

Keywords: contact stresses, Young's modulus of elasticity, the convergence of telephone, the reduced stiffness, natural frequency of oscillation.

1. Расчетная схема пространственного манипулятора для оценки его жесткости

Выделим из общей схемы пространственного механизма оригинальную часть, реализующую угловые движения вокруг осей X и Y и поступательное перемещение вдоль оси Z за счет сложения двух встречных вращений [1]. Традиционные три связи (две поступательных и одно вращение) опустим, поскольку они реализованы в серийном оборудовании и их жесткость достаточно известна (рис. 1).

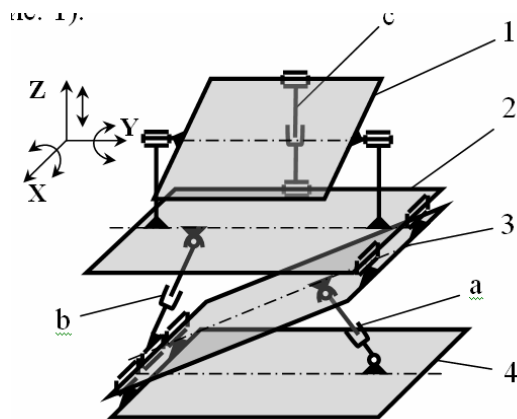


Рис. 1. Расчетная схема оригинальной части пространственного манипулятора

Наиболее неблагоприятное нагружение связей будет, если исключить из расчетной схемы, параллельно действующие элементы, образуемые приводными устройствами а, б и с. Поэтому основу жесткости конструкции будет составлять жесткость их соединений, а именно сдвоенные шарниры.

Позиции на рис. 1: 1- установочное звено (рабочий стол); 2- опорно-поворотное устройство; 3- наклонная платформа; 4- поворотный стол; а,б,с- приводные устройства (ШВП, гидроцилиндры).

2. Напряжения и деформации элементов цилиндрической пары

Для решения поставленной задачи используем зависимости, приведенные в [2].

При взаимном сжатии равномерно распределенной нагрузкой q двух цилиндров, соприкасающихся параллельными образующими (рис. 2). При $E_1 = E_2 = E$ полуширина полоски контакта b , учитывая, что $q = P/l$, будет:

$$b = 1,522 \cdot \sqrt{\frac{P}{l \cdot E} \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_2 - R_1}}, \quad (1)$$

где q – распределенная нагрузка, E_1, E_2 и R_1, R_2 – модули упругости материалов и радиусы первого и второго цилиндров, соответственно.

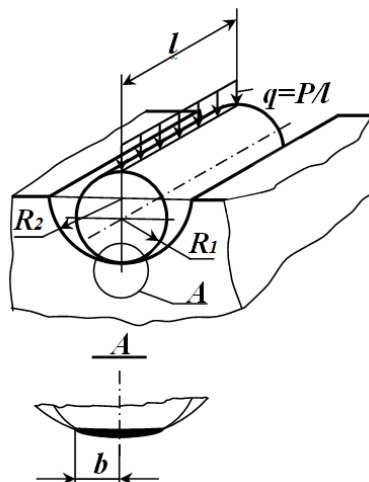


Рис. 2. Контакт цилиндра с цилиндрической впадиной

Наибольшее напряжение, действующее в точках оси площадки, будет:

$$\sigma_{\max} = 0,418 \cdot \sqrt{\frac{P \cdot E}{l} \cdot \frac{R_2 - R_1}{R_1 \cdot R_2}} \quad (2)$$

Приведенные выше формулы получены при значении коэффициента Пуассона $\mu=0,3$.

Сближение соприкасающихся тел, т.е. цилиндров определяется по формуле:

$$\Delta = 1,82 \cdot \frac{P}{l \cdot E} \cdot (1 - \ln b) \quad (3)$$

Из выражения (2) видно, что при малой разности $(R_2 - R_1)$, т.е. когда $(R_2 - R_1) \rightarrow 0$ будет:

- 1) из выражения (1): $b \rightarrow \infty$;
- 2) из выражения (2): $\sigma_{\max} \rightarrow 0$.

