Международная Объединенная Академия Наук

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

Рецензируемый научный журнал

Февраль 2019 г.

НОМЕР 47

ЧАСТЬ 6

Самара 2019

УДК 001.1

ББК 60

T34

Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования». Февраль 2019 г. №47, Часть 6 Изд. НИЦ «Л-Журнал», 2019. - 80с.

SPLN 001-000001-0414-LJ

DOI 10.18411/lj-02-2019-p6

IDSP ljjournal-02-2019-p6

В выпуске журнала собраны материалы из различных областей научных знаний.

Журнал предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов.

Все материалы, размещенные в журнале, опубликованы в авторском варианте. Редакция не вносила коррективы в научные статьи. Ответственность за информацию, размещенную в материалах на всеобщее обозрение, несут их авторы.

Информация об опубликованных статьях будет передана в систему ELIBRARY

Электронная версия журнала доступна на сайте научно-издательского центра «Л-Журнал». Сайт центра: ljjournal.ru

УДК 001.1

ББК 60

SPLN 001-000001-0414-LJ

<http://ljjournal.ru>

Содержание

РАЗДЕЛ XVIII. ХИМИЯ 5

Хомяков И.С., Горшков А.М. Получение высокооктановых компонентов моторных топлив на цеолитном катализаторе с промотирующей добавкой оксида титана (IV) 5

РАЗДЕЛ XIX. МАТЕМАТИКА 10

Зверева Л.Г., Аветян Ш.А., Суйналиева К.Р. Применение технических средств на уроках математики при подготовке к ЕГЭ 10

РАЗДЕЛ XX. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 13

Алиева З.Э., Алиева А.Б. Интеллектуальный анализ в видеонаблюдении 13

Батчаева З.Б., Батчаева А.Р., Лайпанова М.М. Разработка информационной системы УВО ВНГ 16

Дулатова А.А. Предварительное информирование, как шаг в будущее информационных таможенных технологий 18

Кулак В.А. Интеллектуальные программные средства при управлении процессами транспортных предприятий 21

Кулак В.А. Зарубежный опыт внедрения интеллектуальных транспортных систем 23

Кулак В.А. Интеллектуальные системы в транспорте и транспортных компаниях 26

Неустроева И.В. Атмосферные оптические линии связи и причины их затухания 28

Самарин Ю.Н., Ковалева В.В., Латышев В.А. Электронный справочник металлорезающих инструментов на платформе Semantic MDM 31

Фадеева К.Н. Осуществление подготовки студентов в условиях информационно-коммуникационной среды вуза 35

РАЗДЕЛ XXI. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ 38

Ахметов С.М., Серикова А.С. О механических свойствах муфт приводов в качестве датчиков нагрузки (на примере регулятора подачи бурового инструмента) 38

Булат А.Д., Филенков В.М., Обрубов В.А. Аспекты природоподобного обеззараживания, инновации внедрения 46

Целигоров Н.А., Иванов Р.А. Использование программы EEV Selection для измерения параметров кондиционера легкового автомобиля	50
Ковтунов А.И., Мямин С.В., Рыжова Д.Д., Рыжов С.В. Исследование процессов высокотемпературного алитирования стали	53
Ложкин М.А., Кербель В.А., Канавалов И.А., Третьяков А.А. Современные технологии автоматизации процесса производства пигмента красного «Ж»	56
Марчук Н.И., Максимов А.В., Прасоленко Е.В., Шириев Т.Т. Оптимизации топологии конструкций с использованием ПК ANSYS	58
Марчук Н.И., Фроловская А.В., Прасоленко Е.В., Шириев Т.Т., Беянина Т.А. Расчет многоэтажного здания на прогрессирующее обрушение	62
Шамутдинов А.Х. Разработка математической модели колебаний оригинального манипулятора	68
Hovhannisyan A.T., Krmoyan N.M., Arzanyan R.G., Khachatryan V.H., Azatyan R.G. Algorithm of machine calculation of magnetoelectric induction generator with the change of the magnetic flux direction and the results of the research (III)	71
Hovhannisyan A.T., Krmoyan N.M., Arzanyan R.G., Khachatryan V.H., Azatyan R.G. Research of the magnetoelectric induction generator with the change of the magnetic flux value (2-I)	75

РАЗДЕЛ XVIII. ХИМИЯ

Хомяков И.С.¹, Горшков А.М.²**Получение высокооктановых компонентов моторных топлив на цеолитном катализаторе с промотирующей добавкой оксида титана (IV)**¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет
(Россия, Томск)²АО «Геологика»
(Россия, Новосибирск)

doi: 10.18411/lj-02-2019-114

idsp: ljjournal-02-2019-114

Аннотация

В работе рассмотрено влияние концентрации промотирующей добавки наноразмерного порошка оксида титана (IV) на кислотные и каталитические свойства цеолита типа MFI (силикатный модуль равен 50) в процессе получения высокооктановых компонентов из прямогонных бензиновых фракций. Показано, что введение в цеолит промотирующей добавки оксида титана (IV) в количестве 0,5 % масс. приводит к увеличению выхода аренов в жидких продуктах на 6-7 % масс. и октанового числа на 2-3 пункта по исследовательскому методу.

Ключевые слова: цеолит типа MFI, прямогонный бензин, ароматические углеводороды, октановое число, гетерогенный катализ.

Abstract

The influence of concentration of promoting additive (the titanium oxide (IV) nanosized powder) on the acid and catalytic properties of the MFI-type zeolite (silicate module is 50) in the process of obtaining high-octane components from straight-run gasoline fractions has been considered in the paper. It was shown that addition of the titanium oxide (IV) promoter into zeolite in an amount of 0.5 wt.% leads to an increase in the yield of arenas in liquid products by 6-7 wt.% and an increase in the research octane number by 2-3 points.

Keywords: MFI-type zeolite, straight-run gasoline, aromatic hydrocarbons, octane number, heterogeneous catalysis.

Введение

По данным Федерального дорожного агентства в 2013 г. российский автопарк составлял около 40 млн. штук, при этом доля автомобилей экологических классов Евро-4, Евро-5 превышает 65%. Кроме структуры автопарка, качество топлив, в особенности его экологические показатели, жестко ограничиваются законодательными инициативами. В связи с этим качество моторных топлив и повышение их конкурентоспособности является важной проблемой нефтеперерабатывающей промышленности.

В России основным источником высокооктановых компонентов моторных топлив является бензин каталитического риформинга, содержание бензола в котором доходит до 15 % масс. Доля риформата в составе бензинового фонда России превышает 50 % масс., а его содержание в высокооктановых бензинах достигает 90 % масс. Однако, процессу риформинга присущ ряд недостатков, таких как: использование дорогих катализаторов; невысокая термическая стабильность катализаторов и необходимость проведения сложной регенерации, применение высокого давления; циркуляция водородсодержащего газа; значительные энергетические затраты.

Получение высокооктановых компонентов моторных топлив из легкого низкооктанового углеводородного сырья также возможно путем его каталитической переработки с помощью вторичных процессов [1-4]. Наиболее перспективны для этой цели процессы риформирования прямогонных бензинов (без их предварительной гидроочистки) в высокооктановые компоненты, обогащенные ароматическими углеводородами, основанные на использовании цеолитных катализаторов [5-8].

Объект и методы исследования

В статье рассматривается влияние концентрации промотирующей добавки нанопорошка оксида титана (IV) на кислотные и каталитические характеристики исходного высококремнеземного цеолита (ВКЦ) типа MFI.

ВКЦ были получены в условиях гидротермального синтеза из щелочных алюмокремнегелей при 180 °С в течение 6 суток [9]. С помощью метода ИК-спектроскопии была идентифицирована принадлежность цеолитов к семейству MFI.

Модифицирование синтезированного ВКЦ нанопорошком оксида титана (размер частиц ≤ 21 нм) проводили при помощи механохимической активации в шаровой вибромельнице КМ-1 при комнатной температуре в течение 12 ч. По данной методике были получены образцы ВКЦ, модифицированные нанопорошком оксида титана (IV) в количестве 0,5, 1 и 1,5 % масс. Кислотные свойства исходного и модифицированных цеолитов определялись с помощью термопрограммированной десорбции (ТПД) аммиака. Десорбция аммиака проводилась в потоке газа-носителя гелия в интервале температур от 50 до 650 °С со скоростью линейного нагрева 10 °/мин. Концентрацию кислотных центров (к.к.ц.) цеолитов (мкмоль/г) определяли исходя из количества аммиака, содержащегося в десорбционных пиках.

Исследование каталитической активности цеолитных катализаторов проводили на каталитической установке проточного типа со стационарным слоем катализатора в интервале температур 325 – 400 °С при атмосферном давлении. Объемная скорость подачи сырья составляла 2 ч⁻¹. В качестве сырья для каталитических экспериментов использовалась прямогонная бензиновая фракция (ПБФ) газового конденсата с интервалом кипения 70 – 170 °С. Групповой состав исходной ПБФ: парафины – 23,7 % масс., изо-парафины – 31,1 % масс., нафтены – 41,2 % масс., арены – 4 % масс. Октановое число (ОЧ) исходного сырья составило 56 пунктов по исследовательскому методу (ИМ). Анализ углеводородов исходного сырья и продуктов реакции проводили с помощью метода газовой хроматографии на хроматографе «Хроматэк-Кристалл 5000.1».

Основные результаты исследования

Результаты каталитических исследований приведены в таблице 1. Каталитическая активность полученных катализаторов определялась по массовому содержанию ароматических углеводородов в жидких продуктах реакции.

Таблица 1.

Продукты конверсии прямогонной бензиновой фракции на исследуемых высококремнеземных цеолитных катализаторах

Катализаторы	Тр, °С	Выход продуктов реакции, % масс.								ОЧ (ИМ), пункты
		г.ф.	ж.ф.	Состав жидкого катализата						
				А	Б	И-п	Н	П	О	
ВКЦ	325	34,8	65,2	21,8	1	40	19,5	17,1	1,6	87,1
	350	42,0	58,0	27,6	1,8	40,2	18,1	12,6	1,4	91,2
	375	49,0	51,0	33,6	2,9	36,8	17,2	10,8	1,6	91,1
	400	53,2	46,8	40	3,6	32,5	16,6	9,3	1,6	93,1
0,5 % TiO ₂ / 99,5 % ВКЦ	325	33,0	67	27,6	1,3	34,5	23,6	13	1,3	87,4
	350	40	60	34,4	2,2	32	21,5	10,7	1,3	91,05
	375	45,5	54,5	41,2	3,3	28,3	20,1	9,1	1,3	94
	400	49,7	50,3	47,3	4,1	25,3	18,9	7,4	1,1	96,1
1,0 % TiO ₂ / 99,0 % ВКЦ	325	34,7	65,3	28,9	1,3	34,8	22,8	12,5	1	88,7
	350	44,5	58,5	35,1	2,2	32,2	20,7	10,8	1,2	91,6
	375	49,4	50,6	42,1	3,3	28,4	19,4	9	1,1	94,4
	400	51,5	48,5	47,9	4,5	23,4	19,6	6,7	2,4	96,6
1,5 % TiO ₂ / 98,5 % ВКЦ	325	29,8	70,2	27,2	1,3	35,6	22,5	13,5	1,3	87,8
	350	40,2	59,8	34,9	2,2	32,7	20	11,2	1,1	91,7
	375	46,2	53,8	42,7	3,5	28,8	18,4	9	1,1	94,5
	400	49,4	50,6	48,4	4,6	24,1	18,9	7,4	1,1	96,6

Примечание: Т_р – температура реакции, г.ф. – газовая фаза продуктов реакции, ж.ф. – жидкая фаза продуктов реакции, А – арены, Б – бензол (находится в составе аренов), И-п – изо-парафины, Н – нафтены, П – парафины, О – олефины, ОЧ (ИМ) – октановое число согласно исследовательскому методу расчета.

Из таблицы 1 видно, что в процессе превращения прямогонной бензиновой фракции на высококремнеземных цеолитах типа MFI образуются газообразные и жидкие продукты реакции. Так основу газообразной фазы представляют пропан и бутан, суммарное массовое содержание которых составляет 85 – 95 % масс. В жидких углеводородах (продуктах реакции) преобладают арены (гомологи C₆-C₁₂), нафтены C₅+ и изо-парафины. Как правило, с увеличением температуры конверсии количество ароматических углеводородов в жидком катализате увеличивается, в то время как содержание нафтен, изо-парафинов и парафинов – уменьшается (см. табл. 1). Таким образом, в процессе превращения прямогонных бензиновых фракций на высококремнеземных цеолитных катализаторах происходит трансформация «нежелательных» низкооктановых компонентов в высокооктановые компоненты моторных топлив, что в конечном счете положительно влияет на антидетонационные свойства получаемых катализаторов.

В таблице 1 показано, что на исходном ВКЦ при увеличении температуры конверсии от 325 °С до 400 °С выход жидкого катализата уменьшается с 65,2 % масс. до 46,8 % масс. соответственно. Однако общее содержание ароматических углеводородов в составе продуктов жидкой фазы увеличивается от 21,8 % масс. до 40,0 % для данного интервала температур (см. табл. 1). Добавление модифицирующей добавки оксида титана (IV) в ВКЦ в количестве 0,5 % масс. позволяет увеличить содержание аренов в жидком катализате на 6 – 7 % масс., а также октановое число катализата на 2 – 3 пункта согласно исследовательскому методу расчета по сравнению с аналогичными параметрами для исходного цеолита. Дальнейшее увеличение концентрации модифицирующей добавки до 1 % масс. позволяет добиться незначительного увеличения каталитической активности катализатора по сравнению с образцом 0,5 % TiO₂/ 99,5 ВКЦ (см. табл. 1).

На рисунке 1а представлено графическое отображение зависимости выхода жидких продуктов реакции от температуры процесса конверсии ПБФ при добавлении разного количества модифицирующей добавки оксида титана (IV). Проанализировав зависимость, можно отметить, что максимальный выход жидких углеводородов при всех температурах процесса (кроме 325 °С) наблюдается на катализаторе, модифицированном 0,5 % масс. оксида титана (IV). Дальнейшее увеличение количества промотирующей добавки приводит к уменьшению доли жидкой фазы в продуктах реакции.

Рисунок 1. – Зависимость выхода жидкой фазы и содержания аренов от температуры процесса: а) – выход жидкой фазы; б) – содержание аренов в жидкой фазе продуктов реакции

На рисунке 1б показана зависимость доли ароматических углеводородов в составе жидкой фазы продуктов реакции от температуры процесса. Из рисунка видно, что добавление минимального количества промотирующей добавки оксида титана (0,5 % масс.) позволяет значительно увеличить выход аренов в составе жидкого катализата при всех исследуемых температурах. Однако дальнейшее увеличение концентрации оксида

титана (IV) в составе высококремнеземного цеолита не оказывает существенного влияния на выход аренов (см. рис. 1б), поэтому оптимальной концентрацией промотирующей добавки является 0,5 % масс.

В работе также проводились исследования кислотных свойств полученных катализаторов, результаты которых представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Кислотные свойства ВКЦ

Катализатор	Т _м , °С		К.к.ц., мкмоль/г		
	I	II	I	II	общее
ВКЦ	198	400	418	198	616
0.5 % TiO ₂ / 99.5 % ВКЦ	210	406	508	221	729
1.0 % TiO ₂ / 99 % ВКЦ	211	412	532	221	754
1.5 % TiO ₂ / 98.5 % ВКЦ	207	405	524	219	743

Примечание: Т_м – температура максимума, К.к.ц. – концентрация кислотных центров.

Анализируя термодесорбционный профиль полученных катализаторов можно отметить, что все образцы имеют два пика, которые соответствуют двум различным формам десорбции аммиака. Первый пик, выходящий в интервале температур 120 – 250 °С принадлежит, так называемым, слабым кислотным центрам цеолитов (форма I), а второй пик, выходящий в интервале 300-500 °С, – сильным кислотным центрам (форма II) [10]. У исходного высококремнеземного цеолита концентрация слабых и сильных кислотных центров равняется 418 мкмоль/г и 198 мкмоль/г, соответственно. Все модифицированные ВКЦ имеют большую концентрацию кислотных центров (в основном за счет увеличения концентрации слабых кислотных центров). Общая концентрация кислотных центров при увеличении концентрации промотирующей добавки оксида титана (IV) существенно не меняется, что указывает на экономическую нецелесообразность введения в ВКЦ модификатора в количестве большем, чем 0,5 % масс. (см. табл. 2).

Закключение

Подытожив вышесказанное, можно сделать следующие выводы, что добавление в высококремнеземный цеолит типа MFI промотирующей добавки нанопорошка оксида титана (IV) в концентрациях 0,5 – 1,5 % масс. приводит к получению очень близких значений кислотных и каталитических свойств изготовленных катализаторов, необходимых для создания высокооктановых компонентов моторного топлива из низкооктановой ПБФ. Оптимальная концентрация добавки нанопорошка титана в цеолит составляет 0,5 % масс. Добавление в ВКЦ указанного выше количества промотирующей добавки приводит к увеличению выхода жидкого катализата – на 2 – 4 % масс.; выхода аренов в составе жидкого катализата на 6 – 7 % масс.; октанового числа получаемого жидкого катализата – на 2 – 3 пункта по ИМ; общую концентрацию кислотных центров – на 20 %.

Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-00924.

1. Giannetto G. Transformation of LPG into aromatic hydrocarbons and hydrogen over zeolite catalysts / G. Giannetto, R. Monque, R. Galiasso // Catalysis Reviews. – 1994. – V. 36. – P. 274–304.
2. Liu J. Cobalt nanoparticles imbedded into zeolite crystals: A tailor-made catalyst for one-step synthesis of gasoline from syngas / J. Liu, D. Wang, J-F. Chen, Y. Zhang // International Journal of Hydrogen Energy. – 2016. – V. 41. – P. 21965 – 21978.
3. Bozhenkova G. S. Physicochemical, adsorption, and catalytic properties of high-silica zeolites of the MFI type in the conversion of the propane–butane fraction into aromatic hydrocarbons / G. S. Bozhenkova, I. S. Khomyakov // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. – 2016. – V. 50 (4). – P. –542–546.

4. Galadima A. From synthesis gas production to methanol synthesis and potential upgrade to gasoline range hydrocarbons: A review / A. Galadima, O. Muraza // *Journal of Natural Gas Science and Engineering*. – 2015. – V. 25. – P. 303–316.
5. Bozhenkova G. S. Pore structure and acid properties of high-silica zeolites synthesized with different templates and their catalytic performance in conversion of the propane–butane fraction / G. S. Bozhenkova, I. S. Khomyakov, T. A. Gerasina // *Russian Journal of Applied Chemistry*. – 2016. – V. 89 (2). – P. 238–242.
6. Ha Vu T.T. Aromatization of methane over zeolite supported molybdenum: active sites and reaction mechanism / Vu T.T. Ha, Le. V. Tiep, P. Meriaudeau, C. Naccache // *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*. – 2002. – V. 181. – P. 283–290.
7. Zhu L. The catalytic properties evolution of HZSM-5 in the conversion of methanol to gasoline / L. Zhu, S. Yin, X. Wang et al. // *RSC Advances*. – 2016. – V. 6 (86). – P. 82515–82522.
8. He P. Co-aromatization of olefin and methane over Ag-Ga/ZSM-5 catalyst at low temperature / P. He, R. Gatip, M. Yung et al. // *Applied Catalysis B-Environmental*. – 2017. – V. 211. – P. 275–288.
9. Khomyakov I. S. Process of producing high-octane motor fuels components from straight-run gasolines on modified zeolite catalysts / I. S. Khomyakov, A. M. Gorshkov, T. A. Gerasina // *Chemistry and Technology of Fuels and Oils*. – 2017. – V 53 (4). – P. 464–469.
10. Khomyakov I. S. Influence of UV-activation of modified zeolite catalysts on their physicochemical and catalytic properties in their process of getting high-octane gasoline components / I. S. Khomyakov, A. M. Gorshkov // *Chemistry and Technology of Fuels and Oils*. – 2018. – V 54 (1). – P. 8–14.

РАЗДЕЛ XIX. МАТЕМАТИКА

Зверева Л.Г., Аветян Ш.А., Суйналиева К.Р.

Применение технических средств на уроках математики при подготовке к ЕГЭ

ГБОУ ВО Ставропольский государственный педагогический институт

(Россия, Ставрополь)

doi: 10.18411/lj-02-2019-115

idsp: ljjournal-02-2019-115

Аннотация

Статья посвящена рассмотрению вопроса об эффективности использования специальных средств обучения в процессе подготовки к ЕГЭ по математике. Рассмотрены некоторые программы, с помощью которых можно наглядно и просто объяснить решение определенных задач.

Ключевые слова: технические средства обучения, ЕГЭ, математика, задания, решение заданий.

Abstract

The article is devoted to the question of the effectiveness of the use of special training tools in preparation for the exam in mathematics. Some programs by means of which it is possible to explain visually and simply the solution of certain tasks are considered.

Key words: technical means of training, use, mathematics, tasks, solution of tasks.

Современное общество постоянно развивается и это влечет за собой разнообразные изменения во всех сферах жизнедеятельности человека, не является исключением и образование. В век инновационных технологий появляется необходимость в совершенствовании деятельности педагога, а точнее в самом процессе преподавания. Сегодня особую роль играет направленность на развитие познавательной самостоятельности обучающихся, формирование умений научно - исследовательской деятельности. Российская система образования находится на новом этапе своего развития. В связи с внедрением Федерального Государственного Образовательного Стандарта стала очень актуальной проблема организации образовательной среды.

Одним из критериев готовности образовательного учреждения к введению ФГОС является материально-техническое обеспечение образовательного учреждения.

С каждым годом появляются новшества в системе образования, так, например, одним из самых кардинальных изменений в системе образования РФ является введение единого государственного экзамена в 2001 году. Одним из самых сложных экзаменов до сих пор считается математика.

База Единого Государственного Экзамена по профильной математике с каждым годом пополняется все более сложными заданиями.

В связи с этим, возникают некие трудности не у выпускников, а у преподавателей, в подготовке к экзаменам, так как материал, необходимый для сдачи ЕГЭ требует много времени для объяснения и подробного разбора многочисленных подобных задач. Если подходить к этой проблеме посредством стандартных методов, то результаты могут быть разнообразными и непредсказуемыми.

Оптимальное решение данной проблемы будет лежать через непосредственное использование технических средств в процессе преподавания. Применение технических средств на уроках математики дает возможность с различных сторон приступить к исследованию и рассмотрению возникающих проблем. Соответственно концентрировать и удерживать интерес учащихся, повышать заинтересованность к исследуемым задачам, зачастую упрощая усвоение сущности проблемы. И как вывод - научит обобщать полученные знания.

Так в чем же преимущество использования технических средства обучения при подготовке к ЕГЭ по математике?

Какие темы по математике можно объяснить учащимся, с помощью специальных технологий?

Многие ТСО сочетают в себе простоту использования и признак наглядности, что немаловажно при восприятии большинства тем по математике.

Ежегодно федеральный институт педагогических измерений анализирует результаты ЕГЭ, исходя из этих результатов можно заметить, что основные трудности у выпускников вызывают задачи из части геометрии. Это связано с тем, что решение задач по стереометрии требует не только умения применять теоремы или формулы, но также иметь пространственное мышление, которое недостаточно развито у выпускников многих школ. Ошибки возникают из-за неумения правильно представить пространственную ситуацию, связанную с комбинацией многогранников и круглых тел. Решением данной проблемы, могут послужить специальные программы, набирающие большую популярность в сфере IT-технологий.

В таких программах обучающимся предлагается среда, в которой выполняются разные аналоги построения фигур с помощью предлагаемых технических инструментов, также можно быстро, аккуратно, точно и красочно выполнять практически любые геометрические операции и построения. Двигать одну из точек или прямых, можно трансформировать уже готовый чертёж. В ряде программ присутствует анимация.

Достойным примером является программа «3D SecBuilder». Её главным преимуществом можно считать возможность построения сечений. Так же она удобна для создания фигур в пространстве. В «3D SecBuilder» содержится огромное количество заготовок, которые можно увеличивать, уменьшать, поворачивать, включив режим анимации, наблюдать вращение тела в пространстве. Так, например, после построения треугольника и проведения медианы, можно осуществлять различные изменения формы треугольника. Проследить пересечение медиан треугольника в одной точке, или, после соответствующих измерений, выяснить, в каком отношении делятся медианы их точкой пересечения.

Также одним из распространённых и не менее простых в использовании техническим средством является интерактивная доска. Интерактивная доска - это визуальный ресурс, который позволяет преподавателям преподносить новый материал активно и интересно. Она помогает представить информацию при помощи разных мультимедийных средств, педагоги и обучающиеся получают возможность обсуждать материал и изучать его максимально подробно.

Данная технология позволяет упростить объяснение схем и помогает разобраться в сложных математических понятиях.

С использованием интерактивной доски можно объяснять решение задач по стереометрии (№14) и планиметрии (№16) из профильного уровня ЕГЭ по математике. Эти задания даются во второй части ЕГЭ, то есть их решение требует не только правильно полученного ответа, но и правильного оформления. Транслируя подробное решение этих задач, а точнее построений фигур, сечений и т.д. учитель дает возможность ученику проследить подробное построение, что будет способствовать лучшему восприятию преподаваемого материала.

Задание из второй части ЕГЭ по математике с параметром, решается в основном графическим способом. При помощи интерактивной доски и специальных программ, предназначенных для построения графиков функции, обучающиеся смогут проследить построение графиков сложных функций.

Показывая пошаговое построение графика, учитель помогает учащимся разобраться во всех нюансах рассматриваемой задачи.

Например, с помощью программы 3D Grapher можно строить несколько графиков функций на одной координатной плоскости, выделяя каждый разным цветом, что помогает учащимся наглядно проанализировать, как графики связаны друг с другом.

Конечно, есть темы, при изучении которых более эффективны традиционные формы обучения. Максимальный эффект обучения достигается в разумном сочетании традиционных и информационно-коммуникационных форм обучения.

Использование современных технических средств обучения позволяет учителю повысить внимание учеников за счет новизны способа изложения материала, повышается интерес к математике в целом, учащиеся активно включаются в подготовку презентаций к урокам, что в свою очередь развивает у них навыки самостоятельной и учебно-исследовательской деятельности, позволяет добиваться лучших результатов в изучении математики, повышает эстетическую привлекательность урока.

Таким образом, с уверенностью можно сказать, что технические средства обучения играют важную роль при подготовке к ЕГЭ, особенно по математике. ТСО не только делают урок более интересным и познавательным, но также помогают учителю с легкостью преподнести и объяснить то или иное задание.

1. Андреев, А.А. Компьютерные и телекоммуникационные технологии в сфере образования / А.А. Андреев // Школьные технологии. – 2007. - №3. – С. 151-170.
2. Глизбург, В.И. Информационные технологии при освоении топологических и дифференцированно-геометрических знаний в условиях непрерывного математического образования / В.И. Глизбург // Информатика и образование. – 2009. - №2. – С. 122-124.
3. Современные образовательные технологии. Учебное пособие / Г.К. Селевко. – М.: Народное образование, 1998. – 256 с.
4. ФИПИ «Демоверсия, спецификация, кодификатор ЕГЭ по математике профильного уровня 2018»
5. Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.2012 N 273-ФЗ (последняя редакция)
6. Зверева Л.Г. Модернизация маркетингового управления вузом: действенность новой политики Экономика устойчивого развития. 2014. № 4 (20). С. 90-94.
7. Сербиновский Б.Ю., Зверева Л.Г., Клеваков Д.Е. Маркетинг университета: рыночная политика, инновационная самозанятость выпускников и создание высокотехнологичных стартапов. Часть 1 Инженерный вестник Дона. 013. № 1 (24). С. 62.
8. Зверева Л.Г., Кумратова Ж.Р. Роль мониторинга вузов в принятии управленческих решений / Экономика устойчивого развития. 2015. № 2 (22). С. 103-108.
9. Погодина И.А., Пахалович М.А., Рудченко А.М., Дус С.А.К. Исследование особенностей развития сферы образования на основе повышения эффективности технологий управления персоналом Экономика устойчивого развития. 2017. № 4 (32). С. 178-180.

РАЗДЕЛ XX. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Алиева З.Э., Алиева А.Б.

Интеллектуальный анализ в видеонаблюдении

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина»
(Россия, Краснодар)

ФГБОУ ВО Северо-Кавказская государственная академия
(Россия, Черкесск)

doi: 10.18411/lj-02-2019-116

idsp: ljjournal-02-2019-116

Аннотация

Сегодня системы видеонаблюдения являются одним из самых эффективных технических средств обеспечения безопасности, которое позволяет оперативно или по прошествии некоторого срока зарегистрировать факт совершения того или иного противоправного действия, помимо этого установка видеонаблюдения дает возможность контролировать качество работы сотрудников, общую ситуацию на объекте.

Ключевые слова: система видеонаблюдения, искусственный интеллект, идентификация лица, интеллектуальный анализ видео, обнаружение звука и его источника.

Abstract

Today, video surveillance systems are one of the most effective technical means of ensuring security, which allows you to quickly or after a certain period of time to register the fact of Commission of an illegal action, in addition, the installation of video surveillance makes it possible to control the quality of work of employees, the overall situation at the facility.

Key word: video surveillance system, artificial intelligence, face identification, intelligent video analysis, sound and source detection.

Искусственный интеллект все чаще входит в обычный быт людей. Интеграция искусственного интеллекта не обошла стороной и сферу безопасности. Интеллектуальный видеоанализ позволяет обрабатывать огромный объем информации с наименьшей тратой ресурсов.

Система видеонаблюдения - это сложная структура, включающая в себя и человеческий фактор, который очень часто способствует выходу из строя некоторых компонентов системы. Поэтому нередко обслуживание системы видеонаблюдения бывает необходимо. Сервисное обслуживание позволяет избежать простоя системы в нерабочем состоянии и, следовательно, избежать ситуаций, когда охраняемый объект остается без видеонаблюдения. Конкретный состав системы видеонаблюдения объекта определяется специалистом на месте.

В 2013 году аналитическое агентство IHS Inc. (NYSE: IHS) объявила, что HD-видеонаблюдение генерирует 413 петабайт данных в день. К 2015 году это число подскочило до 566 петабайт - эквивалент 11,3 миллиона стандартных двухслойных дисков Blu-ray. Если их сложить друг на друга, то получится более 13,5 километров. Для сравнения, высота на которой обычно летает гражданская авиация составляет 10 километров.

В 2017 году еще большее количество видеоматериалов захватывается камерами с высоким разрешением HD. Чтобы вся полученная информация приносила пользу, необходимо верно ее анализировать и каталогизировать. Естественно оператору довольно

непросто уследить за всей информацией и на помощь ему приходит программное обеспечение оснащенное функционалом, позволяющим вести аналитическую работу.

Все чаще на слуху выражение Deep Learning «Глубокое обучение», имеется ввиду способность вести анализ видеоизображения и аудио на основе глубоких нейронных сетей и передавать оператору информацию о ненормальных действиях. Простым языком «Глубокое обучение» это программа, которая интеллектуальным способом фильтрует видео и аудио, а при чрезвычайных ситуациях передает изображение оператору. Что позволяет многократно сэкономить работу оператора.

Ниже представлены примеры некоторых современных технологий анализа видеоизображений и звука.

Обнаружение несанкционированного доступа

В телевизионных шоу и фильмах, где сюжетная линия вращается вокруг какой-то криминальной деятельности, обычно видно, что для кражи преступнику необходимо либо закрасить объектив камеры видеонаблюдения, либо подменить запись, чтобы замаскировать свои действия. В действительности, интеллектуальные камеры легко могут обнаружить потерянное изображение, так ведется контроль над охватом объектива и корректировкой фокуса. Даже незначительные изменения в направлении камеры, вызванные ветром или вибрацией, могут быть обнаружены с помощью технологии обнаружения несанкционированного доступа, что вызывает звуковой сигнал или тревогу.

Идентификация лица

Распознавание лиц - это технология, которая идентифицирует человеческие лица, сравнивая полученные изображения с базой данных изображений или со списком известных или разыскиваемых лиц, определяя ключевые черты человеческого лица. Для того, чтобы задача по распознаванию лицу выполнялась необходимо иметь изображения с высоким разрешением, которое позволит программе качественно проводить анализ. После того как видео с высоким качеством получено, для распознавания лиц используется один из трех методов идентификации:

- Метод соответствия шаблонов. При этом методе разрабатываются шаблоны на основе информации о лицах в системе. Затем производятся вычисления и поиск сходств шаблона с видеоизображением.
- Следующий метод работает по чертам и особенностям лица, которые меньше всего меняются при изменении угла съемки, размера или освещения. Объединяется информация о глазах, о носе, об ушах и т.д., чтобы определить лицо человека.
- Метод, работающий с шаблонами граней, которые сравниваются с классификатором, содержащим информацию о лице. Благодаря чему определяется лицо человека.

С помощью современных камер с высоким разрешением, точность этих технологий распознавания лиц продолжает улучшаться. Современные технологии позволяют определить личность человека по мелким деталям даже в сложных условиях.

Интеллектуальный анализ видео

Операторы, которые отвечают за мониторинг видеоизображений, имеют в своем распоряжении в среднем от 20 или более камер. Одновременное наблюдение за многими мониторами и камерами неэффективно и не позволяет операторам сосредоточиться на основных задачах мониторинга. Это может привести к тому, что оператор пропустит важное или экстренное событие, которое может повлечь за собой необратимые последствия. Основным преимуществом видеоаналитики является то, что она помогает облегчить проблему усталости оператора, автоматизируя процесс обнаружения необычного поведения, которое может представлять угрозу. Ниже опишем несколько видеоаналитических решений:

- Обнаружение по виртуальным линиям. В настройках камеры на экране отображения видео проводится виртуальная линия, при пересечении

которой любым объектом, будет включена тревога; линии можно настроить так, что тревога будет включаться при пересечении линии в одном направлении, а при пересечении в обратном – реакции не последует. Это может потребоваться в местах, где через одну дверь можно только выходить, а заходить нельзя, например метрополитен или магазины с отдельными входами.

- Обнаружение вторжений на территорию. При появлении движения в неположенном месте, камера сигнализирует оператору об этом.
- Исчезновение объекта. В таких случаях, когда необходимо вести наблюдения за объектами, которые не подразумевают движение или перемещение вне обзора камеры, данная функция помогает предотвратить правонарушение.

Интеллектуальный анализ видео также может использоваться во время операций записи и поиска, где события помечаются тэгами связанными логически с событием. Оператор может просто искать записанное видео для определенных тэгов событий, чтобы быстро найти инцидент, экономя драгоценное время.

Обнаружение звука и его источника

Обнаружение звука - это технология, которая определяет уровень звука, превышающий заданные пользователем уровни. В аномальных ситуациях уровень звука зачастую выше, уровня звука, который установил оператор, в таких ситуациях событие определяется как нехарактерное, требующая дальнейшего рассмотрения. Через технологию аудио обнаружения, с помощью аудио датчиков камер видеонаблюдения можно обнаружить аномальные уровни звука, а затем автоматически уведомить операторов, через сигналы событий, чтобы они могли принять соответствующие меры.

Обнаружение звука может быть дополнительно классифицировано по источнику. Например, выстрел может быть обнаружен камерой, расположенной на улице города. В данном случае камера имеет базу данных источника звука, которая поддерживает классификацию криков, выстрелов, взрывов и звуков разбитого стекла. Это особенно важно, учитывая, что источник звукового оповещения может исходить с территории вне обзора камеры видеонаблюдения. При обнаружении звука камера извлекает характеристики источника звука с помощью внутреннего или внешнего микрофона камеры и вычисляет его классификацию на основе базы данных. Далее выбирается источник звука с наибольшим совпадением и автоматически генерируется событие, для дальнейшего анализа оператора.

Кроме определения характера звука, некоторые камеры способны определить в какой именно стороне находится источник звука. Если человеку в полной темноте поставить источник звука, то он без проблем сможет определить направление, откуда исходит звук. Все потому что у человека два уха и звук до одного уха доходит на доли секунд раньше, чем до другого и мозг выявляет эти доли секунд и определяет месторасположение источника звука. Так же и с камерой, для того чтобы она могла определить откуда исходит звук, на нее необходимо установить два микрофона, на некотором расстоянии друг от друга. Программное обеспечение вычислит разницу по времени получения информации с каждого микрофона и определит источник звука, что позволит в дальнейшем, например полиции, сузить поиск в разы.

Это лишь некоторые технологии, используемые сегодня, чтобы помочь операторам в определении обстоятельств события, и список продолжает расти. Одна из причин, по которой технологии «глубокого обучения» развиваются так быстро, заключается в прогрессе обработки информации с камер видеонаблюдения, в сочетании с новыми разработками в графических процессорах (GPU). Именно они выводят интеллектуальную аудио- и видеоаналитику на еще более высокий уровень.

Благодаря вычислительной мощности, доступной сегодня и в недалеком будущем, системы видеонаблюдения будут способны автономно обнаруживать и документировать

еще больший диапазон действий для большего количества приложений. Ожидается, что появление алгоритмов «глубокого обучения» наряду с высокопроизводительными процессорами окажет серьезное влияние на следующие поколения для обеспечения физической безопасности.

1. Кутурга В. В. Интеллектуальная система видеонаблюдения // Научное обозрение. Технические науки. – 2017. – № 1. – С. 75-77;
2. URL: <https://science-engineering.ru/ru/article/view?id=1147> (дата обращения: 26.02.2019). Интеллектуальный анализ видео и аудио в видеонаблюдении <https://linkstroi.com/intellektualnyj-analiz-v-videonablyudenii>
3. Искусственный интеллект, человек и общество By Эрик Хорвиц, 7 August, 2017. Technical Fellow, Microsoft Research
4. Распределенный аппаратный интеллект -- следующая ступень в эволюции систем видеонаблюдения. <http://www.secnews.ru/articles/7512.htm>

Батчаева З.Б., Батчаева А.Р., Лайпанова М.М.
Разработка информационной системы УВО ВНГ

*Северо-Кавказская государственная академия
(Россия, Черкесск)*

doi: 10.18411/lj-02-2019-117

idsp: ljjournal-02-2019-117

Аннотация

Рассмотрена работа отдела вневедомственной охраны. Создана программа в среде визуального программирования Lazarus для автоматизации работы этого отдела.

Ключевые слова: вневедомственная охрана, автоматизация, приложение.

Abstract

The work of the Department of private security is considered. A program was created in the visual programming environment Lazarus to automate the work of this Department.

Keywords: private security, automation, application.

Работа отдела вневедомственной охраны, как и других государственных органов, представляет собой сложный и трудоемкий процесс, который ориентирован на решение различного рода вопросов.

Деятельность этой службы по объему и надежности проводимых охранных мероприятий занимает ведущее место в системе государственных мер по предупреждению и пресечению преступных посягательств на имущественные права и интересы граждан, а также их личную безопасность[3].

Основными задачами нарядов службы подразделений вневедомственной охраны (СПВО) являются охрана имущества и объектов, в том числе при их транспортировке, пресечение преступлений против имущества и объектов, а также реагирование на сигналы, полученные от охраняемых объектов.

Для автоматизации работы отдела создана программа, которая служит для эффективной и результативной работы с информацией о клиентах отдела. Технология визуального программирования позволяет построить интерфейс будущей программы из специальных компонентов, реализующих нужные свойства.

Среда визуального программирования Lazarus объединяет в себе компилятор, объектно-ориентированные средства визуального программирования и различные технологии, облегчающие и ускоряющие создание программы. Скорость создания программного кода в Lazarus достигается за счет того, что значительная часть текста генерируется автоматически.

Приложение, кроме того, дает возможность сохранять, находить согласно установленным аспектам и извлекать сведения в соответствии с ними [1,2].

После запуска программы на экране появится окно доступа, в котором пользователь должен ввести свой логин и пароль.

Рисунок 1-Окно пользователя

На рисунке 2 представлено меню, с помощью которого можно: работать с заявками и с договорами, вывести на экран (а при необходимости и распечатать) различные отчеты: отчет расчета времени охраны объекта, заявки на установку охраны объекта.

Рисунок 2-Главная кнопочная форма

Для начала работы с заявками необходимо выбрать раздел «Заявления» в основной форме. В нем указываются: вид заявления, ФИО директора, наименование и адрес объекта, дата начала и заключения договора, номер документа.

Окно «Договора» состоит из трех вкладок, которые фактически разделяют договор на компоненты, такие как данные об организации, подписавшей соглашение, его реквизиты и условия действия.

На вкладке «Организация» заполняются все данные о компании клиента. На вкладке «Реквизиты», можно просмотреть и отредактировать банковские реквизиты организации, с которой заключается договор.

В форме «Договора» также имеется вкладка «Договор», на которой каждая из сторон прописывает свои права и обязанности, срок исполнения обязательств, место исполнения обязательств и способ исполнения (порядок, последовательность и сроки), а кроме того, содержит информацию об оплате охраны.

Одной из основных обязанностей является оплата охранных услуг в сроки и в порядке, указанные в договоре. Оплата услуг охраны производится ежемесячно путем перечисления организацией денежных средств на личный счет организации охраны на определенную дату текущего месяца на основании счетов, выставленным им. Порядок оплаты отражается в договоре в разделе «Цена договора и порядок расчетов».

Используя меню «Расчет времени», рассчитывается время защиты.

В этой форме необходимо заполнить количество дней и установить время охраны.

Для того, чтобы начать работу с объектами, на главной форме необходимо выбрать пункт «Объекты», где отображается вся информация о защищаемых объектах, например, адрес или категория объекта, а также заполняется и отображается информация о защищаемых объектах. После заполнения полей формы, с учетом необходимых скидок, рассчитывается стоимость оплаты за охрану.

Для составления договоров необходимы реквизиты не только клиента, но и охраны, чтобы заказчик при изменении данных мог исправить их. Для этого в программе предусмотрена форма «Исходные данные», которая открывается из меню главной формы.

В настоящее время становится важным такое направление, как автоматизация работы подразделения вневедомственной охраны. Работа отдела вневедомственной охраны представляет собой сложный и трудоемкий процесс, который ориентирован на решение различного рода вопросов.

Использование информационных технологий значительно облегчает эту работу, поскольку упрощает доступ к базе данных для быстрой смены информации, так как автоматизированы основные элементы операций.

1. Малыгина, М.П. Базы данных основы, проектирование, использование [Текст]/ М.П. Малыгина.- 2-е изд., перераб. и доп.- СПб: Петербург, 2015.- 528 с.
2. Новиков, П.В. Объектно-ориентированное программирование [Электронный ресурс]: учебное пособие к лабораторным работам/ П.В. Новиков. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2017. — 124 с. — 978-5-4487-0011-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64650.html>
3. Онищенко О.Н. Правовой режим доходов подразделений вневедомственной охраны при органах внутренних дел /Монография. ВСИ МВД Рос.Иркутск: Восточно-сибирский институт МВД России, 2010.

Дулатова А.А.

Предварительное информирование, как шаг в будущее информационных таможенных технологий

*Санкт-Петербургский имени В.Б. Бобкова филиал Российской таможенной академии
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/lj-02-2019-118

ids: lj-02-2019-118

Аннотация

Рассмотрено понятие предварительного информирования и преимущества развития данной технологии как для государства, так и для бизнеса. Целью разработки данной технологии является обеспечения единообразного подхода к формированию, передаче информации о товарах и транспортных средствах до пересечения ими таможенной границы и ее использованию таможенными органами при осуществлении таможенных операций.

Ключевые слова: информационные таможенные технологии, единое окно, предварительное информирование, ЕАЭС.

Abstract

The article considers the concept of preliminary information and benefits of the development of this technology both for the state and for business.

The purpose of the development of this technology is to ensure a uniform approach to the formation, transmission of information about goods and vehicles before crossing the customs border and its use by customs authorities in the conduct of customs operations.

Keywords: customs information technology, single window, preliminary informing, EAEU.

На сегодняшний момент основополагающей тенденцией мирового развития является глобализация экономики. Она проявляется в высоких темпах роста международной торговли, мобильности факторов производства, миграции капиталов и финансовых потоков. Рост грузооборота создает условия для возрастания роли и значения транспортной системы. На современном этапе развития экономики повышение ее эффективности достигается за счет внедрения информационных технологий во все сферы деятельности общества, в том числе в сферу государственного управления. Согласно сложившейся практики в большинстве стран, активно участвующих во внешнеторговой деятельности, компаниям, участвующим в международной торговле, постоянно приходится подготавливать и представлять государственным органам значительный объем информации и документации, касающихся импорта, экспорта и транзита. Огромный поток информации, представленной на бумажных носителях должны направляться через целый ряд различных учреждений, использующих свои собственные

конкретные системы. Такие обширные требования вместе с издержками, связанными с их соблюдением, могут представлять серьезные ограничения в выполнении своих функций государственными органами и деловыми кругами, а также выступать серьезным барьером для развития международной торговли.

Несомненно, именно по этой причине, ФТС России уделяет значительное внимание внедрению современных информационных технологий в свою деятельность и успешно развивает перспективные информационные технологии.

Чтобы решить проблему, связанную с представлением огромного количества документов бумажного вида, ЕЭК ООН был разработан механизм «единого окна», благодаря которому всю информацию о товарах и транспорте необходимо представить единожды с использованием единого пропускного канала. [4]

Ключевым элементом реализации и функционирования механизма «единого окна» является получение и использование предварительной информации в электронном виде. Применение предварительного информирования (далее – ПИ) является одним из ключевых механизмов, используемых в целях упрощения таможенного контроля, сокращения времени оформления и нахождения транспортных средств и товаров в п/п, минимизации рисков несоблюдения права ЕАЭС, нарушения таможенного законодательства РФ, касающегося соблюдения запретов и ограничений. Более того отличительной особенностью ПИ является отсутствие аналога представления информации на бумажном носителе, т.е данная технология имеет только электронный вид.

ПИ – это представление документов и сведений в таможенный орган в электронном виде до фактического прибытия товаров и транспортных средств на пункт пропуска и (или) прибытия к месту фактического выпуска товара. [3]

Несомненно, преимущества от внедрения подобной системы очевидны как для государства, так и для представителей бизнеса. Более наглядно они представлены в таблице 1.

Таблица 1

Преимущества и недостатки от внедрения «предварительного информирования»

Преимущества для государственных органов	Преимущества для бизнеса
<ul style="list-style-type: none"> – оптимизация и ускорение совершения таможенных операций; – повышения эффективности таможенного контроля; – повышение пропускной способности российских пунктов пропуска на внешней границе ТС, в том числе за счет сокращения времени осуществления таможенных операций в местах прибытия (инспектору не нужно вручную вводить данные, что резко ускоряет процесс оформления и исключает ошибки); – оптимизация таможенного контроля за счет выбора его объектов еще до фактического прибытия товаров и транспортных средств в пункт пропуска. 	<ul style="list-style-type: none"> – снижение расходов благодаря уменьшению задержек; – ускорение осуществления таможенных операций; – значительное сокращение временных и финансовых издержек; – возможность для любого заинтересованного лица (экспедитора, перевозчика, отправителя и т. д.) подавать сведения в таможенные органы; – повышение эффективности и рационального распределения ресурсов

Что же касается, непосредственно правовых основ применения технологии ПИ, то здесь стоит отметить, что в новом ТК ЕАЭС, вступившем в силу 1 января 2018 года вопрос применения данной технологии получил значительное развитие. Основной целью изменений также является возможность сделать процедуру удобной и понятной для участников ВЭД, предоставив таможенным и иным контролирующим органам возможность для наиболее качественного и оперативного выполнения стоящих перед ними задач. Рассмотрим основные изменения более подробно.