Это говорит о том, что если контакт между цилиндрами будет полным, зазоры отсутствуют, наибольшие напряжения будут иметь минимальные значения.

Зная усилие P на цилиндры и их сближение Δ , можно рассчитать жесткость данного сопряжения:

$$c = \frac{P}{\Delta} = \frac{P}{1,82 \cdot \frac{P}{l \cdot E} \cdot [1 - \ln b]} = \frac{lE}{1,82[1 - \ln b]}$$

Тогда

или окончательно:

$$c = \frac{IE}{1,82[1 - \ln\left(1,522\sqrt{\frac{P}{IE} \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_2 - R_1}}\right)]} \quad (4)$$

Рассчитаем коэффициенты жесткости при следующих параметрах модели:

$l = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$, $E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Па}$; $R_1 = 4,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; $R_2 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; Усилие P будем варьировать: $P_1 = 10^2 \text{ Н}$, $P_2 = 10^3 \text{ Н}$, $P_3 = 10^4 \text{ Н}$, $P_5 = 10^5 \text{ Н}$, $P_6 = 10^6 \text{ Н}$. Расчеты приводят к следующим значениям:

$$c_1 = 5,236 \cdot 10^8 \text{ Н/м}, \quad c_2 = 5,881 \cdot 10^8 \text{ Н/м}, \quad c_3 = 6,708 \cdot 10^8 \text{ Н/м}, \quad c_4 = 7,805 \cdot 10^8 \text{ Н/м}, \quad c_5 = 9,331 \cdot 10^8 \text{ Н/м} \quad (5)$$

Кроме того, надо учесть, что в предлагаемом схемном решении такие сопряжения (их 3 ед.) соединены последовательно, поэтому надо перевести жесткость в податливость и определить её приведённое значение:

$$c_{i\delta} = \frac{\tilde{n}_1 \cdot \tilde{n}_2 \cdot \tilde{n}_3}{\tilde{n}_1 \cdot \tilde{n}_2 + \tilde{n}_1 \cdot \tilde{n}_3 + \tilde{n}_2 \cdot \tilde{n}_3} \quad (6)$$

откуда находим:

Для упрощения принимаем $c = c_1 = c_2 = c_3$, тогда формула (6) переписывается как:

$$c_{i\delta} = \frac{\tilde{n}}{3} \quad (7)$$

Используя расчетные значения жесткости (5):

$(c_{\min} \dots c_{\max}) = (5,236 \cdot 10^8 \dots 9,331 \cdot 10^8) \text{ Н/м}$

по формуле (7) находим:

$(c_{np, \min} \dots c_{np, \max}) = (1,745 \cdot 10^8 \dots 3,110 \cdot 10^8) \text{ Н/м}$

В [3] показано, что жесткость суппортов станков средних размеров составляет (30...100) Н/ммк или $c_{cynn, cm} = (3 \cdot 10^7 \dots 10^8) \text{ Н/м}$.

Таким образом, видно, что жесткость данного пространственного механизма сравнима с жесткостью суппортов современных станков, что доказывает принципиальную возможность использования пространственного механизма в качестве манипулятора, расширяющего возможности современного технологического оборудования.

3. Собственные частоты колебаний системы

Рассматривая схемное решение пространственного манипулятора общего вида с шестью независимыми парциальными движениями как колебательную систему, определим качественный параметр этой системы – собственную частоту её колебаний k . Из теории колебаний [4], известно, что собственная частота k колебаний зависит только от параметров системы и определяется как:

$$k = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{c_{i\delta}}{a}} \quad (8)$$

Здесь a – коэффициент инерции системы. В нашем случае $a = m$, c_{np} – приведенная жесткость системы, m – масса системы.