Во-первых, представление предварительной информации в ТК ЕАЭС становится обязательным условием ввоза товаров любыми видами транспорта, в том числе и морским (водным). [5]

Во-вторых, представление ПИ разделено на два блока, они представлены на рисунке 2.

Рисунок 2 – Представление предварительной информации в ТК ЕАЭС

Обязательный блок содержит минимальные сведения, необходимые для разрешения ввоза товара и используется ТО для защиты национальной безопасности. Факультативный блок может содержать расширенные сведения, необходимые для ускорения и оптимизации таможенных операций и таможенного контроля, и предоставляется в ТО по желанию.

Во-третьих, теперь предварительная информация может быть представлена в ТО в виде электронного документа, что в свою очередь дают основания для рассмотрения ПИ в качестве юридически значимого документа.

Очевидно, что наличие предварительной информации помогает таможенным органам принимать ряд важных решений. Говоря о развитии и преимуществах механизма предварительного информирования в сфере международных перевозок, нельзя оставить без внимания одну из главных проблем технологии предварительного информирования, которая требует решения в первоочередном порядке.

В настоящее время существуют программные средства, как государственные, так и коммерческие, с помощью которых на территории ЕАЭС реализуется технология предварительного информирования. Именно они должны предусматривать многократное совершение основных информационных операций, однако на практике участниками внешнеэкономической деятельности (далее–ВЭД), и другими государственными контролирующими органами (далее – ГКО) отмечаются трудности и неудобства при использовании программных средств, целью которых является беспрепятственное внедрение технологии предварительного информирования.

В первую очередь, отметим проблему доступа к подаче предварительной информации или многопользовательского режима, которая заключается в необходимости проведения объединения сведений, предоставляемых таможенным органам, ГКО и разными участниками ВЭД.

Решением данной проблемы видится создание единой информационной среды, в которой хранение данных будет осуществляться на едином сервере, в виде связанных между собой копий. Таким образом, каждый участник системы сможет иметь доступ к интересующей его информации. Система будет предполагать постоянное обращение ко всем документам. Таким образом, каждый участник обработки и перевозки товаров

получит беспрепятственный доступ к интересующей его информации о документах, в т.ч. выданных другими ГКО.

Совершенствование технологии работы предварительного информирования должно осуществляться на принципах прозрачности и доступности операций и однократного ввода информации в интегрированные между собой автоматизированные системы всех участников информационного взаимодействия.

Таким образом, дальнейшее совершенствование технической, организационной и правовой сторон функционирования технологии предварительного информирования будет способствовать развитию и построению действенного механизма «единого окна», что благоприятно скажется на всех участниках.

1. Официальный сайт Федеральной таможенной службы Российской Федерации. Режим доступа: World Wide Web. URL: <http://www.customs.ru>
2. Комплексная программа развития ФТС России на период до 2020 года: Приложение к решению коллегии ФТС России от 25 мая 2017 года. Режим доступа: <http://www.customs.ru/index.php?option=com> (Дата обращения: 20.09.2018).
3. Малышенко Ю.В. Таможенное декларирование и предварительное информирование в электронной форме: Учебное пособие. – СПб.: Интермедия, 2012. – 320 с. – С. 125
4. Приказ ФТС России от 10.03.2006 № 192 «Об утверждении Концепции системы предварительного информирования таможенных органов Российской Федерации» // СПС «Консультант Плюс».
5. Таможенный Кодекс Евразийского экономического союза // СПС «Консультант Плюс».

Кулак В.А.

**Интеллектуальные программные средства при управлении процессами
транспортных предприятий**

*Уфимский государственный авиационный технический университет
(Россия, Уфа)*

doi: 10.18411/lj-02-2019-119

idsp: ljjournal-02-2019-119

Аннотация

В настоящей статье автором проводится обзор интегрированных интеллектуальных программных средств в сфере управления процессами транспортных предприятий. Автором указывается на значение планирования средствами ERP - видом информационных системы, обеспечивающей управление предприятием, либо взаимодействие группы сотрудничающих между собой предприятий путем накопления данных, а также предоставления возможности выполнения операций с собранными данными.

Ключевые слова: управление процессами, транспортные предприятия, принятие решений, программные средства, MRP, ERP, APS, CRM

Abstract

In this article, the author conducts a review of integrated intelligent software tools in the management of the processes of transport enterprises. The author points out the importance of planning by means of ERP - a type of information system that provides enterprise management, or the interaction of a group of collaborating enterprises through the accumulation of data, as well as providing the opportunity to perform operations with the collected data.

Keywords: process management, transport enterprises, decision making, software, MRP, ERP, APS, CRM

Практическая реализация логистических концепций управления и соответствующих моделей на современных транспортных и производственных предприятиях осуществляется с помощью интегрированных информационных систем.

Так, система планирования материальных потребностей MRP является совокупностью процессов для определения потребностей в материальных средствах (сырье, материалы, компоненты и т.п.).

Основной задачей выполнения этих процессов является определение точного количества материалов и сроков доставок таким образом, чтобы учесть постоянно изменяющийся спрос на отдельные продукты. Данные техники часто дополняются соответствующими информационными системами. Основной целью систем MRP является уменьшение финансовых затрат за счет организации производственного процесса. Это достигается путем оптимизации запасов, а также самого производственного процесса[1].

В базу данных системы MRP вводится информация о запланированном производстве либо объем продаж, либо объем принятых заказов на готовые продукты (услуги). На основании этого система планирует производство отдельных элементов, а также доставку отдельных частей и материалов. Планирование может быть выполнено для конкретной партии продукции либо на конкретную дату (т.е. расчеты проводятся по заданной дате, к которой продукция должна быть готова, либо определяется, когда необходимо запустить процесс, чтобы получить необходимый объем продукции к заданной дате). Система, как правило, прогнозирует время производства товаров и сроки доставок. В процессе планирования можно достичь оптимизации затрат, времени выполнения, заданного уровня оплат и т.п. При этом для различных типов продукции применяются различные алгоритмы расчета[2].

Модель планирования средств производства MRP II по сравнению с MRP расширена функциями планирования производственных возможностей (CRP - Capacity Requirements Planning), а также элементами, связанными с процессом продажи и поддерживающими процесс принятия решения на уровнях стратегического управления производством. Кроме материалов, связанных непосредственно с производством, MRP II учитывает также вспомогательные материалы, людские и денежные ресурсы, время, основные фонды и др.

Концепция MRP II была позже расширена до MRP II+, а также ERP. В настоящее время под термином MRP II понимают как расширенный алгоритм планирования производства и потребностей в соответствующих средствах, так и стандарт, разработанный APICS, в котором центральную позицию занимает алгоритм MRP II.

Примеры систем класса MRP II:

- Галактика 7.1
- SunSystems
- Concorde XAL
- Platinum
- Microsoft Dynamics
- Scala

Планирование средств предприятия ERP является видом информационных систем, обеспечивающих управление предприятием, либо взаимодействие группы сотрудничающих между собой предприятий путем накопления данных, а также предоставления возможности выполнения операций с собранными данными. Процесс поддержки принятия решения может реализовываться для всех уровней управления либо их части, и облегчает оптимизацию использования средств предприятия, а также реализующихся внутри предприятия процессов[3].

Системы ERP являются модульным программным обеспечением, т.е. состоят из независимых друг от друга, хоть и взаимодействующих между собой, приложений, и относятся к классу интегрированных информационных систем (Integrated Systems).

Основным элементом систем ERP является база данных, обычно общая для всех остальных модулей. Модули эти обычно охватывают следующие области: складирование, управление запасами, отслеживание реализованных поставок, планирование производства, снабжение, продажа, управление связями с клиентурой, бухгалтерия, финансы, управление человеческими ресурсами (оплата труда, кадры). В состав систем ERP могут

также включаться другие модули, как например, модуль управления транспортом, контроль, или управление проектами. Системы ERP довольно эластичные и предоставляют возможность приспособления их к специфике отдельных предприятий, в т.ч. потому, что отдельные модули могут быть взаимно независимы друг от друга.

Примеры систем класса ERP: инструментарий OLAP, средства поддержки принятия решений.

SCM является информационным решением в области управления цепями поставок, которое содержит совокупность методик реализации процессов снабжения, производства и продаж в таком виде, который обеспечит максимизацию прибыли за счет оптимизации стоимости материалов, услуг субподрядчиков, а также за счет содержания состояния их запасов на минимальном уровне, необходимом для обеспечения непрерывности процессов [4].

Развитием систем MRP II и ERP являются APS (Advanced Planning System) - класс профессиональных информационных систем, позволяющих выполнять комплексные операции планирования и моделирования с одновременной оптимизацией. Оригинальный концепт APS появился в США в 90-ых годах XX века и в настоящее время развивается.

Согласно с [5], тенденциями в развитии процесса поддержки принятия решений при управлении цепочкой поставок являются:

- е-бизнес (electronic business): электронные бизнес-модели:
 - 1) B2B (business-to-business): взаимодействие между предприятиями;
 - 2) B2C (business-to-consumer): взаимодействие между предприятием и потребителем;
 - 3) C2C (consumer-to-consumer): взаимодействие между потребителями;
- системы класса CRM - совокупность инструментов и процедур по управлению контактами с клиентурой.

CRM следует трактовать не только как инструмент, но и как часть стратегии и философии бизнеса, где постоянный контакт с клиентом и его удовлетворение является ключевой ценностью. Существенным является вопрос обеспечения единой системы во всех бизнес-процессах - начиная от процесса продажи через сервисное обслуживание до обработки соответствующих статистических данных, используемых в процессе создания портфеля продуктов или услуг.

1. Автоматизация транспортно-экспедиторских предприятий, занимающихся перевозкой грузов различными видами транспорта [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.nova-it.ru/products/transportoperator/>
2. Гаврилов Д.А. Управление производством на базе стандарта MRP-II: принципы и практика. СПб.: ПИТЕР, 2008. С.31.
3. Минаев Э.С., Агеева Н.Г., Аббата Дага А. Программа для менеджеров: управление производством и операциями. М.: ИНФРА-М, 2006. С.84.
4. Гилл, Ф. Практическая оптимизация /Ф. Гилл, У Мюррей, М. Райт; пер. В.Ю.Лебедева.-М.: Мир, 1985. С 287-288.
5. Черноморов Г.А. Теория принятия решений / А.Г. Черноморов - М.: Юнити, 2008. С.112.

Кулак В.А.

Зарубежный опыт внедрения интеллектуальных транспортных систем

*Уфимский государственный авиационный технический университет
(Россия, Уфа)*

doi: 10.18411/lj-02-2019-120

idsp: ljjournal-02-2019-120

Аннотация

В данной статье проанализирована сущность понятия «Интеллектуальная транспортная система», обоснована необходимость государственного участия в формировании единой ИТС, приведены примеры внедрения ИТС в экономически

развитых странах, а так же обоснованы основные проблемы мешающие быстрому созданию ИТС в России.

Ключевые слова: интеллектуальные системы; транспорт; развитие ИТС.

Abstract

This article analyzes the essence of the concept of “Intelligent Transport System”, justifies the need for state participation in the formation of a unified ITS, gives examples of ITS implementation in economically developed countries, as well as substantiates the main problems hindering the rapid creation of ITS in Russia.

Keywords: intelligent systems; transport ITS development.

Во второй половине прошлого века к профессиональным специалистам стало приходить понимание и осознание того, что потенциальные возможности индустриальной экономики практически исчерпали себя для роста экономической эффективности. В это время стали формироваться, развиваться и распространяться способы, методы, технологии, элементы и системы интеллектуальной экономики. Данное обстоятельство привело к появлению и развитию интеллектуального менеджмента, маркетинга, логистики и других концепций управления, как показывают анализы данных статистики [1,2] и тематики научных школ [3].

Интеллектуальная транспортная система (ИТС, англ. Intelligent transportation system) — это такая интеллектуальная система, которая использует инновационные разработки в моделировании транспортных систем и регулировании транспортных потоков, предоставляющая конечным потребителям большую информативность и безопасность, а также качественно повышающая уровень взаимодействия участников движения по сравнению с обычными транспортными системами. История создания и развития ИТС берет своё начало в 1980 –х годах в таких странах, как США, Япония, а также страны Европы. На сегодняшний день вместе с Японией самыми передовыми технологиями в области ИТС выступают на мировом уровне Сингапур и Южная Корея.

Интерес к изучению и внедрению ИТС связан с возникновением проблемы дорожных заторов, следовательно, возникла необходимость в объединении современных технологий моделирования, управления в реальном времени, а также коммуникационных технологий. Дорожные заторы - результат увеличивающейся автомобилизации, урбанизации, а также как роста населения, так и увеличивающейся плотности заселения территории. Они уменьшают эффективность дорожно-транспортной инфраструктуры, увеличивают время пути, расход топлива и уровень загрязнения окружающей среды. Последняя деятельность правительства в области ИТС дополнительно мотивируется увеличением внимания к внутренней безопасности, так как многие из предложенных систем ИТС также включают наблюдение за дорогами, что является приоритетом национальной безопасности. Главный фактор внедрения ИТС - участие государства очень важно для создания всех условий для формирования единой ИТС. Государство может обеспечить: все условия для разработки единой национальной информационной и коммуникационной базы сбора данных и оповещения, безопасность этих данных для их использования, поддержку, то есть финансирование и продвижение исследований в области новейших технологий в этой сфере.

Например, в Европейском Союзе благодаря участию государств при разработке единой ИТС были проведены следующие мероприятия: анализ транспортных сетей, автоматическое определение мест дорожно-транспортных происшествий, информирование граждан благодаря специальным навигационным системам о состоянии дорожного движения[4].

Зарубежный опыт внедрения ИТС.

Сингапур. В Сингапуре на дорогах присутствуют детекторы транспорта, которые стоят на каждых 500 метрах, а также видекамеры – на каждом километре трасс, причём ими оборудован каждый светофор и городские автобусы. Также каждое

такси оборудовано транспондерами – приборами, которые позволяют отслеживать нахождение машины и её скорость. Вся информация, полученная с этих средств, собирается единым центром управления дорожного движения. Также зелёный свет на зебре включается нажатием кнопки на светофоре (GREEN LINK DETERMINING (GLIDE) SYSTEM) [11], а пожилые люди или инвалиды могут приложить к ней свою специальную смарт-карту, что увеличит время перехода на противоположную сторону (GREEN MAN +) [7].

Япония. Основа ИТС Японии – система автомобильной информации и связи (VICS), на базе которой делают навигаторы для машины и через которую можно получить GPS-данные о загруженности дорог и объездных путях. Данные передаются с специальных придорожных передатчиков и маяков, которые и установили ещё в 1995 году. [6]

Соединенные Штаты Америки. США используют стандарт DSRC(перев. Выделенные связи малой дальности), продвигаемый американской общественной организацией интеллектуального транспорта и департаментом транспорта США [5]. DSRC–односторонний или двусторонний беспроводной канал связи, а также набор протоколов и стандартов, который специально предназначен для автомобильного использования. Эта система позволяет осуществлять аварийные предупреждения для автомобилистов, адаптивный круиз-контроль, предупреждение о лобовом столкновении, осмотр транспортного средства безопасности, электронные платежи парковки, электронный сбор пошлин, сбор данных датчиков, предупреждение о возможности перевернуться, коммерческое оформление и безопасность инспекционных транспортных средств.

Китай. В Китае каждый водитель может приобрести специальную электронную программу, содержащую интерактивную карту дорог (RoadNetworkData) со всеми уличными знаками и специальными сигналами (DigitizedTrafficAidsDrawings), а также статистическими данными о пробках (TrafficCensusData). Обновления этой программы выходят регулярно.

В Гонконге, как и в Нью-Йорке на транспортном узле Ла Гуардия, дорожные знаки оснащены светодиодами, которые лучше видно в темноте, а также они существенно экономят электричество. В зависимости от времени суток и загруженности определённого участка дороги включаются разные по цвету индикаторы [8].

Россия. Многие технологии, приведенные в статье, в том или ином виде внедрены и на территории РФ. Во многих городах установлены камеры для отслеживания пробок и нарушений ПДД, для пешеходов работают умные светофоры и единые карты оплаты проезда на общественном транспорте.

В общих чертах, развитие ИТС в России, по мнению автора, осуществляется медленными темпами.

Быстрому созданию ИТС в России мешает ряд проблем. Масштабность задач, колоссальные по объемам, сложности и инвестициям проекты ставят вопрос об их не только научном, проектном, производственном, но и, в первую очередь, организационном обеспечении. В России отсутствуют государственные организационные структуры, ответственные за развитие ИТС как основного средства инновационного развития транспорта.

Проблему представляет и отсутствие должной нормативно-правовой базы в сфере организации дорожного движения (ОДД) в городах, из-за чего установка оборудования для ИТС на участках дорог требует долгого согласования в различных органах власти [9].

1. розничной Воронов товаров В.И., более Воронов услуг А.В., Ермаков А.А. торговых Внешнеторговая связаны статистика в этом развитии информационное установление международного предприятия маркетинга и логистики. Маркетинг. 2014. № 1 (134). С. 90-96.

2. конечному Аникин торговых Б.А., Воронов В.И. удобством Развитие развивающейся и целом взаимосвязь степени основных увязать концепций продвижении управления предоставление предпринимательскими места организациями. факторов Транспорт: прибыли наука, техника, управление. 2017. № 4, с. 7-14.
3. Ермаков И., элементов Филиппов степени Е., Белова С. особенности Становление информационное отличительным научных внешней школ кафедры особенности логистики являясь ГУУ. Логистика. 2014. № 10 (95). С. 71-75.
4. Воронов В.И., уходящие Воронов сопровождаются А.В., внутренней Лазарев розничной В.А., Степанов В.Г. Международные аспекты логистики: Учебное пособие. / Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2016. – 168 с.
5. Harvey J. Miller, Shih-Lung Shaw. Geographic Information Systems for Transportation. Oxford University Press, 2017.
6. ITS initiatives in Japan: Сайт Министерства земли, инфраструктуры, транспорта и туризма Японии. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mlit.go.jp/road/ITS/pdf/ITSinitiativesinJapan.pdf>
7. JUNCTION ELECTRONIC EYES (J-EYES): Сайт ONE.MOTORING [Электронный ресурс]. – URL: http://www.onemotoring.com.sg/publish/onemotoring/en/on_the_roads/traffic_management/intelligence_transport_systems/junction_eyes.html
8. Octopus Card: Сайткарты Octopus. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.octopus.com.hk/home/en/index.html>
9. У. А. Александрова, М. С. Костянов, В. В. Кукарцев Проблемы внедрения интеллектуальной транспортной системы в России . Научно-аналитический журнал: «Инновации и инвестиции» № 4, 2018– стр.2-4

Кулак В.А.

Интеллектуальные системы в транспорте и транспортных компаниях

*Уфимский государственный авиационный технический университет
(Россия, Уфа)*

doi: 10.18411/lj-02-2019-121

idsp: ljjournal-02-2019-121

Аннотация

В данной статье рассмотрена тема интеллектуальных транспортных систем. Раскрыта их сущность, задачи и роль в развитии российской экономики, выделены проблемы и обозначены стратегические результаты при условии реализации ИТС в нашей стране. Ключевые слова: интеллектуальные транспортные системы, транспорт, интеллектуальное управление.

Ключевые слова: интеллектуальные системы; транспорт; развитие ИТС.

Absrtact

This article discusses the topic of intelligent transport systems. Their essence, tasks and role in the development of the Russian economy are revealed, problems are highlighted, and strategic results are identified subject to the implementation of ITS in our country. Keywords: intelligent transport systems, transport, intelligent control.

Keywords intelligent systems; transport ITS development.

В век высоких технологий научные проекты, идеи не должны стоять на месте. Наконец пришло время действовать и двигаться вперед, развивать новые уникальные изобретения человечества. И одно из них – это интеллектуальные транспортные системы. Интеллектуальная транспортная система — это интеллектуальная система, использующая инновационные разработки в моделировании транспортных систем и регулировании транспортных потоков, предоставляющая конечным потребителям большую информативность и безопасность, а также качественно повышающая уровень взаимодействия участников движения по сравнению с обычными транспортными системами [1].

Еще в начале 90-х годов прошлого века ученые активно стали обсуждать актуальность и механизмы внедрения интеллектуальных транспортных систем (ИТС).

За рубежом неоднократно испытывали необходимость в «умном» транспорте как факторе рациональной организации транспортного движения, имеющего как экономическую, так и социальную значимость [1]. Лучшие ученые и специалисты транспорта и других сфер взялись за разработку и внедрение оптимальных алгоритмов ИТС.

ИТС представляет собой эффективную организацию взаимосвязанной деятельности различных видов транспорта: автомобильного и рельсового (трамвай, железные дороги, метрополитены), в том числе в крупных городах [2]. Главная задача данной системы – это максимально снизить риск опасности на дорогах и в самом транспорте. Очень важно сделать нахождение в транспорте комфортным для каждого. Что же планируется внедряться в дальнейшем в каждый транспорт нашего мира? Приведем примеры некоторых функций «умного» транспорта:

- предотвращение столкновений транспортных средств и безопасность их движения;
- электронные системы оплаты транспортных услуг;
- управление при чрезвычайных обстоятельствах;
- управление движением на основной уличной сети и ликвидация последствий ДТП;
- управление информацией;
- интермодальные грузовые перевозки;
- контроль погоды на автодорогах;
- управление общественным транспортом;
- информация для участников движения;
- системы уведомления о столкновении;
- системы помощи водителю.

Можно сделать вывод, что ИТС значительно облегчит работу водителей и сделает намного безопасней и комфортней жизнь пассажиров.

Проведение работ по внедрению ИТС осуществляется разными формами. Особенно хотелось бы выделить создание академических центров, использующих совместный потенциал крупных компаний, как IBM и крупнейшего транспортного вуза России, каким является МИИТ [3]. Эта форма подобна той, которая успешно используется в вузах Западной Европы. Разрабатывать инновационные технические решения призваны научные школы и лаборатории [3]. Такая огромная и распределенная отрасль, как транспорт, может работать слаженно только в том случае, если производственный процесс в различных его структурах и подразделениях будет базироваться на единых стандартах и нормативах. Алгоритм и метод управления могут отличаться друг от друга и выбираться исходя из степени их эффективности. В этом и заключается свобода выбора технических решений. Создание технических и технологических решений в области интеллектуального управления транспортом в нынешних российских условиях можно считать, с одной стороны, адаптацией к зарубежному опыту, с другой – продуктом собственных интеллектуальных ресурсов. В качестве такой оригинальной инновационной разработки является создание компьютерных моделей, построенных на основе обобщенной теории транспортных процессов, разработанной в МИИТ [3]. Сфера интеллектуального управления транспортом в городе предусматривает трансформацию практики оперативного управления движением, решения проблемы строительства и модернизации транспортных коммуникаций. Современная фаза развития информационных технологий, автоматизирует методы управления, которые сложились в «докомпьютерную» эпоху. И сейчас надо подходить к модернизации транспортного комплекса и формированию процессов управления на новой основе, применяя все те богатства технических средств и математического обеспечения, которые появились в

последние десятилетия. Конечно, в результате должны начаться изменения в инфраструктуре, и это неизбежно.

1. Интеллектуальные транспортные системы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.connect.ru/article.asp?id=9558>. (дата обращения: 7.05.2016).
2. Международный транспортный форум стал точкой отсчета новой эры российского транспорта // Транспорт Российской Федерации, 2009. № 6 (25).
3. Первый Российский Международный конгресс по ИТС. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.pibd.ru/its1>. (дата обращения: 07.05.2016).

Неустроева И.В.

Атмосферные оптические линии связи и причины их затухания

*Уральский технический институт связи и информатики (филиал) ФГБОУ ВО
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики» в
городе Екатеринбурге
(Россия, Екатеринбург)*

doi: 10.18411/lj-02-2019-122

idsp: ljournal-02-2019-122

Аннотация

Данная статья направлена на изучение возможных причин затухания сигнала в атмосферной оптической линии связи. В ходе исследования был рассмотрен принцип действия данной технологии передачи данных, на основе которого было выявлено, что параметры атмосферы, такие как температура и влажность воздуха, в первую очередь, влияют на затухание в линии связи, и существенно ослабляют излучение. Доказательством служат графики, на которых видно, как изменяется входная мощность сигнала на приемной стороне под влиянием погодных условий с течением времени.

Ключевые слова: атмосферная оптическая линия связи (АОЛС), оптический модуль, мощность сигнала, затухание сигнала, дальность связи.

Abstract

This article is aimed at studying the possible causes of signal attenuation in the atmospheric optical communication line. In the course of the study, the principle of operation of this data transmission technology was considered, on the basis of which it was found that the parameters of the atmosphere, such as temperature and humidity, primarily affect the attenuation in the communication line, and significantly weaken the radiation. The proof is the graphs that show how the input signal power on the receiving side changes under the influence of weather conditions over time.

Keywords: atmospheric optical communication line (FOCL), optical module, signal power, signal attenuation, communication range.

Индустрия связи значительно выросла из-за спроса на расширение возможностей подключения. Существуют различные способы передачи данных из одного места в другое, в том числе медные провода, оптоволоконные кабели и радиочастотная связь. Однако у каждой технологии есть определенные ограничения, которые повышают потребность в быстрой, безопасной, гибкой и недорогой технологии связи.

Оптическая беспроводная связь - это одна из новейших технологий связи, которая использует видимый, инфракрасный (ИК) или ультрафиолетовый (УФ) луч для передачи сигналов. Коммуникационная технология Free Space Optics (FSO) - это форма оптической беспроводной связи, которая передает данные посредством распространения света в свободном пространстве.

Связь между объектами реализуется на основе оптических беспроводных устройств, каждый из которых состоит из оптического приемопередатчика с

передатчиком и приемником, чтобы обеспечить полный дуплекс. Каждый оптический модуль использует оптический источник, плюс объектив, который пропускает свет через атмосферу в другую линзу, получающей информацию.

Современное оборудование позволяет создавать надежные каналы связи на расстояниях от 30 метров до 3 километров. Узкая направленность лазерного излучения, движущегося вдоль линии прямой видимости, делает перехват информации практически невозможным. Технология связи FSO очень подходит для передачи данных в местах, в которых невозможно осуществить физические соединения. Кроме этого, данная технология может послужить для расширения пропускной способности перегруженных каналов связи. Беспроводный канал связи не создает помех радио и радарным системам для объектов особой охранной зоны (аэропорты, АЭС, государственные учреждения, нефтебазы).

Рисунок 1 – Принципиальная схема действия оптической системы связи

Преимущества оптической беспроводной связи в свободном пространстве не обходятся без некоторых затрат. Когда сигнал передается по воздуху, он сталкивается со сложным и не всегда поддающимся количественной оценке объектом – атмосферой. Параметры атмосферы, такие, как температура и влажность воздуха, в первую очередь, влияют на затухание в линии связи, они существенно ослабляют излучение.

В основном ослабление сигнала происходит из-за тумана, под действием которого мощность сигнала на приемной стороне заметно уменьшается. На рисунке 2 изображён график изменения входной мощности сигнала на приемной стороне под влиянием погодных условий с течением времени.

Доступность линии связи зависит от допустимого ослабления мощности сигнала между передатчиком и приемником на заданном расстоянии между оптическими установками и от статистики распределения метеорологической дальности видимости (МДВ) в месте установки линии. Чем больше запас мощности системы, тем меньше погодные условия оказывают сильное влияние на доступность канала и дальность связи (рисунок 3).

Рисунок 2 – График изменения мощности сигнала FSO на приемной стороне под влиянием тумана

Рисунок 3 – График изменения мощности сигнала FSO на приемной стороне без сильного влияния погодных условий

Так как оптические беспроводные приемопередатчики могут передавать и принимать сигнал через окно, установки можно монтировать внутри зданий, снижая необходимость конкурировать за место на крыше, упрощая прокладку проводов и кабелей. Но в этом случае также надо учесть, что сигнал, проходящий через окно, может иметь ослабление. Причиной этому служит перепад температуры, вследствие которого окно может запотеть, либо если воздух, содержащий много влаги, охлаждается до точки замерзания, начинает образовываться иней. Пример установки оптического блока за окном показан на рисунке 4. При резком понижении температуры воздуха, окно, за которым установлен оптический блок, покрылось инеем и канал связи стал недоступен. В таком случае, чтобы восстановить соединение необходимо демонтировать окно.

Рисунок 4 – Оптический блок, установленный за окном

В суровых погодных условиях мощность лазера увеличивается по мере необходимости для поддержания оптической связи, а затем снова уменьшается по мере прояснения погоды. Контроллер, который поддерживает температуру лазерных излучающих диодов в оптимальной области, обеспечит максимальную надежность и долговечность, что соответствует выходной мощности, позволяющей оптической беспроводной системе работать более эффективно и надежно при более высоких уровнях мощности.

Чем меньше влияния атмосферы на атмосферную оптическую линию связи, тем, разумеется, выше и качество связи. Колебания температуры или выпадение осадков (дождь, снег) приводят к изменению плотности атмосферы, а, следовательно, к рассеянию волны. Не исключена возможность и непосредственной интерференции солнечных лучей с лазерным лучом прямо в приемопередатчике.

В связи с этим при выборе аппаратуры для оптической связи, потребителям и производителям необходимо обязательно учитывать статистику погодных условий в конкретной местности, оценку допустимого уровня надежности связи и, соответственно, выбор длины трассы.

1. Яременко Ю.И. Применение открытых оптических систем передачи в сетях связи, 2005, с. 1.
2. Поляков С.Ю., Кузнецов С.Н., Беспроводная связь - вопросы выбора // Технологии и средства связи. 2007. №3, часть 2
3. Блум С., Шустер Дж. Принципы работы FSO-систем // J. of Optical Networking. 2003. Вып. 2. 178-200 с.
4. Vikrant kaul and Free space optics Bridges the last mile // Electronics for u. 2003. 38-40 с.
5. Медведев Д.Б. Влияние погодных условий на беспроводную оптическую связь // Вестник связи. 2001. №4.
6. Гауэр Д. Оптические системы связи. – М.: Высшая школа, 1989. – 267с.
7. Казарян Р.А., Оганесян А.В., Погосян К.П., Милютин Е.Р. Под ред. Р.А. Казаряна. Оптические системы передачи информации по атмосферному каналу. - М.: Радио и связь, 1985.-208с
8. Кулик Т.К., Прохоров Д.В., Сумерин В.В., Хюппенен А.П. Особенности применения оптических линий связи // Лазер-информ. 2001. Вып. 9–10. С. 216–217.

Самарин Ю.Н., Ковалева В.В., Латышев В.А.
Электронный справочник металлорежущих инструментов
на платформе Semantic MDM

Московский Политехнический Университет
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/lj-02-2019-123

idsp: ljjournal-02-2019-123

Аннотация

Рассмотрены основные направления применения электронного справочника «Металлорежущего Инструмента» как в составе системы управления нормативно-справочной информацией Semantic MDM, так и в интеграции с различными CAD-системами.

Ключевые слова: классификатор, материал, металлорежущий инструмент, типоразмер, CAD-система, информационные технологии.

Abstract

The main directions of application of the electronic Handbook "metal-Cutting Tools" as part of the management system of reference information Semantic MDM, and in integration with various CAD-systems.

Keywords: classifier, material, metal-cutting tools, standard size, CAD-system, information technology.

Одной из проблем при использовании CAD-систем зарубежных известных фирм является назначение материалов изделию в соответствии с отечественными стандартами. Особенно сложной становится ситуация при выборе не просто инструмента, а его марки металла используемого при производстве, наименование и конфигурация которого описывается различными техническими условиями (ТУ) отраслей и предприятий-изготовителей. Это отражается не только на отдельных видах инструмента, но и переходит на саму изготавливаемую деталь идущую в сборку и спецификацию, в которой рождаются громоздкие описания из зарубежного инструмента, причем не всегда аналога, и описания к нему, сочиненного конструктором на скорую руку. Во многих случаях справочники CAD-систем содержат небольшое количество наименований металлорежущего инструмента по российским стандартам, но они не обновляются своевременно, а, следовательно, содержат недостоверную информацию. Наиболее приемлемым вариантом в этом случае является использование сторонних отечественных библиотек инструмента. Одним из таких вариантов является электронный справочник «Металлорежущего

инструмента», который является частью системы управления нормативно-справочной информацией (НСИ) Semantic MDM компании SDI Solution, предназначенной для автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства. Semantic поддерживает интеграцию с наиболее известными зарубежными CAD-системами и содержит наиболее полную базу данных современных отечественных металлорежущих инструментов, инструментальных сталей, материалов для сварки и т.д. [2]

С точки зрения пользователей, ключом к внедрению и эксплуатации любого программного обеспечения (ПО) является не только высокая производительность и полнота баз данных и удобство работы с системой, но и возможность настройки ПО под конкретные технические требования заказчика, именно в этом направлении шел процесс совершенствования справочника Semantic «Металлорежущего инструмента». Справочник «Металлорежущего инструмента» – библиотека, которая предназначена для работы в составе различных отечественных и зарубежных CAD- систем, а также в качестве автономного справочника по свойствам обрабатываемого материалов. [1]

Сам справочник может работать с такими программами как:

- Autodesk Inventor;
- Autodesk Autocad;
- Solid Edge;
- SolidWorks;
- Компас 3D;
- T-Flex.

Рис. 1. Средства оснащения.

Работая в среде CAD-системы, пользователь может присвоить 3D-модели детали или чертежу марку материала, выбрать типоразмер из справочника. Алгоритм работы одинаков для всех поддерживаемых CAD-систем. В среде CAD-системы на вкладке Semantic (генерируется автоматически) необходимо нажать кнопку «Указать материал». Запускается справочник «Металлорежущий инструмент» (рис.1), в котором любыми доступными способами (с помощью навигации в основном классификаторе, в разделе «Избранное», с использованием быстрого или параметрического поиска) необходимо найти и указать требуемый инструмент и параметры инструмента. В CAD-систему переносится выбранный информационный объект, который сохраняет связь с объектом справочника Semantic «Металлорежущего инструмента». При повторном открытии чертежа детали можно обратиться к системе Semantic «Металлорежущего инструмента» и вернуться к выбранной ранее записи. Такая связь позволяет при необходимости обращаться к первоисточнику и использовать свойства назначенного инструмента при проведении расчетов времени обработки детали, свойств детали. Для работы со справочником организован эргономичный интерфейс в стиле интернет-браузеров, в

котором отдельные компоненты справочника могут открываться в различных вкладках. При желании можно открыть вкладки, в которых будут отображаться данные о поиске, «избранных» объектах, отобранных конкретным пользователем, и отдельных классификаторах: материалы, параметры, ТУ, ГОСТ. Доступны представления данных в виде списков и слайдов изображений профилей (рис.2 и 3).

Рис. 2. Интерфейс справочника

Рис. 3. Описание выбранного инструмента.

Таким образом, справочник реализует следующие функциональные возможности:

- иерархическую классификацию инструмента
- просмотр описания обрабатываемого материала
- формирование обозначения материала по заданному шаблону
- добавление новых и редактирование существующих объектов справочника
- просмотр и редактирование документов (ГОСТы, прайс-листы, описания и пр.)
- фильтрацию материалов с учетом их применяемости на предприятии
- конфигурирование справочника и сохранение пользовательских настроек
- репликацию справочных данных в территориально-распределенной структуре предприятия
- разграничение права доступа, в том числе на уровне отдельных справочных объектов, авторизацию пользователей системы
- обмен информационными сообщениями между пользователями
- подбор аналогов
- сохранение часто используемых объектов справочника в разделе «Избранное»
- ведение журнала активности пользователей и многое другое. [1]

Информационные технологии в справочнике структурированы в виде дерева, что позволяет эффективно ориентироваться во множестве существующих вариантов. На верхнем уровне иерархии доступны категории: «Инструментальные материалы», «Инструменты вспомогательные», «Материалы разные», «Металлы и сплавы» и т.д. (рис. 3). Для выбора конкретного инструмента достаточно выбрать соответствующую категорию, например: Обрабатываемый материал/Параметры инструмента/Дополнительный инструмент.

Рис. 3. Разделы классификаторов справочника Semantic

В системе Semantic MDM реализованы различные виды поиска: инкрементный, быстрый, расширенный, по параметрам документов. Быстрый поиск позволяет оперативно искать объекты по наименованию, для этого достаточно в правой верхней части формы в области поиска ввести искомую строку или часть искомой строки. Система сама подберет все необходимое, во всех разделах справочника Semantic «Металлорежущего инструмента». Расширенный поиск может производиться как по всей базе данных, так и в пределах указанной классификационной группы. В качестве критериев поиска используются различные комбинации параметров. Можно выбирать значения критериев из списка, вводить диапазоны значений, задавать условия выбора: больше, меньше, не равно, содержит и т.д. Популярные варианты поиска могут персонифицировано сохраняться для их последующего использования. К каждому объекту справочника можно подключать документы и файлы различных типов, в любом количестве и объеме.

Система позволяет просматривать и редактировать документы ассоциированными приложениями в режиме коллективной работы. Копии измененных документов сохраняются с возможностью возврата к ранней версии, ведется протоколирование истории изменений в документе. Справочник позволяет производить быстрый поиск требуемых документов по наименованию, типу, размеру, дате создания и дате изменения. Импорт и экспорт данных в системе осуществляется на основе файлов формата XML и XLS. [3] В случае территориально-распределенной структуры предприятия и невозможности по каким-либо причинам работы всех пользователей с единой базой данных НСИ система позволяет осуществить удаленный обмен данными с их последующей консолидацией через указанные форматы файлов. В системе предусмотрен механизм, позволяющий выгружать во внешний формат объекты НСИ, которые были созданы или изменены в базе данных за определенный период времени. Данный функционал реализуется модулем импорта и репликации, который позволяет осуществить интеграцию справочников с внешними информационными системами типа: ERP, PDM, MES и т.п. В системе Semantic MDM реализована возможность для каждого пользователя указать постоянный набор фильтров, по которым будут фильтроваться данные в справочниках системы. Пользователь самостоятельно назначает постоянные фильтры, которые далее служат в качестве ограничителей при просмотре справочников. При выходе из системы фильтры сохраняются и актуализируются при следующем сеансе работы. Возможность фильтрации обусловлена наличием связей между объектами НСИ. Наложение данных связей позволяет использовать объекты одного справочника в качестве фильтров при подборе подходящих объектов из другого или того же самого справочника. Благодаря простоте и легкости таких настроек можно значительно расширить не только возможности системы управления НСИ, но и повысить степень автоматизации принятия решения прикладными системами, использующими справочники Semantic MDM. Средствами администрирования непосредственно на предприятии можно добавлять, удалять и редактировать данные, вносить изменения в существующую структуру справочников, добавлять новые классы, атрибуты и методы классов, назначать группам пользователей права доступа к данным, с помощью скриптовых языков и вычисляемых атрибутов генерировать настраиваемые описания объектов и т.д.

Semantic MDM обеспечивает единство конструкторского и технологического этапов проектирования на основе централизации и устранения дублирования объектов НСИ. Система позволяет создать на предприятии единое информационное пространство, в котором корпоративные справочные данные, такие как материалы, оборудование, инструменты, комплектующие и т.д., принадлежат всем пользователям: конструкторам, технологам, бухгалтерам, снабженцам.

1. СТАНКОИНСТРУМЕНТ | № 3 2017г. www.stankoinstrument.ru
2. Управление корпоративными мастер-данными в промышленных холдингах и корпорациях // СТАНКОИНСТРУМЕНТ № 4 2016г.
3. <http://www.csoft.ru/>

Фадеева К.Н.

Осуществление подготовки студентов в условиях информационно-коммуникационной среды вуза

*Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева
(Россия, Чебоксары)*

doi: 10.18411/lj-02-2019-124

idsp: ljjournal-02-2019-124

Аннотация

Информатизация является на сегодняшний день важнейшей особенностью любой сферы деятельности. Осуществление подготовки студентов в условиях информационно-коммуникационной среды позволяет повысить эффективность учебного процесса.

Ключевые слова: информатизация, информационные технологии, информационно-коммуникационная среда.

Abstract

Informatization is today the most important feature of any field of activity. Implementation of training of students in the information and communication environment can improve the efficiency of the educational process.

Keywords: Informatization, information technologies, information and communication environment.

Важнейшей особенностью любого учебного процесса на сегодняшний день является информатизация образования, которая в свою очередь основана на внедрении информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) во все сферы деятельности учебного заведения и ориентирована на наилучшее управление процессом обучения во всех его проявлениях: аудиторная и самостоятельная работа студентов, курсовое и дипломное проектирование, научно-исследовательская работа, учебно-методическое обеспечение дисциплин, составление расписания занятий, осуществление сбора и анализа информации об успеваемости студентов [4].

Вопросы формирования информационно-образовательной среды отражены в работах Т.А. Лавиной, И.Г. Захаровой, Ю.А. Прозорова и др. Под понятием «информационно-коммуникационная среда вуза» (И.В. Роберт) будем понимать совокупность условий, при которых осуществляется: активное информационное взаимодействие преподавателей, студентов и информационных ресурсов, ориентированных на оперирование этими ресурсами и осуществление исследовательской, экспериментальной, поисковой и другой деятельности студентов, преподавателей, а также функционирование управленческих организационно-методических структур вуза [1].

Проанализировав исследования ряда ученых (В. П. Зинченко, И. А. Зимняя, И. Г. Захарова, Т. А. Лавина), обозначим основные педагогико-технологические требования к информационно-коммуникационной среде вуза: открытость (подразумевает открытый доступ к информационному образовательному ресурсу); интегративность и структурированная избыточность (подразумевает возможность оптимального подбора образовательных ресурсов на основе использования иерархических баз данных); интерактивность информационного взаимодействия (предполагает осуществление поиска, отбора, передачи информации, информационного взаимодействия в условиях интерактивного диалога); единство способов осуществления информационной деятельности и информационного взаимодействия (предполагает однозначность процесса навигации; единство способов доступа к информационным ресурсам среды).

Информационно-коммуникационная среда ЧГПУ им. И. Я. Яковлева представлена специализированным системно-объединяющим пространством с размещением в нем компьютерной техники, объединенной в локальную сеть с выделенным сервером [3]. На сегодняшний день ЧГПУ им. И. Я. Яковлева предоставляет студентам и преподавателям возможность применять в процессе обучения: глобальную сеть Internet для получения необходимой информации; электронную почту для осуществления обмена информацией; удаленный доступ к библиотечным каталогам и файлам электронных библиотек, а также к базам данных, при проведении научных исследований и подготовке учебных работ; получение электронных периодических публикаций по выбранной тематике; контрольное и самостоятельное тестирование [2].

Осуществление учебной деятельности в условиях информационно-коммуникационной среды позволяет повысить эффективность учебного процесса, уровень подготовки студентов педагогических направлений в области ИКТ, помогает систематизировать знания, в значительной мере индивидуализировать обучение, оно дает толчок к развитию навыков самообучения, овладения высокими технологиями и современным инструментарием, повышает грамотность при поиске необходимой

информации и работе с ней, что также является необходимым условием для дальнейшего профессионального развития будущего учителя.

1. Роберт И.В. Толковый словарь терминов понятийного аппарата информатизации образования / И.В. Роберт, Т.А. Лавина. – М. : ИИО РАО, 2009. – 88 с.
2. Фадеева К.Н. Педагогические условия подготовки студентов сервисных специальностей к использованию ИКТ в профессиональной деятельности / К. Н. Фадеева // Открытое и дистанционное образование. – Томск, 2011. – № 1 (41). – С. 27–32.
3. Фадеева К.Н. Метод проектов как средство развития творческого потенциала студентов в информационной образовательной среде / К. Н. Фадеева // Тенденции развития науки и образования. – 2018. – № 42. Часть 1. – С. 47-48
4. Герасимова А.Г. Вопросы подготовки будущих учителей к использованию информационных и коммуникационных технологий в условиях информатизации образования // Актуальные проблемы методики обучения информатике в современной школе : материалы междунар. науч.-практ. интернет конф. – М. : МПГУ, 2018. – С. 206–209.

РАЗДЕЛ XXI. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Ахметов С.М., Серікова А.С.

О механических свойствах муфт приводов в качестве датчиков нагрузки (на примере регулятора подачи бурового инструмента)

*Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева
(Казахстан, Астана)*

doi: 10.18411/lj-02-2019-125

idsp: ljjournal-02-2019-125

Аннотация

В данной работе обсуждаются некоторые свойства пружинных муфт с рычажным многозвенным элементом, которые по структуре практически идентичны с центробежными муфтами с той лишь разницей, что в этих устройствах они срабатывают при больших моментах. Поэтому такие муфты можно только условно относить к центробежным, где процесс срабатывания осуществляется не за счет центробежных сил, а в силу крутящего момента на валу. Это уникальное свойство таких муфт можно применить в качестве механических датчиков нагрузки, т.е. как чувствительные элементы для автоматического регулирования нагрузки на валах приводов. В этих случаях муфты, помимо основной функции как передавать вращение между двигателем и рабочей машиной (соединение валов) они могут исполнять роль датчиков, реагирующих на превышение нагрузки, т.е. крутящего момента свыше допустимого, предотвращая тем самым элементы приводов от поломок. Таким образом, в некоторых случаях муфты таких конструкции могут выступать в качестве структурных элементов небольших автоматических устройств в составе привода. Это в свою очередь позволяет их применить не только на быстроходных валах приводов после электродвигателя, но и в тихоходных ступенях, например, после редукторов в качестве датчиков нагрузки. В данной статье авторы ставят целью на примере регулятора подачи долота бурового инструмента продемонстрировать механические свойства муфт приводов в качестве датчика нагрузки.

Ключевые слова: муфта, приводы, датчики нагрузки, чувствительный элемент, механические свойства, регулирование подачи.

Abstract

This paper discusses some properties of spring clutches with a lever multi-link element, which are almost identical in structure to centrifugal couplings with the only difference that in these devices they operate at high moments. Therefore, such couplings can only be conditionally referred to centrifugal, where the actuation process is carried out not due to centrifugal forces, but due to the torque on the shaft. This unique property of such couplings can be used as mechanical load sensors, i.e. as sensitive elements for automatic load control on drive shafts. In these cases, couplings, in addition to the basic function of how to transmit rotation between the engine and the working machine (shaft connection), they can play the role of sensors that react to overload, i.e. torque over acceptable, thereby preventing the elements of the drive from damage. Thus, in some cases, couplings of such design can act as structural elements of small automatic devices as part of a drive. This, in turn, allows them to be used not only on high-speed shafts of drives after an electric motor, but also in low-speed stages, for example, after gearboxes as load sensors. In this article, the authors aim, using the example of the bit feed regulator of a drilling tool, to demonstrate the mechanical properties of drive couplings as a load sensor.

Keywords: coupling, actuators, load sensors, sensitive element, mechanical properties, flow control.

Анализ существующих буровых станков и установок геолого-поискового бурения, а также буровых установок эксплуатационного и глубокого разведочного бурения показывает, что не на всех процесс подачи долота механизированы.