Используя, ранее рассчитанные значения, c_{np} и задавая значения массы m : $m_1 = 10 \text{ кг}$, $m_2 = 20 \text{ кг}$, $m_3 = 30 \text{ кг}$, найдём собственные частоты системы, по выражению (8), сведя их в таблицу 1:

Таблица 1

$c_{np, i}, \text{ Н/м}$	$1,745 \cdot 10^8$	$1,960 \cdot 10^8$	$2,236 \cdot 10^8$	$2,601 \cdot 10^8$	$3,110 \cdot 10^8$
$m_i, \text{ кг}$					
10	665 Гц	705 Гц	752,6 Гц	812 Гц	888 Гц
20	470 Гц	498,2 Гц	532 Гц	574 Гц	627,6 Гц
30	384 Гц	407 Гц	434,5 Гц	469 Гц	512,4 Гц

Сравнивая полученные значения с эксплуатационными частотами технологического оборудования [5, 6] видно, что оборудование, оснащенное предлагаемым манипулятором, будет работать в дорезонансной зоне. Используя пакет программы MathCAD 15, приводим графические зависимости выражения (8) в зависимости от массы m системы и приведённой жесткости c_{np} , которые представлены на рис. 3 и рис. 4.

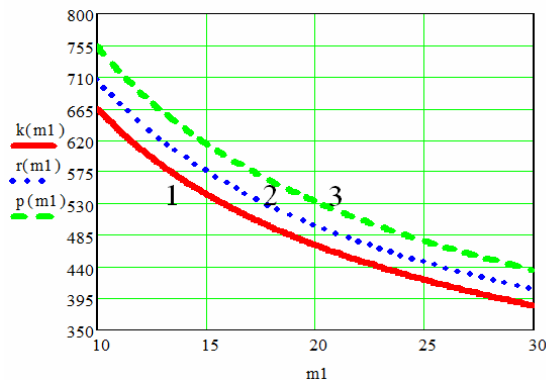


Рис. 3. Зависимость собственных частот колебаний от приведенной массы системы: кривая 1 при $c_{np} = 1,745 \cdot 10^8 \text{ Н/м}$, кривая 2 при $c_{np} = 1,960 \cdot 10^8 \text{ Н/м}$, кривая 3 при $c_{np} = 2,236 \cdot 10^8 \text{ Н/м}$

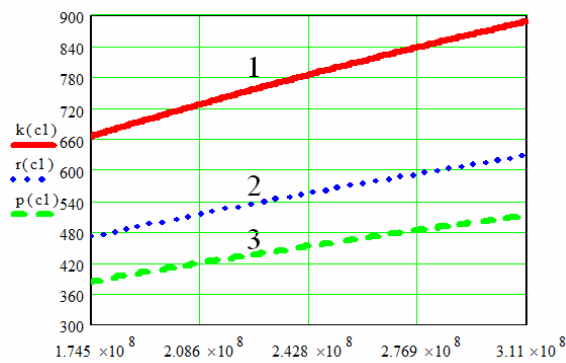


Рис. 4. Зависимость собственных частот колебаний от приведенной жесткости системы: кривая 1 при $m=10$ кг, кривая 2 при $m=20$ кг, кривая 3 при $m=30$ кг

Выводы:

- 1) Результаты расчетов приведенной жесткости показали, что жесткость предложенной модели пространственного манипулятора сравнима с жесткостью суппортной группы станков средних размеров.
- 2) Диапазон собственных частот предлагаемой конструкции манипулятора выше эксплуатационных частот силового возбуждения технологического оборудования.
- 3) Предлагаемое техническое решение механизма манипулятора рекомендуется к использованию в технологических машинах машиностроительных производств.