Комплектованность [1,2,3] существующих буровых установок (см. табл. 1) регуляторами типа РПДЭ (регулятор подачи долота электрический) показывает, что широкое применение нашли модификации РПДЭ-3 и РПДЭ-3-300 выпущенные ранее Уралмашзаводом. Причем хорошее применение они нашли в буровых установках с комбинированными приводами. А в приводах с дизельно-автономным источником энергии они не нашли применение. В них подача осуществляется вручную или при помощи стабилизаторов веса тормозного момента, у которых процесс регулирования подачи бурового инструмента происходит скачкообразно.

Буровые станки и установки геологопоискового бурения снабжены специальными механическими устройствами на основе свойств зубчатых и фрикционных передач [4].

Нами предложено техническое решение способствующее применить РПДЭ-3 в буровых установках где это не предусмотрено. Причем РПДЭ-3 нами предложено в модернизированном варианте, за счет применения в приводе дополнительного механического датчика нагрузки. А в установках, базовом исполнении которых уже имеются РПД, применение нашего технического решения способствует повышению эффективности регулирования подачи инструмента за счет усиления сигнала дополнительным датчиком нагрузки. Объектом применения предложенного технического решения были приняты буровые установки Уралмаш 3Д-76 и Уралмаш 4Э-76 не имеющие РПД в базовом исполнении (см. табл. 1). Поскольку, РПД является неотъемлемым узлом буровой лебедки, то при его применении необходимо учитывать специфику ее кинематической схемы в изучаемой буровой установке.

Комплектация буровой установки Уралмаш 3Д-76 и Уралмаш 4Э-76 содержит лебедку У2-5-5 схема которой представлена на рис. 1, а. Это трехвальная однобарабанная лебедка со встроенным зубчатым редуктором и зубчатой КПП (на схеме не показана), выполненной в виде отдельного агрегата. Привод барабана лебедки 1 осуществляется его подъемным валом 2 от карданного вала 3 и редуктора лебедки путем пуска сжатого воздуха в спаренную шинно-пневматическую муфту (ШПМ) 4. Параллельно, через карданный вал 3, трансмиссионный вал 5 и цепную передачу со звездочками $z=25$ и $z=28$ от КПП скорость передается к подъемному валу [5]. Это осуществляется при помощи ШПМ 4 в основном для подъема ненагруженного элеватора.

Вал 5 находится в постоянном вращении и передает движение через цепную передачу 6 со звездочками $z=19$ и $z=35$ катушечному валу 7, на котором смонтирована фрикционная катушка 8 с планетарной передачей 9. Как видно, вращение катушечного вала не зависит от включения ШПМ 4.

Таблица 1.

Состояние комплектности РПДЭ-3 или РПДЭ-3-300 действующих отечественных буровых установок структурно-разведочного, эксплуатационного и глубокого бурения

Марка буровой установки	УРБ-3АМ	УРБ-3АЗ	1БА15Н	БУ75Бр
Глубина бурения от 500 до 1100 м	механизм подачи	механизм подачи	-	+
Марка буровой установки	БУ3000БД	БУ3000БЭ	Уралмаш 3Д-76, Уралмаш 4Э-76	Уралмаш 4Э-1
Глубина бурения до 4000 м	+	+	-	+
Марка буровой установки	БУ5000ДГУ	БУ5000ЭУ	БУ6500ДГ	БУ6500ЭР
Глубина бурения до 6500 м	+	+	+	+
Марка буровой установки	Уралмаш - 15000*			
Глубина бурения до 15000 м	+			

Примечание: знаком + отмечено наличие РПДЭ-3 или РПДЭ-3-300 в указанных буровых установках

Очевидно, что в рассматриваемой лебедке У2-5-5 основную работу для спуска буровой колонны выполняет гидротормоз 10, а механизм подачи долота помимо его основного назначения косвенно используется для аварийного подъема буровой колонны.

При использовании регулятора подачи долота (РПД) типа РПДЭ-3 в кинематической схеме лебедки У2-5-5 применительно к буровой установке Уралмаш ЗД-76 необходимо устранить недостаток этой марки лебедки -вынужденное холостое вращение катушечного вала из-за неразъемного его соединения с быстроходным валом КПП.

Поскольку гидротормоз и кулачковая муфта предназначены для одностороннего вращения подвижных элементов привода буровой лебедки соответственно при спуске буровой колонны и подаче долота, то целесообразно применение для усиления системы управления работой РПД специального устройства в составе его привода, приспособленного на одностороннее автоматическое срабатывание при определенных крутящих моментах.

Это будет играть роль дополнительного датчика нагрузки, имеющего обратную связь с системой управления РПД помимо используемого в ней датчика веса, устанавливаемого на неподвижной ветви талевой системы.

Указанные недостатки можно решить, если узлы выполнить автоматически разъемными при помощи соединительных муфт. Однако существующие автоматические центробежные или обгонные муфты предназначены для соединения и разъединения валов при больших скоростях и, как правило, реагируют только на угловую скорость вала. А в нашем случае валы имеют большие передаваемые крутящие моменты и умеренные скорости вращения.

Данная проблема в большинстве случаев успешно решается с появлением ШПМ. Эти муфты, относящиеся к сцепным, обладают большими возможностями в оперативном включении и отключении соединяемых валов, передаче больших крутящих моментов благодаря высоким сцепным свойствам и плавности включения, что в целом благоприятно отражается в повышении надежности и эффективности работы машин и агрегатов [6,7,8].

Большим недостатком ШПМ против ее всех достоинств являются принудительное соединение валов при помощи сжатого воздуха, что требует не только больших энергозатрат, но и наличие специальных сооружений для осуществления этого процесса, а также сложность изготовления валов с учетом пневмоприводов и т.д.

Поэтому ШПМ не всегда оправдывает свои достоинства. В связи с этим, при достаточно больших крутящих моментах на валу и малых угловых скоростях, параллельно с ШПМ необходимо изыскать возможности применения механических сцепных муфт. Все разновидности муфт, судя по направлению движущих сил исполнительных органов в рассматриваемом случае можно отнести условно к центробежным. Почему условно, потому что эти муфты должны быть тихоходными и обладать свойством срабатывать при больших крутящих моментах.

В кинематическую схему буровой лебедки, представленной на рис. 1, вводим РПД типа РПДЭ-3, содержащую принципиально новую тихоходную муфту центробежного типа, способную реагировать на величину крутящего момента [9]. На рис. 1, а стрелкой показано направление подключения РПД к подъемному валу лебедки при помощи цепной передачи 12.

Кинематическая схема РПД как отдельного агрегата представлена на рис. 1, б.

РПД 13 состоит из двухступенчатого цилиндрического редуктора 14, приводной вал которого эластичной муфтой 15 соединяется с электродвигателем 16 постоянного тока, а тихоходный – с предлагаемой муфтой 17 при помощи вала, на котором посажена звездочка 18 цепной передачи 12, соединяющей привод РПД с подъемным валом буровой лебедки. В зависимости от передаваемого усилия звездочки могут быть выполнены для работы с трех и четырехрядными втулочно-роликовыми цепями. На приводном валу редуктора (на редукторной полумуфте) установлен защитный колодочный тормоз 19 с электрогидравлическим толкателем, который срабатывает при внезапной потере электрического питания электродвигателя. Все узлы РПД смонтированы на общей раме, которая надежно крепится на металлическом основании. Поскольку скорость вращения электродвигателя постоянного тока 16 мала, для его охлаждения применяется специальный вентилятор 20 укомплектуемый вместе с двигателем постоянного тока

такого назначения. Питание электродвигателя 16 и привода вентилятора 20 осуществляется от станции управления 21 посредством мотор-генератора постоянного тока 22, источником энергии которого является асинхронный двигатель. Регулятором управляют с пульта управления бурильщика 23.

Наряду с предложенным новым техническим решением относительно применения муфты в качестве датчика нагрузки в приводе РПД, нами были внесены некоторые рекомендательно-проектные изменения в кинематической схеме буровой лебедки У2-5-5, которые способствуют рациональному применению указанной муфты и эффективной работе буровой лебедки. Для этого в кинематической схеме катушечный вал 7 необходимо выполнить разъемным в месте соединения его с катушкой 8 и включать в работу при помощи ШПМ в случае необходимости.

На рис. 2 показана принципиальная схема предложенной упругой муфты с центробежной колодкой, применяемой в качестве датчика нагрузки в приводе РПД.

Муфта состоит из двух полу муфт - передающей вращение (ведущая) со стороны тихоходного вала 1 редуктора РПД к принимающей (ведомая) стороне - валу 10, на котором посажена ведущая звездочка 2 цепной передачи 3, связывающей этот вал с подъемным валом буровой лебедки (см. рис. 1, а).

Ведущая полу муфта выполнена (рис. 2) в виде двух сдвоенных кри-вошипно-шатунных механизмов (два парных шатуна) с общим кривошипом 4, который жестко посажен к тихоходному валу 1 редуктора. В конце шатунов 5 имеются шарнирно связанные с ними колодки 6 и 7, которые подвижно установлены соответственно в направляющих пазах 8 диска 9, к которому жестко прикреплен вал 10 (см. рис. 2, а). Момент сопротивления на валу 10 регулируется посредством электрического тормоза 11, установленного на меньшей ступени двухступенчатой цилиндрической поверхности ведомой полу муфты 15. Ток электротормоза задается и управляется прямо пропорционально нагрузке на долото из пульта управления. Между пальцами 12, шарнирно связывающими колодки с шатунами имеются пружины растяжения 14, натяжения которых регулируются прямо пропорционально к моменту на электротормозе при помощи встроенных в них винтовых механизмов (не показаны).

Рисунок 2. Упругая рычажная муфта с центробежными колодками, применяемая в приводе РПД в качестве механического датчика нагрузки:

а – принципиальная схема, б – общий вид;
в – продольный разрез общего вида (вид сверху)

Ведомая полумуфта 15 представляющая собой двухступенчатый цилиндрический шкив, устанавливается на валу 10 с возможностью независимого вращения. На валу 10, с возможностью разъема также посажена ведущая звездочка 2 цепной передачи 3, приводящее в движение подъемный вал буровой лебедки в режиме включения в работу РПД.

Принцип работы РПД достаточно подробно был освещен в разделе 1 при анализе и обзоре существующих исследований. Поэтому на этом останавливаться не будем, так как рассматриваемый регулятор по назначению и основному исполнительному органу (электродвигатель постоянного тока) аналогичен РПДЭ-3.

Технический эффект ожидается за счет применения в приводе РПД дополнительного механического датчика в виде пружинной муфты с центробежными колодками, работающей по новому принципу – чувствительность на изменение нагрузки на валу выше допустимого.

Таким образом, применением предложенной муфты, реагирующего на изменение момента сопротивления на тихоходном валу редуктора РПД, величина которого прямо пропорционально осевой нагрузке на долото мы усиливаем поступающий в пульт управления сигнал, который посредством сельсина-датчика подачи обрабатываются и передается в станцию управления. Тем самым обеспечивается быстроедействие исполнительного элемента привода РПД в зависимости от нагрузки на долото. Здесь появляется возможность плавного управления процессом регулируемой подачи долота путем сравнения выходного сигнала с заданным, которым является момент электротормоза, преобразуемый в электросигнал и передаваемый к пульту управления помимо выходного сигнала, передаваемого датчиком веса, установленного на свободном конце тале вой системы. Усиление чувствительно-измерительной системы управления дополнительным датчиком нагрузки способствует быстроедействию РПД.

Работа предложенной муфты-датчика осуществляется следующим образом.

При включении в работу РПД электродвигатель приводит тихоходный вал редуктора в движение, совпадающего с движением подачи бурового инструмента (долото) на забой посредством талевой системы барабана лебедки. При нагрузке (момент сопротивления), не превышающей установленной величины, соответствующей осевой силе на пульте управления задаваемой бурильщиком муфта будет работать в обычном режиме, т.е. в режиме, передающем только крутящий момент от вала 10 к подъемному валу лебедки 2 (см. рис. 1). При этом усилия пружин 14 достаточны, что центробежные колодки во время вращения находясь в пазах 8 ведомого диска (см. рис. 2, б и 2, в) не касаются внутренней рабочей поверхности шкива 15.

При превышении осевой нагрузки на долото от заданной величины возрастает нагрузка на тихоходном валу редуктора РПД. Это в свою очередь приведет к увеличению момента сопротивления на валу муфты от соответствующей заданной величины. В результате чего, кривошип ведущей полумуфты воздействуя на шатуны сдвоенных кривошипно-шатунных механизмов преодолевает усилие силовых пружин, прямо пропорциональных моменту на электротормозе 11 и колодки двигаясь по пазам ведомого диска контактируется со шкивом. Шкив начинает вращаться вместе с ведомой полумуфтой и оказывает воздействие на обмотку электротормоза установленного на его наружной двухступенчатой цилиндрической поверхности. Электросигналы (изменение силы тока) передаются в пульт управления, которые посредством сельсина-датчика подачи обрабатываются и передаются в станцию управления. От станции сигнал поступает в виде уменьшенной силы тока, благодаря чего привод РПД замедляет свой ход, т.е. происходит притормаживание (уменьшение) подачи. Затем, при установившемся движении все повторяется заново.

В режиме аварийного подъема буровой колонны (при ремонтных работах), тихоходный вал редуктора вращается в сторону, не совпадающей с направлением подачи долота. В этом случае происходит обратное к предыдущему режиму, т.е. сдвоенные

кривошипно-ползунные механизмы меняются функциями, и тем самым способствуют к сцеплению ведущей полумуфты с ведомой.

Применение предложенной муфты позволяет не только автоматически соединить тихоходный вал редуктора с подъемным валом лебедки, но и повышает демпфируемость механизма к ударным нагрузкам, особенно при пуске, а также регулировать режимом работы РПД в зависимости от нагрузки путем использования в муфте помимо центробежной силы кориолисовой силы, сил упругости и трения. Самое главное свойство предложенной муфты — срабатывание при малых частотах вращения валов и больших крутящих моментах [5, 9].

Для случаев регулирования подачи инструмента при структурно-поисковом бурении неглубоких скважин, а также эксплуатационных скважин средней глубины нами предложена еще одна схема РПД с модернизированным приводом [10]. На рис. 3, а показана принципиальная схема описываемого РПД, на рис. 3, б - принципиальная схема муфты (общий вид - продольный разрез).

РПД буровой установки и муфта, используемая в приводе регулятора, содержит станцию управления 1, мотор-генератор 2, вращаемый асинхронным электродвигателем, электродвигатель постоянного тока 3 с вентиляционным устройством для охлаждения 4, соединительную специальную автоматическую муфту 5, редуктор 6, шинно-пневматическую муфту 7, цепную передачу 8 привода подъемного вала 9 лебедки 10. Вал 9, при помощи передаточных механизмов (на рис. 3 они не показаны) кинематический связан с ротором 11, через которого в скважину 12 проходит ведущая труба 13 буровой колонны, придерживаемая талевой оснасткой 14. Рабочая струна 15 оснастки 14 завивается на барабане 16 лебедки 10, а другая 17 - закрепляется неподвижно.

Конструкция муфты 5 (рис. 3, б) выполнена с возможностью совмещения функции датчика крутящего момента. Муфта реагирует на превышение установленной рабочей нагрузки на приводе РПД, прямо пропорциональной к осевой нагрузке на долото, и тем самым, преобразуя механическую величину (момент сопротивления) в электрический сигнал, передает его на пульт управления 18.

Рисунок 3. Регулятор подачи долота буровой установки:

а) конструктивная схема; б) принципиальная схема винтовой упругой муфты, применяемой в качестве механического датчика нагрузки

Электрический датчик 29 установлен в зоне осевого перемещения полумуфты 19 и допускает взаимодействие с ней при превышении крутящего момента на ведомой полумуфте 20 установленной величины, которая прямо пропорциональна к осевой нагрузке на долото (на схемах не показаны) буровой установки. При этом, механический сигнал, посредством датчика 29 преобразовывается в электрический сигнал и передается к пульту управления 18 РПД.

РПД буровой установки и муфта, используемая в приводе регулятора работает следующим образом.

Бурильщик задает осевую нагрузку с пульта управления 18 в зависимости от твердости разбуриваемой породы. Прямо пропорционально к осевой нагрузке устанавливается начальное усилие пружины 23, которое регулируется ввинчиванием ведущей полумуфты 19 по резьбе 26 втулки 27. При этом, полая часть полумуфты 19, посредством винтовых шлицев 21 и 22 не до конца ввинчивается в ведомую полумуфту 20, осуществляя тем самым передачу «винт-гайка» до определенного их взаиморасположения по осевой линии и обеспечивая предварительное начальное усилие сжатия пружины 23. Такое положение полумуфты 19 на втулке 27 фиксируется контргайкой 25, путем затягивания ее по резьбе 26. По сравнению с другими способами фиксации полумуфты 19 на втулке 27, выбор данного способа обусловлен обеспечением лучшей соосности и центрирования ведущей и ведомой полумуфт 19 и 20.

Превышение осевой нагрузки на долото от установленной величины приведет к увеличению крутящего момента на ведомой полумуфте 20. При этом усилие пружины 23, уравнивающее осевую силу в передаче «винт-гайка», создаваемую от крутящего момента на ведомой полумуфте 19, передаваемого к ней от ведущего вала 28 посредством втулки 27 не удерживает нагрузку. Это приведет к тому, что полумуфта 19, посредством шлицев 21 и 22 ввинчивается в ведомую полумуфту 20, преодолевая усилие пружины 23 и входит в контакт с электрическим датчиком 29. Датчик 29 преобразует давление, создаваемое на него полумуфтой 19 или же перемещение последней в электрический сигнал, который передается на пульт управления.

Преобразующее устройство (на схеме не показан) может быть выполнен по разному. Это зависит от того, давление или перемещение полумуфты 19 будет преобразовано в электрический сигнал, чего можно добиться очень просто - необходимым выбором вида датчика или других промежуточных передач и элементов. Например, фрикционная пара с реечным зацеплением, преобразующая вращение полумуфты 19 в прямолинейное движение рейки, связанной со стальным якорем индуктивного датчика и т.п. Поэтому, все это на схеме (рис. 3, б) показано обобщенно, в виде электрического датчика 29.

На пульте управления 18 сигнал сравнивается с усилием, задаваемым бурйльщиком. Разность полученного и заданного сигналов поступает на усилители, установленные в станции управления 1.

Усилитель действует на обмотку возбуждения мотор - генератора 2, который питает электродвигатель постоянного тока 3 током, тормозящим (замедляющим) вращение ее вала, а следовательно и уменьшающим подачу РПД до стабилизации осевой нагрузки на долото.

Таким образом, применение предлагаемого РПД с используемой в ней принципиально новой специальной муфты позволит снизить износ долота и повысить надежность работы элементов буровых установок, предназначенных для геофизического и структурно - поискового бурения неглубоких нефтяных и газовых скважин при минимальных затратах средств.

Сложность применения в этих установках РПД в большинстве случаев также связаны с элементами автоматизации, которые не всегда приспособляются (вмонтироваться) к действующим буровым установкам. Осуществление этого может быть значительно облегчено, если в качестве элементов автоматического управления будут использованы узлы или детали самих установок. Поэтому авторами предложены использовать в приводе РПД буровой установки обыкновенную упругую винтовую муфту сцепления сравнительно простой конструкции, способной реагировать на изменение рабочей нагрузки и преобразовать механический сигнал в электрический. Благодаря этому обеспечивается эффективное регулирование принудительной подачи долота буровой установки для бурения скважин малых глубин, при наименьших затратах средств.

1. Вадецкий Ю.В. Бурение нефтяных и газовых скважин. Учебник для техникумов. – 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 1985. – 421 с.
2. Кирсанов А.Н., Зиненко В.П., Кирдыш В.Г. Буровые машины и механизмы. – М.: Недра, 1981. – 478 с.
3. Баграмов Р.А. Буровые машины и комплексы / Учебник для вузов.- М.: Недра, 1988.- С.: 169-172, рис.XI.1.
4. Лесецкий В.А., Ильский А.Л. Буровые машины и механизмы: Учебник для техникумов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1980. – 391 с.
5. Байгунчечков Ж.Ж., Кушеков А.У., Ахметов С.М. Упруго-рычажные механизмы для повышения надежности машин нефтяных промыслов. – Алматы: Изд-во «Өлке», 1997. – 116 с.
6. Поляков В.С., Барбаш И.Д. Муфты / Конструкции и расчет. Изд. 4, перераб. и доп.- Л.: Машиностроение, 1973, С.: 165-166.
7. Александров М.П. Тормоза подъемно-транспортных машин. Изд.3-е, доп. и перераб. – М.: Машиностроение, 1976. - 383 с.
8. Виноцкий М.М. К вопросу рациональной эксплуатации тормозов буровой лебедки //Машины и нефтяное оборудование. №11. 1973. – с. 8-13.
9. Ахметов С.М., Руковишников Е.А., Арстаналиев Е.У. Расширение технической возможности центробежной фрикционной муфты. – Машиностроитель, 1996, №3, с. 7-9.
10. Сериков Т.П., Ахметов С.М., Кенжебеков Н.М., Ахметов Н.М., Медетов Ш. Регулятор подачи долота буровой установки и муфта, используемая в приводе регулятора. – Патент РК №А(KZ) 9152. – Бюл. №6. – 2000г.

Булат А.Д., Филенков В.М., Обрубов В.А.

Аспекты природоподобного обеззараживания, инновации внедрения

*Российская академия народного хозяйства и государственной службы
при Президенте Российской Федерации
(Россия, Тольятти)*

doi: 10.18411/lj-02-2019-126

idsp: ljjournal-02-2019-126

Аннотация

Актуальность создания, внедрения и эксплуатации природоподобных технологий в производстве и переработке основных органических и неорганических веществ диктуется

современным состоянием мира – мир находится на пороге энергетического голода и вступает в пору экологического кризиса, когда природа не в состоянии переработать объемы отходов человеческой деятельности.

Ключевые слова: природоподобная технология обеззараживания, атмосферные процессы, экологическое равновесие, электромагнитные поля, трансфер технологий, инновационная экономика.

Abstract

The urgency of creating, introducing and operating natural-like technologies in the production and processing of basic organic and inorganic substances is dictated by the current state of the world - the world is on the verge of energy starvation and enters a time of environmental crisis when nature is not able to recycle human waste.

Keywords: nature-like disinfection technology, atmospheric processes, ecological balance, electromagnetic fields, technology transfer, innovative economy.

Физический мир базируется на четырех стихиях: Вода, Земля, Огонь и Воздух. Все эти элементы природы имеют свою энергетику и силу, которая необходима для изменения физического и астрального пространства, а при их сочетании рождается вся палитра многообразия вещей и предметов нас окружающих [1].

Живая природа обладает уникальным способом использования энергии Солнца — фотосинтез. Фотон от Солнца, растения и цианобактерии используют, чтобы разбить молекулу воды на кислород и водород. Кислород они отправляют в атмосферу, а водород используют для превращения углекислого газа в органику. В последующем человечество органику использует как ископаемое топливо, энергию химических связей между углеродом и водородом.

Принципы использования энергии любой стихии соответствуют природному примеру и должны после прохождения всех фаз преобразования и использования энергии приближаться к природоподобным способам получения органики. Тогда пользуясь дедуктивным методом познания можно говорить, что энергия Воздуха – атмосферное электричество.

Целый ряд атмосферных процессов: конвекция, осадки и другие - приводят к частичному разделению разноимённых зарядов и возникновению атмосферных электрических полей и электрических разрядов (гроза). Турбулентный режим приземного слоя характеризуется газодинамическими течениями, а многообразие электрического состояния приземного слоя, определяет механизмы взаимодействия органических и неорганических веществ и организмов с атмосферными процессами.

Учитывая тот факт, что после дождя и грозы воздух чистый, а дождевая вода стремится по показателям pH к нейтральному состоянию, то это есть природоподобная технология обеззараживания воздушно- водного бассейна Земли.

Общее представление грозы легко может быть продемонстрировано тремя ее этапами: 1 - предгрозовой; 2 - разряд; 3 - после грозовой (рис. 1).

Рисунок 1 - Представления формирования грозы

Моделируя метеорологические условия и характеристики атмосферного электричества, при этом придерживаясь принципов экологического равновесия, можно решить проблему воздействия на воду физико-механическим способом обеззараживания. Это может быть продемонстрировано аспектами электрофизического воздействия и

схемными решениями организации процессов по аналогии и подобию воздействия грозы, в процессе разработки соответствующих устройств [2]. Блок продуцирования скрещенных электромагнитных полей на трубе Ранке и продуцирования скрещенных электромагнитных полей на воронке Шаубергера, схема замыкается посредством блока обработки воды скользящим коронным разрядом. Таким образом, каждый блок установки воспроизводит технологическую последовательность обеззараживания по принципу аналогии с этапами грозы (рис.2).

Рисунок 2. – Ассоциативная схема аналогии и подобию грозы в процессе обеззараживания водного бассейна Земли

Не вдаваясь в описание процессов воздействия, вызываемых устройством, ввиду ограниченности объема изложения и наличием публикации [2]. Остановим внимание на результатах проведенных поисковых экспериментов, свидетельствующих об эффективности предложенного подхода обеззараживания (табл.1).

Таблица 1.

Результаты экспериментов

Тип воды		Кишечная палочка (коли индекс)	Общее микробное число КОЕ
река	контроль	$3 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^3$
	обработка	Практически отсутствует	80
сточная вода	контроль	$2 \cdot 10^6$	$6,5 \cdot 10^6$
	обработка	≤ 100	$1,5 \cdot 10^3$

Вывод об эффективности электрофизического способа обеззараживания, характеризующегося технологическими и экономическими преимуществами, способствует разработке новых направлений экологизации процессов производства. Анализ проведенных экспериментов свидетельствует о существовании причинно-следственной связи между совокупностью существенных признаков предлагаемого технологического подхода и достигаемым техническим результатом.

Однако, несмотря на относительную простоту технической реализации самой технологии, всё же реальная физика и энергетика процессов при реализации этого эффекта в реальных условиях требует системного подхода, как на стадии опытного промышленного образца так и в период отработки режимов уровня обеззараживания. Требуется комплекс мероприятий трансфера предложенной технологии.

Сегодня трансфер технологий является основной продвижения инноваций от этапа разработки до коммерческой реализации. Трансфер технологий - сложная цепочка, процесса от исследователя-инноватора до предприятия, которое будет инновацию воплощать в жизнь. В зависимости от специфики и трудоемкости процесса, в ходе трансфера технологий вовлечены: - государственные структуры; - кредитные организации; - фонды поддержки предпринимательства; - информационные сети, СМИ; - потребители.

Анализ системы государственного управления инновационным развитием показал, что отсутствует орган, ответственный за трансфер технологий в России. Ассоциативное представление цепочки процесса трансфера дает замкнутую систему трансфера

технологий (рис.3). Данное представление построено исходя из анализа существующих систем трансфера технологий (СТТ) в стране и за рубежом. Вывод один – существующие инфраструктуры СТТ однозначно имеют низкий уровень успеха. Следовательно, нужны инновации в оргструктурах СТТ, дающие рост эффективности продвижения инновационных технологий.

Рисунок 3 - Ассоциативная схема мотивации и стимулирования трансфера технологий

Предлагаемый подход для исследователя-новатора, инициатора проекта наиболее приемлем в виду того, что процесс распространения технологии, в котором участвуют независимые разработчики, и потребители технологий, а также вовлеченные и обеспечивающие структуры отражает напрямую открыто их взаимосвязь и мотивации. Позволяет отследить на любом этапе трансфера причины сбоев, задержек, неудач в реализации проекта и оперативно вмешиваться, вводить соответствующие резервы системы. Учитывая, что система замкнута, следовательно, самоорегуляция обеспечивается, а для подъема эффективности системы в оргструктуре СТТ должна быть введена матричная структура управления, о чем авторами докладывалось ранее [3].

Моделирование механизма работы СТТ по предложенной структуре организации и управления, свидетельствует о его ориентации на внедренческие аспекты инновационных технологий и нацеленности на переход от жестких механистичных принципов управления к мягким органическим принципам на основе самоорганизации.

Даже при беглом знакомстве с поднятой проблемой наблюдается усиление ответственности органов государственной власти РФ, научно-образовательного и предпринимательского сообществ, институтов гражданского общества по созданию благоприятных условий для применения достижений науки и технологий в интересах формирования инновационной экономики.

В процессе формирования инновационной экономики государство должно стать определяющим сектором в инновационной инфраструктуре СТТ. Однако, даже при достижении успеха реализации одинарного, регионального проекта общий экономический прорыв не возможен в силу того, что отсутствует отдельная область хозяйствования - разработка и тиражирование инновационных технологий.

1. Булат А.Д., Филенков В.М., В.А. Селезнев В.А., Лушкин И.А. Безреагентное обеззараживание воды электрофизическим методом./ Agentless water disinfection by electrophysical method bulat a.d., filenkov v.m., seleznev v.a., lushkin i.a. materials science forum. 2018. Т. 931. С. 1001-1004.
2. Булат А.Д., Филенков В.М., Обрубов В.А. Установка по обеззараживанию сельскохозяйственных стоков / Наука среди нас: сетевое научно-практическое издание №5(9) / под ред. В.И. Вахрушева. – Магнитогорск : ИП Вахрушев В.И., 26.05.2018. – С. 227-237
3. Булат А.Д., Филенков В.М., Обрубов В.А. Установка по обеззараживанию сельскохозяйственных стоков / Наука среди нас: сетевое научно-практическое издание №5(9) / под ред. В.И. Вахрушева. – Магнитогорск : ИП Вахрушев В.И., 26.05.2018. – С. 534-542

Целигоров Н.А., Иванов Р.А.

Использование программы EEV Selection для измерения параметров кондиционера легкового автомобиля

*Донской государственный технический университет
(Россия, Ростов-на-Дону)*

doi: 10.18411/lj-02-2019-127

idsp: ljjournal-02-2019-127

Аннотация

В статье проведены анализ и расчет параметров автомобильного кондиционера с помощью программы EEV Selection. Программой строится холодильный цикл, и приводится схема автомобильного кондиционера, обеспечивающая требуемые параметры охлаждения автомобильного салона.

Ключевые слова: EEV Selection Advanced, холодильный цикл, компрессор, испаритель, Холодопроизводительность.

Abstract

The article analyzes and calculates the parameters of the car air conditioner using the program AV Selection. The program builds a refrigeration cycle, and provides a diagram of the car air conditioner, providing the required parameters for cooling the car interior.

Keywords: EEV Selection Advanced, refrigeration cycle, compressor, evaporator, cooling capacity.

Введение

Исследование и диагностика холодильной техники являются важными этапами при создании высокоэффективных холодильных комплексов. Для обеспечения расчетов холодильного цикла кондиционера легкового автомобиля может быть использована программа EEV Selection Advanced. Программа EEV Selection обеспечивает не только проведение расчета параметров автомобильного кондиционера, но и получение экспериментальных данных, по которым можно осуществить выбор соответствующих элементов автомобильного кондиционера [1].

Постановка задачи

В настоящее время методами математического моделирования проводят исследования таких сложных нелинейных систем управления с неопределенностями, к которым можно отнести системы управления процессами теплообмена в салоне автомобиля [2]. Применение вычислительной техники для исследования динамики процесса отопления или охлаждения салона и возможных методов регулирования температуры теплообменника является эффективным и удобным инженерным методом. Математическое моделирование позволяет исследовать систему при изменяющихся температурных значениях, а также возмущающих воздействиях, что позволит использовать разработанные методы для более точного регулирования температуры салона [3].

Ставится задача расчета холодопроизводительности автомобильного кондиционера, со следующими исходными данными:

Геометрические размеры испарителя

$(0,12 * 0,35 * 0,07) \text{ м}$

Площадь поверхности испарителя

$\delta = (0,12 \cdot 0,35) \cdot 2 + (0,35 \cdot 0,07) \cdot 2 + (0,12 \cdot 0,07) \cdot 2 = 0,15 \text{ (м}^2\text{)}$

Коэффициент теплопередачи поверхности

$k = 8 \text{ (Вт/м}^2\text{К)}$

Разность температур испарения и конденсации

$\Delta T = 45 - 5 = 40 \text{ (К)}$

Рассмотрим программу EEV Selection. Данная программа является свободно распространяемой, позволяет осуществить расчет и подбор основных узлов автомобильного кондиционера. Интерфейс этой программы представлен на (рис. 1). Используя исходные данные, подставим полученные значения температур на испарителе и конденсаторе в соответствующие поля программы (рис. 1). В зависимости от введенных значений строится холодильный цикл.

Рис.1 холодильный цикл в P-I координатах.

Используя данные холодильного цикла, представленного на (рис. 1), был произведен расчет холодопроизводительности автомобильного кондиционера. Из представленного цикла были взяты значения энтальпии (i_1, i_2, i_4, i_6, i_7) для расчета удельной работы компрессора, и удельной холодопроизводительности.

Рассчитаем холодопроизводительность автомобильного кондиционера.

$$\dot{Q} = k \cdot \delta \cdot \Delta T$$

$$\dot{Q} = 8 \cdot 0,15 \cdot 40 = 48 \text{ (Вт)}$$

Удельная холодопроизводительность по циклу на P-i диаграмме:

$$q = i_7 - i_6 = 395 - 247 = 148 \cdot 10^3 \text{ (Дж/кг)}$$

$$\text{Массовый расход } \dot{m} = \frac{\dot{Q}}{q} = \frac{48}{148 \cdot 10^3} = 32 \cdot 10^{-5} \text{ (м/с)}$$

$$\text{Удельная работа компрессора } l = i_2 - i_1 = 465 - 405 = 60 \cdot 10^3 \text{ (Дж/кг)}$$

Полезная мощность компрессора

$$N_{\text{полезн}} = l \cdot \dot{m} = 60 \cdot 10^3 \cdot 32 \cdot 10^{-5} = 19,2 \text{ (Вт)}$$

Сила электрического тока $I = 14,6 \text{ А}$

Электрическое напряжение $U = 220 \text{ В}$

$$\text{Потребляемая мощность } N_{\text{потр}} = I \cdot U = 14,6 \cdot 220 = 3212 \text{ (Вт)}$$

$$\text{КПД компрессора } \eta = \frac{N_{\text{полезн}}}{N_{\text{потр}}} = \frac{19,2}{3212} = 0,0059$$

$$\text{Степень повышения давления в компрессоре } \pi = \frac{P_2}{P_1} = \frac{10,2}{2,8} = 3,6$$

$$\text{Холодильный коэффициент } \varepsilon = \frac{q}{l} = \frac{148 \cdot 10^3}{60 \cdot 10^3} = 2,4$$

В результате расчета были получены:

Холодопроизводительность на испарителе

$$\dot{Q}_{\text{исп}} = q \cdot \dot{m} = 148 \cdot 10^3 \cdot 32 \cdot 10^{-5} = 47,4 \text{ (Вт)}$$

Холодопроизводительность на конденсаторе

$$\dot{Q}_{\text{конд}} = (i_2 - i_4) \cdot \dot{m} = (465 - 270) \cdot 32 \cdot 10^{-5} = 62,40 \text{ (Вт)}.$$

При использовании программы EEV Selection Advanced была построена схема автомобильного кондиционера (рис. 2), обеспечивающая требуемые параметры охлаждения автомобильного салона.

Рис. 2 Схема автомобильного кондиционера.

Получена схема автомобильного кондиционера с подробным значением температур и давлений на отдельных ее участках, что позволяет более точно провести требуемые расчеты, а также наглядно увидеть изменения, происходящие в работе автомобильного кондиционера [4]. Схема холодильной установки дает четкое представление о принципе действия машин разных моделей и типов [5].

Заключение

В ходе работы был осуществлен расчет параметров и конфигурации схемы автомобильного кондиционера с помощью программы EEV Selection, что обеспечивает возможность подбора конкретных узлов автомобильного кондиционера по полученным параметрам.

1. <https://www.carel.com/electronic-expansion-valve>.
2. Целигоров Н.А., Мафура Г.М., Целигорова Е.Н. Математические модели неопределенностей систем управления и методы, используемые для их исследования// «Инженерный вестник Дона», 2012, №4. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1277> (доступ свободный)
3. Tseligorov N., Tseligorova E., Mafura G. Robust absolute stability analysis of a temperature control system for an enclosed space//Проблемы оптимизации сложных систем. Труды 13-ой Международной Азиатской школы-семинара в рамках международной мультikonференции IEEE SIBIRCON 2017.
4. Ананьев В.А., Седых И.В. Холодильное оборудование для современных центральных кондиционеров. Расчеты и методы подбора: учеб. пособие – М.: Евроклимат, 2001. – 96 с.
5. Ананьев В.А., Балуева Л.Н., Гальперин А.Д. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика – М.: Евроклимат, 2001. – 416с. 3-е издание

Ковтунов А.И., Мямин С.В., Рыжова Д.Д., Рыжов С.В.**Исследование процессов высокотемпературного алитирования стали***Тольяттинский государственный университет
(Россия, Тольятти)**doi: 10.18411/lj-02-2019-128**idsp: ljjournal-02-2019-128***Аннотация**

Для формирования на сталях покрытий на основе алюминидов титана предложено алитировать погружением в расплаве интерметаллидов необходимого химического состава. Проведены исследования процессов высокотемпературного алитирования стали в расплавах интерметаллидов системы железо-алюминий с содержанием алюминия 30-60%. Установлено влияние химического состава расплава на состав покрытий и его твердость.

Ключевые слова: железо, алюминий, интерметаллидные сплавы, покрытие, фазовый состав, расплав, активирующий флюс

Abstract

For the formation on the steel of coatings based on titanium aluminides invited to ultraroute immersion in the melt of intermetallic compounds of the required chemical composition. Conducted research of processes of high-temperature aluminizing of steels in molten intermetallic compounds of the system iron-aluminium with aluminium content of 30-60%. The influence of the chemical composition of the melt on the composition of the coating and its hardness.

Keywords: iron, aluminum, intermetallic alloys, coating, phase composition, melt, activating flux

Введение

Железо с алюминием образует ряд интерметаллидных фаз, которые отличаются достаточно высокой твердостью, коррозионной стойкостью и жаростойкостью до 950°C [1-4]. Однако, следует отметить, что все интерметаллидные системы железо-алюминий отличаются высокой хрупкостью, особенно при комнатной температуре. Хрупкость этих соединений объясняется их сложным кристаллическим строением, наличием ковалентной или ионной связи [5]. Вследствие этого, для изготовления деталей сплавы на основе интерметаллидных фаз системы железо-алюминий применяются весьма ограничено.

В качестве же покрытий на стальных изделиях интерметаллидные сплавы системы железо-алюминий широко применяются. Наиболее применимы три способа алитирования: газотермическое напыление с последующим диффузионным отжигом; алитирование погружением с последующим диффузионным отжигом и порошковое алитирование. В двух первых способа предварительно на стали получают алюминиевое покрытие, а затем при длительном диффузионном отжиге слой интерметаллида. Порошковое алитирование проводят при длительном отжиге 4-20ч в смеси порошков алюминия и оксида алюминия [2]. Все эти способы из-за длительного отжига трудоемки и энергозатратны.

С целью повышения производительности и снижения трудоемкости процессов алитирования было предложено формировать покрытия на стальных изделиях погружением в расплав интерметаллида необходимого химического состава.

Методика исследования

Для исследования процессов формирования покрытий системы железо-алюминий использовали стальные пластины 25х50 мм толщиной 1 мм. Пластины предварительно обезжиривали и подвергали травлению. Для смачивания расплавом и формирования адгезионной связи с интерметаллидом пластины покрывали слоем натриевого криолита, который широко применяется при пайке, сварке, литье алюминия и получения слоистых композиционных материалов с алюминием и алюминидами [6,7].

Плавку интерметаллидных сплавов системы железо-алюминий с содержанием алюминия 30, 40, 49, 55, 60%, что соответствовало области существования фаз: FeAl, ϵ , FeAl₂, Fe₂Al₅, FeAl₃ [8,9], вели в индукционной установке СЭЛТ-001-15/44-Т с графитовым тиглем. В качестве шихтовых материалов использовали сталь 20 и алюминий А7. Плавку вели подслоем покровного флюса на основе натриевого криолита. Пластины, покрытые слоем активирующего флюса, окунали в расплав интерметаллида при температуре 1350-1400°C и выдерживали не более 10с. При большей выдержке сталь активно растворяется в расплаве.

Исследования структуры и химического состава проводились методами растровой электронной микроскопии в условиях ОАО «АВТОВАЗ» на комплексе сканирующего электронного микроскопа LEO 1455 VP (ZEISS, Германия) с блоками рентгеновского энергетического спектрометра INCA Energy-300 и рентгеновского волнового спектрометра INCA Wave-500. Микротвердость покрытия определяли с помощью микротвердомера ПМТ-3.

Результаты исследования

Проведенные исследования показали, что предложенная технология позволяет формировать покрытия удовлетворительного качества с хорошей адгезионной связью покрытия с основным металлом (рисунок 1, рисунок 2).

Металлографический анализ показал, что покрытие имеет крупнозернистое строение. Зерна вытянуты от границы к внешней поверхности покрытия (рисунок 2). В покрытии встречаются одиночные поры размером до 5мкм. Толщина покрытия составляла 75-150 мкм. Максимальная толщина покрытия наблюдалась в образцах, полученных окунанием в расплав с содержанием алюминия 40-55%.

Микрорентгеноспектральный анализ показал, что химический состав покрытий, полученных по предложенной технологии погружением в перегретый интерметаллидный расплав, значительно не зависит от содержания алюминия в расплаве. Содержание алюминия в покрытиях всех образцов изменялось в пределах 7-31%. Содержание алюминия уменьшалось от поверхности покрытия до границы раздела основного металла и покрытия. Фазовый состав покрытия, исходя из химического состава, изменяется по толщине от α_2 (FeAl) - фазы до α - фазы (твердого раствора алюминия в железе) [8,9].

Поверхность основного металла вследствие диффузии алюминия в сталь насыщена алюминием. Содержание алюминия при этом не превышало 0,5%.

Микротвердость покрытия изменяется от 550 до 350 кгс/мм², что соответствует твердости фаз FeAl и Fe₃Al [8,9].

Рисунок 1. Образец с интерметаллидным слоем: 1-сталь 20; 2 – активирующий флюс; 3- интерметаллидное покрытие

Электронное изображение 1

Название спектра	Al	Fe	Сумма
Спектр 1	30.79	69.21	100.00
Спектр 2	29.61	70.39	100.00
Спектр 3	26.20	73.80	100.00
Спектр 4	22.09	77.91	100.00
Спектр 5	17.10	82.90	100.00
Спектр 6	10.85	89.15	100.00
Спектр 7	0.19	99.81	100.00
Спектр 8	0.24	99.76	100.00

Рисунок 2. Структура и химический состав покрытия

Выводы:

1. Высокотемпературное алитирование стали погружением в расплав интерметаллидов системы железо-алюминий позволяет формировать покрытие толщиной от 75-150 мкм и твердостью от 550 до 350 кгс/мм² с хорошей адгезионной связью с основным металлом.

2. Химический состав покрытия, как показали исследования, не зависит от химического состава расплава интерметаллида. Содержание алюминия в покрытии по сечению изменяется от 31 до 7%.

1. Источник №1: Рябов В. Р. Алитирование стали. - М.: Металлургия, 1973. – 240 с.
2. Источник №2: Ильин В.А., Панарин А.В. Аллюминиевые покрытия и способы их получения/В.А. Ильин, А.В.Панарин// Авиационные материалы и технологии. №4, 2014. С.37 – 42
3. Источник №3: Ковтунов А.И., Чермашенцева Т.В. Исследование эксплуатационных свойств наплавленных сплавов на основе системы железо-алюминий/ А.И.Ковтунов, Т.В. Чермашенцева// Вопросы материаловедения. №3, 2012. С.91 – 96.
4. Источник №4: Ковтунов А.И., Сидоров В.П., Бородин М.Н., Чермашенцева Т.В.. О возможности использования наплавов системы железо-алюминий в качестве износостойких покрытий// Тяжелое машиностроение./№12. с.12 – 13. 2007г.
5. Источник №5: Колачев Б.А., В.И. Елагин, Ливанов В.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. М.: МИСИС, 2005. – 432 с.

6. Источник №6: Ковтунов, А.И., Мямин, С.В. Жидкофазные способы производства слоистых композиционных материалов: монография/ А.И. Ковтунов, С.В.Мямин. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2016. – 136 с.
7. Источник №7: Шашкин О.В. Вакуумная контейнерная пайка титановых и титано - алюминиевых конструкций припоями на основе алюминия: дис. канд. тех. наук: (27.10.2006)/ Шашкин Олег Валентинович; ТГУ – Тольятти., 2006. – 164 с.
8. Источник №8: Диаграммы состояния двойных и многокомпонентных систем на основе железа. Банных О. А., Будберг П.Б., Алисова С. П. и др. Металлургия, 1986 г. – 440 с.
9. Источник №9: Лякишев, Н.П. Диаграммы состояния двойных металлических систем: Справочник: В 3т.: Т.1/ Под общ. Ред. Н.П. Лякишева.-М.: Машиностроение, 1996. – 992 с.

Ложкин М.А., Кербель В.А., Канавалов И.А., Третьяков А.А.
Современные технологии автоматизации процесса производства пигмента
красного «Ж»

*Тамбовский государственный технический университет
(Россия, Тамбов)*

doi: 10.18411/lj-02-2019-129

idsp: ljjournal-02-2019-129

Аннотация

Предложен подход к построению многоуровневой распределенной автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) производства пигмента красного «Ж». Представлена структура АСУ ТП, построенной с использованием «интеллектуальных» датчиков и исполнительных механизмов с развитыми сетевыми возможностями.

Ключевые слова: пигмент красный, автоматизированная система управления, SCADA-система.

Abstract

An approach to the construction of a multi-level distributed automated process control system (ACS TP) for the production of red pigment “Ж” is proposed. The structure of the automated process control system, built using “intelligent” sensors and actuators with advanced networking capabilities, is presented.

Key words: pigment red, automated control system, SCADA system.

Пигменты широко применяются для различных отраслей промышленности – производства лакокрасочных материалов (водных, алкидных, порошковых красок), пластмасс (для полиэтилена, ПВХ, полистирола, резины), полиграфических красок, средства защиты растений и др. Спрос на отечественные пигменты в последнее время значительно возрос в связи с отказом от импортных аналогов в условиях импортозамещения.

Пигмент красного «Ж» применяется в лакокрасочной промышленности для изготовления малярных красок общего назначения, художественных красок, а также для производства алкидных эмалей.

Процесс производства пигмента красного «Ж» относится к сложным многостадийным технологическим процессам. Поддержание технологических параметров в рамках заданных диапазонов, в условиях совокупности возмущающих внешних воздействий возможно только посредством высокоэффективных систем автоматического управления (САУ).

Эффективное решение данной задачи возможно только при использовании современных средств управления и принципов построения автоматизированных систем с использованием современных сетевых технологий.

В течение многих лет системы управления строились по централизованной схеме на базе одного мощного вычислительно-управляющего устройства с большим количеством кабелей, посредством которых осуществлялось подключение датчиков и исполнительных механизмов. Подобная схема имеет не мало недостатков: высокие

затраты на кабельную сеть и вспомогательное оборудование, сложный монтаж, низкая надежность и большие сложности расширения и модернизации.

В настоящее время благодаря повышению эксплуатационных характеристик оборудования и активному внедрению промышленных сетей, увеличивается доля распределенных систем управления (рисунок 1), построенных на базе цифровых промышленных сетей.