Литература

1. Люкшин, В. С. Теория винтовых поверхностей в проектировании режущих инструментов / В. С. Люкшин. – М. : Машиностроение, 1967. – 372 с.
2. Справочник по сопротивлению материалов / Г. С. Писаренко [и др.]; под общ. ред. Г. С. Писаренко. – Киев. : Наук. думка, 1988. – 736 с.
3. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник. В 3 т. Т. 1. Проектирование станков / А. С. Проников [и др.]; под общ. ред. А. С. Проникова. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана; Машиностроение, 1994. – 444 с.
4. Яблонский, А. А. Курс теории колебаний / А. А. Яблонский, С.С. Норейко. – М. : Высшая школа, 1975. – 248 с.
5. Кедров, С. С. Колебания металлорежущих станков / С. С. Кедров. – М. : Машиностроение, 1978. – 199 с.
6. Кудинов, В. А. Динамика станков / В. А. Кудинов. – М. : Машиностроение, 1967. – 348 с.

Попсуй С.П.¹, Швецов И.В.², Швецова О.И.³

¹Аспирант; ²доктор технических наук; ³студентка 3 курса, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ВНЕДРЕНИИ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

Аннотация

В статье рассмотрены новые технологии и инновационные энергоэффективные мероприятия, позволяющие решать проблему снижения затрат и потребления энергетических ресурсов за счет применения способа диагностики шлифовальных кругов и повышения температуры газозооных теплоносителей в жилых и производственных помещениях путем применения температуроповышающих элементов.

Ключевые слова: технология, шлифование, температура, теплоносители

Pops S.P.¹, Shvetsov I.V.², Shvetsov O.I.³,

¹Graduate student; ²Doctor of Technical Sciences; ³third-year student, Novgorod State University after Yaroslav the Wise

NEW TECHNOLOGIES AT COMPLEX IMPLEMENTATION OF PROJECTS INNOVATSILNNYH

Abstract

The article deals with new technologies and innovative energy efficiency measures that address the problem of reducing costs and energy consumption through the use of the diagnostic method of grinding wheels and raise the temperature of air-gas heat transfer in residential and industrial areas by applying temperaturupovyshayuschih elements.

Keywords: technology, grinding, temperature, heat transfer fluids

Инновационно передовые предприятия России занимаются новаторской деятельности в направлении приобретения машин и оборудования, связанных с технологическими инновациями, а также исследование и разработка новых продуктов и методов их передачи, а также новых производственных процессов.

Масштабы реализации в промышленности продуктовых и процессных инноваций в настоящее время недостаточны. Имеющиеся данные, представляемые постоянно СМИ, свидетельствуют о том, что инновации различных типов реализуются менее чем на 15% белорусских промышленных предприятий. С другой стороны, однако, обозначенные цифры указывают на значительные возможности развития за счет расширения масштабов реализации как продуктовых, так и процессных инноваций.

Появление технопарков, инкубаторов и посевных фондов проводится пока с пробуксовкой. Основным тормозом является огромное число регламентированных процедур и слишком большим участием государства в экономике. Основным тормозом в России является наличие мотивации любого бизнеса для занятия инновациями. Для того, чтобы стимулировать это необходима реальная конкуренция с наличием поддерживающей инфраструктуры.

Рассмотрим некоторые технологии и инновационные, энергоэффективные мероприятия (ЕЕМ), которые могут рассматривать установку нового оборудования, модификацию или замену существующего оборудования, сооружений на объектах организации, или пересмотренные действия и процедуры обслуживания для уменьшения потребления энергетических ресурсов. Здесь, отсутствует необходимость в первоначальных затратах собственных средств или кредитовании, а инвестиции, необходимые для осуществления всего проекта, привлекаются энергосервисной компанией.

В рамках мероприятий по внедрению новых технологий рассмотрена возможность применения более совершенного устройства для оценки работоспособности шлифовальных кругов, необходимая для измерения износа в процессе резания [1].

Одним из основных показателей шлифования, определяющих производительность обработки и расход абразивного инструмента, является период работы круга между двумя правками, или, иначе, стойкость шлифовального круга. Правка круга производится после потери кругом работоспособности вследствие изменения размера, рельефа и геометрии поверхности шлифовального круга в результате его износа.