Широкому распространению распределенных АСУ ТП способствует использование микропроцессоров на нижнем уровне управления в составе «интеллектуальных» датчиков и исполнительных механизмов. Связь с такими устройствами осуществляется посредством промышленной сети, завязанной на контроллерах. Помимо этого, встроенные в устройства микропроцессоры позволяют датчикам производить самодиагностику, калибровку, а так же, в некоторых случаях, поверку [1].

Рисунок 1 - Современная распределенная АСУ ТП:

Д- датчики, НП- нормирующие преобразователи, ЛК - локальные контроллеры, ИМ- исполнительные механизмы, РО – регулирующие органы, СО – станция оператора

Структура АСУ ТП производства пигмента красного «Ж», построенной, с использованием «интеллектуальных» датчиков и исполнительных механизмов со встроенными микропроцессорами, представлена на рисунке 2.

Рисунок 2 - АСУ ТП на базе «интеллектуальных» датчиков и исполнительных механизмов: ИД – «интеллектуальные датчики», ИИМ – «интеллектуальные исполнительные механизмы», ПЛК – контроллеры

АСУ ТП на базе «интеллектуальных» датчиков и исполнительных механизмов отличаются:

- повышение надежности системы управления;
- существенная экономия кабельной продукции;
- легкость тестирования и отладки;
- гибкость и модифицируемость.

Нижний уровень такой системы управления образуют «интеллектуальные» датчики и исполнительные механизмы, программируемые логические контроллеры (ПЛК). ПЛК в системе управления выполняют: сбор сигналов от датчиков; предварительную обработку сигналов; реализацию алгоритмов управления и формирование управляющих сигналов на исполнительные механизмы объекта управления; прием и передачу информации из промышленной сети. При разработке прикладного программного обеспечения для контроллеров следует руководствоваться международным стандартом на языки программирования контроллеров IEC – 61131-3.

Верхний уровень системы управления реализован в виде станции оператора с реализованным на ней автоматизированным рабочим местом (АРМ). Станция оператора, как правило, представляет собой PC совместимый промышленный компьютер с операционной системой семейства Windows, при этом стандартным механизмом взаимодействия программного обеспечения АСУ ТП признан стандарт OPC (OLE for Process Control), который основан на объектной модели COM/DCOM фирмы Microsoft.

Основу программного обеспечения АРМ составляют SCADA системы, реализующие все основные функции визуализации измеряемой и контролируемой информации, выделение аварийных и предаварийных ситуаций, передачи данных и команд на нижний уровень системы управления [2].

Следует отметить, что при создании современных АСУ ТП наблюдается тенденция к мировой интеграции и унификация технических решений на основе открытых стандартов в области автоматизации. Основное требование к современным АСУ ТП – это открытость системы. Система считается открытой, если для нее определены и описаны используемые интерфейсы и форматы данных, что позволяет подключать к ней «внешние» независимо разработанные компоненты.

Предложенный подход к построению распределенной системы управления технологическим процессом производства пигмента красного «Ж» с использованием современных открытых стандартов автоматизации позволит повысить экономическую и технологическую эффективность, а также безопасность данного производства.

1. Елизаров, И.А. Промышленные вычислительные сети: учебное пособие/ И.А. Елизаров, П.М. Оневский, В.А. Погонин, А.А. Третьяков. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 152с.
2. Интегрированные системы проектирования и управления. SCADA-системы: учебное пособие / И.А. Елизаров [и др.]. - Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. - 160 с.

Марчук Н.И., Максимов А.В., Прасоленко Е.В., Ширьев Т.Т.
Оптимизации топологии конструкций с использованием ПК ANSYS

*Сибирский Федеральный университет
(Россия, Красноярск)*

doi: 10.18411/lj-02-2019-130

idsp: ljjournal-02-2019-130

Аннотация

В статье дается общее представление топологической оптимизации для линейно-упругих конструкций и рассматривается решение задач оптимизации топологии конструкций на базе программного комплекса (ПК) ANSYS. В качестве примеров решены задачи топологической оптимизации сплошной однопролетной балки при действии

сосредоточенных сил и пластины (балки-стенки) под действием распределенной нагрузки.

Ключевые слова Топологическая оптимизация, топологическая форма, целевая функция, метод оптимального критерия

Abstract

The article provides a general presentation of topological optimization for linear-elastic structures and considers the solution of problems of optimization of the structure topology based on the ANSYS software complex (PC). As examples problems of topological optimization of a continuous single-span beam under the action of concentrated forces and a plate (beam-wall) under the action of a distributed load are solved.

Keywords: Topological optimization, topological form, criterion function, method of optimum criterion.

Оптимизация топологии конструкций и сооружений является важной категорией структурной оптимизации, используемой в стадии проектирования. Как правило, задачей оптимизации топологии является нахождение возможно оптимального распределения материала в проектируемой конструкции, в пределах области, занимаемой оптимизируемой структурой. Суть оптимизация заключается в определении оптимальной топологии рассматриваемой конструкции. Топологическая оптимизация является видом оптимизации формы конструкции, иногда именуемой оптимизацией компоновки. Цель топологической оптимизации состоит в определении лучшего использования материала для исследуемого объекта или конструкции, так, чтобы целевая функция (например, общая жесткость или собственная частота) имели максимальное или минимальное значение при наличии существующих ограничений (таких, например, как уменьшение объема). В отличие от традиционной оптимизации, топологическая оптимизация не требует указания параметров оптимизации (то есть независимых переменных, подвергаемых оптимизации) в явном виде. В топологической оптимизации параметром оптимизации является функция распределения материала по объему конструкции.

Топологическая оптимизация предполагает, что материал оптимизируемой конструкции является пористым и при этом решается задача оптимизации относительно степени пористости. Область конструкции при этом определяется как пространство, внутри которого должна поместиться оптимизируемая конструкция.

Общая формулировка проблемы оптимизации заключается в сведении к минимуму или максимуму функции цели в зависимости от заданных ограничений.

Таким образом, после задания исходных данных рассматриваемой конструкции, в ПК ANSYS, выполняется поиск рациональной формы и эффективного распределения материала конструкции, то есть, определяется основная структура конструкции в соответствии с направлением силовых потоков, возникающих от заданной нагрузки и граничных условий.

Метод топологической оптимизации рационально использовать на начальных этапах проектирования конструкций, с целью выбора рациональной структуры проектируемой конструкции.

Для решения задач топологической оптимизации при действии на конструкцию одного нагружения используется метод оптимального критерия (ОС), при нескольких нагружениях - метод последовательного выпуклого программирования (SCP).

В качестве простейших примеров рассмотрены задачи топологической оптимизации следующих конструкций.

Однопролетная балка при действии сосредоточенной силы $P = 12$ кН, приложенной посередине балки сверху и снизу и семи сосредоточенных сил $P = 80$ кН в пролете по верху балки (рис. 1а, 3а). Исходные данные: размеры балки - $L = 18$ м, $B = 2,5$ м, толщина балки $t = 0,25$ м, материал бетон В30.

Для аппроксимации конструкций использовался плоский, 8-узловой элемент PLANE 82 и оболочечный конечный элемент SHELL 93. В качестве критерия топологической оптимизации принималось достижение максимальной жесткости конструкции при заданном уменьшении объема материала.

Полученные результаты топологической оптимизации представлены на рис. 1,3,4 в виде топологических форм при уменьшении объема материала на 70% (1-соответствует наибольшей плотности материала, 0–отсутствию материала).

Решение задач выполнялось методом оптимального критерия.

Рис. 1. а - конечно-элементная модель балки; б - окончательная топологическая форма конструкции при уменьшении объема материала конструкции на 70%.

Рис.2. График изменения объема балки по итерациям (при силе сверху) при уменьшении объема на 70%

Как видно из полученных результатов, топологические формы однопролетной балки (рис.1, б) образуют сквозную конструкцию, приближающуюся по своей структуре к ферме, соответствующей схеме приложения внешней нагрузки.

Согласно графика (рис.2) для решения данных задач топологической оптимизации понадобилось от 37 итераций метода оптимального критерия.

Рис. 3. а - заданная конечно-элементная модель однопролетной балки; б - топологическая форма конструкций при уменьшении объема балок на 70% с шарнирно подвижными и шарнирно неподвижными опорами

Сравнивая топологические формы однопролетной балки при балочных и арочных опорах рис. 3 б - видим их существенное отличие, при этом последняя имеет вид арки.

Стеновая панель (балка-стенка) размером 3х3м, толщиной $t = 0,3$ м, жестко заземленная по боковым сторонам и основанию, загружена равномерно распределенной нагрузкой $q = 200$ кН/м (рис. 12а). Материал - бетон В 30.

Рис. 4 а – расчетная схема балки-стенки; б - окончательная топологическая форма конструкции при различном уменьшении объема (от 30-80%).

Как видно из картин топологических форм (рис. 1, 3, 4) полученных окончательных проектов рассмотренных конструкций, хорошо просматриваются места с наибольшим и наименьшим распределением материала, т.е. осто́в (скелет) полученной конструкции, соответствующий действующей на него нагрузки и граничным условиям.

1. Bendsoe, Martin P. Topology Optimization: Theory, methods and applications / Martin P. Bendsoe, Ole Sigmund. - Germany: Springer, 1995. - 370 с.
2. ANSYS 11. Theory Reference. ANSYS Inc., 2006.
3. Васильков, Г.В. Становление структуры несущих систем в процессе проектирования / Г.В. Васильков, М.Ю. Иванов // Строительная механика и расчет сооружений, №2, 2008. с. 27-35.
4. Mallika. A1, Ramana Rao N. Topology optimization of cylindrical shells for various support Conditions N.V2 international jornal of civil end structural engineering Volume 2, No 1, 2011.
5. Яров. В.А. Проектирование круглых монолитных плит перекрытий рациональной структуры с использованием топологической и параметрической оптимизации /В.А. Яров, Е.В. Прасоленко// Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета, №3, 2011. с. 89-102.

Марчук Н.И., Фроловская А.В., Прасоленко Е.В., Шириев Т.Т., Беянина Т.А.
Расчет многоэтажного здания на прогрессирующее обрушение

*Сибирский Федеральный университет
(Россия, Красноярск)*

doi: 10.18411/lj-02-2019-131

idsp: ljjournal-02-2019-131

Аннотация

В статье рассматривается расчет 25 этажного монолитного железобетонного здания на прогрессирующее обрушение с использованием ПК SCAD. Исследуется три наиболее опасных сценария разрушения несущих элементов. По полученным результатам выбраны способы усиления здания с помощью связевых этажей и дана качественная оценка их влияния на устойчивость к прогрессирующему обрушению.

Ключевые слова: прогрессирующее обрушение; локальное повреждение, отказ колонны, качественная оценка, связевой (аутригерный) этаж.

Abstract

The article provides a calculation of a 25-storey monolithic reinforced concrete building on the progressing collapse with use of the PC SCAD. The three most dangerous scenarios of destruction of the elements are investigated. According to the results there was a description of ways to strengthen of the building by binding floors and the article provided a qualitative assessment of their influence on resistance to the progressing collapse.

Keywords: the progressing collapse; local damage, refusal of a column, qualitative assessment, binding (autrigerny) floors.

Значительный интерес к прогрессирующему обрушению связан с большими экономическими потерями и социальными негативными последствиями. В связи с этим возрастает требование к надежности несущих конструкций многоэтажных и высотных зданий и их проверка на сопротивляемость прогрессирующему разрушению в аварийных ситуациях. За аварийную ситуацию принимается полное разрушение одной из колонн или участка монолитной стены лестничной клетки, диафрагм жесткости или лифтовых шахт, в пределах высоты одного этажа. Обычно исследуют сопротивляемость прогрессирующему разрушению здания при возникновении аварийных ситуаций в нижних и подвальных этажах [1].

Нормами предусматривают расчет с использованием сертифицированных на территории РФ систем автоматизированного проектирования: Лира, SCAD и др.

Рассматривается 25 этажное монолитное железобетонное здание общежития, имеющее в плане крестообразную форму с размерами в плане 27,6х27,6 м, состоящее из надземной и подземной части. Высота этажа 2,8м. Внутренние колонны сечением 0,4х0,4 м, наружные колонны сечением 0,5х0,5 м, пилоны сечением 0,4х1,9 м.

Несущие вертикальные конструкции дома – монолитные колонны и диафрагмы, выполненные на всю ширину здания. Диафрагмы толщиной 0,22 м. жестко связаны с колоннами. Толщина междуэтажных плит перекрытий 0,18 м.

По периметру здания выполнены монолитные контурные ригели жесткости высотой 0,4 м.

Толщина наружных самонесущих кирпичных стен, опирающихся на перекрытия 0,25 м.

Наружные стены подвала монолитные толщиной 0,3 м. Перекрытие подземной части монолитное железобетонное толщиной 0,18 м. Все конструкции из бетона – В30.

Геометрическая и конечно-элементная пространственная модель здания создана в расчетном программном комплексе (ПК) SCAD [2] с использованием программного модуля Форум.

Горизонтальные и вертикальные распределенные конструкции здания моделировались конечными элементами – тонкие плиты. Колонны и ригели аппроксимированы пространственными стержневыми элементами.

Для плит перекрытия и несущих стен диафрагм жесткости размер сеточной области составляет $0,5 \times 0,5$ м, а в местах присоединения колонн к плитам перекрытия выполнено местное сгущение конечно-элементной сетки. Разработанная конечно-элементная модель здания состоит из 146487 элементов.

Рисунок 1. –Конечно-элементная модель 25 этажного здания

Вначале для определения напряженно-деформированного состояния конструкции в нормальных условиях эксплуатации был выполнен статический линейный расчет здания в ПК SCAD на действие постоянной, кратковременной, снеговой и ветровой нагрузок. По полученным результатам прочностного анализа выполнен подбор арматуры в элементах железобетонных конструкций.

Затем, используя режим «прогрессирующее разрушение» [2], расчетом на особое сочетание нагрузок, включающее постоянные и временные длительные нагрузки, а также воздействие гипотетических локальных разрушений несущих конструкций здания, проверяется устойчивость здания против прогрессирующего обрушения. При этом для учета динамического эффекта, возникающего при мгновенной утрате несущего элемента, коэффициент динамичности по нагрузке принимается равный двум.

Для расчета на прогрессирующее обрушение рассматривается три наиболее опасных сценария разрушения несущих элементов, отмеченных на плане подвального этажа крестиком, получаемые на базе рассматриваемого монолитного каркасного 25-этажного здания с поочередным удалением колонн (рисунок 2.).

Результаты расчета на прогрессирующее обрушение представлены на рисунках 3-5 с использованием трехцветной цветовой шкалы [2] (элементы разделяются по цвету на работающие, у которых значение максимального по величине коэффициента использования ограничений $K_{\max} < 1$ – по умолчанию для них принят зеленый цвет, вышедшие из строя элементы, $K_{\max} \geq 1$ – красный цвет и третий цвет – по умолчанию желтый, используется для указания элементов, попавших в интервал неопределенности, которые, по мнению расчетчика, с одинаковой вероятностью могут быть отнесены и к вышедшим из строя, и к работающим элементам).

Рисунок 2– План подвального этажа (места расположения удаляемых колонн обозначены кругом и крестиком).

Рисунок 3–Результаты расчета на прогрессирующее обрушение сценария №1 с удаленной угловой колонной подвального этажа в осях В-3

Рисунок 4—Результаты расчета на прогрессирующее обрушение сценария №2 с удаленной колонной подвального этажа в осях Б-6

Рисунок 5—Результаты расчета на прогрессирующее обрушение сценария №3 с удаленной колонной подвального этажа в осях И-8

Выполненные расчёты показывают устойчивость большей части 25 этажного здания, для каждого из рассмотренных сценариев отказа несущих элементов к прогрессирующему обрушению, при этом имеет место локальные разрушения частей здания над удаляемой колонной, которые уменьшаются и затухают с увеличением расстояния по высоте от удаляемой колонны.

Для уменьшения влияния прогрессирующего обрушения необходимо усиление несущих конструкций здания. При этом было рассмотрено два варианта конструктивных решений по усилению многоэтажного здания в виде устройства связевых (аутригерных) этажей, рассматриваемых в [3]. В первом варианте связевой этаж размещается на 12 этаже здания, во втором - на 25-ом - техническом этаже (рисунок 6).

Применение связевых этажей позволяет снизить вертикальные перемещения, локализовать зоны повреждений, перераспределить усилия поврежденного здания и реализовать пластические свойства железобетона [3], при отказе одного из конструктивных элементов.

Рисунок 6 – Расчетные схемы 25 этажного здания со связевым этажом;
а – в уровне 12-го этажа; б – в уровне 25-го этажа;

Связевый (аутригерный) этаж в уровне 25-го этажа представляет собой жесткий блок, состоящий из монолитной сплошной (без проемов) диафрагмы толщиной 0,16 м из бетона класса В30, в уровне 12-го этажа состоит из монолитной диафрагмы такой же толщины, только с проемом (рисунок 7 а, б).

Рисунок 7 – Схемы связевых этажей в виде жестких блоков:
а – в уровне 12-го этажа; б – в уровне 25-го этажа/

Результаты расчета на прогрессирующее разрушение с применением связевых этажей представлены на рисунках 8-11.

Рисунок 8 – Результаты расчета на прогрессирующее обрушение с жестким блоком в уровне 12-го этажа при удалении колонны в осях В-3

Рисунок 9– Результаты расчета на прогрессирующее обрушение с жестким блоком в уровне 25-го этажа при удалении колонны в осях В-3

Рисунок 10– Результаты расчета на прогрессирующее обрушение с жестким блоком в уровне 25-го этажа при удалении колонны в осях Б-6

Рисунок 11– Результаты расчета на прогрессирующее обрушение с жестким блоком в уровне 25-го этажа при удалении колонны в осях И-8

Выполненные расчеты 25 этажного здания с различными вариантами усиления связевыми этажами в виде жестких блоков показывают, что при усилении здания в уровне 12-го этажа последствия прогрессирующего разрушения уменьшаются по сравнению с вариантом без усиления (рисунки 3,8), но при этом незначительно отличаются от варианта усиления на 25-м этаже здания (рисунок 8, 9 – при отказе угловой колонны). Аналогичные результаты имеют место и при других сценариях отказа колон. Для рассматриваемого многоэтажного здания более предпочтительным является вариант усиления здания с расположением жесткого блока в уровне 25-го, технического этажа, поэтому результаты расчетов на прогрессирующее обрушение для сценариев №2, №3 приведены для варианта технического связевого этажа (рисунок 10, 11).

Для схем прогрессирующего обрушения по 2-му и 3-му сценариям имеет место уменьшения зоны обрушения здания (рисунок 4,5,10,11).

Анализ результатов работы рассмотренных моделей прогрессирующего разрушения многоэтажного здания, выполненной в ПК SCAD, позволяют получить качественную оценку устойчивости здания к прогрессирующему обрушению, спрогнозировать объемы разрушений, сопоставить наиболее опасные сценарии обрушения с целью выявления слабых мест конструкции для их дальнейшего усиления.

1. Рекомендации по защите высотных зданий от прогрессирующего обрушения. М., 2006. - 34 с.
2. Карпиловский В.С., Криксунов Э. З., Маляренко А.А., Фиалко С. Ю., Перельмутер А. В., Перельмутер М.А. Вычислительный комплекс SCAD M.: Издательство «СКАД СОФТ». 2006. С. 309-311.
3. Алмазов В.О., Кхой Као Зуй. Динамика прогрессирующего разрушения монолитных многоэтажных каркасов: монография / В.О.Алмазов, Кхой Као Зуй. – Москва: АСВ, 2013. – 128 с.

Шамутдинов А.Х.

Разработка математической модели колебаний оригинального манипулятора

*Омский автобронетанковый инженерный институт
(Россия, Омск)*

doi: 10.18411/lj-02-2019-132

idsp: ljjournal-02-2019-132

Аннотация

В работе изложена разработка математической модели динамики колебаний оригинальной части манипулятора на основе использования энергии деформации его приводов, представленных в виде стержней, и составлена система дифференциальных уравнений колебаний в матричном виде. Составлена расчетная схема оригинальной части манипулятора и на основе классических уравнений динамики системы составлено выражение для определения кинетической и потенциальной энергий манипулятора. Предложенная методика динамики колебаний манипулятора позволяет на предварительном, теоретическом, этапе представить математическое описание поведения системы и оценки его динамических характеристик, в частности собственных частот колебаний.

Ключевые слова и фразы: жёсткость стержня; кинетическая и потенциальная энергия; матрица инерции и жёсткости; оригинальная часть манипулятора; теорема Кёнига; энергия деформации.

Abstract

The paper describes the development of a mathematical model of the oscillation dynamics of the original part of the manipulator based on the use of the deformation energy of its drives, represented in the form of rods, and a system of differential equations of oscillations in a matrix form is composed. A design diagram of the original part of the manipulator was compiled and an expression for determining the kinetic and potential energies of the manipulator was compiled on the basis of the classical equations of system dynamics. The proposed methodology for the dynamics of oscillations of a manipulator makes it possible to present at a preliminary,

theoretical stage a mathematical description of the behavior of the system and the evaluation of its dynamic characteristics, in particular, the natural oscillation frequencies.

Keywords: rod stiffness; kinetic and potential energy; inertia and stiffness matrix; original part of the manipulator; Koenig theorem; strain energy.

Для разработки математической модели динамической системы рассмотрим оригинальную часть манипулятора (ОЧМ) [1 – 2] (рис. 1). Данный фрагмент состоит из большого количества деталей, связанных между собой различными типами связей. При составлении расчетной схемы динамической системы приняты следующие допущения:

- 1) Зазоры в подвижных соединениях не учитываем.
- 2) Подвижную и неподвижную платформы считаем недеформируемыми, деформируемыми являются три опоры (приводы).
- 3) Начало координат выбрано в геометрическом центре неподвижной платформы.
- 4) Положение центра масс может быть изменено (вытягивание или сокращение приводов). Эти изменения учитываем заданием расстояния до центра тяжести подвижной платформы X, Y, Z .
- 5) При вычислении потенциальной энергии системы не учитываем силы веса, т.е. принимаем потенциальную энергию в положении статического равновесия равной нулю.

При этих допущениях рассматриваются колебания по трем координатным направлениям, и расчетная схема динамической системы ОЧМ может быть представлена в следующем виде (рис. 1). По теореме Кёнига [3], кинетическая энергия подвижной платформы:

$$T = \frac{1}{2} \left[\sum_1^n m_i (\dot{x}^2 + \dot{z}^2) + \sum_1^n J_i \omega_i^2 \right], \quad (1)$$

где $y = 0$, m_i и J_i – массы и моменты инерции.

$$\dot{X}^2 = (Y_{O_1} \cdot \dot{q}_3)^2, \quad \dot{Y}^2 = 0, \quad \dot{Z}^2 = (X_{O_1} \cdot \dot{q}_1 + X_{O_1} \cdot \dot{q}_2 + X_{O_1} \cdot \dot{q}_3)^2,$$

где q_i – перемещения приводов.

Рис. 1. Динамическая система оригинальной части манипулятора:

1 – Основание; 2 – Наклонная платформа; 3 – Опорно-поворотное устройство; 4 – Рабочий стол; a, b, c – Приводы (гидроцилиндры)

Так как координатные оси выбраны как главные оси инерции, то все центробежные моменты инерции обращаются в нуль и выражение кинетической энергии системы (1) будет:

$$T = \frac{1}{2} \cdot [m \cdot (Y_{O_1} \cdot \dot{q}_3)^2 + (X_{O_1} \cdot \dot{q}_1 + X_{O_1} \cdot \dot{q}_2 + Y_{O_1} \cdot \dot{q}_3)^2] + J_X \cdot \dot{q}_4^2 + J_Y \cdot \dot{q}_5^2 + J_Z \cdot \dot{q}_6^2. \quad (2)$$

Потенциальная энергия данного механизма определяется, как энергия деформации трех опор и представлена выражением:

$$\sum_{i=1}^{n=3} \Pi_i = \sum_{i=1}^{n=3} \frac{c_i \cdot \Delta S_i^2}{2} = \frac{1}{2} \cdot (c_1 \cdot \Delta S_1^2 + c_2 \cdot \Delta S_2^2 + c_3 \cdot \Delta S_3^2), \quad (3)$$

где c_i – жесткость i -го стержня; ΔS_i – деформация i -го стержня, $n=3$ – количество стержней.