При работе круга в условиях частичного самозатачивания или затупления потеря кругом работоспособности связывается с ухудшением режущей способностью круга, причем внешними и косвенными признаками снижения режущих свойств круга являются повышение эффективной мощности шлифования, возникновение шума, вибраций, следов дробления на обрабатываемой

поверхности детали, появление прижогов, изменение шероховатости поверхности и т. д. Из этих показателей эффективная мощность является наиболее удобным показателем при исследовании процесса затупления шлифовальных кругов, так как может быть оценена количественно, а также, достаточно точно измерена непосредственно на работающем станке в процессе выполнения обработки. При этом за период стойкости круга может быть принято время работы шлифовального круга до момента достижения эффективной мощностью некоторого критического значения, при котором появляется опасность возникновения вибраций, дробления и прижогов на обрабатываемой поверхности.

Предлагаемая методика прогнозирования стойкости круга основана на использовании статической модели процесса изменения мощности шлифования, построенной на основании вероятностного анализа случайного процесса эффективной мощности во времени.

Вторым примером инновационной деятельности в Новгородском университете можно рассмотреть устройство повышения температуры теплоносителей за счет применения температуроповышающих элементов и уменьшения количества электроагрегатов до нуля.

Здесь задачей, которая ставилась перед авторами, является снижение энергозатрат путем применения энергоэффективной энергосберегающей технологии. Для решения поставленной задачи повышения температуры теплоносителей разработано устройство повышения температуры теплоносителей за счет применения в конструкциях прибора температуроповышающего элемента. Поставленная цель и технический результат в снижении энергозатрат достигаются за счет применения температуроповышающих элементов из пористого или тканевого материала.

Для этого разработано устройство повышения температуры теплоносителей за счет применения в конструкциях прибора температуроповышающего элемента, реализующее соответствующий способ. Поставленная цель и технический результат в снижении энергозатрат достигаются за счет применения температуроповышающего элемента при использовании нагнетателя воздуха с электронагревателем низкого энергопотребления или без применения нагревательного прибора.

Конструкция устройства, реализующего способ, относится к теплоэнергетике и может быть использовано для повышения температуры теплоносителей в жилых или производственных помещениях с использованием температуроповышающего элемента. Сущность изобретения можно полностью рассмотреть в литературе [2]. Предварительные эксперименты показывают, что на выходе компрессора мощностью 300 Вт и давлением 2 атм. температура воздуха увеличивается с 19°C до 31°C при прохождении через температуроповышающий материал.

Третье решение можно представить на следующем примере. На данный момент распространены способы определения температуры термодатчиками, термопарой или оптическим пирометром. Последний способ наиболее универсален, но недостатками контроля температуры пирометром являются трудности полного учёта связей между термодинамической температурой объекта и регистрируемой пирометром тепловой радиацией. Между пирометром и объектом не должно быть препятствий непрозрачных в рабочей области спектра пирометра. Объект измерения должен быть непрозрачным в данной области спектра.

Сущность разработанного метода комплексной оценки состояния газовой среды заключается в следующем. В исследуемой зоне помещен зонд газоанализатора. Газоанализатор измеряет концентрацию газов, находящихся в газовой среде. В качестве исследуемого газа определяется концентрация оксида углерода CO и углеродосодержащих газов CH универсальным газоанализатором, работающим по измерению четырёх компонент (CO, CH, CO₂, O₂) [1].

Таким образом, использование разработанных и устройств, реализующих данный способ, в системах контроля и повышения температуры теплоносителей позволяет решить проблему снижения энергозатрат, себестоимости изготовления изделий и т. д.

Литература

1. Швецов И. В. Газоаналитическое отображение процессов механической обработки. Великий Новгород. 2004. – 120 с.
2. Дараселия Н.В., Швецов И.В. Газоаналитическое отображение явлений в производственных процессах. Монография. - М.: ИНФРА-М (Научная мысль). 2013. – 92 с.