Деформация i -го стержня (рис. 2) будет $\Delta S_i = S'_i - S_i$, где S'_i – длина стержня после деформации, S_i – длина стержня до деформации. По правилам аналитической геометрии $S_i'^2 = (X'_i - X_i)^2 + (Y'_i - Y_i)^2 + (Z'_i - Z_i)^2$,

$S_i'^2 = (X'_i + \Delta X_i - X_i)^2 + (Y'_i + \Delta Y_i - Y_i)^2 + (Z'_i + \Delta Z_i - Z_i)^2$ или раскрывая скобки, запишем:

$$\begin{aligned} S_i'^2 &= (X'_i - X_i)^2 + 2 \cdot (X'_i - X_i) \cdot \Delta X_i + \Delta X_i^2 + (Y'_i - Y_i)^2 + 2 \cdot (Y'_i - Y_i) \cdot \Delta Y_i + \Delta Y_i^2 + \\ &+ (Z'_i - Z_i)^2 + 2 \cdot (Z'_i - Z_i) \cdot \Delta Z_i + \Delta Z_i^2 = S_i^2 + 2 \cdot (X'_i - X_i) \cdot \Delta X_i + \Delta X_i^2 + \\ &+ 2 \cdot (Y'_i - Y_i) \cdot \Delta Y_i + \Delta Y_i^2 + 2 \cdot (Z'_i - Z_i) \cdot \Delta Z_i + \Delta Z_i^2, \end{aligned} \quad (4)$$

где X_i, Y_i, Z_i – координаты закрепления стержня (шарниров) на неподвижном основании, X'_i, Y'_i, Z'_i – координаты закрепления стержня (шарниров) на подвижной платформе.

В выражении (4), пренебрегая переменными второго порядка малости $\Delta X_i^2, \Delta Y_i^2$ и

ΔZ_i^2 , запишем: $S_{1i}^2 - S_i^2 = 2 \cdot (X'_i - X_i) \cdot \Delta X_i + 2 \cdot (Y'_i - Y_i) \cdot \Delta Y_i + 2 \cdot (Z'_i - Z_i) \cdot \Delta Z_i$. Принимая

во внимание что $S_{1i} = S_i + \Delta S_i$ имеем

$$\begin{aligned} S_{1i}^2 - S_i^2 &= (S_{1i} - S_i) \cdot (S_{1i} + S_i) = (2S_i + \Delta S_i) \cdot \Delta S_i, \\ 2S_i \cdot \Delta S_i + \Delta S_i^2 &= 2 \cdot (X'_i - X_i) \cdot \Delta X_i + 2 \cdot (Y'_i - Y_i) \cdot \Delta Y_i + 2 \cdot (Z'_i - Z_i) \cdot \Delta Z_i \end{aligned} \quad (5)$$

Преобразуя выражение (5) и пренебрегая переменными второго порядка малости ΔS_i^2 ,

получим:
$$\Delta S_i = \frac{(X'_i - X_i) \cdot \Delta X_i}{S_i} + \frac{(Y'_i - Y_i) \cdot \Delta Y_i}{S_i} + \frac{(Z'_i - Z_i) \cdot \Delta Z_i}{S_i} \quad (6)$$

Заменяя в выражении (6) $l_i = \frac{(X'_i - X_i)}{S_i}$, $n_i = \frac{(Y'_i - Y_i)}{S_i}$, $p_i = \frac{(Z'_i - Z_i)}{S_i}$ получим

$$\Delta S_i = l_i \cdot \Delta X_i + n_i \cdot \Delta Y_i + p_i \cdot \Delta Z_i, \quad (7)$$

где l_i, n_i и p_i – направляющие косинусы стержней S_i .

Подставляя выражения (7) в (3) определяется выражение для потенциальной энергии системы.

Рис. 2. Расчетная схема привода (стержня)

Используя (2) и (3), по классическим уравнениям Лагранжа II-го рода [3] найдём уравнения колебаний системы под действием приложенных усилий в матричном виде:

$$\|a\| \cdot \{\ddot{q}\} + \|c\| \cdot \{q\} = 0, \quad (8)$$

где $\|a\|$ – матрица коэффициентов инерции; $\|c\|$ – матрица коэффициентов жесткости.

Представляя частные решения уравнений (8) в виде гармонической функции

$$q_i = A_i \cdot \sin(kt + \beta), \text{ получим } \ddot{q}_i = -k^2 \cdot A_i \cdot \sin(kt + \beta) = -k^2 \cdot q_i. \text{ Обозначив } \lambda_i = \frac{1}{k_i},$$

$$\text{получим: } \lambda_i \{q\} = \|B\| \cdot \{q\}. \quad (9)$$

Раскрывая (9), получим частотное уравнение:

$$\lambda^6 - I_1 \lambda^5 + I_2 \lambda^4 - I_3 \lambda^3 + I_4 \lambda^2 - I_5 \lambda + I_6 = 0, \quad (10)$$

где I_i – миноры, которые получают из общего определителя системы путем вычеркивания i -й строки и j -го столбца. Решая полином (10) путем разложения, можно

найти все значения λ_i , а значит и собственные частоты: $k_i = \sqrt{\frac{1}{\lambda_i}}$.

1. Пат. №120599 РФ, МПК В25J1/00. Пространственный механизм / П.Д. Балакин, А. Х. Шамутдинов Заявка №2011153160/02, 26.02.2011. Оpubл. 27.09.2012, Бюл. №27.
2. Пат. №170930 РФ, МПК В25J1/00. Пространственный механизм с шестью степенями свободы / П.Д. Балакин, А. Х. Шамутдинов Заявка №2016115295, 19.05.2016. Оpubл. 15.05.2017, Бюл. №14.
3. Яблонский А.А. Курс теоретической механики. Ч.2. Динамика. – М.: Высшая школа, 1966. – 411 с.

Hovhannisyan A.T., Krmoyan N.M., Arzanyan R.G., Khachatryan V.H., Azatyan R.G.
Algorithm of machine calculation of magnetoelectric induction generator with the
change of the magnetic flux direction and the results of the research (III)

National Polytechnic University of Armenia
(Armenia, Yerevan)

doi: 10.18411/lj-02-2019-133

idsp: ljournal-02-2019-133

Abstract

Designed algorithm of machine calculation enables calculation and optimization of the parameters of magnetoelectric induction generator with the change of the magnetic flux direction. ZOHO software system was used, calculation process is in conversational mode, and the results are presented in numeric values.

Keywords: algorithm, permanent magnet, winding, induction, generator, voltage, autonomous, dialog mode, optimization.

Аннотация

Разработанный алгоритм машинного расчета позволяет рассчитывать и оптимизировать параметры с изменением направления магнитного потока магнитноэлектрического индукционного генератора. Использовалась программная система ZOHO, процесс расчета осуществляется в диалоговом режиме, а результаты представляются в числовых значениях.

Ключевые слова: алгоритм, постоянный магнит, обмотка, индукция, генератор, напряжение, автономный, режим диалога, оптимизация.

The structure, working principals, features of the magnetic system, main characteristics, and the principle of connecting with the load of the magnetoelectric induction generator (MIG) with change of the magnetic flux direction and also the calculating mathematical apparatus are presented in details in the previous publications of this journal.

Combining the opportunities of calculating technique and ZOHO software system, using a corresponding computer program algorithm of machine calculation (AMC) was designed. The operator calculates and develops the parameters of the MIG in a dialogue mode with the machine and gets the needed final information when changing the initial and elective parameters in forms of numerical values of the parameters [1].

Let's briefly describe the work of the AMC. When entering the corresponding address and password the first window opens on the screen of the computer, on the left side of which initial data is imported in the section "Initial data": the brand of the PM's material, ℓ_{PM} length of the PM, a_{PM} width of the PM, b_{PM} thickness of the PM, U_l value of the load's voltage amplitude, R_l resistance of the load, ℓ_{IW} length and h_{IW} height of the IW's window (Fig. 1).

According to the brand of PM's material the machine record corresponding parameters from the library: H_c coercion force, B_r remainig induction, $(BH)_m$ maximum value of the magnetic energy, or the operator imports the parameters in the right side of the window using a directory. In the same side of the window the value of ε and the Δ_{ss} step dimension of k 's change (Fig.1).

The letter notations on the windows are in Armenian.

Նախնական տվյալներ		Նախնական տվյալներ	
l շՄ *	0.022	l փ *	0.026
a շՄ *	0.011	h փ *	0.005
b շՄ *	0.023	B _r *	1.20
U _{բեռ} *	4	H _c *	48000
R _{բեռ} *	2.00	BH *	36000
		DeltaK _պ *	0.10
		Էպսիլոն *	1.10

Fig. 1. The window to enter the initial data and the elective values

After pressing the "Calculate" button on the bottom of the window the second window is opened where the initial data, chosen values and the calculated main results (ε EMF value

of IW, w number of IW's spirals, d_w diameter of the copper wire, r_{IW} active resistance of IW, I_{cl} calculating of the current in the IW-load chain, η energy conversion efficiency, P_{cl} calculating power of the load are presented in one line (Fig. 2).

Engine Creator

Уч-9.1 Graph MIG2

Հաշվարկ

Հաշվարկ *

1 - 2 of 2

	1 ՀԻՄ	a ՀԻՄ	b ՀԻՄ	l փ	h փ	B _r	H _c	BH	U _{բե}	R _{բե}	e	w	d	ԳՖաբ	I _{բե}	I	Էպոլիտ	Բեկու	ՕԳԳ
	0.022	0.011	0.023	0.026	0.005	1.43	876000	400000	4	2.00	4.8	66	0.83	0.09	2.00	2.30	1.10	10.6	95.7
	0.022	0.011	0.023	0.026	0.005	1.20	48000	36000	4	2.00	5.6	167	0.83	0.55	2.00	2.20	1.10	9.7	78.4

Fig. 2. The window of initial data, elective dimensions, and output results

In case if any of the values does not meet the conditions, an extra window shows a comment on the reason of that (is missing in the Fig. 2), according to which operator changes the parameters.

During the work operator checks the impact of the initial and elective values on the calculating parameters of MIG and makes corresponding decision. He\She can directly affect the final results of calculation depending on his\her professional knowledge and experience, and can “speak” to the computer during the calculation, compare and analyze the results and optimize the calculating parameters if needed.

K coefficient of EMF or d_w diameter of the copper wire can be manageable parameters in the AMC.

The controlled dimensions are S_{IW} calculating surface of the IW and the measurement of the flux, the relative value of which compared to the initial value should be greater than ε .

Targeted functions expressing the criteria of effectiveness can be P_{cl} calculating power of the load, η ECE, weight of IW's copper, etc. In our case as targeted functions P_{cl} and η were selected.

The problems of optimizing MIG's calculating parameters were formulated in the following way. To provide such a value of d_w diameter of copper wire that is a discrete variable and provides maximum values for P_{cl} and η keeping resulting, elective and limited data unchanged.

Some changes made in the mathematical apparatus are presented in the block scheme. The mathematical model of MIG's calculation and optimization problem looks as the following (k_l is the laying coefficient).

$$\bar{X} = (\text{parameters of PM and load}),$$

$$\varepsilon \leq \frac{I_{cl}}{I_l},$$

$$S = \ell_{IW} h_{IW} \geq \frac{\pi(d_w + \Delta_{iz})^2 w}{4k_l},$$

$$r_{IW}(d_w) \rightarrow \min,$$

$$P_{cl}(\bar{X}, r_{IW}) \rightarrow \max,$$

$$\eta(\bar{X}, r_{IW}) \rightarrow \max.$$

The block-scheme of AMC is in the Fig. 3.

Results of the research

First problem. The brand of the PM ЮН14ДК24, $H_c = 48 \cdot 10^3 A/m$, $B_r = 1.2T$, $(BH)_m = 36 \cdot 10^3 J/m^3$, $\ell_{PM} = 22mm$, $a_{PM} = 11mm$, $b_{PM} = 23mm$, $U_l = 4V$, $R_l = 20\Omega$, $\ell_{IW} = 22mm$, $h_{IW} = 8mm$, $\gamma = 85^\circ$, $\Delta_{ss} = 0.1$, $\varepsilon = 1.1$.

Calculations resulted in the following output data: $e_{IW} = 5.6V$, $w = 167$, $d_w = 0.83mm$, $r_{IW} = 0.55\Omega$, $I_{cl} = 2.2A$, $\eta = 78.4\%$, $P_{cl} = 9.7Watt$.

Fig. 3. Block-scheme of AMC

Second problem. The brand of the PM N52, $H_c=876 \cdot 10^3 \text{ A/m}$, $B_r=1,43 \text{ T}$, $(BH)_m=400 \cdot 10^3 \text{ J/m}^3$, $\ell_{PM}=22 \text{ mm}$, $a_{PM}=11 \text{ mm}$, $b_{PM}=23 \text{ mm}$, $U_\ell=4 \text{ V}$, $R_\ell=2 \text{ Ohm}$, $\ell_{IW}=22 \text{ mm}$, $h_{IW}=8 \text{ mm}$, $\gamma=85^\circ$, $\Delta_{ss}=0,1$, $\varepsilon=1,1$.

Calculations resulted in the following output data: $e_{IW}=4,8 \text{ V}$, $w=66$, $d_w=0,83 \text{ mm}$, $r_{IW}=0,09 \text{ Ohm}$, $I_{c\ell}=2,3 \text{ A}$, $\eta=95,7\%$, $P_{c\ell}=10,6 \text{ Watt}$.

Conclusion: Designed algorithm of machine calculation enables calculation, optimization of the parameters of MIG with the change of the magnetic flux direction, development of the structure by the change of initial and elective parameters being in a conversation mode with the machine. It is applicable in educational, engineering, and scientific research processes.

This work was supported by the RA MES State Committee of Science, in the frames of the research project «Electromagnetic systems» research base laboratory.

This work was supported by the RA MES Science Committee, in the frames of the research project № 18T-2B309.

1. Hovhannisyan A.T., Minasyan G.M., Melkonyan T.R., Yenoqyan K.R., Hovhannisyan A.A. An Automated Design System of a Flat Lifting Electromagnet // PROCEEDINGS OF THE REPUBLIC OF ARMENIAN NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES AND NATIONAL POLYTECHNIC UNIVERSITY OF ARMENIA, SERIES OF TECHNICAL SCIENCES, Volume 70, № 2, 2017.- P. 188-196.

Hovhannisyan A.T., Krmoyan N.M., Arzanyan R.G., Khachatryan V.H., Azatyan R.G.
Research of the magnetoelectric induction generator with the change of the magnetic flux value (2-I)

*National Polytechnic University of Armenia
 (Armenia, Yerevan)*

doi: 10.18411/lj-02-2019-134

idsp: lj-02-2019-134

Abstract

The structure and working principals of the magnetoelectric induction generator with change of the magnetic flux value have been investigated; the characteristics of the magnetic system have been discovered through modeling. The structure, the image of the magnetic field, electric schemes of replacement, and the main features of the generator are presented.

Keywords: research, induction, generator, voltage, autonomous, permanent magnet, winding.

Аннотация

Исследованы структура и принцип работы магнитоэлектрического индукционного генератора с изменением величины магнитного потока. С помощью моделирования выявлены особенности магнитной системы. Представлены конструкция, картины магнитного поля и электрические схемы замещения, а также основные характеристики генератора.

Ключевые слова: исследование, индукция, генератор, напряжение, автономный, постоянный магнит, обмотка.

Introduction

Overall, the main task of the magnetoelectric induction generator (MIG) is converting non-electric quantities (speed, force, etc.) to electric measures providing the needed electric power pressure; these generators are easily connected to external devices, are simple and accessible from structural and operational points of view. The sources of the magnetic field in the generator is a permanent magnet (PM) that enables MIG to be autonomous, hence excluding the use of extra power voltage source [1-3].

Problem settings and method justification

Fig. 1 illustrates the structure of the MIG with change of the magnetic flux value, where 1 and 2 are PMs, 3 is an induction winding (IW), 4 is a ferromagnetic anchor, 5 and 6 are components of the magnetic wire, 7 is the lever, 8 is the resisting spring, 9 is the working gap. The magnetic system is symmetric and the anchor is included in the IW.

Fig. 1. Structure of the MIG:

a) anchor's position is in initial state, b) anchor's position in working state

In order to analyze the magnetic field of the it was modeled by the program package FEM-4.2 [4]. Fig. 2 illustrates the magnetic field of the MIG: a) anchor's position is in initial state, b) anchor's position in working state.

Fig. 2. The image of the modeled magnetic field of the MIG:
a) anchor's position is in initial state, b) anchor's position in working state

In MIG's initial state the anchor is stretched because of electromagnetic force. The working gap is fully covered by the anchor and the magnetic flow in IW is maximum Φ_1 (Fig. 2a).

In order to induce electromotive force (EMF) in the IW we need to get a change of magnetic conductivity. That's why at the moment t_1 with an external force *the anchor is moved upwards* to the moment t_2 , *as a result a working gap appears* (Fig 1b). *The conductivity of MIG's magnetic system decreases. The magnetic flow in IW also decreases becoming Φ_2* (Fig. 2b).

Eliminating the external force (moment t_3) the lever gets back to the initial position by the influence of the resisiting spring and electromagnetic force (moment t_4).

In t_1 - t_2 period of time the working magnetic Φ_w flux changes its value from Φ_1 to Φ_2 , and e_1 EMF is induced in the IW. During t_3 - t_4 , Φ_w magnetic flux increases from Φ_2 to Φ_1 and e_2 EMF is induced in the IW.

The dimensions of the induced magnetic flux are calculated according to the Maxwell's second law.

$$e_1 = -w_{IW} \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{t_2 - t_1}, \quad e_2 = -w_{IW} \frac{\Phi_1 - \Phi_2}{t_4 - t_3}, \quad (1)$$

where w_{IW} is the number of springs in IW.

Fig. 3 illustrates the generalized form of the dependence of the working magnetic Φ_w and the induced e_{IW} EMF from t time.

The lifting of the nucleus is done by the influence of an external force, and the return by the influence of resiisting spring and the electromagnetic dragging force. The difference between those forces results in difference in duration of magnetic flux change, which also results in difference in amplitudes of EMFs ($\Delta_1 = t_2 - t_1 > \Delta_2 = t_4 - t_3$, $e_2 > e_1$). Δ_1 time period is instable, and Δ_2 is comparably stable.

Fig. 3. Dependence of the working magnetic Φ_w and the induced e_{iv} EMF from t time

4.

The electric scheme of the replacement of MIG's magnetic system is presented in Fig.

Fig. 4. Electric scheme of the replacement of MIG's magnetic system

The following notations have been used in the Fig. 4 F_{f1} and F_{f2} are correspondingly the sources of fake MMFs characterizing the PMs, R_{PM1} and R_{PM2} are inner magnetic resistances of the PMs, R_{6m1} and R_{6m2} are magnetic resistances of the magnetic wire 6, R_{5m1} and R_{5m2} are magnetic resistances of the magnetic wire 5, R_{bm1} and R_{bm2} are magnetic resistances between magnetic wires 5 and 6, R_{01} and R_{02} are magnetic resistances of the gap between magnetic wire 6 and the anchor, R_a is magnetic resistances of the anchor, R_{wg} is magnetic resistances of the working gap, Φ_1 and Φ_2 are magnetic fluxes generated by correspondingly PM1 and PM2, Φ'_1 and Φ'_2 are the fluxes passing through the anchor, Φ''_1 and Φ''_2 are magnetic fluxes passing through the area between magnetic wires 5 and 6. Φ'_1 and Φ'_2 are included in the IW. Φ''_1 and Φ''_2 magnetic fluxes are included in the springs of some part of the IW.

R_{PM1} , R_{PM2} , R_{5m1} , R_{5m2} , R_{6m1} , R_{6m2} and R_a magnetic resistances are not linear because of characteristics of the ferromagnetic materials. R_{bm1} , R_{bm2} , R_{01} and R_{02} magnetic resistances are constant, as they do not depend on the movement of the anchor. R_{wg} magnetic resistance of the working gap is variable and depends on the position of the anchor.

Based on the symmetry of the induction generator's magnetic system we can do the calculations for the half of the magnetic chain, in other words for system of one PM. In that case we need to take half of the magnetic resistances of the working and air gaps.

Magnetic resistances of magnetic wires and the anchor are small compared to the air gaps, that's why they can be ignored.

The simplified replacing electric chain of MIG's magnetic chain for half of the system will look like in the Fig.5.

In order to design the calculating apparatus of the MIG's magnetic chain, it is important to have the replacing chain of the magnetic chain. That's why the following features have been considered: the absence of the loose caused by air gaps and storm electric flux, magnetic wire's lack of saturation, negligence of the dispersing magnetic flux, and symmetry of the magnetic system towards the two PMs. As a result the magnetic chain is simplified and gets the final form in Fig. 6, where F_{f1} is the source of the false EMF characterising PM1, R_{PM1} is the inner magnetic resistance of PM.

Fig. 5. Electric scheme of the replacement of MIG's magnetic system
a) anchor's position in initial state, b) anchor's position in working state

PMs in MIG's system are magnetized out of the generator's system, that's why the working point of PM is on its characterizing demagnetizing $B(-H)$ curve in position A_1 (Fig. 6), which is characterized by H_1 voltage and B_1 induction of the magnetic field. When PM is inserted into MIG's magnetic system by increasing the conductivity of the magnetic system PM's working position moves to A_2 characterized by values of H_2 and B_2 . When the anchor moves up the conductivity decreases and the working point moves to position A_3 characterized by the values of H_3 and B_3 .

The point A_m characterizes the maximum value of PM's magnetic energy, and W_m characteristic of $W(B)$ corresponds to A_m by W energy of the magnetic induction.

Fig. 6. $B(-H)$ and $W(B)$ characteristics and working points of PM

Conclusion

The analyzes of the structure, working principals, features of the magnetic system of the magnetic induction generator with change of the magnetic flux value assist on evaluation the positions of working points on PM's main characteristics, which can become a base to design calculating mathematical apparatus of magnetic system.

This work was supported by the RA MES State Committee of Science, in the frames of the research project «Electromagnetic systems» research base laboratory.

This work was supported by the RA MES Science Committee, in the frames of the research project № 18T-2B309.

1. RA patent 271 A2, Measurement and coordinate registration convertor of linear speed of ferromagnetic body movement./ A.Kh. Grigoryan, A.T. Hovhannisyan; G01R 3/52, 01.11.1996.
2. RA patent of useful model 255 U, Measurement and coordinate registration convertor of linear speed of ferromagnetic body movement./ A.T. Hovhannisyan; G01R 3/00, 25.07.2011.
3. RA patent 2562 A, Measurement and coordinate registration inverter of linear speed of ferromagnetic body movement./ A.T. Hovhannisyan, A.Kh. Grigoryan; G01R 3/00, G01R 15/00, 25.10.2011.
4. <http://www.femm.info/wiki/HomePage>

Научный журнал

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
№47, 02.2019

Февраль 2019 г.
Часть 6

SPLN 001-000001-0414-LJ

Подписано в печать 12.04.2019. Тираж 400 экз.
Формат 60х84 1/16. Объем уч.-изд. л. 4,6
Бумага офсетная. Печать оперативная.
Отпечатано в типографии НИЦ «Л-Журнал»
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович