

Научный центр «LJournal»

Рецензируемый научный журнал

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

№92, Декабрь 2022
(Часть 9)



Самара, 2022

T33

Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования» №92, Декабрь 2022 (Часть 9) - Изд. Научный центр «LJournal», Самара, 2022 - 168 с.

doi: 10.18411/trnio-12-2022-p9

Тенденции развития науки и образования - это рецензируемый научный журнал, который в большей степени предназначен для научных работников, преподавателей, доцентов, аспирантов и студентов высших учебных заведений как инструмент получения актуальной научной информации.

Периодичность выхода журнала – ежемесячно. Такой подход позволяет публиковать самые актуальные научные статьи и осуществлять оперативное обнародование важной научно-технической информации.

Информация, представленная в сборниках, опубликована в авторском варианте. Орфография и пунктуация сохранены. Ответственность за информацию, представленную на всеобщее обозрение, несут авторы материалов.

Метаданные и полные тексты статей журнала передаются в наукометрическую систему ELIBRARY.

Электронные макеты издания доступны на сайте научного центра «LJournal» - <https://ljournal.org>

© Научный центр «LJournal»
© Университет дополнительного
профессионального образования

УДК 001.1
ББК 60

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Чернопятов Александр Михайлович

Кандидат экономических наук, Профессор

Царегородцев Евгений Леонидович

Кандидат технических наук, доцент

Пивоваров Александр Анатольевич

Кандидат педагогических наук

Малышкина Елена Владимировна

Кандидат исторических наук

Ильященко Дмитрий Павлович

Кандидат технических наук

Дробот Павел Николаевич

Кандидат физико-математических наук, Доцент

Божко Леся Михайловна

Доктор экономических наук, Доцент

Бегидова Светлана Николаевна

Доктор педагогических наук, Профессор

Андреева Ольга Николаевна

Кандидат филологических наук, Доцент

Абасова Самира Гусейн кызы

Кандидат экономических наук, Доцент

Попова Наталья Владимировна

Кандидат педагогических наук, Доцент

Ханбабаева Ольга Евгеньевна

Кандидат сельскохозяйственных наук, Доцент

Вражнов Алексей Сергеевич

Кандидат юридических наук

Ерыгина Анна Владимировна

Кандидат экономических наук, Доцент

Чебыкина Ольга Альбертовна

Кандидат психологических наук

Левченко Виктория Викторовна

Кандидат педагогических наук

Петраш Елена Вадимовна

Кандидат культурологии

Романенко Елена Александровна

Кандидат юридических наук, Доцент

Мирошин Дмитрий Григорьевич

Кандидат педагогических наук, Доцент

Ефременко Евгений Сергеевич

Кандидат медицинских наук, Доцент

Шалагинова Ксения Сергеевна

Кандидат психологических наук, Доцент

Катермина Вероника Викторовна

Доктор филологических наук, Профессор

Полицинский Евгений Валериевич

Кандидат педагогических наук, Доцент

Жичкин Кирилл Александрович

Кандидат экономических наук, Доцент

Пузыня Татьяна Алексеевна

Кандидат экономических наук, Доцент

Ларионов Максим Викторович

Доктор биологических наук, Доцент

Афанасьева Татьяна Гавриловна

Доктор фармацевтических наук, Доцент

Байрамова Айгюн Сеймур кызы

Доктор философии по техническим наукам

Лыгин Сергей Александрович

Кандидат химических наук, Доцент

Заломнова Светлана Петровна

Кандидат педагогических наук, Доцент

Биймурсаева Бурулбубу Молдосалиевна

Кандидат педагогических наук, Доцент

Радкевич Михаил Михайлович

Доктор технических наук, Профессор

Гуткевич Елена Владимировна

Доктор медицинских наук

Матвеев Роман Сталинарьевич

Доктор медицинских наук, Доцент

Шамутдинов Айдар Харисович

Кандидат технических наук, Профессор

Найденов Николай Дмитриевич

Доктор экономических наук, Профессор

Романова Ирина Валентиновна

Кандидат экономических наук, Доцент

Хачатурова Карине Робертовна

Кандидат педагогических наук

Кадим Мундер Мулла

Кандидат филологических наук, Доцент

Григорьев Михаил Федосеевич

Кандидат сельскохозяйственных наук

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ XI. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	8
Mammadova N.I. Environmental Impacts of chemical composition Produced Water (on the Siyazan field example).....	8
Prudova N.S., Kolesnik S.A., Dmitrienko N.A. Improvement of clothing using the latest technologies	11
Алпатов Д.А., Сизова Н.А. Описание системы противоаварийной автоматической защиты буровой колонны.....	14
Алькина А.Д. Характеристики приточных клапанов	16
Алькина А.Д. Диагностирование дизельных двигателей с помощью передачи данных от микроконтроллера на компьютер.....	20
Андрейченко А.Е., Жунусова А.В., Баклушина И. В. Выбор альтернативных источников тепла	23
Андриенко Д.Е., Печерица Э.А., Корнеев А.А. Применение металлических покрытий в дизайне изделий предметно-пространственной среды	25
Беспалов В.В., Клочкова Н.С. Способ модификации зубьев	27
Воячек И.И., Илюхин А.С. Статистический анализ способов организации сборки партий соединений с натягом	30
Глазков Ю.Е., Глазков В.Ю. Классификация методов регенерации отработанных масел...33	
Горбатенко Е.Р. Определение размеров участка обрабатываемого блока для получения максимальной производительности оборудования	36
Григорова Н.А. Повышение эффективности при сжигании водоугольного топлива	39
Давтян А.Д. Исследование влияния вязкости и состава битума нефтяного дорожного на качество водо-битумной эмульсии.....	40
Давтян А.Д. Метод уменьшения количества персонала на нефтяных платформах	43
Дегтярева К.А., Пашутин В.Е., Таланкин А.А. Анализ рабочих органов траншейных экскаваторов непрерывного действия, обзор выпускаемых моделей.....	45
Драченко В.Н., Михнюк А.Н. Исследование эффективности оценки направления при использовании трехэлементной антенны сверхмалых волновых размеров.....	48
Ермаков В.В. Принцип работы и типы технологий Wi-Fi	56
Иващенко Г.И. Оценка и анализ профессиональных рисков работников железнодорожного транспорта.....	59
Касимов Е.А. Технология снижения выбросов ДВС	62
Каюмов Э.А. Прочность древесно-полимерного теплоизоляционного материала.....	64
Коннов И.А. Безопасность граждан за счет МЧС	66
Коннов И.А. Обзор мобильной пожарной установки пожаротушения	68
Леонтьева А.И., Брянкин К.В., Аламери Ехсан Хашим Мохаммед Разработка конструкции адсорбера для процесса десульфуризации углеводородов	70
Малашихин Н.В. Повышение качества зернового вороха во время уборки.....	76
Малыха Е.Ф., Катаев А.В. Опыт отечественных производителей в области утилизации выведенной из эксплуатации техники	78

Мастикова А.Д. Проблемы и решения в разработке инновационных транзисторов для уменьшения техпроцесса	81
Мухаметгалина Д.Д. Автоматизация процесса измерения параметров резисторов и конденсаторов измерителями иммитанса.....	83
Назаров А.В. Мероприятия по получению композиционных материалов	86
Нестеренко Г.А., Нестеренко И.С., Литус Д.О. Обеспечение технического обслуживания автомобилей в процессе проведения гонок.....	88
Нестеренко Г.А., Нестеренко И.С., Щукин А.П. Пожарная машина на базе боевой машины пехоты БМП-2	91
Паньков А.В. Введение новых технологий в проведении ремонтно-изоляционных работ (РИР).....	93
Патрина Т.А. Расчет перемещений при плоском поперечном изгибе стержней.....	95
Петров И.В. Автоматизация станции технического обслуживания автомобилей на газовом топливе	103
Ратушняк В.С., Новиков П.В., Малахов С.А., Герасимов В.С. Анализ детерминированных шумов	105
Селиверстов М.В. Методика и результаты определения твердости режущей кромки дисковых почвообрабатывающих орудий после восстановления методом электромеханической деформации	107
Семерник И.В., Бендер О.В., Тарасенко А.А., Самонова К.В. Особенности распространения оптического излучения в морской среде для обеспечения подводной беспроводной оптической связи.....	110
Сизова Н.А., Бесхлебнов И.В. Разработка SCADA – системы нефтеперекачивающей станции в Trace Mode 6	117
Сизова Н.А., Бесхлебнов И.В. Система противоаварийной автоматической защиты насосных агрегатов нефтеперекачивающих станций.....	119
Смолин П.И., Ребров И.А. Разработка методики расчета токов в тяговой рельсовой сети при безбалластном строении пути.....	121
Соколова К.С., Ботова А.С. Интенсификация теплообменников	125
Тойгамбаев С.К., Абенев А.Т. Использование плазменной наплавки при ремонте деталей машин	127
Тойгамбаев С.К., Абенев А.Т., Буканов Е.С. Экономическое обоснование реконструкции моечного участка.....	132
Уморина Ж.Э. Особенности применения альтернативных источников в архитектуре	138
Усенко А.А. Ориентация горизонтальных скважин с многостадийным гидроразрывом пласта с учетом максимального горизонтального напряжения пласта	142
Усова Е.В., Иванов П.А., Краснова А.Ю., Смыков С.В., Скакунов А.С. Совершенствование сельскохозяйственных цепных передач	145
Филатова А.В., Кулешова А.А., Черняева А.А. Определение зоны кадастрового квартала с помощью публичной кадастровой карты	149
Филатова А.В., Малафеева И.О., Предвечный Д.К. Административно-территориальное устройство Самарской области при инженерных изысканиях.....	151
Филатова А.В., Мыскова Ю.Ю., Поляков А.Н. Зоны с особыми условиями использования территорий (ЗОУИТ) при строительстве автодорог.....	153

Шамкаева А.Р. Обзор факторов чрезвычайных ситуаций, определяющих состав оборудования и технологии развертывания пунктов временного размещения пострадавшего населения (ПВР).....	156
Шамутдинов А.Х., Шахтин М.Д. Расчетная модель определения реакций в опорах КМУ	158
Шеногин М.В. Актуальность и особенности использования систем газового лучистого отопления.....	163

РАЗДЕЛ XI. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Mammadova N.I.

Environmental Impacts of chemical composition Produced Water (on the Siyazan field example)

Azerbaijan State Oil and Industry University
(Azerbaijan, Baku)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-404

Abstract

This article describes the increased environmental impact of fuel energy complex depending on growth in oil and gas production. At the moment, due to the intensification of oil and gas production, associated mineralized reservoir water is one of the main sources for environmental pollution, and sufficiently plays role at soil cover degradation. This paper reviews recent research analysis of the physical chemical composition of formation water and the effect of this composition on soil ecosystems on the example of monocline of Siyazan field. Water samples have been taken from of monocline of Siyazan field. This information has been used to determine the most significant contaminants and their geochemical behaviour. Based on the analysis results, the examined formation water samples were characterized in terms of various classifications used in oil and gas hydrogeology. And, conclusions were drawn and it was noted that the hydrochemical composition of mineralized reservoir waters to degradation of biocenoses and soil cover.

Keywords: degradation, formation water, anion, cation, soil, saline.

Аннотация

В статье описано воздействия топливно-энергетического комплекса на окружающую среду в зависимости от роста добычи нефти и газа. В настоящее время в связи с интенсификацией добычи нефти-газа минерализованные пластовые воды являются одним из основных источников загрязнители окружающей среды и играют значительную роль в деградации почвенного покрова. В данной статье проводится анализ физико-химического состава пластовых вод и влияния этого состава в почву на примере моноклинали Сиазаньского месторождения. Пробы воды были взяты из Сиазаньского месторождения. Эта информация использовалась для определения наиболее значительных загрязнителей и их геохимического поведения. По результатам анализа изученные пробы пластовых вод были характеризованы с точки зрения различных классификаций, используемых в гидрогеологии нефти и газа. И, сделаны выводы, что гидрохимический состав минерализованных пластовых вод ведет к деградации биоценозов и почвенного покрова.

Ключевые слова: деградация, пластовая вода, анион, катион, почва, засоление.

Introduction. Formation water (also called produced water, oilfield brine, oilfield waste water or connate water) is water that occurs in association with oil and gas in reservoir rocks and extracts from reservoir immediately before drilling.

It is one of the largest streams of wastewater generated in these industries, estimated to be >70 billion barrels per annum in the world in 2009, out of which, 21 billion barrels is produced by US alone. Produced water (PW) results from two processes in the oil and gas industry. First, during extraction, this gives a mixture of water and oil; Second, the water injected to the reservoir to produce there remained the oil. Formation water becomes part of produced water or wastewater ultimately [1].

As the age of the well increases and the decline of oil and gas production results, the amount of produced water generation increases. Volume of produced water could reach 98% in nearly depleted fields with only 2% of fossil fuel production. During extraction of oil, the water to oil ratio is around 3:1 [1]. Thus, the market growth for the management and reuse of PW is expected to grow further.

The development of oil and gas fields is accompanied by a negative impact on the components of natural complexes. Technogenic impact is carried out on all natural environments - hydrosphere, atmosphere and lithosphere. The qualitative properties of natural components deteriorate, which affects the overall biological productivity of soil as a result of physical and chemical impacts during the development and exploitation of oil and gas fields. Wells, pumping and compressor stations, storage depots and pipelines play a sufficient role in environmental pollution especially [2].

Mineralized PW changes the state of ecosystems, leads to the degradation of biocenoses, and therefore the rate of transformation of the soil complex becomes much higher than in oil spills, and self-purification gets slow [3]. Loss of productivity and degradation of the landscape determines the need to study the processes that cause their transformation. PW has a high salt concentration due to this the ions of the salts negatively affect the site's soil and vegetation, impair its ability to produce crops and forage. Due to the high concentration of soluble salts (predominately sodium chloride, Na and Cl), brine negatively impacts soils in many ways. Chloride levels in and around the spill area are toxic to many biological species. Sodium is a natural dispersant and can cause soils to swell and disperse. However, the total salt level in the soil is below then a flocculation threshold limit. A flocculant binds the soil together and helps create soil structure.

Figure 1. In addition to the inability to take up water, excess sodium and chloride ions can interfere with the plants' ability to generate energy and reduce the uptake and/or use of key nutrients.

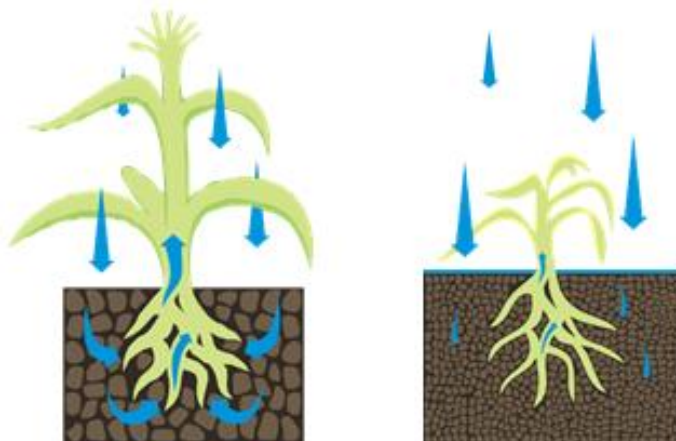


Fig. 1. Effects of produced water on vegetation

Plants affected by negative impact of salty water often die due to salt stress which is result of the inability to take up water and key nutrients. Most plants will show signs of salt stress if sodium exceeds 70 milligrams per liter in water, 5 percent in plant tissue or 230 milligrams per liter in soil (saturated paste extract) [4].

Chloride negatively impacts most plants when it's concentration exceeds 350 milligrams per liter in water, 1 percent in plant tissue or 250 milligrams per liter in soil (saturated paste extract) [4]. Result of a higher quantity of PW will need to be stored, transported and disposed. So that, utilization of produced water is considered one of the most actually problems nowadays.

Methods and Materials. The Siyazan structure belongs to the Guba-Caspian oil and gas region 80 km north-west of Baku. According to tectonic and geological-morphological indicators, there are the following oil and gas fields: Chandahar-Zarat, Siyazan-Nardaran, Saadan, Amirkhanli and Zagli-Zeyva.

The field is at the last stage of development in the of reservoir energy. The initial reservoir pressure in some areas of the oil fields exceeds the hydrostatic pressure by 0,7-1,0 MPa. The current reservoir pressure in some areas is 2-3 times lower than the initial reservoir pressure. The analysis of 379 formation water samples from 37 production and exploration wells was carried out.

Table 1

Hydrochemical composition of water samples from deposits

Oil field	The amount of elements in mg.ekv	Anions			Cations			Density, g/cm ³
		Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	
Saadan	mg/l	29805,75	198,15	-	743,90	602,36	17607,42	1,0332
	mg-egv.l	840,71	1,61		37,12	49,58	765,54	
Chandahar-Zarat	mg/l	1,8387	0,2520	-	0,0364	5,63	1,1162	1,0220
	mg-egv.l	51,85	4,13		1,82	5,63	48,53	
Siyazan-Nardaran	mg/l	1,3437	0,0960	-	0,0190	0,0337	0,8220	1,0150
	mg-egv.l	37,89	1,57		0,95	2,77	35,74	
Amirkhanli	mg/l	1,4639	0,0960	-	0,0254	0,0501	0,8616	1,0170
	mg-egv.l	41,28	1,57		1,27	4,12	37,46	
Zagli-Zeyva	mg/l	2,0509	0,0720	-	0,0444	0,0588	1,1951	1,0270
	mg-egv.l	57,83	1,18		2,22	4,83	51,96	

Based on these tables, we can see that the dominance of Na⁺ and K⁺ ions is observed among cations. The highest content of these ions was noted in the water sample of the Saadan oilfield. And among the anions, Cl⁻ ions predominate, and the highest content was noted in the water sample of the Saadan oilfield.

Table 2

Physical parameters of water samples from Siyazan oil fields

Oil field	Mineral. g/l	pH	According to Palmer classification				According to Sulina classification
			S ₁	S ₂	A ₁	A ₂	
Saadan	50,33	6,1	89,83	8,82	0	1,35	calcium chloride
Chandahar-Zarat	33,12	7	86,70	5,92	0	7,38	magnesium chloride
Siyazan-Nardaran	23,14	6	90,58	5,44	0	3,98	magnesium chloride
Amirkhanli	24,97	6	87,42	8,92	0	3,66	magnesium chloride
Zagli-Zeyva	34,21	7	88,06	9,94	0	2	calcium chloride

According to the hydrochemical information obtained from the analyzes performed, the salinity of formation waters ranges from 50,33 g/l to 23,14 g/l (Table 2). Although the degree of water mineralization gradually decreases with the depth of the reservoir, the classification of waters according to V.A. Sulina chloride-magnesium and chloride-calcium waters are classified as "brine" waters.

The predominant cation in such soils is sodium, but there are also carbonate-magnesium (calcium) and chloride-magnesium (calcium) salinization [2].

Currently, there is quite a lot of classification of natural waters by chemical composition, but few have become widespread. The most commonly used in oil and gas hydrogeology are the classifications of R. Palmer and V.A. Sulina. Based on this, we have characterized the water samples of these deposits according to these classifications.

Based on the analysis, it follows that according to Palmer, these water samples are classified as class 3 - water with constant hardness (that is, water is characterized by S₁, S₂, A₂, A₁=0).

According to the classification of waters and V.A. Sulina, these water samples are attributed as the calcium chloride and magnesium chloride types.

The purpose of the work. The effect of the physical and chemical components of PW on the environment was analyzed. Appropriate technology has been proposed to neutralize the negative effects.

Result and discussion. The results of numerous studies of the mineral composition of PW show that the bulk of dissolved substances are sodium, magnesium and calcium chlorides. The predominance of Cl⁻ and Na⁺ ions in the chemical composition of PW makes these chemical elements important indicators of the technogenic load on the eco-systemic soil [5].

Technogenic salinization of soils in oil fields is a predominance of sodium chloride in the produced water. Thus, the main part of the formation water at the SFM is injected into the formation for liquidation [6].

Thus, utilization of PW is one of the important issues in order to prevent the listed negative effects. And it plays crucial role at volume management of PW and increases the efficiency of reusable technological processes.

The nanocomposite proposed in the previous study significantly improved the permeability of wells for disposal [6]. We propose, to inject water to the wells which have been mixed with nanocomposites at SFM during final stage of production regarding to the result obtained. This treated water is not only utilized for the increase the formation pressure but also has significant role in production enhancement.

So, based on the results of analyzes obtained from our studies, nanostructured polycrystalline powders have an impact the chemical parameters of formation water by changing the type of formation water to alkaline (Table 3) [6].

Table 3

Effect of before and after polycrystalline powders on chemical parameters of PW

№ №	Additive volume, ml	Chemical composition content of formation water, mg/l						Type of water
		CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Na ⁺ +K ⁺	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	
1	0	-	0,1584	1,2733	1,9802	0,0111	0,0308	MgCl ₂
2	7,5	0,036	0,1776	1,1594	1,768	0,0158	0,0337	Alkaline water

Conclusion

1. The hydrochemical composition of PW affects to degradation of the soil.
2. To increase the efficiency of PW it should be mixed with the proposed nanocomposites.
3. This kind of water mixture might be used of PW volume management and water treatment process itself.

1. Mohammad A.G., Maryam A.K., Mohammad Y.A., Dana A.D. Produced water characteristics, treatment and reuse: A review, *Journal of Water Engineering*, Volume 28, April 2019, p. 222-239.
2. Askarova M.A., Mussagaliyeva A.N. The ecological situation in contaminated areas of oil and gas exploration in Atyrau region, *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 120, 2014, p. 455-459.
3. Mengxue Hu. Environmental Behavior of Petroleum in Soil and its Harmfulness Analysis, II 2nd International Conference on Air Pollution and Environmental Engineering, Volume 450, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020.
4. Meehan M., Sedivec K., DeSutter T., Augustin C., Daigh A. Environmental Impacts of Brine (Produced Water), NDSU, Publications, Environment & Natural Resources, R1850 June 2017.
5. Ekaterina I. Kovaleva, Sergey Ya. Trofimov, Cheng Zhongqi. Impact of oil contamination on ecological functions of peat soils from West Siberia of Russia, *Journal of Environmental Quality*, Volume 50, 2020, p.49-62.
6. Murvatov F.T., Usabaliyev B.T., Mammadova N.I., Karimova A.G. Development of nanostructured composite compound for impact on the bottomhole area (BA) in utilization wells for the management of produced water (on the Siyazan field example), *New Materials, Compounds and Applications* Vol.6, No.2, 2022, pp.119-126.

Prudova N.S., Kolesnik S.A., Dmitrienko N.A.
Improvement of clothing using the latest technologies

Institute of Service and Entrepreneurship (branch) of DSTU in Shakhty
(Russia, Shakhty)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-405

Abstract

The article presents the evolution of the development of functional clothing using various devices. The first examples were obtained by merging a piece of clothing and electricity. To date, with the help of computer technology, scientists have improved many items of clothing, trying to protect the human body from dangerous external influences.

Keywords: clothing, fashion industry, invention, computer technology.

Аннотация

В статье представлена эволюция развития функциональной одежды с использованием различных приспособлений. Первые примеры были получены путем слияния предмета одежды и электричества. На сегодняшний день с помощью компьютерных технологий ученые усовершенствовали множество предметов одежды, стараясь защитить тело человека от опасных внешних воздействий.

Ключевые слова: одежда, индустрия моды, изобретение, компьютерные технологии.

Technical support will improve various items, including clothing items, to improve the standard of living of the people. This is the essence of progress. Modern inventions have advanced greatly in scientific development. The fashion industry is not an exception. Representatives of fashion and science have jointly developed projects of so-called "smart clothes". However, these inventions are not limited to the improvement of technological progress, but provide humanity with the subjects they need. Attempts to improve certain properties of clothing were made long before the advent of computer technologies.

The first invention of "smart clothes" equipped with electricity was presented to the society in 1910. Heated gloves were patented, which worked on the principle of ohmic heating: electric current was passed through conductive fibers, and electrical resistance led to a heating effect.

The 1980s are considered the beginning of the development of computer technology. Together with this, ideas for improving clothing appear due to combination with the products of computer technology development. It was in 1986 that the first fitness trackers were developed. The Puma RS-Computer sneakers have a built-in computing unit that counts the number of steps taken and calories burned. The result was monitored using a computer and a special application.

In the 1990s, representatives of the fashion industry became interested in smart clothes. Thus, the result of the cooperation between Philips and the clothing brand Levi Strauss & Co is the development of the ICD+ jacket. The composition of this invention included a cell phone, an MP3 player, a headset and a remote control. This invention was quite progressive for that time, but it also had some disadvantages. First of all, volumetric electronics prevented from free movement, which did not meet functional requirements. An equally problematic aspect was the absence of moisture protection factors in the invention, which did not allow the jacket to be operated during rain and sleet. For the same reason, before washing, it was necessary to remove moisture-proof gadgets from clothes. It should also be noted the problem of increased electricity consumption and the need for frequent recharging of devices. Thus, the original purpose of the invention is to improve human life both in the urban and in the natural environment was not fulfilled, but it could cause serious harm to human life.

To achieve a productive result, the goal was set to transform smart clothes into an autonomous device. A real breakthrough in the textile industry is the use of electrically conductive and electroluminescent fibers that resistant to moisture. Thus, taking into account the available properties, they can be battery electrodes. Chinese scientists combine them with natural fibers, such as cotton, in the development of sewing products. Despite the novelty of the development, without appropriate computer equipment, this item cannot be an autonomous device. The example of such invention is the equipment with control of the degree of "pumping" of muscles for professional athletes from Athos. In this case, computerized devices are needed to gather information about the state of muscle tone. Thanks to an extensive network of sensors that monitor the work of muscles, as well as electromyography technology, the degree of muscle load is analyzed, which allows not to injure the muscles and gives instruction for obtaining a productive result.

The American sportswear company Under Armour has patented pajamas that restore muscle tone during sleep. The basic principle of operation of this garment is the use of one of the types of infrared radiation in the far range. Thus, a fabric with bioceramic elements located on the wrong side absorbs the natural heat of the human body and reflects it back into thermal radiation, which in turn has a beneficial effect on the skin and muscles.

Examples of domestic developments can be given: Windbreaker jackets from the startup "Arktiktex" of the North-Western nanocenter. They are made of a special membrane fabric that meets hygienic requirements and provides good breathability combining with protection from wind and moisture. The main idea of creating self-heating clothing was achieved with the help of removable heating modules integrated into the design. They consist of carbon nanotubes, which transform the filaments into an independent heating element, and during action are able to evenly distribute heat over the surface of the web, reach an operating temperature of up to 45 ° C in 40 seconds. The jackets are equipped with NFC tags. These labels, located on the wrong side of the product, are of the size of a miniature sticker. Anyone can learn about the product by them.

As analogue of modern domestic developments, is the patented invention of fire-resistant gloves with a lighting function. This multifunctional accessory is a glove armor that protects the hand from the fingertips to the shoulders. In turn, they consist of two parts: a knitted glove-type detail covers the back surface of the brush, armor covers the area of the shoulder and forearm. The knitted part is made of thin heat-resistant aramid threads with surface treatment using heat-resistant fluorescent paint, due to which the lighting effect occurs. The armor is fastened with special gripping parts.

Taking into account the speed of development of modern technologies and industry, the requirements for textiles were changed. At the moment, the value is not only the quality of the material and the functionality of the product, but also the ability of clothing to adapt to external weather conditions, the physiological state of the owner, the ability to be a source of necessary information. The use of innovative intelligent technologies in the textile industry allows creating smart clothes, expanding its original purpose. Innovative computer technologies allow expanding the functionality of the garment, as well as improve operational properties. Scientists have developed and are still to developing and improving workwear for various professions, sports and household purposes, as well as for people with disabilities.

In conclusion, we can consider that over the past 100 years, scientists have made tremendous progress in the development of smart clothing, improving various components with the help of computer technologies. Of course, inventions are an integral part of technical development. Every scientific contribution is relevant: some contribute to solving the problems a certain person faces every day; others encourage new discoveries. The above examples, the most useful to society are those that ensure a person is existence exist in certain conditions. Such inventions improve the living conditions and contribute to the protection of human is body from external harmful factors. Therefore, the information given in the paper is relevant as it predicts the appearance of new useful computer technologies for various garment articles.

1. Alexander Kuznetsov. Product of the day: smart retro sneakers Puma RS-Computer [Electronic resource]. — Access mode — URL: https://www.iguides.ru/main/gadgets/umnye_retro_krossovki_puma_rs_computer/ , free (Accessed 16.11.2022)
2. Alina Malyutina. Non-folding shirts and a backpack on rails: 10 useful "smart" things [Electronic resource]. — Access mode — URL: <https://style.rbc.ru/items/5ec25db79a794766cde7c528> (Accessed 16.11.2022)
3. Angelina Bolotova. Research paper "Smart clothes" [Electronic resource]. — Access mode — URL: <https://nsportal.ru/ap/library/drugoe/2019/05/13/issledovatelskaya-rabota-umnaya-odezhda> (Accessed 16.11.2022)
4. Boris Ulyanov. Smart clothes: things that make life easier for soldiers [Electronic resource]. — Access mode — URL: <https://zoom.cnews.ru/publication/item/62292> (Accessed 16.11.2022)
5. Daria Maslenko. What is "smart" clothing and why we still don't wear it [Electronic resource]. — Access mode — URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/612893189a79476d58a5e74d> free (Accessed 16.11.2022)
6. K.A. Perovskaya Types, properties and scope of application of electrically conductive polymer compositions [Electronic resource]. — Access mode — URL: <https://scienceforum.ru/2020/article/2018019800> (Accessed 16.11.2022)
7. L.G. Babenko Development and research of a heat-protective product for people with motor disabilities / L.G. Babenko [Electronic resource]. — Access mode — URL: <https://www.dissercat.com/content/razrabotka-i-issledovanie-teplozashchitnogo-izdeliya-dlya-lyudei-s-ogranichennymi-dvigatelnymi> (Accessed 16.11.2022)].

8. Ministry of Health of the Russian Federation. Smart Russian-made clothing has entered the HLS industry [Electronic resource]. — Access mode — URL: <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/219616/2022-04-05/2022-w14/umnaya-odezhda-rossiyskogo-proizvodstva-prishla-industriyu-zozh-svobodny> (Accessed 16.11.2022)
9. M.A. Solovyova, Tyurina S.G. Smart fabrics for modern soldiers [Electronic resource]. — Access mode — URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018004538> free (Accessed 16.11.2022)
10. P.V. Cherunov, A.M. Korinteli, I.V. Cherunova Armor-fire-resistant gloves with an additional lighting function [Electronic resource]. — Access mode — URL: <https://findpatent.ru/patent/270/2705266.html> (Accessed 16.11.2022)
11. S.A. Kolesnik, E.E. Shirshov, V.F. Bogdanov, V.V. Gorchakov, I.Y. Brink Method of investigation of thermal resistance of packages of materials for heat-protective equipment // Design. Materials. Technology. 2020. No. 2 (58). pp. 110-113

Алпатов Д.А., Сизова Н.А.

Описание системы противоаварийной автоматической защиты буровой колонны

*Самарский государственный технический университет
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-406

Аннотация

В статье говорится об актуальности системы противоаварийной автоматической защиты на площадках добычи газа и нефти. Описывается алгоритм срабатывания блокировки в случае низкого уровня бурового раствора на установке. Изучается система защиты бурильного оборудования, такого как ротор колонны и буровое долото. Исследуются основные параметры, контролируемые во время работы буровых насосов. Помимо этого, приводится последовательность действий при критическом завышении концентрации взрывоопасных газов на площадке.

Ключевые слова: противоаварийная автоматическая защита, блокировка, буровой раствор, ротор колонны, буровое долото, буровой насос.

Abstract

The article talks about the relevance of the automatic emergency protection system at gas and oil production sites. The algorithm for triggering the lock in the case of a low level of drilling mud at the installation is described. The system of protection of drilling equipment, such as: column rotor and drill bit, is being studied. The main parameters controlled during the operation of drilling pumps are investigated. In addition, the sequence of actions for a critical increase in the concentration of explosive gases on the site is given.

Keywords: emergency automatic protection, blocking, drilling mud, column rotor, drill bit, drilling pump.

Автоматизация газовых и нефтяных скважин является важной и актуальной задачей. Для того чтобы уменьшить количество аварий и инцидентов, вызванных ошибками работников или выходом из строя оборудования, разрабатывается система противоаварийной автоматической защиты (ПАЗ) [1].

Установка буровой колонны включает в себя емкость системы очистки бурового раствора, два буровых насоса, имеющих поочередный режим работы, а также долото, осуществляющее процесс забуривания в землю.

Система ПАЗ емкости очистки бурового раствора. В емкости производится контроль за уровнем раствора с помощью уровнемера. Чаще всего используются радарные и ультразвуковые уровнемеры, поскольку они позволяют вести работу с вязкими и агрессивными жидкостями. В случае занижения уровня раствора в емкости ниже критической отметки (обычно ниже 1 метра) срабатывает аварийная сигнализация, и логический контроллер, установленный на площадке, передает сигнал на открытие отсечных клапанов, после чего, осуществляется долив бурового раствора. Отсечные клапана соединяют емкости системы

очистки бурового раствора с цистернами, в которых содержится готовый буровой раствор. Цистерны устанавливаются на площадку в процессе монтажа буровой установки. Структурная схема реализации блокировки представлена на Рисунке 1.



Рисунок 1. Структурная схема открытия отсечных клапанов в емкости очистки бурового раствора

Недостаток бурового раствора в скважине достаточно сильно замедляет процесс бурения, и кроме этого, приводит к быстрому износу рабочего оборудования [2].

Система ПАЗ бурового долота. Во время работы с твердыми породами долото бурильной колонны подвержено сильному износу. В случае предельно низкой скорости вращения долота, которая измеряется с помощью датчика частоты вращения, производится блокировка подачи бурового раствора в скважину, с помощью отсечного клапана, установленного на линии подачи бурового раствора. Структурная схема блокировки представлена на Рисунке 2.

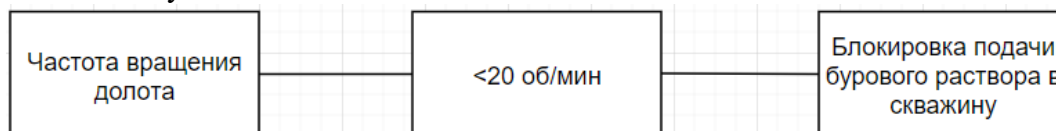


Рисунок 2. Структурная схема работы блокировки подачи бурового раствора в скважину

В случае возникновения такой ситуации зачастую необходима замена долота. Для этого, с помощью лебедки происходит подъем буровой колонны на площадку.

Система ПАЗ ротора колонны. В качестве безопасности предусмотрена блокировка включения ротора колонны при снятых ограждениях и поднятых клиньях пневматического клинового захвата. Неправильный запуск ротора в случае халатности работников может привести к серьезной аварии всего бурового оборудования колонны.

Система ПАЗ буровых насосов. Стационарное диагностирование насосного оборудования, проводимое непрерывно во время его работы, также очень важно, поскольку остановка технологического процесса не допускается. Первостепенную важность представляет непрерывный контроль за такими параметрами, как: вибрация, температура и давление [3]. На буровых насосах, которые перекачивают буровой раствор из емкостей в скважину, установлены датчики температуры подшипников и датчики вибрации. Кроме этого, на линии подачи бурового раствора в скважину производится контроль за давлением. Критическое завышение любого из вышеперечисленных параметров запускает блокировку работы соответствующего насоса при помощи электромагнитных пускателей, установленных на двигателе насоса. Ознакомиться с подробными показателями блокировки можно на Рисунке 3.

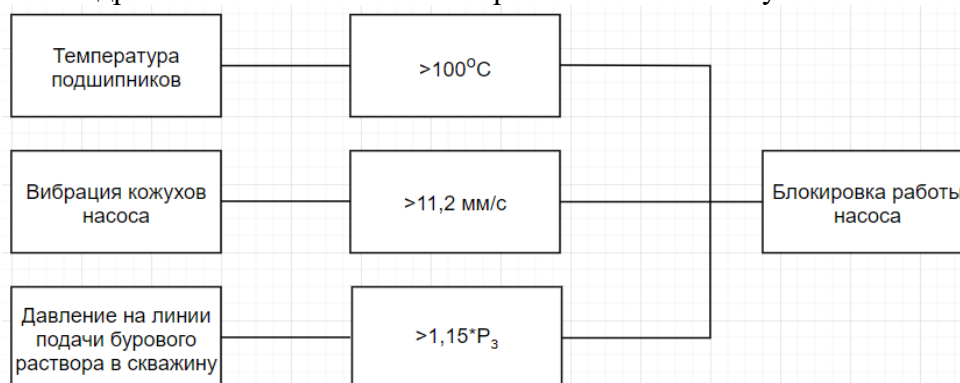


Рисунок 3. Структурная схема работы блокировки бурового насоса: P_z - забойное давление (общее давление скважины)

Система ПАЗ на площадке. На площадке буровой колонны установлен газоанализатор стационарный, так как согласно технологическому процессу, в процессе бурения скважины необходим постоянный контроль концентрации сероводорода, метана, пропана, аммиака, монооксида углерода, диоксида азота [4]. При превышении критической концентрации одного из параметров срабатывает аварийная сигнализация. Персонал оповещается о режиме повышенной готовности, включается дополнительная вентиляция рабочей площадки.

1. Мартюшев Д.А., Лекомцев А.В. Эксплуатация и обслуживания объектов добычи нефти и газа: учебное пособие – Вологда, 2020. 340 с.
2. Давыдов В.К., Беляева Т.Н. Буровой раствор для закачивания и ремонта скважин: патент России № 2211237, 2013. Бюл. № 24.
3. Контроль и мониторинг вибрации и температуры насосного оборудования: каталог продукции: Каталог продукции АИКОН. – Москва, 2022. 16 с.
4. Андреев Е.Б., Ключников А.И., Кротов А.В. Автоматизация технологических процессов добычи и подготовки нефти и газа: учебное пособие – Москва, 2012. 399 с.

Алькина А.Д.

Характеристики приточных клапанов

*Самарский государственный технический университет
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-407

Аннотация

В статье поставлен вопрос о необходимости применения приточных клапанов при вентиляции в помещениях различного типа зданиях. Выявлены причины ухудшения микроклимата в помещениях. Рассмотрено несколько видов решений проблем с плохим микроклиматом внутри помещений. Наиболее подробно рассмотрены приточные устройства, их виды, схемы монтажа и характеристики. Проанализированы аэродинамические характеристики представленных приточных клапанов. Выявлены уместные для использования приточных клапанов помещения.

Ключевые слова: микроклимат в жилых зданиях, качество естественной вентиляции, приточные клапаны, воздухообмен в помещениях.

Abstract

In the article the question about necessity of application of air inlets in ventilation in premises of different types of buildings is put. The reasons for deterioration of indoor microclimate are clarified. Several kinds of solutions to problems with poor indoor microclimate have been considered. The most detailed consideration is given to air inlets, their types, installation schemes and characteristics. The aerodynamic characteristics of the presented air inlets are analyzed. Relevant rooms for the use of air inlet valves are identified.

Keywords: microclimate in residential buildings, quality of natural ventilation, air inlets, air exchange indoors.

Микроклимат в жилых зданиях оказывает существенное влияние на самочувствие людей, находящихся в этом здании. От эффективности работы вентиляции зависит качество воздуха, которым мы дышим. Недооценка влияния воздухообмена на состояние воздушной среды в жилых квартирах приводит к существенному ухудшению самочувствия проживающих в них людей.

Повсеместное применение оконных блоков из ПВХ повысило теплотехнические свойства ограждающих конструкций, но ухудшило микроклимат в помещениях за счёт отсутствия естественной циркуляции воздуха.

В связи с этим, кроме строительства вытяжных вентиляционных систем с естественной тягой в жилых зданиях, существует несколько видов решения проблем плохого качества микроклимата жилых помещений.

1. Щелевое проветривание

Данный способ заключается в создании пространства, или щели, при открытии окон или оконных створок. Через это пространство наружный воздух проникает внутрь помещения обеспечивая некоторый воздухообмен. Преимуществом данного способа является отсутствие затрат на какое-либо оборудование и его установку. В то же время регулирование расхода приточного воздуха затруднено, при нахождении в помещении людей такого воздухообмена не хватает для поддержания допустимых параметров микроклимата и нормального жизнеобеспечения.

2. Приточная вентиляция с механическим побуждением и вытяжная вентиляция с механическим побуждением

Здесь есть множество вариантов, как и использование только механического притока, либо, согласно [1, п. 7.1.10], механической вытяжки при нехватке воздухообмена в помещении и даже индивидуальной и централизованной приточно-вытяжной механической системы вентиляции. Естественно, данный вариант включает в себя некоторые экономические затраты, что отталкивает людей устанавливать такие системы. Хотя для осуществления допустимых норм микроклимата он является наилучшим.

3. Приточные устройства

Приток обеспечивается устройством настенных, либо оконных клапанов (рис. 1, 2, 3). Данный вариант обеспечивает нормативный приток в помещение. Большой минус данного способа заключается в уменьшении термического сопротивления ограждающих конструкций. Установка таких устройств не является слишком затратной, так как по денежным средствам включает в себя лишь закупку самого устройства, имеющее небольшую цену, и сооружения отверстия в ограждающих конструкциях, и не требует затрат электричества.

Так как [1, п. 7.1.10] и [2, п. 9.6] предусматривает использование специальных приточных устройств, необходимо их классифицировать.

Существует 2 основных типа классификации приточных клапанов:

Стеновые клапаны. Существует различное множество таких типов устройств разных фирм и разных геометрических форм. Из них наиболее популярными являются КИВ - 125 (рис. 1) и СВК В - 75М (рис. 2). Их отличие состоит не только в геометрической форме, но и в их расположении относительно окон и отопительных приборов.



Рисунок 1. Приточный клапан КИВ - 125



Рисунок 2. Приточный клапан СВК В - 75М

Оконные клапаны (рис. 3). Также существует огромное множество оконных клапанов, но все они имеют малые различия между собой. Поэтому выделим популярный ЕММ «Aereco»



Рисунок 3. Приточный клапан ЕММ 3 - 30 «Aereco»

Оконный приточный клапан - самое популярное решение для вентиляции квартир в многоквартирных домах. Это связано с тем, что почти все бытовые приточные клапаны монтируются на уже установленные окна - непосредственно в оконный профиль. Оконный приточный клапан устроен так, чтобы поступающий через него холодный воздух направлялся вверх, к потолку комнаты, что предполагает перемешивание притока с прогретым воздухом внутренних помещений, благодаря чему температура в доме понижается незначительно.

Приточный клапан в стену обеспечивает повышенную по сравнению с оконным циркуляцию воздуха и позволяет регулировать скорость подачи воздуха. Конструкция стенового приточного клапана выполнена так, чтобы препятствовать проникновению влаги во внутренние помещения. Кроме того, стеновые клапаны оборудуются фильтрами очистки воздуха.

Стеновой приточный клапан при его достоинствах перед оконными обладает существенными недостатками:

- ценовая составляющая;
- трудоемкость монтажа;
- частое обслуживание.

Схема монтажа стенового приточного клапана СВК В - 75М (рис. 4) согласно [3] предусматривает создание отверстия в стене. В отличие от приточного клапана КИВ - 125 (рис. 5), где забор воздуха происходит непосредственно через круглую наружную решетку, здесь входным отверстием служит небольшое пространство под отливом. Монтаж прямоугольного клапана является более затратным нежели круглого, так как для круглого клапана достаточно соорудить одно отверстие.

Наиболее легким представляется монтаж оконного клапана (рис. 6), так как не имеет сложных работ по бурению, тем более что некоторые оконные заводы делают окна уже со встроенными клапанами.

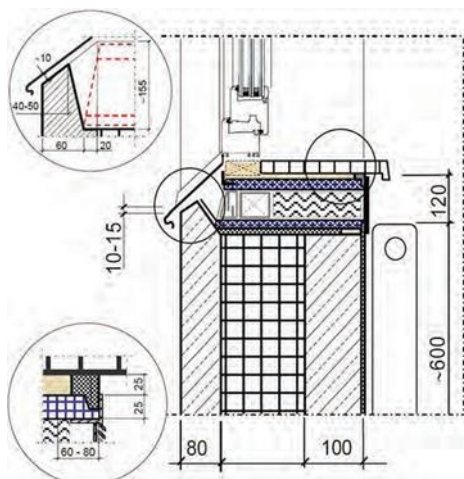


Рисунок 4. Схема монтажа СКВ В - 75 М

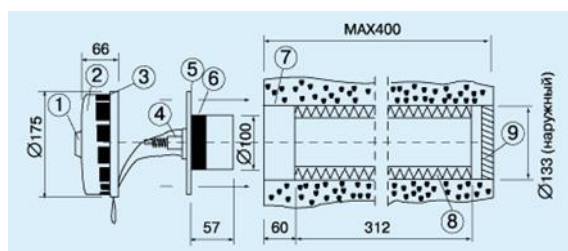


Рисунок 5. Схема монтажа КИВ - 125

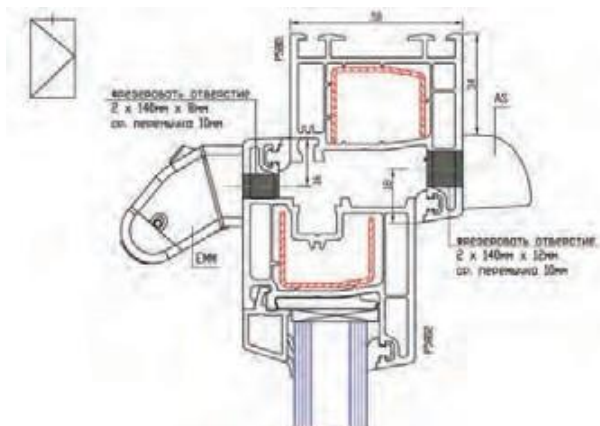


Рисунок 6. Схема монтажа ЕММ «Aereco»

Наиболее значимыми показателями являются аэродинамические характеристики приточных устройств при расчетной температуре - 30°C для оконного клапана (рис.7).

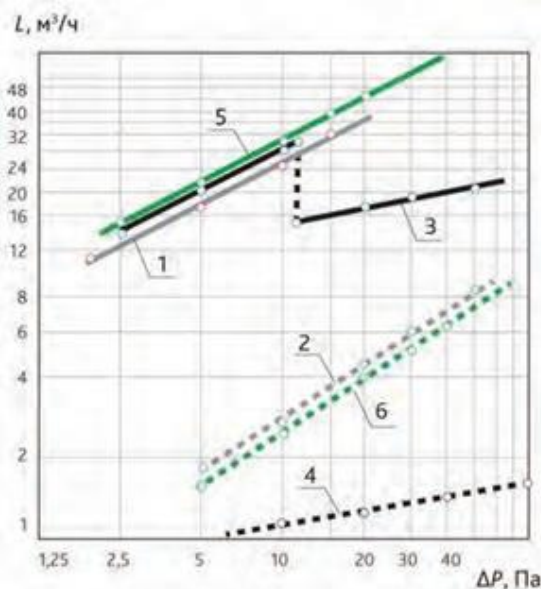


Рисунок 7. Характеристики некоторых приточных вентиляционных устройств (по результатам испытаний): 1 – оконный клапан ЕММ 3 - 30; 2 – то же в закрытом состоянии; 3 – стеновой клапан СВК В - 75М; 4 – то же в закрытом состоянии; 5 – стеновой клапан КИВ - 125; 6 – то же в закрытом состоянии

Данные результаты были получены при проведении испытаний в лабораторных условиях по методике [4]. Как видно из графиков, что все клапана имеют почти одинаковые характеристики в открытом состоянии. Но в закрытом состоянии меньше всего воздуха пропускает клапан прямоугольного типа, что говорит о преимуществе такого устройства при его неиспользовании. Также можно сделать акцент на том, что качество вентиляции в жилом помещении при использовании клапанов ЕММ «Aereco» и СВК В - 75М будет лучше, чем при КИВ - 125, так первые два устанавливаются над отопительным прибором.

В конечном счете, приточные клапана необходимо устанавливать в помещениях, не требующих большого воздухообмена. Помещения, где необходим не прекращаемый воздухообмен, также не найдут в них пользу. Данные устройства нашли свое применение в жилых комнатах, небольших офисах. Однозначно такие устройства улучшают качество вентиляции в помещениях.

1. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41 - 01 - 2003. – М.: ФАУ «ФЦС», 2017. – 78 с.
2. СП 54.13330.2016. Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31 - 01 - 2003. – М.: Минрегион России, 2017. – 42 с.
3. СТО 81004623 - 003 - 2015 Стандарт организации. Проектные решения узлов монтажа стеновых вентиляционных клапанов СВК «В - 75» в наружных стенах различного конструктивного решения. Материалы для проектирования и рабочие чертежи узлов. – Омск: ООО «НПФ СЕВЕР», ФГБОУ ВПО «СИБАДИ», 2015. – 63 с
4. ГОСТ 26602.2–99. Блоки оконные и дверные (с поправкой). Методы определения воздухо- и водопроницаемости. М., 1999.

Алькина А.Д.

Диагностирование дизельных двигателей с помощью передачи данных от микроконтроллера на компьютер

*Самарский государственный технический университет
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-408

Аннотация

В основе разработанных методов лежит определение параметров технического состояния двигателей по показателям изменения угловой скорости коленчатого вала без использования внешних приводных или нагрузочных устройств.

Ключевые слова: техническое состояние, параметры, диагностирование, микроконтроллер, компьютер, передача данных.

Abstract

The developed methods are based on the determination of the parameters of the technical state of engines based on the indicators of changes in angular speed of the crankshaft without using external drive or load-carrying devices.

Keywords: technical state, parameters, diagnostics, micro-controller, computer, data transfer.

Существующие бесстендовые средства диагностирования недостаточно универсальны, отличаются многообразием используемых диагностических параметров и не позволяют измерять многие показатели рабочих процессов, необходимых для идентификации технического состояния каждого одноименного элемента в составе ДВС.

Метод диагностирования по параметрам периодически повторяющихся колебаний основан на анализе рабочих процессов, протекающих в одноименных элементах ДВС, кинематически связанных с положением коленчатого вала. Такими параметрами являются колебания:

- электрических величин в цепях системы зажигания и электрооборудования;
- угловой скорости вращающихся деталей;
- уровня шума и вибрации;
- давления в системах воздухо- и топливоподачи, газообмена;
- температуры отработавших газов, создаваемый в пределах угловых или временных интервалов, соответствующих определенным рабочим тактам и порядку работы цилиндров.

Большие перспективы в дальнейшем развитии данных методов открываются при разработке аппаратного обеспечения на основе современных микроконтроллеров ведущих мировых производителей. В настоящее время проводится разработка микроконтроллерного прибора для диагностирования дизельных двигателей. Основным компонентом разрабатываемого прибора является микроконтроллер ATmega644 8-битного семейства AVR гарвардской архитектуры (программа и данные находятся в разных адресных пространствах) американской фирмы Atmel.

Наибольшую сложность при разработке микроконтроллерных систем представляет разработка программы, которая при прошивке загружается в память микроконтроллера и обеспечивает его работу по заложенному алгоритму. Для программирования микроконтроллеров AVR, ввиду его большой популярности во всем мире, разработано значительное количество компиляторов для наиболее популярных языков программирования:

Система команд микроконтроллеров AVR изначально оптимизировалась под программирование на языках высокого уровня, что позволяет отказаться от программирования на ассемблере.

Наиболее целесообразным является использование объектно ориентированного языка C, имеющего развитую систему команд.

Для программирования на языке C микроконтроллера выбран кросскомпилятор CodeVisionAVR, так как он имеет наиболее удобный автоматический генератор программ (CodeWizardAVR), позволяющий значительно упростить написание программ. Кроме того, CodeVisionAVR обеспечивает выполнение почти всех элементов языка C, которые разрешены архитектурой языка C, с некоторыми добавленными характеристиками, которые реализуют преимущество специфики архитектуры AVR. Также данный компилятор имеет большой набор прикладных библиотек для работы со стандартной периферией. Для отладки разрабатываемых программ целесообразно использование компьютерных симуляторов, заменяющих реальные радиодетали и приборы, виртуальными моделями. Симуляторы позволяют без сборки реального устройства отладить работу схемы, найти ошибки, полученные на стадии проектирования, снять необходимые характеристики.

Для моделирования микроконтроллеров наибольшими возможностями обладает симулятор Proteus. Поскольку основной задачей моделирования является отработка программного обеспечения микроконтроллера, в Proteus была составлена упрощенная схема прибора (рис. 1). На схеме отсутствуют элементы тактирования, формирования входных сигналов, преобразователи уровня приемо-передатчика USART, цепи питания и сброса.

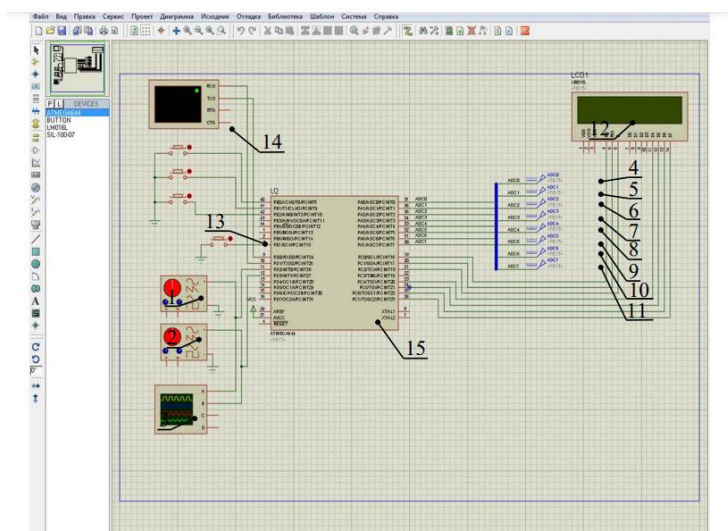


Рис. 1. Упрощенная схема устройства для диагностирования двигателей внутреннего сгорания в симуляторе Proteus

Схмотехническое построение прибора на базе микроконтроллера ATmega644 позволило, по сравнению с существующими аналогами, значительно снизить его стоимость, повысить универсальность и функциональные возможности. Кроме того, благодаря малым массогабаритным показателям, на базе представленного прибора возможна разработка бортовых систем контроля двигателей внутреннего сгорания.

В разрабатываемом устройстве предполагается передача данных с прибора на компьютер для дальнейшей обработки и анализа результатов. Однако в используемом микроконтроллере отсутствуют средства взаимодействия с USB портом компьютера, передача данных возможна только через приемо-передатчик USART. Использование данного приёмо-передатчика позволяет организовать передачу данных через COM порт компьютера, используя преобразователь уровня сигнала MAX232 или аналогичный с TTL- логики (0-5 вольт) на уровне сигнала COM порта. Однако использование COM порта нельзя считать оптимальным, так как практически на всех мобильных решениях (ноутбуки, нетбуки, планшетные компьютеры и т.д.) он отсутствует. Поэтому является целесообразным разработка интерфейса передачи данных на USB порт компьютера.

Решение этой задачи возможно несколькими путями. Наиболее простой – использование специализированных микросхем преобразователей интерфейсов. Однако практически все микросхемы данного класса имеют очень малый шаг выводов, что затрудняет их использование при опытно-конструкторских разработках. Тем не менее, существуют уже практически готовые решения – кабели для сотовых телефонов [1]. В нашей стране наибольшее распространение получили кабели на микросхеме PL2303 тайваньской фирмы Prolific [2].

Для обеспечения связи микроконтроллера необходимы выводы GND, RxD, TxD, также может быть использован вывод +5V для питания и сигнал DTR для отслеживания подключения устройства к компьютеру.

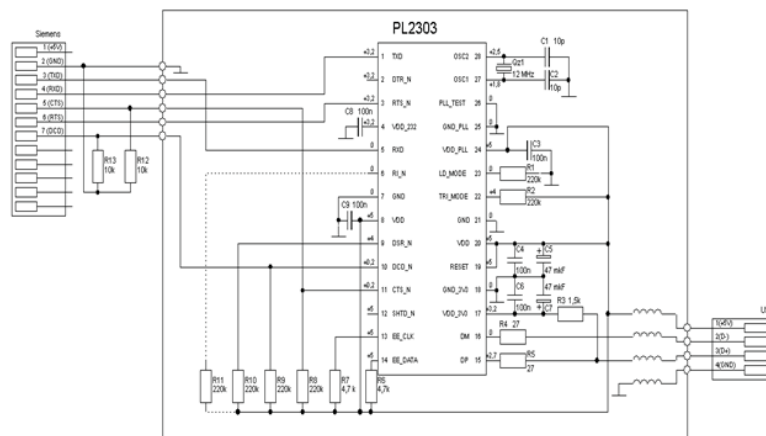


Рис. Схема интерфейсного кабеля на микросхеме PL2303

Для приёма данных с прибора на стороне компьютера необходима разработка специализированной терминальной программы или использование стандартных существующих программ.

Использование порта USB для осуществления передачи данных позволит повысить универсальность и функциональные возможности прибора, а также использовать прибор в бортовых системах контроля двигателей внутреннего сгорания.

1. Муравьев Ю. Простой переходник USB - UART TTL [Электронный ресурс] // AVR.RU: Сайт о микроконтроллерах "AVR", 2015 - . - Режим доступа: <http://avr.ru/ready/inter/conv/usbusart.html>, свободный . - Загл . с экрана
2. Схема Data-кабеля на PL2303 с разъемом Lumberg (Siemens x55-x75), аналог DCA510 [Электронный ресурс] // Сайт о телефонах Siemens, 2015 - . - Режим доступа: <http://siemensdca.ucoz.ru/photo/2-0-9-3>, свободный . - Загл . с экрана.

Андрейченко А.Е., Жунусова А.В., Баклушина И. В.

Выбор альтернативных источников тепла

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»
(Россия, Новокузнецк)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-409

Аннотация

Рассмотрены некоторые виды альтернативных источников тепла, их особенности и принцип действия.

Ключевые слова: источники тепла, отопление, солнечные батареи, геотермальная энергия, биологическая энергия, возобновляемое тепло.

Abstract

The types of alternative heat sources, their features and the principle of operation are considered.

Keywords: heat sources, heating, solar panels, geothermal energy, biological energy, renewable heat.

Альтернативные источники отопления представляют собой системы, работающие с теплогенераторами на возобновляемых источниках энергии. Это солнечная, геотермальная и биологическая энергия. Используются котлы, тепловые насосы и солнечные батареи, которые аккумулируют тепло и вырабатывают электричество.

Например, солнце является одним из самых возобновляемых и доступных источников энергии на нашей планете. Всеобщая доступность данного источника тепла и света создаёт его одним из самых важных нетрадиционных источников энергии. В современном мире технического прогресса, а также во благо экологии солнечная энергия может использоваться для преобразования либо в электрическую, либо в тепловую энергию. Если в прошлом столетии за счёт энергии солнца, используя простое увеличительное стекло можно было разжечь огонь или же нагреть воду для бытовых нужд в ёмкости покрашенной чёрной краской, то в наше время солнечная энергия находит более масштабное применение. Этот факт отмечен созданием солнечных электростанций в различных районах как нашего государства, так и по всей планете, а также применением гелиосистем для подогрева воды и воздуха. Солнечная энергия из всех возобновляемых источников энергии используется в наибольших масштабах. Во многих странах широкое применение солнечных коллекторов (СК) является одним из самых популярных видов возобновляемой энергетики. Благодаря гелиосистемам возможно снижение затрат на отопление и горячее водоснабжение. Ввиду постоянного роста тарифов на электроснабжение, теплоснабжение и горячее водоснабжение применение установок, вырабатывающих тепловую и электрическую энергию благодаря энергии солнца, на сегодняшний день имеет важное значение [1].

Геотермальные системы эффективны благодаря их безграничному энергоснабжению и минимальным затратам. Сейчас они применяются и доступны как на бытовом, так и на промышленном уровне.

Существует четыре типа основных геотермальных систем, с вертикальным теплообменником — это скважина, горизонтальным теплообменником с различными способами укладки, водяной и воздушный теплообменник. Их выбор зависит от имеющихся условий на данном объекте.

- Вертикальная закрытая система - эта система представляет собой скважины, пробуренные глубоко в земле. Она используется для многоэтажных жилых комплексов, частных больших домов и для крупных коммерческих зданий.

- Горизонтальная закрытая система: она занимает больше места по ширине и длине, чем вертикальные системы, и имеет много схем укладки. Следует убедиться, что для их установки имеется достаточно места. В пригородной установке они являются наиболее жизнеспособными системами. Система пруда или озера: эта система должна иметь источник воды около своего участка. Подземные трубы проходят от здания к водоему. Трубы выполнены в виде концентрических витков, и установлены на такую глубину, чтобы вода не замерзала.
- Система незамкнутого витка: этой системе нужна непрерывная поставка чистой воды, которую можно использовать для поглощения жары от воды под землей. Поэтому водные геотермальные объекты используются для теплообмена между жидкостями.
- Воздушный теплообменник: система воздух-воздух, это тепловой насос с воздушным источником может обеспечить эффективное отопление и охлаждение для дома. При правильной установке, тепловой насос с воздушным источником может доставить в дом в три раза больше тепловой энергии, чем потребляемая им электрическая энергия [2].

Также есть такой источник тепла как, биологическая энергия. Это вид энергии, получаемой из биомассы, то есть органического вещества растительного и животного происхождения. Этот вид энергии можно использовать для производства топлива, электричества и тепла. считается альтернативой обычным источникам энергии, которые действуют в энергетической матрице по всему миру. Это органическое вещество производит биоэнергетика, возобновляемая, чистая, недорогая энергия, которая не выбрасывает в атмосферу загрязняющие газы.

Несмотря на высвобождение углекислого газа, сжигание биомассы для производства биоэнергии не меняет атмосферу, поскольку этот газ используется растениями в процессе фотосинтеза [3].

Есть три класса биомассы:

1. Твердая биомасса: продукты и отходы сельского хозяйства, лесного хозяйства и биоразлагаемые остатки промышленных и городских территорий.
2. Жидкая биомасса: поступает из «энергетических культур», в результате получается жидкое биотопливо, такое как этанол и биодизель.
3. Газообразная биомасса: можно найти в сельскохозяйственных сточных водах промышленных предприятий и городских территорий.

Помимо уменьшения выбросов загрязняющих веществ, энергия, вырабатываемая биомассой, позволяет повторно использовать отходы, которые обычно выбрасываются.

По словам научного директора Фонда поддержки исследований штата Сан-Паулу (Fapesp) Карлоса Энрике, биоэнергетика может стать решением проблемы ущерба, нанесенного окружающей среде.

Но у биоэнергетики есть две проблемы для окружающей среды: удаление растительного покрова с больших площадей для сельскохозяйственного производства и использование большого количества воды.

Еще одна проблема - спрос на продукты питания, которому может нанести ущерб сельскохозяйственное производство, направленное на получение энергии.

Таким образом, общество и правительства должны найти способ увеличить использование биоэнергии, не оказывая серьезного негативного воздействия на окружающую среду и не влияя на производство продуктов питания.

На основе этого можно сделать вывод о том, что отойти от использования традиционных источников отопления вполне реально. Для этого нужно подобрать

альтернативу или скомбинировать несколько, исходя из особенностей местности, площади своего загородного дома и придомовой территории.

Энергия солнца, земли, сила ветра, утилизация бытовых отходов растительного и животного происхождения вполне способны стать достойной заменой газу, углю, дровам и платному электричеству.

1. Степанов Р.А. Возобновляемые источники энергии. Солнечные коллекторы / Р.А. Степанов, С.Г. Батухтин // Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов. Материалы XX Международной научно-практической конференции. – Чита, 2022. – С.97-101.
2. Геотермальное отопление дома: преимущество и принцип работы. [Электронный ресурс] // © 2022 BUILDING-TECH – 2022 – 31 января 2022 – Режим доступа: <https://building-tech.org/Энергия/geotermalnoe-otoplenye-doma:-preumushchestva-y-pryntsyp-raboti>, свободный. – Загл. С экрана.
3. Биоэнергетика: биомасса, топливо, преимущества и недостатки [Электронный ресурс] // Forma slova – 2022.Teaching And School Knowledge. – Режим доступа: <https://forma-slova.com/ru/articles/2719-bioenergy-biomass-fuels-advantages-and-disadvantages>, свободный. – Загл. С экрана.

Андрienко Д.Е., Печерица Э.А., Корнеев А.А.
Применение металлических покрытий в дизайне изделий
предметно-пространственной среды

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-410

Аннотация

В работе рассмотрены вопросы применения металлических покрытий в дизайне изделий предметно-пространственной среды. Показано, что получить необходимые эстетические характеристики поверхности изделия можно с применением металлических защитно-декоративных покрытий. Определены основные способы и металлы для формирования покрытий в дизайне. Показано, что перспективным на данный момент методом формирования защитно-декоративных металлических покрытий является холодное газодинамическое напыление.

Ключевые слова: предметно-пространственная среда, художественное проектирование, металлические покрытия, дизайн, холодное газодинамическое напыление.

Abstract

The paper considers the issues of the use of metal coatings in the design of products of the subject-spatial environment. It is shown that it is possible to obtain the necessary aesthetic characteristics of the surface of the product with the use of metal protective and decorative coatings. The main methods and metals for the formation of coatings in design are determined. It is shown that the currently promising method of forming protective and decorative metal coatings is cold gas-dynamic spraying.

Keywords: subject-spatial environment, artistic design, metal coatings, design, cold gas dynamic spraying.

При художественном проектировании изделий предметно-пространственной среды необходимо правильно выбрать материалы с необходимыми эстетическими характеристиками, к которым относится цвет, фактура и текстура поверхности. Это позволяет, в том числе создать правильное эмоциональное восприятие объекта дизайна.

Ведь цвет пробуждает у человека различные ассоциации, которые влияют на его психологическое, эмоциональное и физиологическое состояние. Фактура и текстура также значительно влияют на эмоциональное восприятие объекта.

Получить необходимые эстетические характеристики поверхности изделия невозможно только за счет свойств основного материала изделия. В связи с вышесказанным важную роль начинают играть защитно-декоративные покрытия.

Существует множество методов формирования покрытий, среди которых особенно интересны способы формирования объемных и многослойных металлических покрытий. На сегодняшний день они активно используются в сфере изготовления художественно-промышленных изделий. Стоит отметить, что выбор конкретной технологии зависит от поставленных задач, которые в свою очередь основываются на выборе материала. Только после этого выбора определяется метод нанесения декоративно-функционального слоя. В данный момент научный прогресс не позволяет наносить любые виды металлических покрытий на любую основу из-за технико-технологических ограничений. В таблице 1 приведены данные о возможности нанесения конкретных металлов определенным способом.

Основными требованиями к таким покрытиям и методам их формирования являются [1]:

- высокая коррозионная и износостойкость;
- объемность сформированного на поверхности металла с изменяемой по толщине структурой и свойствами;
- повышенный срок службы покрытий по сравнению с лакокрасочными материалами;
- возможность выполнять несущую способность и соединения отдельных элементов в конструкции при нанесении покрытия достаточной толщины;
- многообразие форм и выразительность металлического блеска поверхностей.

Таблица 1

Способы нанесения декоративных металлических покрытий, применяемые в дизайне [2]

Металл покрытия	Способы нанесения					
	погружение в раствор	диффузия	напыление	конденсация	восстановление	
					химическое	электрохимическое
Al		+	+	+		
Zn	+	+	+	+		+
Cr		+		+	+	+
Fe				+	+	+
Cd				+		+
Ni			+		+	+
Sn					+	+
Pb	+		+			+
Cu			+	+	+	+
Ag		+		+	+	+
Au		+		+	+	+

«+» обозначена возможность применения металла для заданного способа получения покрытия.

Одним из перспективным на данный момент методом нанесения защитно-декоративных металлических покрытий является холодное газодинамическое напыление. Эта технология уже долгое время используется в машиностроении и реставрации, однако, в дизайне данный метод еще не получило должного распространения. Суть этого метода заключается в нанесении на основу порошковых металлических материалов под действием сверхзвукового газового потока. Мелкодисперсные порошки из пластичных металлов, таких как медь и медные сплавы, алюминий и алюминиевые сплавы, латунь, цинк, никель, помещаются в специальное оборудование, через сопло которого с помощью сжатого воздуха под высоким давлением происходит перенос частиц металла на основу, где они от удара об поверхность деформируются, создавая новый прочный слой.

Преимуществом рассматриваемой технологии напыления относительно других способов нанесения порошковых металлических покрытий можно считать возможность нанесения материала на основу из практически любых материалов, как металлических, так и неметаллических, способных выдержать поток сверхзвукового давления, так как температура налетаемых частиц не поднимается выше 100-150 °С. В отличие от электролитических

методов площадь нанесения покрытий холодным газодинамическим методом напыления не ограничивается габаритами оборудования, так как нет необходимости погружать изделие в какую-либо емкость с раствором. Само оборудование достаточно компактное и портативное, благодаря чему обработка изделия не привязана к какому-то конкретному месту, такому как производственный цех или мастерская.

Технология подразумевает возможность наслаивать покрытие и тем самым позволяет наращивать новый или утраченный в процессе эксплуатации объем изделия. Точность процесса нанесения и возможность обрабатывать локальные участки позволяют создавать на поверхности изделий декоративный рисунок или силуэтно-графаретный орнамент. Получаемое покрытие в дальнейшем может быть химически обработано, тем самым придавая изделию еще более высокие эстетические показатели. На рисунке 1 представлены образцы с нанесенным покрытием холодным газодинамическим напылением.

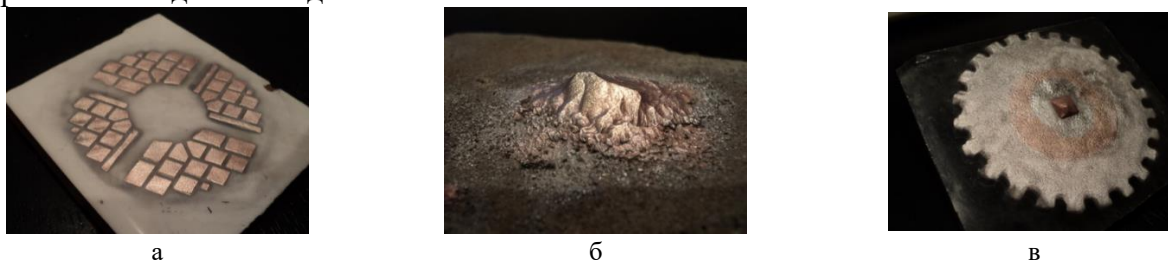


Рисунок 1. Образцы с нанесённым покрытием холодным газодинамическим напылением:

- а – медь на кафельной плитке;
б – объемная фигура из меди с алюминиевой подложкой на бетоне;
в – объемный рисунок на стекле из меди и алюминия*

Общая схема технологического процесса формирования покрытия холодным газодинамическим напылением, включает в себя подготовку порошкового материала, подготовку поверхности к нанесению покрытия, нанесение покрытия, финишную обработку покрытий и контроль качества нанесенного покрытия [3]. Для получения более сложных цветовых оттенков полученное покрытие необходимо обработать в специальных химических составах.

Таким образом, применение данного метода позволяет создать металлические покрытия с высокими эстетическими свойствами, что позволяет их использовать при декорировании изделий предметно-пространственной среды.

1. Бусыгина А.А., Корнеев А.А. Инженерия поверхности в дизайне художественно-промышленных изделий. В сборнике: Всероссийская научно-практическая конференция "ДИСК-2020". Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, в рамках Всероссийского форума молодых исследователей «Дизайн и искусство – стратегия проектной культуры XXI века». Москва, 2020. С. 118-120.
2. Дудник М.Г. Разработка управляемого процесса нанесения комбинированных защитно-декоративных покрытий с использованием холодного газодинамического напыления: Дисс. ... канд. технич. наук: 17.00.06. – СПб., 2022. – 231 с.
3. Голубев А.П., Корнеев А.А. Исследование возможности формирования многофункциональных покрытий газодинамическим напылением// Информационно-технологический вестник. 2017. № 4 (14). С. 191-199.

Беспалов В.В., Клочкова Н.С.
Способ модификации зубьев

*Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
(Россия, Нижний Новгород)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-411

Аннотация

В статье рассматривается способ модификации зубьев цилиндрических зубчатых колес. Наружная поверхность зубчатого венца выполнена из двух участков – цилиндрического и

конического. Это приводит к повышению плавности их зацепления и тем самым к снижению уровня шума.

Ключевые слова: модификация зубьев, конический участок, уровень шума, зубчатое колесо, плавность зацепления.

Abstract

The article discusses the modification of the teeth of spur gears. The outer surface of the gear rim is made of two sections - cylindrical and conical. This leads to an increase in the smoothness of their engagement and thus to a reduction in the noise level.

Keywords: modification of teeth, conical section, noise level, gear wheel, smoothness of engagement.

В работах [1,2] было показано, что в зависимости от качества изготовления, спектр гармонических составляющих циклической погрешности зубцовой частоты цилиндрических зубчатых колес значительно отличался. Повышение точности изготовления зубчатых колес является основным путем повышения плавности их зацепления.

Другим путем повышения плавности зацепления зубчатых колес является модификация зубьев. При разработке рекомендаций был экспериментально проверен способ такой модификации.

Конструкция зубчатого колеса защищена патентом РФ [3] и представлена на рис. 1.

Колесо содержит основание 1, ступицу 2 и зубчатый венец 3. Поверхность вершин зубьев зубчатого колеса выполнена из двух участков – цилиндрического 4 и конического 5. Ширина участка 4, обеспечивающая постоянство жесткости, выбрана в диапазоне $(0,2 - 0,3)b$, где b – полная ширина зубчатого венца. Радиус конической поверхности определяется по зависимости

$$r_1 = \sqrt{\left(A \sin \alpha + P_n - \sqrt{r_{a2}^2 - r_{y2}^2}\right)^2 + r_{y1}^2}$$

где A – межцентровое расстояние,

α – угол зацепления,

P_n – нормальный шаг,

r_{a2} – радиус вершин зубьев зубчатого колеса,

r_{y2} – радиус основной окружности зубчатого колеса,

r_{y1} – радиус основной окружности, сопряженной с зубчатым колесом шестерни.

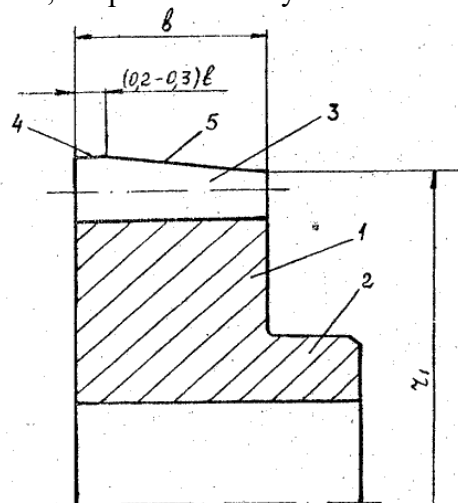


Рисунок 1. Зубчатое колесо

При выполнении ширины цилиндрического участка зубчатого венца $<0,2b$ экспериментальные замеры показали уровень шума ~ 82 дБ, но снижается жесткость конструкции, особенно при повышенных нагрузках.

При выполнении ширины цилиндрического участка зубчатого венца $>0,3b$ экспериментальные замеры показали, что уровень шума приближается к 84дБ.

Что касается r_1 , то его минимальное значение ограничено радиусом впадин зуба, а возрастание r_1 выше заданного значения приводит к повышению уровня шума до 84-85дБ.

Проводились экспериментальные замеры уровня шума на зубчатых колесах, не имеющих конического участка, и после изготовления конического участка на этих же зубчатых колесах. Результаты замеров уровня шума приведены в таблице 1, а также на рис. 2.

Таблица 1

Результаты замеров уровня шума

№ деталей	Уровень шума, дБ	
	без конического участка	с коническим участком
1	84,0	80,0
2	84,5	81,0
3	85,0	81,5
4	83,5	80,0
5	83,0	80,0
$x_{ср}$	84,0	80,5
S^2	0,625	0,50
S	0,79	0,70

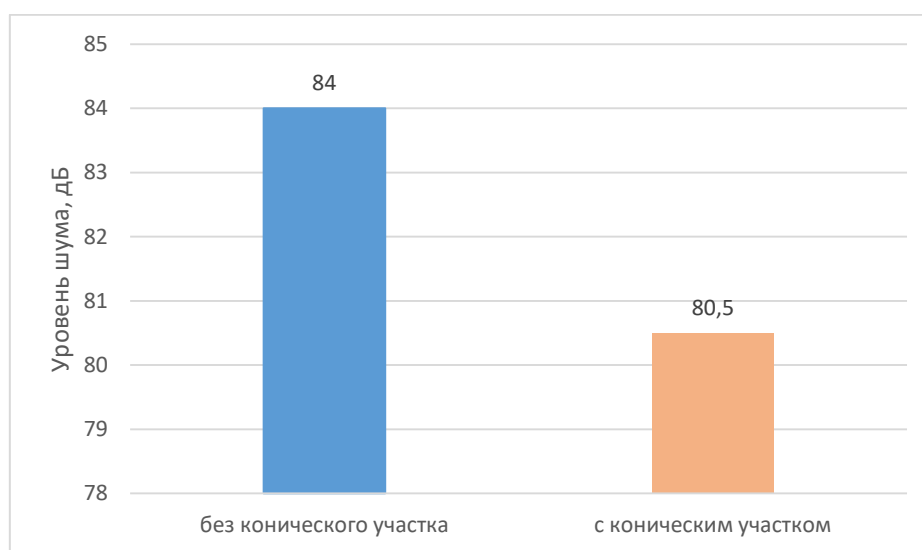


Рисунок 2. Влияние наличия конического участка на уровень шума

Анализ результатов показывает, что выполнение на зубчатых колесах конического участка повышает эксплуатационные характеристики передачи и приводит к снижению уровня шума на 3-4 дБ.

1. Беспалов В. В. Повышение точности цилиндрических зубчатых колес при шевинговании: дис. канд. тех. наук: 05.02.08: защищена 20.03.1996. Н. Новгород, 1996. 122 с.
2. Беспалов В. В. Повышение точности изготовления цилиндрических зубчатых колес. Рецензируемый научный журнал «Тенденция развития науки и образования». Май 2019 г. №50, часть 2. Изд. НИЦ «Л-Журнал», 2019. - с.15-18.
3. Пат. 1813944 РФ. МКИ F16H55/17. Косозубое зубчатое колесо/ В.В. Беспалов (РФ) - № 4890816; Заявлено 01.11.90.; Опубл. 07.05.93., Бюл. № 17, - 2с.: ил.

Воячек И.И., Илюхин А.С.

Статистический анализ способов организации сборки партий соединений с натягом

Пензенский государственный университет
(Россия, Пенза)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-412

Аннотация

Проведён сравнительный статистический анализ различных способов организации сборки партий соединений с натягом с применением компьютерного моделирования. Показаны преимущества индивидуальной селективной сборки.

Ключевые слова: соединения с натягом, организация сборки, статистический анализ, индивидуальная селективная сборка.

Abstract

A comparative statistical analysis of various methods of organizing the assembly of batches of tension joints using computer modeling was carried out. The advantages of individual selective assembly are shown.

Keywords: tension joints, assembly organization, statistical analysis, individual selective assembly.

Соединения с натягом (ССН) технологичны и достаточно надёжны при эксплуатации, их совершенствование целесообразно осуществлять на основе интеграционной системы конструкторско-технологического проектирования [1]. Разрабатываются методы упрочнения ССН, например путём применения при сборке анаэробных материалов [2]. Существенных результатов можно достигнуть при совершенствовании организации сборки партий соединений с натягом, которая реализуется различными способами:

1. Обычная (случайная) сборка (без сортировки сопрягаемых деталей);
2. Групповая селективная сборка (ГСС);
3. Индивидуальная селективная сборка (ИСС).

Если ССН спроектировано методом полной взаимозаменяемости [3], то считается, что все соединения в партии должны обладать заданной несущей способностью. Однако значительное количество соединений в партии при обычной организации их сборки будут иметь натяги, существенно превышающие минимальный натяг стандартной посадки, и обладать неоправданным запасом прочности при передаче эксплуатационной нагрузки. Кроме того, сборка соединений с большими натягами более затратна и приводит к негативным явлениям. При выборе посадки в этом случае приходится назначать более точные квалитеты.

Указанные проблемы в значительной степени устраняются при реализации групповой взаимозаменяемости или групповой селективной сборки: уменьшается рассеивание и оптимизируется уровень натяга в партии соединений; появляется возможность назначить расширенные допуски на размеры деталей. Однако необходимо знать действительные размеры деталей в партии и осуществлять их сортировку по группам, что требует дополнительных затрат. Главный недостаток ГСС – незавершённое производство, которое связано с разным количеством сопрягаемых деталей в парных группах. Имеются работы, в которых предлагается варианты решения этой проблемы, например [4], однако при этом частично теряется преимущество ГСС или увеличиваются затраты.

Индивидуальная селективная сборка – это сборка, когда количество групп соответствует количеству деталей в партии. Пары деталей целесообразно подбирать в соответствии критерием минимальной разности (по абсолютной величине) размеров вала и отверстия. Наиболее простым приёмом является сортировка размеров валов и отверстий в виде вариационного ряда и сборка пар деталей с одинаковыми номерами в вариационных рядах. Преимущества ИСС:

1. Получение ССН с минимальным рассеиванием натягов в партии около среднего натяга посадки;
2. Отсутствие незавершённого производства.
3. Возможность существенно расширить допуски на сопрягаемые детали при незначительном увеличении затрат на сборку.

В данной работе проводилось компьютерное моделирование организационных способов сборки партии ССН по следующему алгоритму:

1. По традиционной методике проводился расчёт и выбор стандартной посадки с натягом для ССН, определялись максимальные, минимальные и средние размеры сопрягаемых деталей и натягов в посадке.
2. С помощью генератора случайных чисел в соответствии с нормальным и равномерным распределениями формировались массивы размеров диаметров вала и отверстия во втулке в пределах заданных допусков. Определялись статистические параметры распределений.
3. При обычной сборке сопрягаемые пары деталей формировались случайным образом, например, в соответствии с порядком генерации чисел.
4. При ИСС массивы размеров деталей располагались в виде вариационного ряда и сопрягаемые пары деталей формировались в соответствии с одинаковыми порядковыми номерами вариационного ряда.
5. Определялись значения натягов в сопрягаемых парах деталей и статистические параметры распределения натягов в партии.
6. При моделировании ГСС допуски сопрягаемых деталей делились на 5 и 3 интервала, определялись количество размеров (деталей) в каждом интервале (группе) и объём незавершённого производства.

По традиционной методике осуществлено проектирование ССН определены расчётные значения минимального и максимального натягов $N_{min,расч}$ и $N_{max,расч}$ и выбрана посадка $\varnothing 30 H7/u7$, которая имеет следующие параметры: минимальный и максимальный натяги $N_{min,п} = 0,027\text{мм}$, $N_{max,п} = 0,069\text{мм}$; средний натяг $N_{m,п} = 0,048\text{мм}$; допуск посадки $T_N = 0,042\text{ мм}$. В соответствии с назначенными допусками для вала – минимальный и максимальный размеры $d_{min} = 30,048\text{мм}$, $d_{max} = 30,069\text{мм}$; средний размер $d_m = 30,0585\text{мм}$; допуск $T_d = 0,021\text{мм}$; стандартное отклонение $S_d = T_d/6 = 0,0035\text{мм}$; для отверстия – $D_{min} = 30,0\text{мм}$; $D_{max} = 30,021\text{мм}$; $D_m = 30,0105\text{мм}$; $T_D = 0,021\text{мм}$; $S_D = T_D/6 = 0,0035\text{мм}$.

При генерировании размеров деталей были осуществлены две реализации, результаты которых представлены в таблицах 1 и 2, разделённые знаком //.

Таблица 1

Результаты компьютерного моделирования распределения размеров деталей и натягов в партии ССН, посадка $\varnothing 30 H7/u7$

Объём партии $N = 30$, посадка $\varnothing 30 H7/u7$				
Статистические параметры, мм	Обычная сборка		ИСС	
	Распределение		Распределение	
	Нормальное	Равномерное	Нормальное	Равномерное
1	2	3	4	5
1 Среднее значение размеров вала	30,0583// 30,0584		30,0583//	
2 Минимальный/максимальный размеры вала	30,0483/ 30,0659//	30,0567// 30,0606	30,0,584 30,0483/ 30,0659//	30,0567// 30,0606 30,0488/ 30,0689// 30,0495/
3 Размах размеров вала	30,0497/ 30,0685	30,0689// 30,0495/ 30,0687	30,0497/ 30,0685	30,0687 0,0200// 0,0191
4 Стандартное отклонение размеров вала	0,0177// 0,0187 0,0038// 0,004	0,0200// 0,0191 0,0065// 0,0057	0,0177// 0,0187 0,0038// 0,004	0,0065// 0,0057 30,0128// 30,0129
5 Среднее значение размеров отверстия	30,0095// 30,0110	30,0128// 30,0129	30,0095// 30,0110	30,0013/ 29,9997/ 30,0204// 30,0004/ 30,0178
6 Минимальный/максимальный размеры отверстия	29,9997/ 30,0204// 30,0004/ 30,0178	30,0013/ 30,0018// 30,0018/ 30,0209	29,9997/ 30,0204// 30,0004/ 30,0178	30,0208// 30,0018/ 30,0209
7 Размах размеров отверстия	0,0206// 0,0174	0,0195// 0,0191	0,0206// 0,0174	0,0195// 0,0191
8 Стандартное отклонение размеров отверстия	0,0043// 0,0041 0,0488// 0,0474	0,0052// 0,0056 0,0439// 0,0477	0,0043// 0,0041 0,0488// 0,0474	0,0052// 0,0056 0,0439// 0,0477
9 Средний натяг	0,0340/	0,0306/	0,0456/	0,0402/
10 Минимальный/максимальный натяги	0,0580// 0,0332/ 0,0596	0,0660// 0,0295/ 0,062	0,0511// 0,0458/	0,0494// 0,0453/ 0,0493
11 Диапазон рассеивания	0,024// 0,0264	0,0354// 0,0325	0,0506	0,0092//

натяга 12 Рассеивание натяга относительно среднего натяга посадки	0,048 (+0,01, -0,014)// (+0,012, -0,0148)	0,048 (+0,018, - 0,0174)// (+0,014, -0,0186)	0,0055// 0,0048 0,048 (+0,0031, - 0,0024)// (+0,0026, -0,0022)	0,004 0,048 (+0,0014, - 0,0078)// (+0,0013, -0,0027)
--	---	--	--	--

Таблица 2

Определение объёма незавершённого производства при компьютерном моделировании групповой селективной сборки

Количество групп сортировки	Количество соединений в незавершённом производстве	
	Нормальное распределение	Равномерное распределение
1 Пять групп	10//16	24//6
2 Три группы	4//8	22//2

По результатам моделирования (таблицы 1 и 2) можно сделать следующие выводы.

1. При реализации равномерного распределения размеров деталей в партии по сравнению с нормальным распределением повышается вероятность увеличения параметров их рассеивания – размаха и стандартного отклонения, а также вероятность существенного смещения центра группирования размеров относительно середины поля допуска. В связи с этим, при равномерном распределении размеров деталей особенно при обычной сборке может существенно увеличиваться диапазон рассеивания натяга и вероятное смещение среднего натяга относительно среднего натяга посадки.

2. При ГСС остаётся значительное количество соединений в незавершённом производстве (см. таблицу 2), особенно при реализации равномерного распределения размеров деталей. При уменьшении количества сортировочных групп объём незавершённого производства снижается.

3. При ИСС по сравнению с обычной сборкой существенно уменьшается диапазон рассеивания натягов (в 4,4//5,5 раза при нормальном распределении и в 3,8//8,1 раза при равномерном распределении).

4. При индивидуальной селективной сборке вероятность реализации в партии ССН значений предельных натягов посадки практически исключена. Более того, диапазон вариации натягов в партии уменьшается относительно допуска посадки T_N в 7,6//8,8 раза при нормальном распределении и 4,6//10,5 раза при равномерном распределении. При этом натяг варьируется в достаточно узком интервале относительно среднего натяга посадки (таблица 1, строка 12).

5. При индивидуальной селективной сборке проектирование ССН методом полной взаимозаменяемости и даже теоретико-вероятностным методом [3] нецелесообразно. Можно выбирать стандартную посадку, у которой $N_{min,p} < N_{min,расч.}$ и $N_{max,p} > N_{max,расч.}$, что позволяет существенно расширить допуски на размеры сопрягаемых поверхностей. Диапазон рассеивания натяга в партии ССН минимален и незначительно отличается от среднего натяга посадки.

1. Воячек, И.И. Обеспечение качества неподвижных соединений на основе интеграционной системы конструкторско-технологического проектирования: дис. ... докт. техн. наук: 05.02.08/ Воячек Игорь Иванович. – Пенза, 2006.- 401 с.
2. Воячек, И.И. Избирательное упрочнение соединений с натягом при сборке с анаэробными материалами / И.И. Воячек, Д.В. Кочетков, С.Г. Митясов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2015. – № 2 (34). – С. 192–204.
3. Палей, М.А. Допуски и посадки: Справочник. Ч.1 / М.А.Палей, А.Б.Романов, В.А.Брагинский – Санкт-Петербург: Политехника, 2011. – 530 с. – ISBN 978-5-7325-0998-4
4. Набатников, Ю.Ф. Обеспечение точности соединений деталей машин методом межгрупповой взаимозаменяемости // Вестник машиностроения – 2012. – № 11. – С. 43–51.

Глазков Ю.Е., Глазков В.Ю.

Классификация методов регенерации отработанных масел

Тамбовский государственный технический университет
(Россия, Тамбов)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-413

Аннотация

В статье рассматривается анализ методов регенерации отработанных смазочных масел. Рассмотрены основные методы очистки отработанных масел.

Сделан вывод о необходимости создания новых технологий регенерации отработанных минеральных моторных масел, которые будут характеризоваться высоким выходом и качеством регенерированных масел, низкими затратами и экологичностью.

Ключевые слова: моторные масла, регенерация, эксплуатационные свойства, фильтрация, утилизация, сепарация, адсорбционная очистка.

Abstract

The article discusses the analysis of methods for the regeneration of used lubricating oils. The main methods of purification of used oils are considered.

It was concluded that it is necessary to create new technologies for the regeneration of used mineral motor oils, which will be characterized by a high yield and quality of regenerated oils, low costs and environmental friendliness.

Keywords: engine oils, regeneration, operational properties, filtration, utilization, separation, adsorption purification.

Эксплуатация моторного масла связана с разнообразными изменениями физико-химических свойств, ведущих к утрате его первоначальных эксплуатационных свойств и дальнейшей ее замены [1].

Утилизация отработанных смазочных материалов (ОСМ) является одной из важнейших научно-технических проблем, поскольку ОСМ являются техногенными отходами, что негативно влияет на окружающую среду. Их утилизация на настоящем этапе проводится по следующим направлениям [2]:

- вторичная переработка смесей отработанных минеральных масел с получением базовых компонентов;
- отдельная регенерация масел по маркам. Проводят удаление продуктов старения и других загрязнений с ОСМ, и на заключительной стадии приготовления товарных масел к ним добавляют присадки;
- переработка смесей ОСМ с целью получения котельного топлива;
- использование в качестве низкокачественного топлива.

Существуют несколько методов переработки ОСМ с получением компонентов дизельного топлива. Одним из вариантов утилизации может быть переработка с целью получения высокоэффективных консервационных материалов. Также ОСМ можно использовать как модификатор битумов или как реагент для флотации угольных шламов.

Несмотря на многообразие методов утилизации ОСМ, наилучшим считается метод их регенерации, который позволяет уменьшить количество вредных выбросов в окружающую среду и повторно использовать масла.

Для восстановления эксплуатационных свойств ОСМ используют разнообразные методы регенерации, основанные на физических, химических и физико-химических процессах.

Физические методы применяют для извлечения из ОСМ твердых частиц загрязнений (пыль, механические примеси, продукты разложения присадок и износ деталей ДВС), а также воды, асфальто-смолистые вещества и продукты неполноты сгорания топлива, не меняя при этом их качественный химический состав. К традиционным физическим методам регенерации

отработанных масел относятся процессы отстаивания, фильтрации, сепарации, центрифугирования, отгона топлива, вакуумной перегонки, а также действие электрического или магнитного поля.

Отстаивание – самый дешевый и самый простой метод регенерации, также он служит обязательной стадией любого процесса регенерации. Однако процесс отстаивания ОСМ от механических примесей и воды не всегда дает положительный результат, иногда даже во время длительного отстаивания весомое количество примесей не оседает, а остается во взвешенном состоянии [3].

Фильтрация является одним из наиболее эффективных физических методов очистки масел [3]. Его можно использовать непосредственно в процессе эксплуатации масла, если в масляные системы двигателей и приборов входят фильтры специальных конструкций. Тип таких конструкций зависит от условий эксплуатации масла и характера загрязнений.

Фильтровальные материалы, которые используют, разнообразны и различаются по фильтровальной способности, физико-химическим свойствам, химическому составу и т. д.

Известна установка фирмы Purifier, в состав которой входит хлопковый фильтр с подогревателем для снижения вязкости масла, в результате чего удаляются загрязнения дисперсностью до 1 мкм, и испаритель, который позволяет удалить воду [4]. Недостатком технологии является жесткие требования к сырью и невозможность регенерации различных типов масел.

Сепарацией проводят глубокое очищение ОСМ. В основе процесса лежит центрифугирование, в результате которого под действием центробежных сил происходит разделение продуктов в зависимости от плотности. В данном процессе образуется три слоя: первый слой – загрязняющие примеси оттесняются к стенкам центрифуги, второй слой состоит из изъятной воды, а третий слой, который расположен возле оси вращения, – очищенное масло. Полученное очищенное масло по необходимости можно подавать на повторную сепарацию или использовать другие методы доочистки [3].

Метод сепарации, где основным аппаратом установки является кожухотрубный пленочный испаритель, в котором образуется масляная паро-жидкостная смесь, поступающая на фильтрацию для отделения механических примесей, и дальнейшее разделение в сепараторе. Полученное масло характеризуется отсутствием продуктов разложения присадок, механических примесей и воды, однако данный метод не позволяет удалить кислородсодержащие продукты старения.

Очистку ОСМ можно проводить также магнитной сепарацией, центрифугированием и фильтрацией, в этих процессах как реагент используют водный раствор с ортофосфатной кислотой, изопропиловым спиртом и метилэтилкетонем. Перемешивание проводят в течение 40 мин, после чего происходит отстаивание смеси до полной прозрачности. В результате процесса происходит уменьшение значения кислотного числа.

В последнее время развиваются новые методы очистки ОСМ, а именно очистка в силовых полях. Основным преимуществом силовых очистителей ОСМ является отсутствие сменных фильтрующих элементов и малое гидравлическое сопротивление. В зависимости от природы силового поля существует несколько типов очистителей, в основе которых использование различных полей: магнитного, электрического, гравитационного, центробежного и комбинированного. Основным недостатком использования силовых полей является вес и габариты устройств, а также необходимость специального источника энергии.

На основании выше проведенного рассмотрения физических методов регенерации ОСМ их можно отнести к методам предварительной очистки. Очищенное масло, полученное физическими методами регенерации, требует проведения дополнительных процессов для восстановления своих физико-химических и эксплуатационных свойств, ведь общим недостатком физических методов является невысокая степень очистки.

Химические методы регенерации ОСМ, основанные на химическом взаимодействии загрязняющих веществ и специально введенных реагентов, вследствие протекания химических реакций между ними образуются новые соединения, которые легко удаляются из масла.

Применением химических методов регенерации удаляют асфальтосмолистые вещества, кислоты, некоторые гетероорганические соединения и воду. В отличие от физических методов в химических изменяется как количественный, так и качественный химический состав регенерированного масла [3].

Процесс сернокислотной очистки ОСМ в XX в. был самым распространенным в мире методом регенерации, на который приходилось около 80 % мирового объема вторичной переработки.

Главным недостатком процессов сернокислотной очистки является образование тяжело утилизируемых токсичных кислых гудронов, кроме этого они не обеспечивают извлечения из ОСМ полициклические ароматические углеводороды и высокотоксичные соединения хлора.

Щелочную очистку можно использовать как самостоятельный процесс регенерации отработанных масел или как завершающую стадию процесса сернокислотной очистки.

Если щелочную очистку используют как основной процесс регенерации ОСМ, то раствор щелочи взаимодействует с нафтеновыми кислотами, фенолами, дикарбоновыми кислотами с образованием натриевых солей, которые легко переходят в водный щелочной раствор. В дальнейшем раствор отстаивают и промывают горячей водой с целью извлечения щелочных отходов и остатков натриевых солей соответственно. В процессе щелочной очистки ОСМ могут происходить реакции гидролиза и образования эмульсий, что затрудняет процесс ее очистки. Реагенты, используемые в процессах щелочной очистки, также могут служить эффективными коагулянтами в процессах регенерации ОСМ [3].

Установки гидроочистки масел, как правило, сочетают с соответствующим нефтеперерабатывающим производством, имеющим избыток водорода и возможность его рециркуляции. Процессы можно комбинировать с вакуумной перегонкой, с экстракцией селективными растворителями или использовать для доочистки регенерированных масел с других процессов регенерации.

Однако по своим технико-экономическим показателям гидрогенизационные процессы требуют больших капиталовложений, а также возникают проблемы с производством и использованием водорода. Метод является экономически выгодным при условии переработки больших объемов ОСМ (не менее 50-60 тыс. т/год) [2].

В процессах регенерации широкое применение приобрели физико-химические методы. К физико-химическим методам регенерации ОСМ относят процесс адсорбционной очистки, коагуляции и селективного растворения загрязнений ОСМ [5].

Адсорбционная очистка ОСМ заключается в способности веществ (адсорбентов) содержать на наружной поверхности гранул и на внутренней поверхности капилляров, пронизывающих гранулы, продукты загрязнения ОСМ. К важнейшими факторам, оказывающим кардинальное влияние на эффективность адсорбации, относятся характер и величина поверхности пор адсорбента. Как адсорбенты используют вещества природного (бокситы, природные цеолиты, базальт и др.) или искусственного (силикагель, оксид алюминия, синтетические цеолиты и др.) происхождения [6].

Утилизации большого количества адсорбента, загрязняющего окружающую среду является недостатком этого способа. Наиболее перспективным является метод очистки ОСМ в подвижном слое адсорбента, в результате чего процесс происходит непрерывно, без остановки для периодической замены, регенерации или фильтрации адсорбента. Применение этого метода связано с использованием сложного технологического оборудования, что сдерживает его широкое внедрение.

На основании проведенного выше анализа физических, химических и физико-химических методов регенерации ОСМ можно констатировать, что большинство из них не могут использоваться как самостоятельные процессы регенерации ОСМ. Во время регенерации ОСМ чаще всего нужно использовать комбинацию процессов, которые позволят получить высокий выход и качество регенерированных масел. Для подбора оптимальной комбинации различных методов регенерации следует учитывать количество собранных ОСМ, проводить анализ продуктов их старения и изменения эксплуатационных свойств, а также учитывать

требования к регенерированным маслам с целью обеспечения экономической целесообразности проведенной регенерации и выхода высококачественного регенерированного масла. Стоит отметить, что выбранные комбинации методов регенерации ОСМ должны характеризоваться высокой экологичностью процесса и образованием небольшого количества побочных продуктов процесса или возможностью их дальнейшей утилизации.

1. Милованов А.В. Топливо и смазочные материалы: / А.В. Милованов, С.М. Ведищев/ Учеб. пособие. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. – 80 с.
2. Евдокимов А.Ю. Смазочные материалы и проблемы экологии / А.Ю. Евдокимов, И.Г. Фукс, Т.Н. Шабалина, Л.Н. Багдасаров. – М.: Нефть и газ, –2000. – 292 с.
3. Шашкин П.И. Регенерация отработанных нефтяных масел / П.И. Шашкин, И.В. Брай. – М.: Химия, 1970. – 304 с.
4. Purifiner technology [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.myshared.ru/slide/298230> (дата обращения: 25.10.2022)
5. Бутовский М.Э. Пути утилизации отработавших моторных масел / М.Э. Бутовский // Химия и технология топлив и масел. – 2009. – № 5. – С. 53-56.
6. Батюшков Д.И. Исследование технологии регенерации отработанных масел физическими методами / Батюшков Д.И. // Научный журнал «Апробация». – 2013. – №4(7). – С. 5-6.

Горбатенко Е.Р.

Определение размеров участка обрабатываемого блока для получения максимальной производительности оборудования

*СФУ «Институт горного дела, геологии и геотехнологий»
(Россия, Красноярск)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-414

Аннотация

Статья посвящена выбору оптимальных размеров участка разрабатываемого блока при использовании бульдозерно-экскаваторного способа разработки россыпных месторождений с использованием выработанного пространства, для получения максимальной производительности оборудования, на примере комплекса оборудования экскаватор KOMASU PC-400 – бульдозер KOMATSU D65, при совместном ведении полного цикла вскрышных, добычных и отвальных работ.

Ключевые слова: россыпное месторождение, повышение производительности, производительность бульдозера, производительность экскаватора, участок блока.

Abstract

The article is devoted to the selection of optimal site sizes of the block under development when using the bulldozer-excavator method for the development of placer deposits using the developed space to obtain maximum equipment performance, using the example of the KOMASU PC-400 excavator – KOMATSU D65 bulldozer equipment, while jointly conducting a full cycle of stripping, mining and dumping operations.

Keywords: placer deposit, productivity improvement, bulldozer productivity, excavator productivity, block site.

Россыпями называются рыхлые или сцементированные отложения обломочных пород, содержащие отдельные зерна полезного ископаемого. [1]

Повышения производительности можно добиться за счет совместного ведения полного цикла вскрышных, добычных и отвальных работ. Такое возможно при использовании схемы изображенной на рисунке 1. Бульдозер 2 производит послонную выемку песков, а также задирку плотика и перемещает их к месту расположения экскаватора 1, установленного в начале участка разрабатываемого блока. Бульдозер 3 ведет послонную выемку вскрышных пород и перемещает их в выработанное пространство, которое отработал бульдозер 2.

Для обеспечения максимальной производительности оборудования при отработке участка блока россыпного месторождения бульдозерно-экскаваторным способом с использованием схемы, изображенной на рисунке 1, необходимо определить оптимальные размеры этого участка, так как размеры будут являться расстоянием транспортирования горной массы, а это на прямую влияет на производительность бульдозеров.

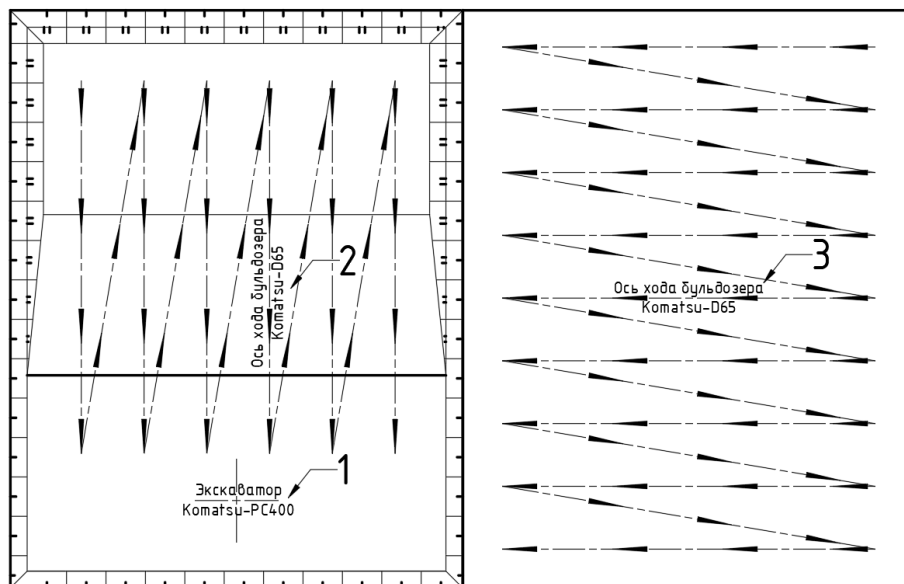


Рисунок 1. Схема отработки участка блока бульдозерно-экскаваторным способом с использованием выработанного пространства: 1- экскаватор; 2- бульдозер, отрабатывающий пески; 3 – бульдозер, отрабатывающий вскрышные породы

Также необходимо соблюдать соразмерность горных работ, учитывать производительность каждого оборудования: производительность бульдозера, отрабатываемого пески (2) должна быть равна производительности экскаватора (1). Подвигание бульдозера, отрабатываемого пески (2) должна быть равна подвиганию бульдозера, занятого вскрышными работами (3). Несоблюдение этих правил приведет к простоям оборудования, что приведет к снижению производительности оборудования.

Производительность бульдозера была рассчитана по формуле [2]:

$$Q = 3600V_{п.в}K_d / (T_{ц}K_{р.п})$$

При увеличении расстояния транспортирования горной массы, производительность бульдозера снижается за счет увеличения времени цикла и потерь горной массы из-за просыпания ее за пределы лемеха. Наиболее производительны бульдозеры работают при перемещении пород на 20-80 м. [1] Зависимость производительности бульдозера от расстояния перемещения горной массы показана на рисунке 2.

Для определения оптимальных размеров участка блока необходимо отталкиваться от производительности экскаватора, для того чтобы обеспечить его необходимым объемом песков и исключить простои оборудования. При производительности экскаватора равной $70 \text{ м}^3/\text{ч}$, расстояние транспортирования, при котором будет обеспечиваться такая же производительность бульдозера, будет составлять 60 м. Расстояние транспортирования песков будет являться длиной участка блока.

По рисунку 3 определяется ширина участка. При длине блока 60 м и мощности песков 1 м подвигание бульдозера составит 1 м/ч, такое же подвигание бульдозера 2 при мощности вскрыши 2 м обеспечивается при расстоянии транспортирования 40 м. Это расстояние будет являться шириной участка отрабатываемого блока.

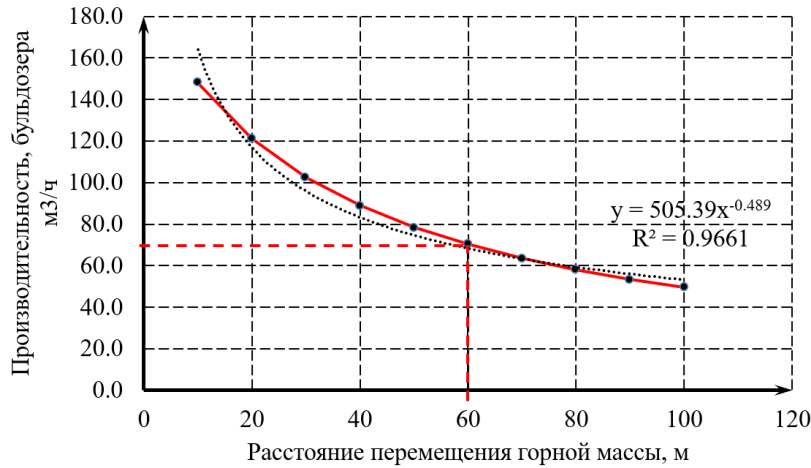


Рисунок 2. Зависимость производительности бульдозера KOMATSU D65 от расстояния

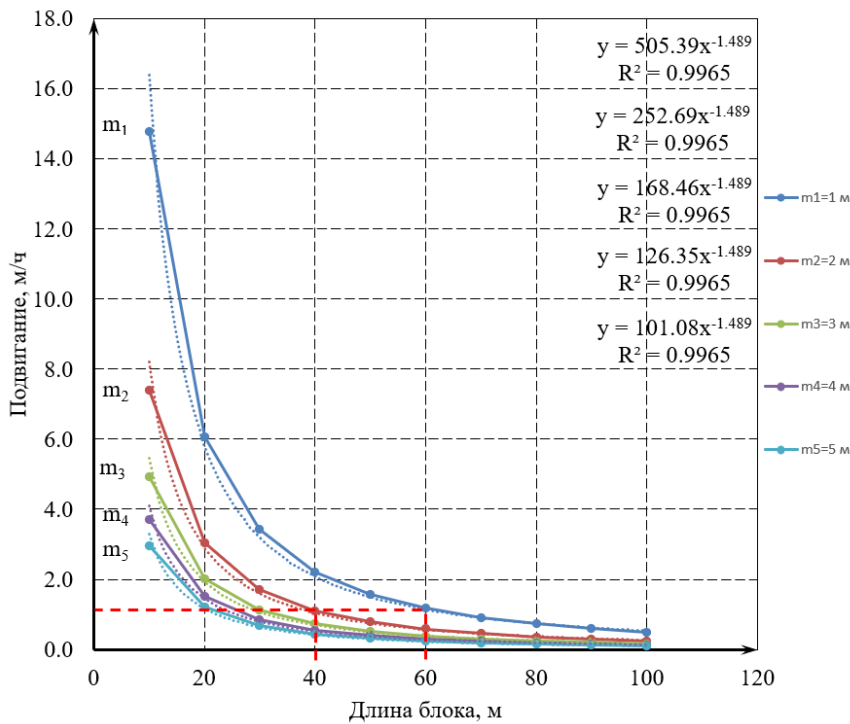


Рисунок 3. Зависимость подвигания бульдозера от расстояния транспортирования и мощности (песков, вскрыши)

Можно сделать вывод, что при большой производительности выемочного оборудования, расстояния транспортирования горной массы, при которых будет обеспечиваться такая же производительность бульдозера, будут незначительными.

Данный способ определения оптимальных размеров участка обрабатываемого блока можно использовать для аналогичных условий разработки россыпного месторождения.

1. Разработка россыпных месторождений и основы проектирования: [Учебник для специальности "Разработка россыпных месторождений" горных вузов и фак.] / Проф. д-р техн. наук С. М. Шорохов. - Москва: Госгортехиздат, 1963. - 764 с.
2. Ржевский В. В. Открытые горные работы. Часть 1. Производственные процессы: Учебник для вузов. - 4-с изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 1985. - 509 с.

Григорова Н.А.

Повышение эффективности при сжигании водоугольного топлива

Уфимский государственный нефтяной технический университет
(Россия, Уфа)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-415

Аннотация

В условиях роста цен на природный газ и мазут альтернативным топливом для котлов малой и средней мощности является водоугольное топливо. В сравнении с углем водоугольное топливо не является пожароопасным, может транспортироваться по трубам на большие расстояния и сжигаться в котлах, оборудованных форсунками [1 - 6]. В данной статье изложена энергоэффективная технология использования водоугольного топлива в котлах с применением кавитаторов и форсунок при низкой концентрации NOx в дымовых газах.

Ключевые слова: водоугольный, топливо, котел, горелка, оксиды азота, кавитатор.

Abstract

In the conditions of rising prices for natural gas and fuel oil, water-coal fuel is an alternative fuel for small and medium capacity boilers. In comparison with coal, water-coal fuel is not fire hazardous, can be transported by pipes over long distances and burned in boilers equipped with nozzles [1 - 6]. This paper outlines the energy-efficient technology of using water-coal fuel in boilers with the use of cavitators and nozzles at low concentration of NOx in flue gases.

Keywords: water-coal, fuel, boiler, burner, nitrogen oxides, cavitator.

Для приготовления водоугольного топлива в бункер 1 загружается отсортированный дробленый уголь, который затем с помощью транспортера подается в миксер 23 (рис. 1). В миксере уголь смешивается с водой, активными добавками и поступает в шаровую барабанную мельницу мокрого помола 3. Технологический 4 и кавитационный 6 насосы служат для создания давления в накопителе 5 и кавитаторе 7, после которого водоугольное топливо 20 поступает в регулятор соотношения топливо - воздух 8 и далее в универсальную горелку 9, составной частью которой является форсунка. Контроль качества сжигания водоугольного топлива в котле 10 проводится с помощью газоанализатора 14, размещенного в рассечке водяного экономайзера опускного газохода.

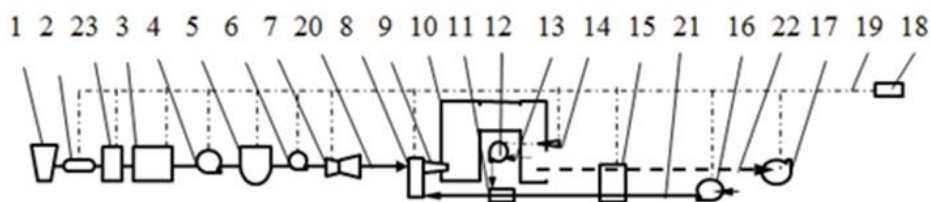


Рис. 1. Технологическая схема эффективного сжигания водоугольного топлива: 1 - бункер, 2 - транспортер, 3 - шаровая мельница, 4 - технологический насос, 5 - накопитель, 6 - топливный насос, 7 - кавитатор, 8 - регулятор, 9 - горелка, 10 - котел, 11 - смеситель, 12 - рециркуляционный дымосос, 13 - газы рециркуляции, 14 - газоанализатор, 15 - воздухоподогреватель, 16 - дутьевой вентилятор, 17 - основной дымосос, 18 - блок управления, 19 - электрическая связь, 20 - водоугольное топливо, 21 - дутьевой воздух, 22 - уходящие дымовые газы, 23 - миксер.

Для уменьшения количества вредных выбросов оксидов азота NOx используется рециркуляционный дымосос 12, отсасывающий до 20 % (по объему) продуктов сгорания 13 из опускного газохода после экономайзера и подающий их после смешения с дутьевым воздухом в регулятор 8 и затем в топку котла 10. Значение измеренной температуры продуктов сгорания 22 после дымососа 17 по электрической связи 19 передается на блок управления 18, в который также поступают первичные данные о значении концентрации NOx и кислорода в продуктах сгорания. Так как водоугольное топливо при среднем содержании в нем твердой угольной фазы

65 % с диаметром частиц до 60 мкм, воды 34 % и активной добавки 1 % имеет теплоту сгорания 17,6 МДж / кг, то температура в активной зоне горения факела не превышает 1150...1250 °С. За счет низкотемпературного горения при избытка воздуха до $\alpha=1,2$ количество образующихся оксидов азота невелико. При средней способности к горению в течение 30 дней водоугольное топливо имеет температуру воспламенения 850 °С при степени выгорания углерода 99 % . В качестве поверхностно активных веществ, называемых также пластификаторами и добавляемых в миксер к углю с водой, используются технические лигносульфонаты, натриевые соли гуми - новых кислот, полифосфаты, действующие в щелочной среде при $\text{pH} = 9 \div 13$. Поверхностно активные вещества необходимы для получения низкой вязкости, повышенной текучести, длительной стабильности взвешенных частиц угля в составе топлива. По расчетам давление кавитационного насоса при переходе от низких температур для работы с $t_{\text{ф}}=1250$ °С возрастает, что приводит к высоко кавитационному процессу с параметром кавитации $K=0,37$ (табл. 1).

Таблица 1

Выбросы NOx при сжигании водоугольного топлива по схеме рис.1.

Параметр кавитации K	0,63	0,54	0,4	0,37	-
Температура в факеле $t_{\text{ф}}$, °С	950	1050	1150	1250	1250*
Коэффициент избытка воздуха α	1,2	1,18	1,16	1,14	1,13*
Доля рециркуляции г, %	10	13	16	19	-
Концентрация NOx, мг / нм ³	119	112	106	97	445*

*) - данные [8] для котла ТГМ - 84Б при нагрузке 420 т / ч для сжигания мазута.

Из табл. 1 видно, что при увеличении доли рециркуляции до 19 % концентрация NOx для коэффициента избытка воздуха в режимном сечении $\alpha=1,14$ низкая и составляет 97 мг / нм³. Данные расчетов табл. 1 подтверждаются экспериментами, при которых, несмотря на малые значения избытка воздуха 1,13, выбросы NOx были высокими, так как не применялось рециркуляции газов и кавитации.

1. Таймаров М.А. Определение образования NOx в топке котла. Государственная регистрация программы для ЭВМ №2012660912 от 30.11.12.
2. Taimarov M.A., Lavirko Y. V. Reduction in emissions of NOx energy boilers. // European Journal of Technical and Natural Sciences. 2018, № 1, p.27 - 30.
3. Таймаров М.А. Кавитатор. Патент на изобретение № 2516638 от 20.05.14.
4. Таймаров М.А., Лавирко Ю.В. Форсунка. Патент РФ № 174497 от 17.10.17
5. Williams R.H. A comparison of direct and indirect liquefaction technologies for making fluid fuels from coal // Energy for Sustainable. 2018, v.7, №4, p.103 - 129.
6. Таймаров М.А. Экспериментальные работы на котлах ТГМ - 84. КГЭУ, 2020. 70 с.

Давтян А.Д.

Исследование влияния вязкости и состава битума нефтяного дорожного на качество водо-битумной эмульсии

*Самарский государственный технический университет
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-416

Аннотация

В статье изучено влияние структурно-группового состава битумов на свойства водо-битумных эмульсий. Для этой цели приготовлены модельные битумные системы, битумные эмульсии на их основе, осуществлен анализ их основных свойств и сформулированы выводы по полученным результатам.

Ключевые слова: битум, водо-битумная эмульсия, асфальтены.

Abstract

The article studied the effect of the structural-group composition of bitumen on the properties of water-bitumen emulsions. For this purpose, were prepared model bitumen systems, bitumen emulsions based on them, an analysis of their main properties was carried out and conclusions were drawn based on the results obtained.

Keywords: bitum, water-bitumen emulsion, asphaltenes.

Водо-битумные эмульсии (ВБЭ) находят все большее применение в качестве вяжущих материалов. По сравнению с классическими битумными вяжущими эмульсии обладают рядом преимуществ: снижение расхода битума из-за формирования более тонкой пленки вяжущего на поверхности каменного материала; экологичность и безопасность применения (битумные эмульсии почти не имеют запаха, не опасны и не горючи); увеличение сезона строительства и ремонта дорог [1]. В связи с этим актуальными становятся вопросы, связанные с получением качественных водо-битумных эмульсий.

Свойства эмульсий зависят не только от типа применяемого эмульгатора, его средства к дисперсионной среде, способа приготовления эмульсии, но также и от группового состава самого исходного битума. Основную роль в получении устойчивых водо-битумных эмульсий играют такие компоненты битума, как асфальтены. Асфальтены являются природными стабилизаторами, и, образуя на поверхности раздела фаз адсорбционные защитные оболочки, обеспечивают высокую стабильность эмульсий. Содержание асфальтенов в битуме должно варьироваться в некотором оптимальном диапазоне: при недостаточном его содержании снижается эмульгируемость битума, высокое же содержание асфальтенов способствует увеличению вязкости битума, что в свою очередь также отрицательно влияет на качество получаемых ВБЭ [2].

В работе исследовано влияние группового состава битума нефтяного дорожного и его вязкости на качество получаемой водо-битумной эмульсии. Объектами научного исследования являются битум нефтяной дорожный марки БНД 90/130, модельные битумные системы на основе БНД 90/130 и ВБЭ на основе модельных битумных систем и катионного эмульгатора Амдор-ЭМ. Количество эмульгатора составляет (1,0)% от массы эмульсии.

На первом этапе исследования методом адсорбционно-жидкостной хроматографии определены групповые составы исходных битумов. На основе полученных результатов выбрана марка битума БНД 90/130, обладающая оптимальным составом для дальнейших исследований. В качестве исходных битумов применялись битумы нефтяные окисленные дорожные марки БНД 90/130 производства ООО «Луко́йл-Нижегороднефтеоргсинтез» и дорожные битумы марки БНД 70/100 и БНД 50/70 производства «Газпром нефть». Групповые химические составы исследованных битумов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Групповой химический состав битумов

Марка битума	Содержание компонентов битума, %				(C + A) М
	Асфальтены, %	Мальтены, %			
		Масла	Смолы бензольные	Смолы спиртобензольные	
БНД 90/130	16,9	44,4	28,2	10,5	0,20
БНД 70/100	12,7	46,5	28,9	12,0	0,15
БНД 50/70	9,6	42,4	41,6	6,4	0,11

На основе дорожного битума марки БНД 90/130 и расчетных количеств асфальтенов приготовлены битумные системы. В качестве модельных систем выбраны битумы, в которых содержание асфальтенов соответствует граничным значениям при переходе от одного структурно-реологического типа битума к другому согласно классификации А. С. Колбановской [2]. Групповой химический состав модельных битумных систем представлен в таблице 2. Характеристики битумных систем представлены в таблице 3.

Таблица 2

Групповой химический состав модельных битумных систем

№ модельной битумной системы	Наименование компонентов		
	Асфальтены	Масла	Смолы
I.	18 %	43,8	38,2
II.	21 %	42,2	36,8
III.	23 %	41,1	35,9
IV.	25 %	40,1	34,9

Таблица 3

Характеристика модельных битумов

№ модельной битумной системы	Наименование показателя			
	Температура размягчения по КиШ, °С	Глубина проникания иглы при 25 °С, мм.	Плотность	Условная вязкость, с.
БНД 90/130	47,0	101	0,9689	1255
I	48,2	91	0,9786	1343
II	51,35	65,5	0,9815	1564
III	53,25	59	0,9887	1778
IV	55,05	53,8	0,9945	1985

На основе исходного битума и модельных битумных систем приготовлены водо-битумные эмульсии (ВБЭ).

Данные об основных свойствах полученных водо-битумных эмульсий представлены в таблице 4.

Таблица 4

Составы и основные характеристики ВБЭ на основе катионного ПАВ

№ модельной битумной системы	Содержание асфальтенов, %	Соответствие ГОСТ	Остаток на сите, %	Индекс распада, г/100г	Условная вязкость, с.	Расслоение в течение 7 суток, %	Остаток на сите после 7 суток, %
БНД 90/130	16,9	+	0,01	263,7	11,67	2,86	0
I	18	+	0,01	306,49	12,14	3,14	0,01
II	21	+	0,01	260,98	11,38	4,95	0
III	23	-	0	257,30	11,64	9	0

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что все битумные эмульсии, кроме эмульсии на основе битумной системы III, соответствуют по своим показателям ГОСТ Р 55422-2013. Эмульсия на основе системы III не соответствует ГОСТу по показателю устойчивости к расслоению и содержанию вяжущего. Полученные ВБЭ на основе катионактивного эмульгатора АМДОР-ЭМ обладают хорошим показателем однородности и соответствуют по этому показателю ГОСТ Р 55420 - 2013.

С увеличением содержания асфальтенов битумной системе показатель устойчивости к расслоению увеличивается, что свидетельствует о снижении стабильности эмульсий при хранении.

Полученные эмульсии, кроме эмульсии на основе битумной системы III относятся к медленнораспадающимся. Эмульсия на основе модельной битумной системы III относится к среднераспадающейся.

По полученным данным можно сделать вывод, что наиболее оптимальными для получения качественных водо-битумных эмульсий являются битумы с содержанием асфальтенов в пределах 18-21%. Дальнейшее увеличение содержания асфальтенов приводит к

получению эмульсий, которые по своим основным характеристикам не удовлетворяют требованиям ГОСТа.

1. Р. Р. Бикмуллина, А. А. Тенников, А. И. Абдуллин, Е. А. Емельянычева Оценка влияния структурно-группового состава нефтяных дорожных битумов на их эмульгируемость / Вестник технологического университета - 2018. Т. 21, №11.
2. М. Ф. Никишина, Выбор нефтяных битумов для производства дорожных эмульсий. Союздорнии, Москва, 1971, С. 160-180..

Давтян А.Д.

Метод уменьшения количества персонала на нефтяных платформах

Самарский государственный технический университет

(Россия, Самара)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-417

Аннотация

В данной статье рассмотрены нефтяные мини - платформы с применением современной безлюдной технологии, которая позволяет снизить массогабаритные характеристики сооружения, стоимость строительства и эксплуатационные затраты. Также проанализированы характерные особенности блок - кондуктора.

Ключевые слова: безлюдная технология, мини - платформа, ЛБК, УВ, СПБУ, монопод.

Abstract

This article deals with oil mini platforms using modern unmanned technology, which makes it possible to reduce the mass-dimensional characteristics of the construction, construction costs and operating costs. Characteristic features of block - conductor are also analyzed.

Keywords: unmanned technology, mini platform, LBK, HC, jack-up rig, monopod.

Как известно, морские мелководные месторождения обладают не только значительными по величине запасами УВ, но и по площади залегания продуктивных пластов. Именно поэтому, на сегодняшний день, такие месторождения рационально обустраивать при помощи одной основной технологической платформы и нескольких стационарных необитаемых мини - платформ - спутников с применением безлюдной технологии.

Безлюдная технология предполагает, что в течение определенного интервала времени человек должен быть максимально освобожден от подготовки, планирования и управления производством, от загрузочно - разгрузочных операций, от транспортирования заготовок, от функций наблюдения, обслуживания, управления и контроля за работой оборудования между переналадками на обработку новой партии деталей. То есть производство, таким образом, становится гибким автоматизированным, с так называемой безлюдной технологией. Роль человека в функционировании такого производства сводится к контролю за работоспособностью всех элементов системы и принятию мер при аварийных ситуациях. Одним из примеров применения безлюдной технологии в нефтегазовой отрасли является блок - кондуктор, который изображен на рисунке 1.



Рисунок 1. Блок – кондуктор

Блок - кондуктор (мини - платформа) представляет собой морскую ледостойкую стационарную платформу с фундаментом свайного типа для установки на мелководных месторождениях (с глубинами моря 4–24 м) с минимальным набором оборудования для обвязки и обслуживания скважин, добычи и отгрузки пластового продукта. Такая мини - платформа обычно предназначена для бурения до 14 эксплуатационных скважин и подачи пластового продукта на центральную технологическую платформу либо на берег для переработки сырья. Данная платформа также служит для размещения технологического оборудования; систем, обеспечивающих безопасную эксплуатацию объекта; помещений временного пребывания обслуживающего персонала и автоматизированного комплекса для самостоятельной посадки вертолета. Современные системы управления производством или MES (Manufacturing Execution System) в англоязычной терминологии — это информационные и коммуникационные системы производственной среды предприятия. В структуре автоматизированного управления предприятием место MES находится между системами управления технологическими процессами и ERP (Enterprise Resource Planning). MES, собирая и обрабатывая данные в режиме реального времени от технологических объектов и автоматизированных систем управления и исторические данные из производственных реляционных баз данных, осуществляет поддержку принятия решений в автоматизированном или ручном режимах. Одновременно, MES готовит и передает информацию в необходимой форме в систему ERP. В настоящее время можно выделить следующие направления работы MES на нефтедобывающих предприятиях.

Планирование и составление расписаний. Данная группа приложений позволяет строить физически реализуемые рациональные планы, как для отдельной промышленной установки, так и для предприятия в целом. Там же рассматривается многокритериальная версия этой задачи. Управление производственным процессом. Инструменты данного приложения позволяют контролировать производственный процесс, отслеживая ключевые параметры производства и сравнивая результаты замеров с плановыми заданиями. Для нефтедобывающих предприятий (НДП) на настоящий момент особый интерес представляют приложения данного семейства, направленные на повышения качества процессов измерения продукции. Проблемы точности измерения всех трех видов флюидов (нефть, газ, вода) всегда была актуальной для НДП. Примером подобного приложения является пакет Production Balance, входящий в семейство Business FLEX фирмы Honeywell. Применение Production Balance повышает точность измерения продукции без вложения дополнительных средств в дорогостоящее измерительное оборудование. Математические методы, реализованные в пакете Production Balance, позволяют решить две основные задачи: согласовать данные измерений, выполненных на различных технологических участках разнообразными измерительными устройствами с различной точностью, и уточнить размещение продукции, т. е. уточнить результаты измерения продукции на скважинах или кустах, за счет более точных коммерческих измерений на пунктах сдачи продукции. Одновременно Production Balance автоматизирует и улучшает визуализацию процесса сбора и обработки измерений.

Конструктивно ЛБК – платформа типа монопод, которая состоит из двух основных частей:

- опорного блока (ОБ), предназначенного для установки на него верхнего строения, а также защиты от внешних нагрузок водоотделяющих колонн, райзеров трубопроводов и силовых кабелей;
- верхнего строения (ВС) платформы, на котором размещаются устья скважин, основные технологические и вспомогательные системы, а также взлётно - посадочная площадка.

Управление оборудованием и инженерными системами платформы происходит дистанционно, с основной платформы либо с берега, в автоматическом режиме благодаря внедрению современных информационных технологий и автоматизированных систем. На данной платформе не предусматривается автономное бурение скважин, поэтому оно выполняется буровым комплексом самоподъемной плавучей установки (СПБУ).

Применение данного типа платформ позволит не только автоматизировать процесс добычи, охватить отдаленные участки месторождения без затрат на строительство целой технологической платформы, но и централизовать все производство на месторождении.

1. Кузнецов В. Г., Лаврентьев Ю. В., Казанцев А. Е. Особенности бурения скважин на шельфе. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. — С. 21 - 22
2. Строительство Блок - кондуктора для месторождения им. Ю. Корчагина, 2016 - [http:// www.hydra - technologies.ru](http://www.hydra-technologies.ru)

Дегтярева К.А., Пашутин В.Е., Таланкин А.А.

Анализ рабочих органов траншейных экскаваторов непрерывного действия, обзор выпускаемых моделей

*Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
имени М.И. Платова
(Россия, Новочеркасск)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-418

Аннотация

Возрастающий объем земляных работ, требует применения новых более эффективных и производительных машин. Большой объем работ приходится на строительство трубопроводов для водоснабжения и газификации инфраструктуры. В связи с этим встает вопрос о создании новых и модернизации имеющихся образцов землеройной техники, особенно траншейных экскаваторов.

Увеличение объемов работ и сокращение сроков строительства определяют необходимость повышения производительности ЭТЦ. Основным фактором, ограничивающим рост производительности, является низкая транспортирующая способность скребкового рабочего органа для разработки грунтов 1-3 категорий. В связи с этим особую актуальность приобретают вопросы повышения производительности за счет применения новых конструкций скребков.

Ключевые слова: ЭТЦ, режущий рабочий орган, цепь, скребки, транспортирующие лопатки.

Abstract

The increasing volume of earthworks requires the use of new, more efficient and productive machines. A large amount of work falls on the construction of pipelines for water supply and infrastructure gasification. In this regard, the question arises of creating new and modernizing existing models of earth-moving equipment, especially trench excavators.

An increase in the volume of work and a reduction in construction time determine the need to increase the productivity of the ETC. The main factor limiting the growth of productivity is the low transport capacity of the scraper working body for the development of soils of categories 1-3. In this regard, the issues of increasing productivity through the use of new designs of scrapers are of particular relevance.

Keywords: ETC, cutting working body, chain, scrapers, conveying blades.

Для получения дополнительных данных был проведен анализ основных отечественных и иностранных производителей траншейных экскаваторов. В результате анализа было установлено, что для разработки и транспортировки грунтов 1-3 категорий на российских траншейных цепных экскаваторах устанавливают: эллиптические скребки; Г-образные резцы; транспортирующие лопатки.

Анализ конструкций показал, что эллиптические скребки имеют ряд недостатков, и применение их ограничено. Резцы Г - образной формы имеют удлиненную горизонтальную часть, при помощи которой они присоединяются к цепи.



Рис. 1 – Режущие рабочие органы

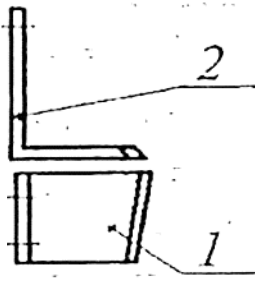
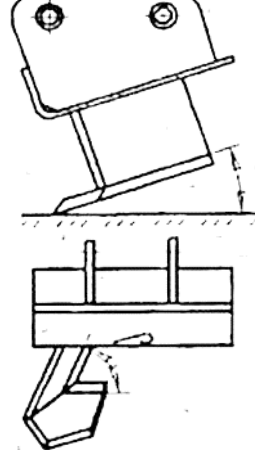
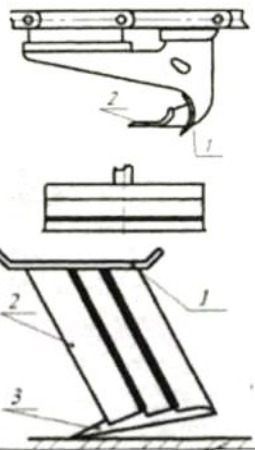
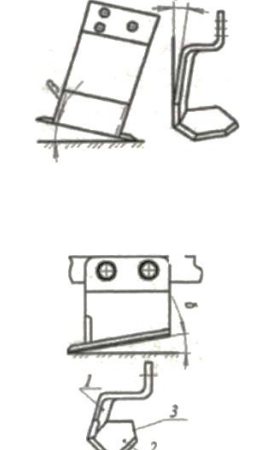
Эти резцы применяются для копания вязных грунтов без каменистых включений и обладают более низкой энергоемкостью по сравнению с эллиптическими скребками, но уступают им в транспортирующей способности.

Обзор имеющихся конструкций режущих элементов траншейных цепным экскаваторов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Режущие элементы траншейных цепных экскаваторов

Форма	Описание	Достоинства	Недостатки
	<p>Режущие элементы выполнены в виде лопатки - резца и лопатки ножа и устанавливаются на цепи в чередующемся порядке. Режущие кромки ножей в лопатках выступают над кромками самой лопатки.</p>	<p>Способствуют созданию более гладких стенок траншеи и обеспечивают разрезание древесных, остатков, которые могут встретиться во время резания грунта. Установка V-образных подрезных ножей обеспечивает лучшее внедрение ножей-резцов в грунт и его более эффективное разрушение боковыми гранями.</p>	<p>Недостатком режущих элементов являются шероховатая поверхность, которые не обеспечивают, снижение сопротивления; резанию липкого пластичного грунта, из-за того, что грунт прилипает к их рабочей поверхности и удерживается на ней. Ухудшается разгрузка и снижается производительность машины.</p>
	<p>Рабочая часть режущего элемента выполнена в форме полуконуса, расширяющегося в направлении движения, причем образующие конуса установлены под острым углом к направлению движения, а режущая кромка имеет дугообразную форму.</p>	<p>Такая форма уменьшает трение режущего элемента о забой, повышает эффективность - транспортировки грунта на поверхность и обеспечивает отделение грунтовой стружки с минимальной затратой энергии.</p>	<p>Недостаток заключается в том, что он не имеет четкой границы перехода от вертикального к горизонтальному резанию, что не позволяет создавать дополнительной концентрации напряжений в грунте, что снизило бы энергоемкость резания. Сужение задней части режущего элемента приведет к заклиниванию грунта в скребке.</p>
	<p>Рабочий элемент, состоит из режущей 1 и транспортирующей части 2. Режущая часть рабочего элемента выполнена в виде ножа, который установлен под углом и разрабатывает грунт по всей ширине траншеи</p>	<p>Для улучшения Разгрузки грунта Режущие и транспортирующие элементы шарнирно укреплены на разных звеньях цепи</p>	<p>Недостатками этого режущего-транспортирующего элемента является то, что при разработке липкого грунта он удерживается на рабочей поверхности элементов и осуществить его разгрузку невозможно Соппротивление резанию таким рабочим элементом значительно увеличивается.</p>

	<p>Режущий элемент состоит из подрезающего резца 1 и резца-стойки 2, имеющих прямоугольную форму. Боковая грань подрезающего резца заострена и расширяется в направлении движения.</p>	<p>Простота конструкции, невысокая стоимость изготовления.</p>	<p>Применение такой конструкции режущего элемента имеет недостатки</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Неаостренная передняя грань подрезающего резца и резца-стойки будет создавать большие сопротивления резанию 2 Потери на трение из-за контакта всей боковой стенкой резца-стойки со стенкой траншеи
	<p>Режущий элемент состоит из специальных крепежных звеньев 1, резца-стойки 2 и подрезающего резца 3. Подрезающий резец имеет прямоугольную форму с заостренными передними гранями. Угол резания α. Грудь абая разрабатывается передними гранями подрезающего резца, а вертикальные откосы траншеи формируются лезвием резца-стойки.</p>	<p>Использование такой конструкции режущего элемента обеспечивает повышение производительности ЭТЦ путем снижения энергоемкости процесса разрушения грунта, а также улучшение транспортирующей способности цепи</p>	<p>Недостатками данного Изобретения является сложность конструкции и трудоемкость изготовления</p>
	<p>Режущий элемент [5, 8] скрепка выполнен в виде ножа с криволинейным профилем, который разрабатывает грунт по всей ширине траншеи, а спереди закреплен транспортирующий нож 2. Режущий элемент состоит из опорной пластины 1 с вертикальной стойкой 2 и плоского ножа 3, который установлен под углом α к направлению движения. Рабочая поверхность режущего ножа и стойки выполнена в виде чередующихся выступов с различной крутизной скатов.</p>	<p>Повышает эффективность разработки тугопластичных грунтов, так как перед режущим ножом 1 закреплен транспортирующий нож 2, который в процессе работы перемещает на себе срезанный грунт. Применение такой конструкции скрепка обеспечивает повышение производительности ЭТЦ и снижает энергоемкость копания грунта так как перед режущим ножом не создается тело волочения.</p>	<p>Необходимо поддерживать определенную величину срезаемой стружки, что ограничивает применение данного резца на других категориях грунта. Также резец работает в условиях блокированного резания, а это наиболее энергоемкий процесс резания.</p>
	<p>Режущий элемент [9,10] состоит из крепежной части, резца-стойки и подрезающего резца. Подрезающий резец имеет прямоугольную форму, усеченную лезвиями, которые выполнены по его периметру. На резце-стойке выполнены режущие кромки.</p>	<p>Предлагаемая конструкция в любом варианте ее применения позволяет сохранить необходимые рабочие углы резания $0,6$, а фронтальный угол α позволяет исключить трение резца-стойки о грунт. В случае предельного абразивного изнашивания режущих кромок подрезающего резца и резца-стойки режущий элемент можно развернуть, так как он выполнен симметрично. Использование изобретения позволяет сократить время на смену режущих элементов.</p>	<p>Конструкция скрепка не позволяет менять угол резания.</p>

Из обзора можно сделать следующие выводы:

1. Для рабочих органов ЭТЦ российские предприятия предлагают цепи, с установленными скребками и резцами разрабатывающих траншею тремя способами: по совмещенной схеме, по разделенной схеме и по комбинированной схеме. На российских ЭТЦ основными скребками для разработки грунтов I-III категорий являются эллиптические скребки;
2. Зарубежные производители цепных экскаваторов непрерывного действия устанавливают эллиптический тип скребков на малогабаритные и компактные модели для работы только на "мягких" грунтах, а для разработки более прочных грунтов используют резцы типа «Tiger» и «Shark»;
3. Размер отрываемой траншеи, с применением эллиптических резцов, для отечественных машин варьируется в пределах 0,2-0,4 м шириной и глубиной до 2 м, а для зарубежных моделей - 0,1 - 0,3 м шириной и глубиной до 1,6 м;
4. Скорость цепи для конкретного типа рабочего органа и категории грунта может меняться, но не превышает 2,1 м/с;
5. Российскими предприятиями производятся траншейные цепные экскаваторы средних типоразмеров в основном на базе трактора МТЗ-82. Ни компактных машин способных работать в стесненных условиях, ни мощных машин для разработки прочных грунтов отечественная промышленность не предлагает.

1. Агапов, М. Е. Устройство управления положением рабочего органа в поперечной плоскости цепного траншейного экскаватора / М. Е. Агапов // Вестник СибАДИ. - 2015. - Вып. 1 (41). - С. 7-10 : ил. - Библиогр. в конце ст. (8 назв.). - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23057931> (дата обращения: 14.12.2019).
2. Артемьев К.А. Дорожные машины: В 2-х частях, Ч.П. машины для устройства дорожных покрытий. - М.: Машиностроение, 1982. - 196 с.
3. Алексеева, Т. В. Разработка следящих систем управления рабочим процессом землеройно-транспортных машин с целью повышения их эффективности / Т. В. Алексеева. – Омск : [б. и.], 1974. - 175 с.
4. Артемьев, К. А. Теория резания грунтов землеройно-транспортными машинами : учеб. пособие / К. А. Артемьев ; СибАДИ. - Омск : ОмПИ, 1989. - 80 с.
5. Ветров, Ю. А. Расчеты сил резания и копания грунтов / Ю. А. Ветров; Киевский инженерно-строительный ин-т. - Киев: Издательство Киевского университета, 1965. - 167 с.

Драченко В.Н.¹, Михнюк А.Н.²

Исследование эффективности оценки направления при использовании трехэлементной антенны сверхмалых волновых размеров

¹*Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук*

²*Российский университет дружбы народов
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-419

Аннотация

Описан алгоритм оценки направления на источник сигнала по проекциям волнового вектора при использовании трехэлементной антенны сверхмалых волновых размеров. Приведены результаты, демонстрирующие работоспособность данного алгоритма, и исследовано влияние помех на точность получаемых оценок направления.

Ключевые слова: антенна сверхмалых волновых размеров, оценка направления, коррелированная и некоррелированная помеха.

Abstract

An algorithm for estimating the direction to the signal source from the projections of the wave vector is described when using a three-element antenna of ultra-small wave sizes. The results demonstrating the efficiency of this algorithm are given. The effect of noise on the accuracy of the obtained directions is researched.

Keywords: antenna of ultra-small wave sizes, direction evaluation, correlated and non-correlated noise.

В целом ряде задач используются автономные малогабаритные приемные акустические антенны. При существенных ограничениях размеров антенн (расстояние между приемниками значительно меньше длины волны) они должны обладать максимально возможной помехоустойчивостью и иметь возможность оценивать направление на источник сигнала. В работах [1–6] описаны алгоритмы обработки сигналов для малогабаритных антенн, в которых направление на источник сигнала оценивается по проекциям волнового вектора на координатные оси, и приведены результаты исследования их эффективности, полученные при численном моделировании [1] и при обработке экспериментальных данных [2–6]. В описанных алгоритмах при оценке проекций волнового вектора на координатные оси для исключения неизвестной начальной фазы принимаемого сигнала применяется операция деления спектра разности сигналов на спектр сигнала в центральной точке, то есть точке, которая находится посередине между приемниками, по которым вычисляется данная разность сигналов. В рассмотренных в работах [1–6] антеннах в центральных точках также располагались приемные гидрофоны, на спектры сигналов с которых делились спектры соответствующих разностей.

В отличие от [1–6] в данной работе исследуется эффективность аналогичного алгоритма оценки направления на источник сигнала в случае, когда в антенне отсутствуют центральные приемники, на спектр сигналов с которых нужно делить спектры разностей сигналов. В качестве такой приемной антенны рассматривается антенна в форме равностороннего треугольника, расположенная в горизонтальной плоскости. Такая антенна выбрана потому, что минимальное количество приемников, необходимое для однозначной оценки направления на источник сигнала в горизонтальной плоскости равно трем.

Описание алгоритма

Кратко опишем предлагаемый алгоритм обработки сигналов рассматриваемой антенны для оценки направления на источник сигнала.

1) Для каждого приемного канала вычисляется преобразование Фурье. В итоге получаем спектры – матрицу F размером $3 \times N_w$, содержащую все частоты от 0 до $F_d/2$ (F_d – частота дискретизации принимаемых сигналов).

2) Вычисляем разности спектров для каждой пары приемных каналов треугольной антенны (в силу линейности преобразования Фурье они равны спектрам разностей сигналов). И умножаем полученные разности на $-i$:

$$\begin{aligned} dG_{1,n} &= -i \cdot (F_{2,n} - F_{1,n}), \\ dG_{2,n} &= -i \cdot (F_{3,n} - F_{2,n}), \\ dG_{3,n} &= -i \cdot (F_{1,n} - F_{3,n}). \end{aligned} \quad (1)$$

3) Компенсируем частотную зависимость разностных спектров:

$$dV_{k,n} = \frac{dG_{k,n}}{2\pi f_n}, \quad (2)$$

где: f_n – частота, соответствующая n -му столбцу матрицы F .

4) Учитывая, что изменение давления между двумя близко расположенными точками равно скалярному произведению градиента давления на радиус-вектор, направленный из первой точки во вторую, получим систему из 3 линейных алгебраических уравнений следующего вида:

$$dV_{kn} = V_x(f_n)dx_k + V_y(f_n)dy_k, \quad k = 1, 2, 3, \quad (3)$$

где: $V_x(f_n)$ и $V_y(f_n)$ – спектральные составляющие проекций градиента давления, на частоте f_n на ось X и Y соответственно; dx и dy – проекции отрезков соединяющих пары приемников, по которым вычислялась разность спектров, на ось X и Y соответственно.

5) Полученная система уравнений является переопределенной. Для ее решения применим метод наименьших квадратов, т.е. получим оценку горизонтальных компонент градиента давления, минимизировав сумму квадратов разностей левой и правой части уравнений (3):

$$Q = \sum_{k=1}^3 (V_X(f_n)dx_k + V_Y(f_n)dy_k - dV_{k,n})^2. \quad (4)$$

Для этого вычислим частные производные выражения (4):

$$\frac{\partial Q}{\partial V_X(f_n)} = 2dx_k \sum_{k=1}^3 (V_X(f_n)dx_k + V_Y(f_n)dy_k - dV_{k,n})$$

$$\frac{\partial Q}{\partial V_Y(f_n)} = 2dy_k \sum_{k=1}^3 (V_X(f_n)dx_k + V_Y(f_n)dy_k - dV_{k,n})$$

И приравняв их к нулю, получим систему из двух линейных уравнений:

$$\begin{cases} V_X(f_n) \cdot \sum_{k=1}^3 (dx_k)^2 + V_Y(f_n) \cdot \sum_{k=1}^3 dx_k dy_k = \sum_{k=1}^3 dx_k dV_{k,n} \\ V_X(f_n) \cdot \sum_{k=1}^3 dx_k dy_k + V_Y(f_n) \cdot \sum_{k=1}^3 (dy_k)^2 = \sum_{k=1}^3 dy_k dV_{k,n} \end{cases} \quad (5)$$

Решением системы уравнений (5) являются оценки спектра горизонтальных компонент градиента давления $V_X(f_n)$ и $V_Y(f_n)$, которые пропорциональны проекциям волнового вектора на соответствующие координатные оси.

6) Полученные на предыдущем шаге оценки $V_X(f_n)$ и $V_Y(f_n)$ содержат неизвестную начальную фазу. Эта начальная фаза сократится, если разделить полученные оценки $V_X(f_n)$ и $V_Y(f_n)$ одну на другую или на спектр давления в центре треугольника.

В первом варианте оценку направления на источник сигнала можно получить с помощью следующего выражения:

$$\phi = \arctan\left(\frac{V_Y(f_n)}{V_X(f_n)}\right). \quad (6)$$

Однако в данном случае теряется информация о знаках при $V_X(f_n)$ и $V_Y(f_n)$, что приводит к неоднозначной оценке направления (получаются две оценки: $\phi(f_n)$ и $\phi(f_n)+180^\circ$).

7) Для реализации второго варианта нужно иметь спектр давления в центре треугольника. В качестве этого спектра используем среднее значение спектров F со всех трех приемников антенны, полученных на первом шаге:

$$F_{P_n} = \frac{1}{3} \sum_{k=1}^3 F_{k,n}. \quad (7)$$

8) Во втором варианте однозначная оценка направления на источник сигнала получается следующим образом:

$$\tilde{V}_X = \sum_{n=N_1}^{N_2} \frac{V_X(f_n)}{F_{P_n}},$$

$$\tilde{V}_Y = \sum_{n=N_1}^{N_2} \frac{V_Y(f_n)}{F_{P_n}}, \quad (8)$$

$$\phi = \text{atan2}(\text{Re}(\tilde{V}_Y), \text{Re}(\tilde{V}_X)),$$

где $\text{atan2}(y, x)$ – функция для вычисления арктангенса, учитывающая знаки при x и y ; N_1 и N_2 – номера отсчетов соответствующие нижней и верхней частотам рабочей полосы.

Примечание: в силу того, что разностям (1) соответствуют три различные центральные точки (середины отрезков соединяющих приемники), а не центру треугольника, и того, что вместо давления в центре треугольника в формулах (8) мы используем среднее значение давления по трем приемникам, значения \tilde{V}_x и \tilde{V}_y получаются комплексными (рисунок 1).

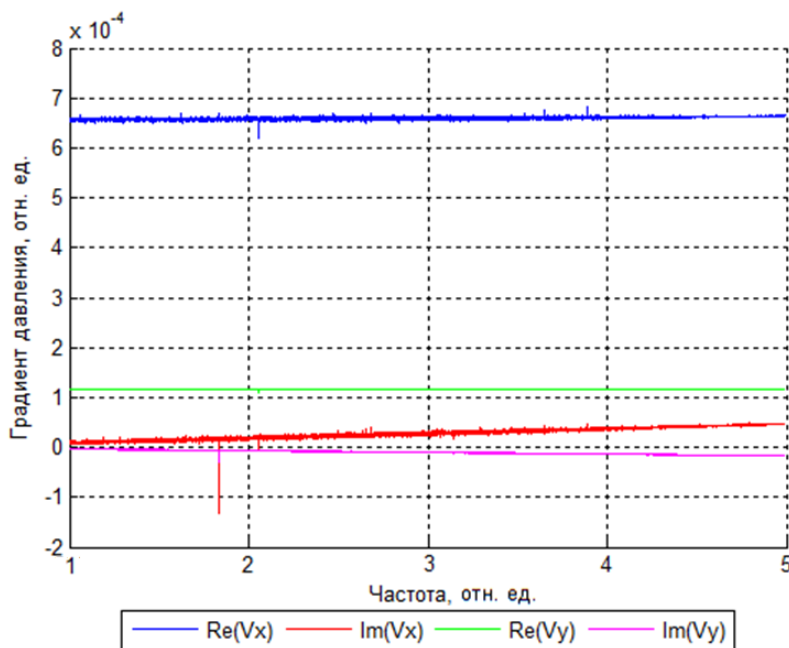


Рисунок 1. Оценка градиента давления на различных частотах.

На рисунке 1 приведены частотные зависимости действительной и мнимой части полученных оценок градиента давления \tilde{V}_x и \tilde{V}_y при направлении на источник сигнала составляющем 10° . Из данного рисунка видно, что величина действительной части компонент градиента давления превышает мнимую и не зависит от частоты. Следовательно, для оценки направления можно использовать действительную часть полученных значений \tilde{V}_x и \tilde{V}_y .

Исследование работоспособности алгоритма

Далее приведены результаты, полученные при численном моделировании обработки сигналов с помощью описанного алгоритма оценки направления треугольной антенной (расстояние между приемниками антенны равно 0.1 длины волны на половине от частоты дискретизации принимаемых сигналов).

На рисунке 2 приведен график зависимости полученных оценок направлений, с которых приходит плоская волна, от истинного значения указанных направлений при отсутствии помех, а на рисунке 3 – ошибки полученных оценок. Размерность осей на графиках – градусы.

Из графика на рисунке 2 видно, что полученные оценки соответствуют истинным значениям направления, что подтверждает работоспособность рассматриваемого алгоритма. Из рисунка 3 видно, что ошибка оценки направления при этом не превышает одной тысячной градуса. Периодичность зависимости ошибки от направления (рисунок 3), судя по всему, обусловлена геометрией антенны: если построить аналогичный график для треугольника, повернутого на некоторый угол относительно оси, перпендикулярной его плоскости, то на этот же угол смещается график ошибки.

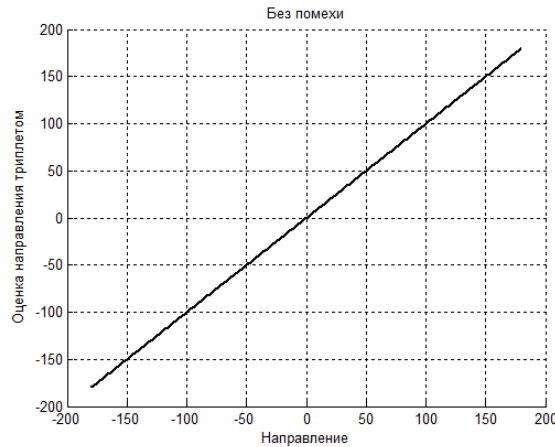


Рисунок 2. Полученные оценки направления приема плоской волны.

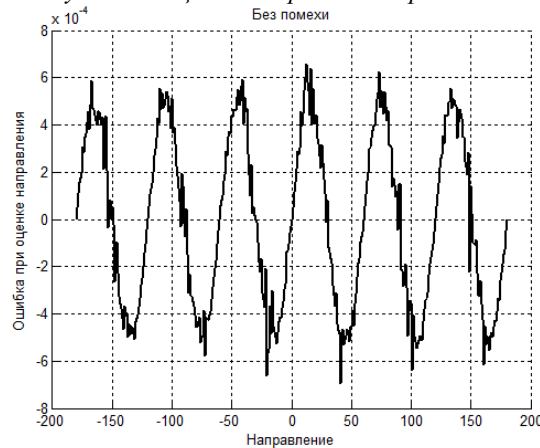


Рисунок 3. Ошибки, полученные при оценке направления.

Исследование влияния некоррелированной помехи

Результаты, приведенные на рисунках 2 и 3, получены для идеального случая, когда отсутствуют помехи. В реальных антеннах принимаемые реализации помимо сигнала содержат помехи различного происхождения. Помеха, которую наиболее просто промоделировать – это белый шум, некоррелированный между приемниками антенны. На рисунках 4 – 8 приведены графики ошибок, полученные при наличии некоррелированного белого шума. Отношение сигнал/помеха, при котором получен график, указано в его заголовке. Размерность осей на графиках – градусы.

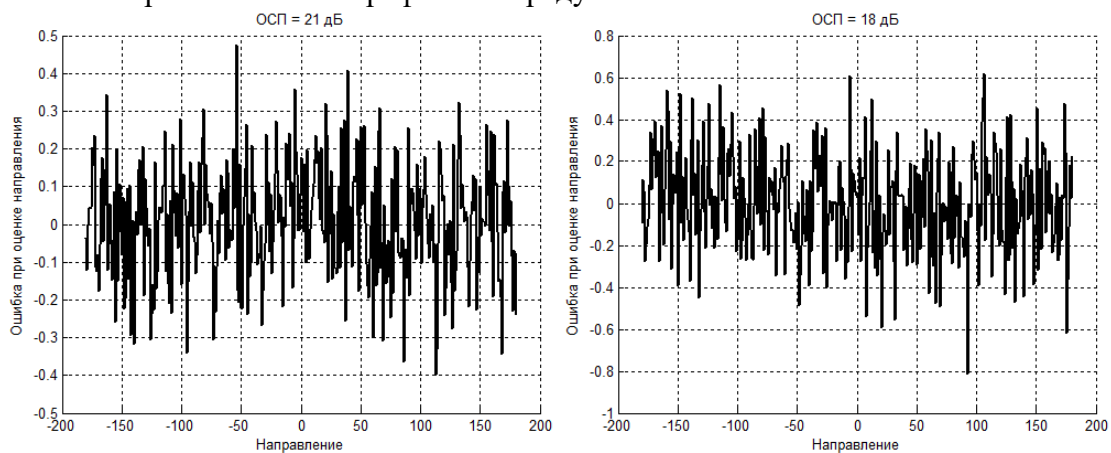


Рисунок 4. Ошибки оценки направления при ОСП 21 и 18 дБ.

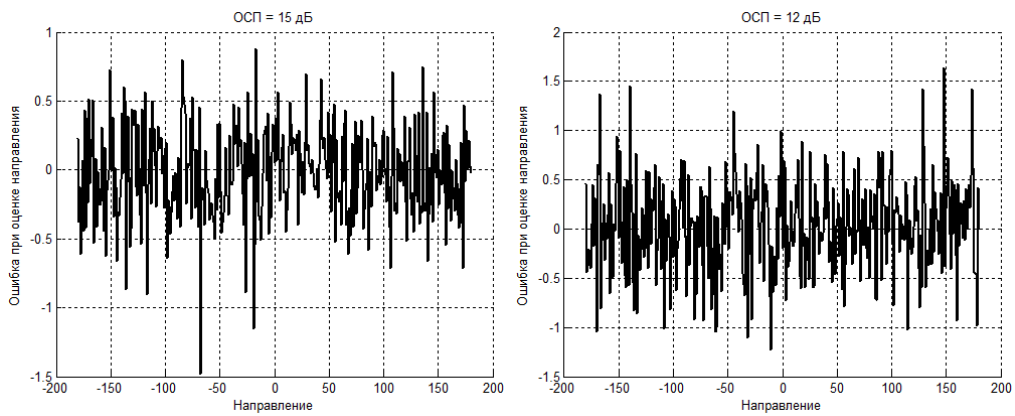


Рисунок 5. Ошибки оценки направления при OSP 15 и 12 дБ.

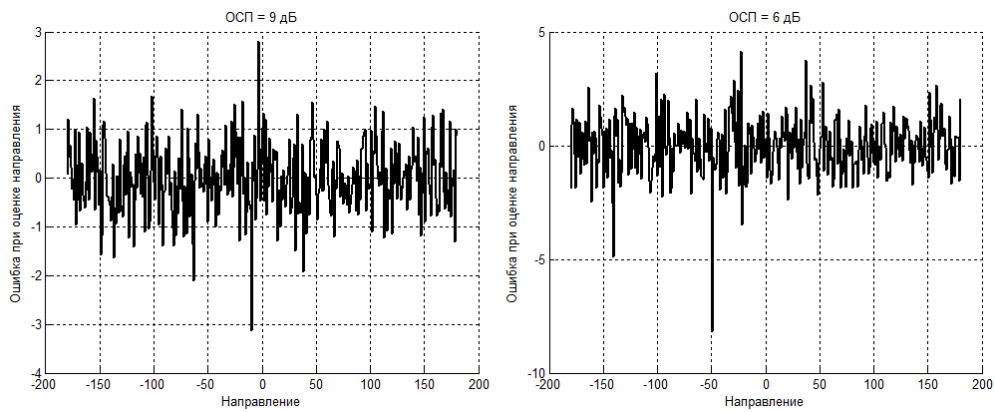


Рисунок 6. Ошибки оценки направления при OSP 9 и 6 дБ.

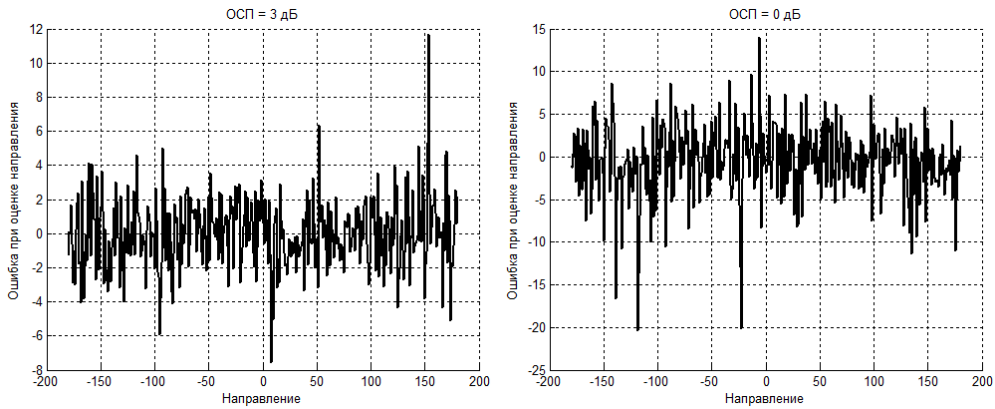


Рисунок 7. Ошибки оценки направления при OSP 3 и 0 дБ.

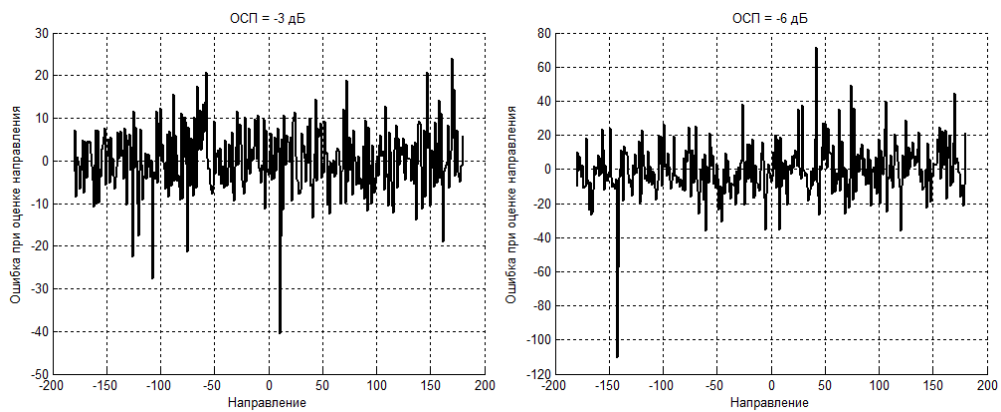


Рисунок 8. Ошибки оценки направления при OSP минус 3 и минус 6 дБ.

На приведенных графиках видно, что с уменьшением ОСП уменьшается точность оценки направления на источник сигнала. Также влияние помехи на оценку направления на несколько порядков превышает влияние геометрии антенны (см. рисунок 3).

Полученные результаты – среднеквадратичное отклонение (СКО) получаемых оценок направления для различных ОСП – приведены в таблице 1.

Таблица 1

СКО оценки направления при некоррелированной помехе.

ОСП, дБ	21	18	15	12	9	6	3	0	-3	-6
СКО оценки, градусы	0.16	0.23	0.33	0.48	0.73	1.3	2.1	4.2	7.3	15

По данным таблицы 1 построен график зависимости от ОСП СКО ошибок при оценке направления с помощью рассматриваемой антенны (рисунок 9).



Рисунок 9. СКО оценки направления при различном ОСП.

Из приведенных результатов (рисунки 4 – 9, таблица 1) можно сделать вывод, что при некоррелированной помехе с помощью такой антенны можно оценить направления на источник сигнала с достаточной точностью в случаях, когда ОСП на приемных элементах антенны превышает 0 дБ.

Исследование влияния коррелированной помехи

Некоррелированная помеха – это собственные шумы входных усилителей приемного тракта. В качественно реализованных приемных трактах величина собственных шумов, приведенных к входу усилителя, должна быть существенно меньше сигнала с приемника, соответствующего шумам моря. Внешние шумы на приемниках рассматриваемой в данной работе антенны по причине небольшого расстояния между ними будут в значительной степени коррелированы. Следовательно, можно предположить, что их величина будет снижаться при вычислении разностей (1) на втором шаге предлагаемого алгоритма, и направление будет оцениваться с достаточной точностью при более низких значениях ОСП, чем в случае с некоррелированной помехой.

На рисунках 10 – 12 приведены графики ошибок, полученные для случая коррелированной помехи. В данной работе помеха моделировалась изотропной. Интервал корреляции по пространству для изотропной помехи равен половине длины волны. Для рассматриваемой антенны расстояние между приемниками на верхней частоте диапазона равно 0.1 длины волны и коэффициент корреляции помехи между приемниками получился равным 0,99. Отношение сигнал/помеха, при котором получен график, указано в его заголовке. Размерность осей на графиках – градусы.

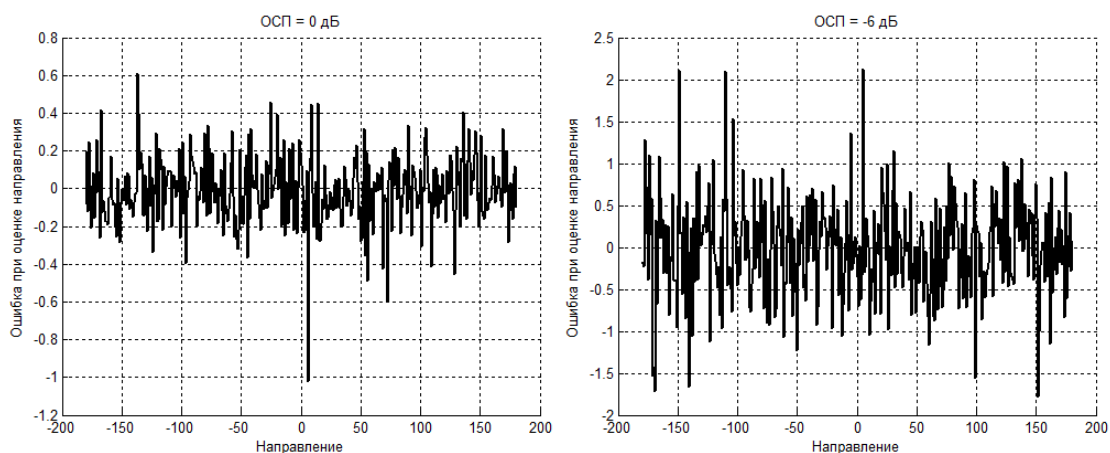


Рисунок 10. Ошибки оценки направления при ОСП 0 и минус 6 дБ.

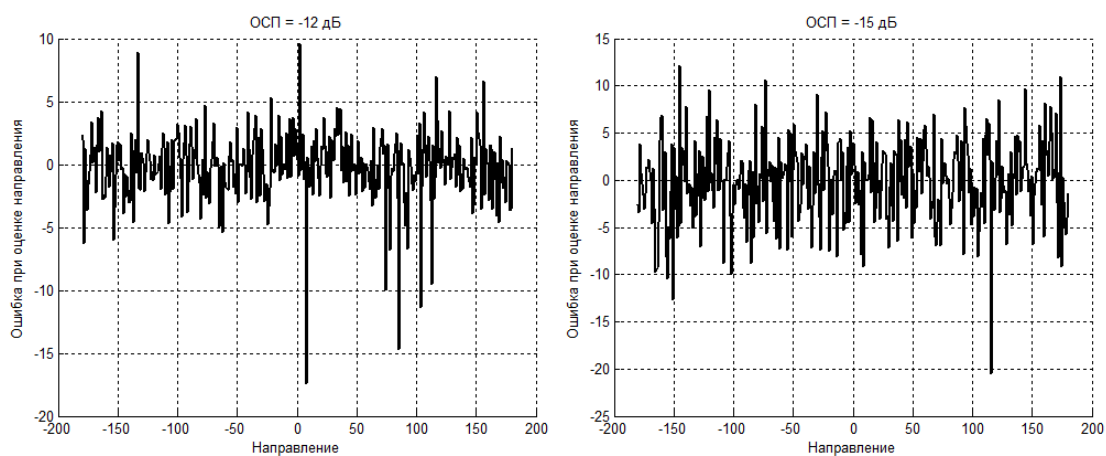


Рисунок 11. Ошибки оценки направления при ОСП минус 12 и минус 15 дБ.

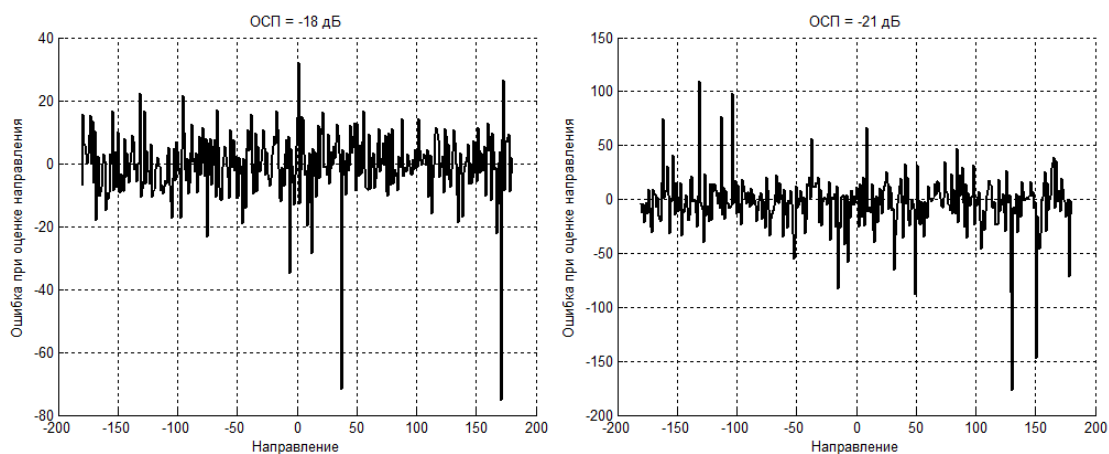


Рисунок 12. Ошибки оценки направления при ОСП минус 18 и минус 21 дБ.

СКО получаемых оценок направления на источник сигнала для различных ОСП в случае коррелированной помехи приведены в таблице 2 и на графике (рисунок 13).

Таблица 2

СКО оценки направления при коррелированной помехе.

ОСП, дБ	0	-6	-12	-15	-18	-21
СКО оценки, градусы	0.18	0.59	2.7	4.3	11	23

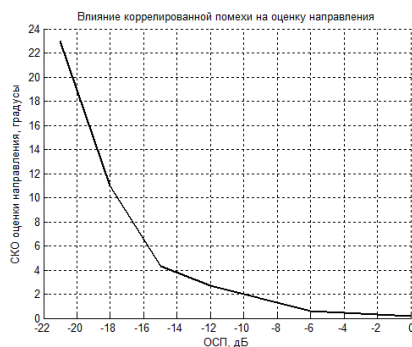


Рисунок 13. СКО оценки направления при различном ОСП.

Полученные результаты (рисунки 10 – 13, таблица 2) подтверждают сделанное предположение о том, что в случае коррелированной помехи направление будет оцениваться с достаточной точностью при более низких значениях ОСП, чем в случае с некоррелированной помехой.

Результаты моделирования показали, что при некоррелированной помехе с помощью рассматриваемой антенны можно оценить направление с достаточной для прикладных задач точностью в случаях, когда ОСП на приемных элементах антенны превышает минус 15 дБ. Также можно предположить, что в случае реальных морских условий, когда помеха принимается в основном сверху, направление будет оцениваться с достаточной точностью и при более низких значениях ОСП.

1. Drachenko V.N., Karishnev N.S., Kuznetsov G.N., Mikhnyuk A.N. Estimation of the Source Distance and Depth in a Multipath Waveguide Using a Vector-Scalar Antenna // Physics of Wave Phenomena, 2014, Vol. 22, No. 4, pp. 1–12.
2. Кузнецов Г.Н., Михнюк А.Н., Полканов К.И., Смирнов Н.М. Использование буксируемого векторно-скалярного модуля и согласованной фильтрации для однозначной оценки координат широкополосного источника в пассивном режиме // Научно-технический сборник «Гидроакустика». С.-Петербург: ОАО «Концерн Океанприбор», 2015. Выпуск 24(4). С. 36–51.
3. Каришнев Н.С., Кузнецов Г.Н., Михнюк А.Н., Полканов К.И. Оценка дальности и глубины источника с использованием буксируемой векторно-скалярной антенны // Труды всероссийской конференции "Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики". 2016. № 13. С. 39-42.
4. Драченко В.Н., Кузнецов Г.Н., Михнюк А.Н. Оценка координат движущегося источника с использованием векторно-скалярной антенны. // Доклады XXXII сессии Российского Акустического Общества, 2019, с. 93–99.
5. Драченко В.Н., Кузнецов Г.Н., Михнюк А.Н. Оценка координат движущегося источника с использованием векторно-скалярной антенны // Ученые записки физического факультета Московского университета. 2020. № 1. 2010302.
6. Драченко В.Н., Кузнецов Г.Н., Михнюк А.Н. Оценка координат стационарного или движущегося источника с использованием вертикальной векторно-скалярной антенны // Труды XV Всероссийской конференции «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики». 2020. С. 549-552.

Ермаков В.В.

Принцип работы и типы технологий Wi-Fi

Донской государственный технический университет

(Россия, Ростов-на-Дону)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-420

Аннотация

Беспроводные технологии — подкласс информационных технологий, служат для передачи информации на расстояние между двумя и более точками, не требуя связи их проводами. Для передачи информации может использоваться инфракрасное излучение, радиоволны, оптическое или лазерное излучение.

Ключевые слова: хот-споты, Wi-Fi, WEP, WLAN, беспроводные технологии.

Abstract

Wireless technology is a subclass of information technology and is used to transmit information over a distance between two or more points without requiring them to be connected by wires. Infrared radiation, radio waves, optical or laser radiation can be used to transmit information.

Keywords: hotspots, Wi-Fi, WEP, WLAN, wireless technologies.

Wi-Fi - это высокоскоростное интернет-соединение и подключение к сети без использования каких-либо кабелей или проводов. Беспроводная сеть состоит из трех основных элементов: радиосигнала, антенны и маршрутизатора. Радиоволны являются ключом, который делает сеть *Wi-Fi* возможной. Компьютеры и мобильные телефоны оснащены картами *Wi-Fi*. Совместимость *Wi-Fi* является новым творением для создания в пределах земли, связанной с сетью сообщества. На рисунке 1 изображен принцип работы беспроводной технологии.



Рисунок 1. Принцип работы беспроводной технологии

Фактическая трансляция подключается последовательно, фактически она завершается посредством стереосистемы серфинга, а также проводов с монитором для классификации склонных. *Wi-Fi* позволяет человеку получить доступ к Интернету в любом месте в фактически предоставленной зоне. Теперь вы можете создать систему в пределах курортов, библиотеки, школы, колледжи, кампус, личные институты, а также эспрессо магазинов, а также на открытом общественном месте, чтобы помочь сделать вашу компанию гораздо более прибыльным, а также взаимодействовать с их собственным клиентом всякий раз.

Wi-Fi совместимость может сделать серфинг с пристальным вниманием к компании, используя их вдохновляющее кабельное телевидение гораздо меньше силы вниз. Радиосигналы передаются от антенн и маршрутизаторов, сигналы которых принимаются приемниками *Wi-Fi*, такими как компьютеры и сотовые телефоны, оснащенные картами *Wi-Fi*. Когда компьютер принимает сигналы в радиусе 100-150 футов от маршрутизатора, он немедленно подключает устройство.

Дальность действия *Wi-Fi* зависит от окружающей среды, в помещении или на улице. Карты *Wi-Fi* считывают сигналы и создают интернет-соединение между пользователем и сетью. Скорость устройства, использующего *Wi-Fi* соединение, увеличивается по мере приближения компьютера к основному источнику, а скорость уменьшается по мере удаления компьютера. Структурная схема подключения беспроводных технологий показана на рисунке 2.

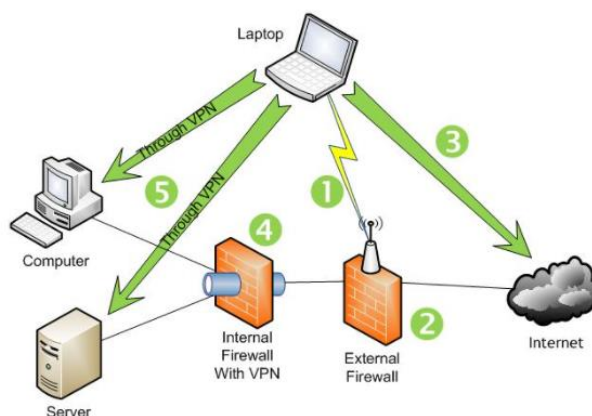


Рисунок 2. Структурная схема подключения беспроводных технологий

Многие новые ноутбуки и мобильные телефоны оснащены встроенными картами *Wi-Fi*, и вам не нужно ничего делать, что является одной из лучших вещей. Если это бесплатный тип сетевого подключения, пользователю будет предложено ввести логин и пароль. Сетевые подключения на бесплатной основе также хорошо работают в некоторых областях. Сетевое подключение *Wi-Fi* создает хот-споты в городах. Хот-споты - это точка подключения к сети *Wi-Fi*. Это небольшая коробочка, которая подключается к Интернету. Существует множество хот-спотов *Wi-Fi* в таких общественных местах, как рестораны, аэропорты, гостиницы, офисы, университеты и т.д.

У всех маршрутизаторов есть веб-страница, к которой можно подключиться для настройки безопасности *Wi-Fi*. Включите *WEP (Wired Equivalence Privacy)*, введите пароль и запомните его. В следующий раз, когда вы будете подключать свой ноутбук, *Wi-Fi* роутер попросит вас ввести пароль для подключения, и вы введете этот пароль.

Беспроводной маршрутизатор - это один из видов аппаратных устройств, которые обычно используются в домах. Он является сердцем беспроводной сети. Это устройство в основном используется поставщиками интернет-услуг для подключения их интернет-кабеля. Иногда его также называют устройством *WLAN* (беспроводная локальная сеть). Беспроводную сеть также называют сетью *Wi-Fi*.

Основная функция этого маршрутизатора заключается в объединении сетевых функций маршрутизатора и беспроводной точки доступа. Подобно сети, основанной на проводах, концентратор является промежуточным звеном, к которому подключаются все компьютеры для обеспечения доступа компьютеров к сети. В настоящее время доступные беспроводные концентраторы работают как маршрутизаторы, но они являются шлюзами.

Наиболее распространенный способ беспроводного подключения к Интернету для пользователей возможен с помощью настольного *Wi-Fi* роутера. Эти маршрутизаторы имеют небольшой размер и выглядят как коробочки с антенной. Это устройство транслирует сигнал на рабочем месте или дома. Когда пользователь находится далеко от базового *Wi-Fi* роутера, сигнал будет слабым. Поэтому на рабочем месте устанавливается несколько беспроводных маршрутизаторов, таких как расширители диапазона. Расширитель диапазона *Wi-Fi* располагается в массиве, чтобы увеличить или расширить зону покрытия интернета.

В каждом смартфоне мобильная точка доступа является обычной функцией. Как только точка доступа в мобильном телефоне включена, мобильный оператор может разделить сетевое соединение по беспроводной сети через другие устройства для выхода в интернет. Удобная точка доступа *Wi-Fi* - это мобильная точка доступа, которая достигается через оператора сотового телефона. Это портативное устройство, которое использует вышки сотовой связи для передачи сигналов.

Различные устройства, такие как ноутбуки, *iPod*, могут быть подключены к устройству беспроводным способом, которое подключается к интернету, где бы вы ни находились. Как и в случае со смартфоном, ежемесячная стоимость переносной точки доступа зависит от

использования выбранного вами тарифного плана. Этот вид точки доступа более последователен для выхода в Интернет, если вы ищете стационарные общественные точки доступа *Wi-Fi*.

В настоящее время существует четыре основных типа технологий *Wi-Fi*: *Wi-Fi-802.11a*, *Wi-Fi-802.11b*, *Wi-Fi-802.11g*, *Wi-Fi-802.11n*

802.11a - одна из серии беспроводных технологий. Она определяет формат и структуру радиосигналов, посылаемых сетевыми маршрутизаторами и антеннами *Wi-Fi*.

802.11b - одна из серий беспроводных технологий. *802.11b* поддерживает пропускную способность 11 мбит/с. Сигнал в нерегулируемом частотном спектре около 2,4 ГГц. Это низкая частота по сравнению с *Wi-Fi-802.11a* означает, что он работает на разумном расстоянии. Это помехи для микрособственных беспроводных телефонов и других приборов. Он недорогой; дальность сигнала хорошая при использовании бытовой техники.

В 2002 и 2003 годах *802.11g* технология поддерживала более новые продукты. Это лучшая технология из *802.11a* и *802.11b*. *802.11g* поддерживает пропускную способность до 54 Мбит/с и использует частоту 2,4 ГГц для большего радиуса действия. Стоимость этой технологии выше, чем *802.11b*. Это быстрый доступ и максимальная скорость.

802.11n - это новейшая технология *Wi-Fi*. Она была разработана для улучшения *802.11g*. Количество поддерживаемой полосы пропускания за счет использования нескольких беспроводных сигналов и антенн вместо одной. Она поддерживает пропускную способность 100 Мбит/с и повышенную интенсивность сигнала.

Технология *Wi-Fi* - это простой и экономичный метод подключения к Интернету без использования проводов. День ото дня она развивается благодаря снижению стоимости и свободе, которую она предоставляет пользователям.

1. Мохсен М.Н., Богуславский И.В. Модель энергопотребления узлов беспроводной сети датчиков для увеличения времени автономной работы сети. Вестник Донского государственного технического университета. 2014;14(3):37-44. <https://doi.org/10.12737/5700>.
2. «Технологии беспроводной связи» / Шахнович И. - М.: Техносфера, 2004.
3. «Сети и системы радиодоступа» / Григорьев В.А., Лагутенко О.И., Распаев Ю.А. - М.: Эко-Трендз, 2005.

Ивашенко Г.И.

Оценка и анализ профессиональных рисков работников железнодорожного транспорта

ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения»

(Россия, Самара)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-421

Аннотация

Состояние безопасности железнодорожных объектов, на которых задействован человеческий ресурс, зависит не только от технического оснащения места, но и от культуры поведения всех участников этого процесса. Организация работы на переездах, местах ведения работ на пути, должны обеспечивать максимальную защиту работников от получения травм. Также сотрудники железной дороги во время работ, своими действиями должны не способствовать задержки транспортных средств, передвижению водителей, машинистов и пассажиров транспортных средств через объект работы. Особыми видами происшествий, находящихся в зоне риска в настоящее время – поражение электрическим током, падение с высоты и наезд подвижного состава.

Ключевые слова: наезд подвижного состава, риск, травма, железнодорожный транспорт, охрана труда.

Abstract

The state of safety of railway facilities where human resources are involved depends not only on the technical equipment of the place, but also on the culture of behavior of all participants in this process. The organization of work at crossings, places of work on the way, should ensure maximum protection of workers from injury. Also, railway employees during the work, by their actions should not contribute to the delay of vehicles, the movement of drivers, drivers and passengers of vehicles through the object of work. Special types of accidents that are currently at risk are electric shock, falling from a height and hitting rolling stock.

Keywords: rolling stock collision, risk, injury, railway transport, labor protection.

Согласно ежегодному анализу условий труда на железной дороге, наезд подвижного состава по-прежнему остается важным элементом происшествий во всех структурах железной дороги. Ежегодно фиксируется большое количество полученных травм среди работников вагонного хозяйства, большая часть из которых возникает в результате наезда подвижного состава.

Статистика случаев наезда подвижного состава свидетельствует о том, что в большем случае сотрудники вагонного хозяйства получают травмы при попадании в габарит движущегося подвижного состава. Такие происшествия часто возникают в середине поезда, когда сотрудник ведёт работу на соседнем пути или перемещается по междупутью рядом с движущимся составом [2].

Немного в меньшей категории получают травмы те сотрудники, которые подлезают под состав, с которого снято ограждение или состав не ограждённый совсем.

Причины получения травм также могут возникать в результате пересечения пути перед близко идущим составом, в результате попытки проехать на подножке отправляющегося поезда, в результате захода в меж-вагонное пространство (или между вагоном и локомотивом).

Из-за факторов непосредственно связанных с движением поездов, люди работающие на железнодорожном транспорте, находятся в условиях повышенной опасности. Наезд подвижного состава на работника может вытекать по причине нарушения правил безопасности при выполнении работ. Не всегда удается обеспечить должный контроль за исполнением работником требований технологического процесса, действующих правил и инструкций по обеспечению безопасных условий труда, из-за значительной удалённости руководителя смены (или бригады) от непосредственного исполнителя работ. Особым моментом травмирования работников становится неудовлетворительная организация и отсутствие контроля за исполнением работ [1].

У сотрудников железной дороги возникает физическое утомление из-за большого количества пеших действий в течение трудового времени, что влечёт за собой желание нарушить технологический процесс и правила безопасного нахождения на ж.д. пути. Данное желание подталкивает сотрудника на такие поступки где, вместо того, чтобы обойти поезд, преграждающий маршрут к месту выполнения работ сотрудник делает выбор в пользу более короткого, менее тяжёлого, но самого опасного пути и подлезают под не ограждённые составы, рискуя получить различные травмы. В большинстве происшествий наезда подвижного состава, работник получал травмы не тем поездом, с которым велась работа, а тем, который находился на пути следования к месту работы. Нарушение технологического процесса и нарушение правил и инструкций так же является важным моментом в списке основных причин наезда подвижного состава.

В области прогнозируемых травм работников железной дороги в Распоряжение ОАО "РЖД" от 8 февраля 2022 г. № 252/р "О внесении изменений в Правила по охране труда в хозяйстве перевозок ОАО "РЖД" были указаны задачи, цель которых состоит в уменьшении травмирования работников в результате наезда подвижного состава, поражения электрическим током и падения с высоты [3]. Созданные правила и мероприятия направлены на предотвращение наездов подвижного состава. В них входит оснащение пунктов технического обслуживания вагонов централизованным ограждением, установка предупредительных знаков,

сигнальной разметки и устройство, ремонт маршрутов служебных проходов, поставка и использование портативных радиостанций, приобретение сигнальных принадлежностей и пр.

В настоящее время в каждой области работ создаются условия для улучшения методов по управлению рисками получения травм. В быстро развивающихся видах профессиональной деятельности риски анализируются с целью получения информации: какова степень риска и как его можно преодолеть. Возможность управлять рисками внедряется вместе с развитием возможностей более быстрого и точного управления, позволяющим руководителю любого звена более лучше выполнять ежедневную управленческую деятельность, пошагово решая имеющиеся задачи, что важно в оперативном управлении техническими рисками. Часто надежность, безопасность и эффективность во многом зависят от условий использования оборудования, внешних условий. Поэтому есть необходимость создавать системы раннего обнаружения отклонений в трудовом процессе, чтобы в последующем принимать соответствующие шаги по снижению риска получения травм.

Достаточно учитывать определение основных показателей, трудных ситуаций и поиском важных моментов, оказывающих на них влияние. Сложность состоит в том, чтобы найти важные зависимости, которые больше всего определяют развитие событий в рамках общей ситуации проблемы. Необходимо более чаще проводить оценку профессиональных рисков, с целью выявления опасностей, находящихся на рабочем месте, определения перечня мероприятий, необходимых для обеспечения безопасности и сохранения здоровья работников, а также для соблюдения требований законодательства в области охраны труда. Для сотрудников в железнодорожной отрасли главными видами происшествий, находящихся в зоне риска – являются наезд подвижного состава, поражение электрическим током и падение с высоты. Из ежегодных отчетов и анализов происшествий, можно сделать выводы, что существующие методы не сопутствуют оценке оперативного риска на период рабочей смены, ввиду долгосрочного (перспективного) планирования мероприятий по предупреждению травмирования работников на предстоящий год. По этой причине для быстрого устранения профессионального риска руководителями разных уровней должны приниматься результативные решения в течение рабочей смены.

Уменьшение производственных травм и профессиональных заболеваний является важным моментом всех уровней управления охраной труда. Важным направлением деятельности всех структур железной дороги – повышение уровня защиты работников железнодорожного транспорта от наезда подвижного состава в процессе их трудовой деятельности. Это можно рассматривать с любой точки зрения – гуманитарной, социальной и экономической, личной, корпоративной и общественной. Заметим тот факт, что наезд подвижного состава, являющийся основным видом травмирования работников вагонного хозяйства по итогам работы прошлых лет, начинает уступать своё первенство, переходя на второе место и имеет тенденцию к снижению [2].

Введенная на железной дороге методика по предотвращению рисков получения травм определяет математическая программа для проведения управляющими разных уровней быстрой оценки профессиональных рисков работников железнодорожного транспорта, а также показывает рекомендации для принятия неотложных действий руководителями среднего звена для понижения возможностей возникновения профессиональных рисков.

Данная методика работает с такими задачами как:

- описывает аспекты быстрого определения для оценки общих, технических, информационных, характеристик и причин, которые влияют на возможность появления случаев травм сотрудников железнодорожного транспорта;
- описывает порядок оценки характеристик и причин, которые влияют на возможность появления случаев ранения сотрудников железнодорожного транспорта от наезда подвижного состава;

- описывает приемлемые значения уровня профессиональных рисков по каждому блоку причин, которые влияют на возможность появления случаев ранения сотрудников железнодорожного транспорта;
- даёт советы для принятия быстрых решений на замену руководителям по выбору и реализации мероприятий, которые были направлены на понижение уровня рисков, который влияет на возможность появления случаев ранения сотрудников железнодорожного транспорта.

Оперативная оценка профессиональных рисков определяет:

- идентификацию опасных событий и определить их причины;
- последствия опасных событий;
- вероятность возникновения опасных событий;
- факторы, способствующие сократить негативные последствия, минимизировать вероятность возникновения таких событий.

Данный метод предотвращения травм направлен для оказания содействия управляющим среднего звена работников железнодорожного транспорта от наезда подвижного состава в процессе их трудовой деятельности, для улучшения принятия решений по управлению профессиональными рисками в области обеспечения безопасности труда работников железнодорожного транспорта за счёт использования строгих действий оценки и расчета показателей рисков, обозначенных как производственными, так и внешними (внепроизводственными) вредными и опасными факторами и позволяет принять обоснованное решение «Работать без риска»[5].

1. Хохлов А.А., В.И. Жуков. Технические средства обеспечения безопасности движения на железных дорогах: Учебное пособие для вузов железнодорожного транспорта. – М., 2009.
2. Техническая эксплуатация железных дорог и безопасность движения. / Под ред. Э.В. Воробьева, А.М. Никонова. – М.: Маршрут, 2005.
3. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. Москва, 2011 г.
4. Косякин, В.С. Анализ заболеваемости работников вагонного хозяйства в аспекте изучения человеческого фактора [Текст] / В.С. Косякин, Е.А. Сорокина // Проблемы безопасности современного общества. – 2018. – № 3 – С. 88–91.
5. Косякин, В.С. Профессиональные заболевания в хозяйствах Центральной дирекции инфраструктуры – филиале ОАО «РЖД». Методы профилактики [Текст] / В.С. Косякин, Д.Л. Раенок // Проблемы безопасности современного общества. – 2017. – № 3. – С. 101–107.

Касимов Е.А.

Технология снижения выбросов ДВС

*Самарский государственный технический университет
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-422

Аннотация

На токсичность отработавших газов (ОГ) двигателя внутреннего сгорания (ДВС) при эксплуатации большое влияние оказывает не только его тип и техническое состояние, но также и качество используемого топлива. Представляет практический интерес влияния метода рециркуляции отработавших газов на снижение токсичности при использовании бензинов различных производителей.

Ключевые слова: токсичность отработавших газов, экологическая безопасность; экологические характеристики; концентрация вредных веществ.

Abstract

The toxicity of exhaust gases (exhaust) of an internal combustion engine (ICE) during operation is greatly influenced not only by its type and technical condition, but also by the quality of

the fuel used. Of practical interest is the effect of the exhaust gas recirculation method on reducing toxicity when using gasoline from various manufacturers.

Keywords: exhaust gas toxicity, environmental safety; environmental characteristics; concentration of harmful substances.

Требования к экологическим и экономическим показателям работы ДВС предъявляются высокие. Это увеличивает оснащённость автомобилей мехатронными системами, что в свою очередь требует более эффективных способов управления бензиновым ДВС [1].

Теория управления двигателем основывается на использовании электрически управляемых устройств и микропроцессоров для более глубокого понимания физических процессов, происходящих в двигателе. В связи с этим значительно расширяются требования для управления рабочим процессом ДВС. Вместе с этим, для качественного управления рабочим процессом ДВС необходимо рассматривать электронную систему управления двигателем (ЭСУД) как важную часть системы управления автомобилем в целом. Только тогда можно наиболее полно реализовать возможности, предлагаемые применением современной ЭСУД, и позволит удовлетворить многие важные требования современного автомобиля [2 - 4].

В данной работе проводилось исследование токсичности ОГ двигателя ВАЗ - 21124 при использовании топлива с октановым числом 95 от коэффициента рециркуляции. Использовался бензин марки АИ - 95 - К5 АЗС Газпромнефть. Для проведения экспериментов использовались: персональный компьютер; диагностический комплекс АВТОАС - СКАН; Мотор - Тестер MotoDok - 3; газоанализатор ИНФРАКАР М; цифровой мультиметр UniTrendUT107; секундомер.

Для оценки эффективности метода рециркуляции ОГ рекомендуется использовать следующие показатели: степень снижения концентрации в ОГ окислов азота KN_{Ox} ; степень снижения концентрации в ОГ углеводородов $КСН$

Данные показатели должны сравниваться при одинаковой величине изменения удельного расхода топлива $\Delta g_e = \text{const}$ (степень изменения удельного расхода топлива K_{ge}), то есть при одинаковой величине снижения концентрации выбросов.

Полученные результаты представлены на следующих графиках (рис.1).

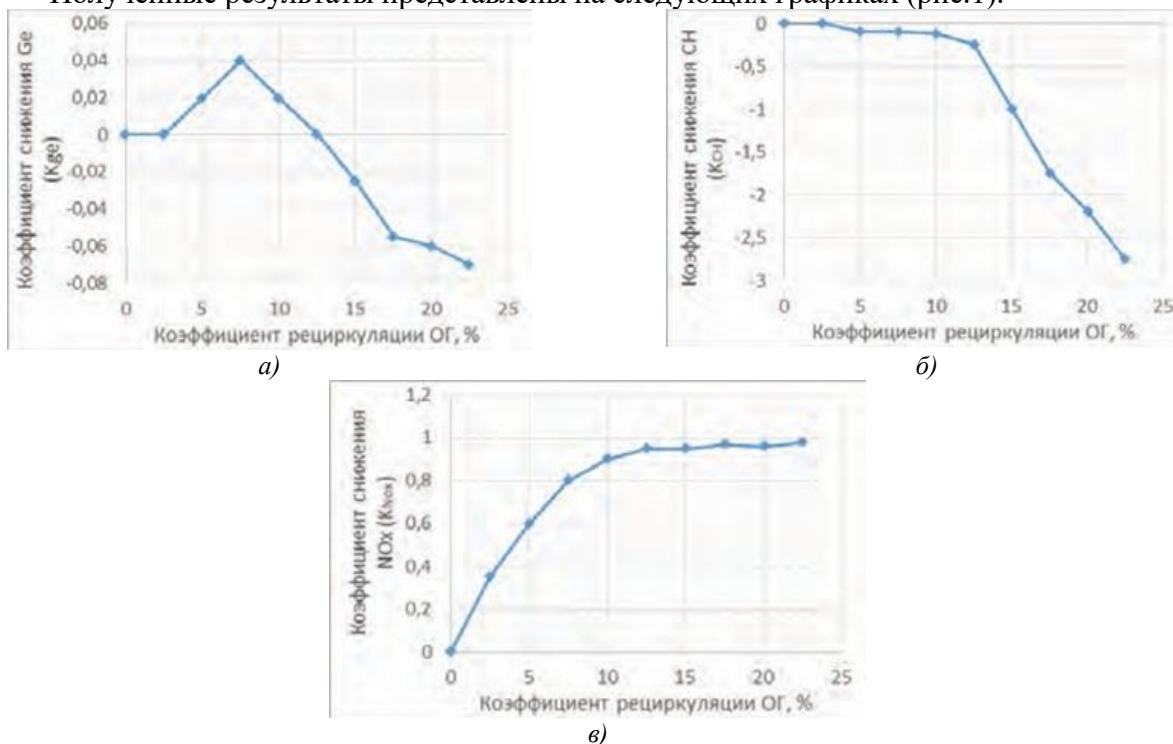


Рисунок 1. Эффективность снижения выбросов при применении рециркуляции отработавших газов для бензина АИ - 95 - К5 Газпромнефть:

- а) изменение коэффициента K_{ge} , б) изменение коэффициента $КСН$,
в) изменение коэффициента R_{NOx}

В нашем случае рециркуляция ОГ путем подачи их части во впускной тракт ДВС приводит к разбавлению рабочей смеси, поступающей в цилиндры двигателя. Ввиду того, что некоторая часть тепла расходуется на нагрев дополнительной порции отработавших газов, происходит снижение максимальной температуры рабочего цикла. Вместе с тем рост объема рециркуляционных газов оказывает негативное влияние на сгорание, повышая концентрацию СН в ОГ.

Также следует отметить, что полученные зависимости носят общий характер и зависят от настроек электронной системы управления конкретного двигателя.

1. Solovyov S.G., Milutin E.R., Ryzhikov V.A. Improvement of the design of a microprocessor - based power supply control system of an internal combustion engine // Proceedings of 2018 IEEE East - West Design and Test Symposium, EWDTs 2018 electronic publication. 2018. С. 8524841.
2. Соловьёв С.Г. Исследование токсичности отработавших газов при отключении цилиндров бензиновых двигателей [Текст] / Теоретические и прикладные вопросы образования и наук. Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2014. С. 129 - 131.
3. Сапронов Ю.Г. Токсичность инжекторного двигателя на холостом ходу [Текст] / Ю.Г. Сапронов, Л.Я. Шкрет, С.Г. Соловьёв // Прогрессивные технологии в автотранспортных системах: сборник материалов IX Российской научно - практической конференции. - Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ. 2009, С.334 - 337.
4. Сапронов Ю.Г. Относительная опасность токсичных выбросов автомобильных двигателей [Текст] / Ю.Г. Сапронов, Л.Я. Шкрет, С.Г. Соловьёв, Поливадин Э.С. // Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса Материалы 2 - ой Международной научно - практической конференции. 2012. С. 128 - 131.

Каюмов Э.А.

Прочность древесно-полимерного теплоизоляционного материала

*Самарский государственный технический университет
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-423

Аннотация

В данной статье представлены исследования предела прочности образцов древесно - полимерного теплоизоляционного материала при изгибе в зависимости от массовой концентрации компонентов.

Ключевые слова: изгиб, прочность, компонент, масса, концентрация, композит.

Abstract

This paper presents the research of the ultimate strength of wood-polymer heat insulating material samples under bending depending on the mass concentration of the components.

Keywords: bending, strength, component, mass, concentration, composite.

Древесное сырье является разновидностью растительного сырья и представляет собой предназначенные для переработки или использования в качестве топлива материалы, получаемые из древесных (деревянистых) растений, к которым относятся деревья, кустарники и многолетние растения с образующими древесину стволом, ветвями и корневой системой. К древесному сырью относятся поваленные деревья, стволы поваленных деревьев, отделенные от корневой части и очищенные от сучьев (древесные хлысты), получаемые из них различные виды круглых, колотых, пиленых и др. лесоматериалов (бревна, доски, шпон и т.п.), древесное топливо, а также древесные отходы в виде пне-корневой древесины, вершин, обломков стволов, коры, одревесневших боковых побегов, отходящих от ствола (сучья), и малодревесневших боковых побегов, отходящих от ствола и сучьев (ветви), листьев, хвои, крупнокусковых отходов (горбыль, рейки, короткомер и др.) и измельченной древесины (опилки, стружка и др.). Вторичным древесным сырьем являются отходы потребления изделий из древесины и измельченные древесные отходы.

Древесное сырье, в первую очередь древесина, широко применяется в самых разных отраслях человеческой деятельности: для производства строительных изделий, ступеней, опалубки, строительных лесов, деталей интерьера, столярно-мебельных изделий, домашней утвари, для получения целлюлозы, картона, бумаги, этилового спирта и др. материалов, используется в качестве топлива, мульчирующего материала, сорбента и т.д.

За счет волокнисто-пористой структуры древесина отличается низкими значениями теплопроводности и звукопроводности, однако при этом для данного материала характерны высокие показатели водопоглощения и гигроскопичности, что наряду со сравнительно высокой стоимостью ограничивает применение данного материала в качестве теплоизоляции. Поэтому в чистом виде натуральная древесина за счет средних значений прочности, химической стойкости и высоких эстетических свойств в большинстве случаев применяется в качестве энергоэффективных конструкционных, облицовочных и отделочных материалов и изделий, обеспечивая дополнительную теплоизоляцию различных конструкций [1, 2]. В то же время измельченная древесина и другие древесные отходы, составляющие до 37 % от объемов лесозаготовки и до 52 % от объемов лесопиления и деревообработки [3, 4], обладают текстурой, структурой и свойствами, схожими с первичной деловой древесиной.

Для получения древесно-полимерных материалов в качестве пропитывающих составов применяют мономеры, их смеси, полимерные смолы, пластические массы в суспензиях или растворах. Структурная схема классификации исходных веществ для получения модифицированной древесины приведена на рисунке 1.



Рис. 1. Структурная схема классификации химических соединений, применяемых для модифицирования древесины

Установлено понижение прочности при изгибе у экспериментальных образцов, полученных при атмосферном давлении. Результаты исследования предела прочности образцов древесно - полимерного теплоизоляционного материала при изгибе в зависимости от массовой концентрации компонентов композиции и степени разрежения представлены на рис.2.

Из представленных данных видно, что массовая концентрация древесного наполнителя в композиции от 0 до 20 % не оказывает большого влияния на предел прочности экспериментальных образцов при изгибе. Однако при увеличении доли древесного наполнителя выявлено, что предел прочности резко снижается до 0,21 – 0,29 МПа у образцов, полученных при атмосферном давлении (при массовой концентрации древесного наполнителя в композиции 80 % рис. 2 (а) и 1 (б) – позиция 1). Это связано с тем, что у образцов,

полученных при атмосферном давлении, пористость полиуретановой матрицы меньше, чем при разрежении, что, соответственно, приводит к увеличению плотности древесно-полимерного теплоизоляционного материала, а добавление большего количества древесного наполнителя способствует уменьшению доли пенополиуретана в композиции, как связующего компонента, что приводит к ухудшению прочностных показателей конечного материала. С увеличением разрежения до 30 кПа (рис. 2 (а) и 2 (б) – позиция 4 при формировании повышается упругость вспененной системы до 0,43 – 0,51 МПа при максимальной концентрации наполнителя. Данный факт объясняется образованием целостной пористой структуры материала, пузырьки остаются «растянутыми» до момента отверждения полимера, что способствует увеличению предела прочности образцов на изгиб.

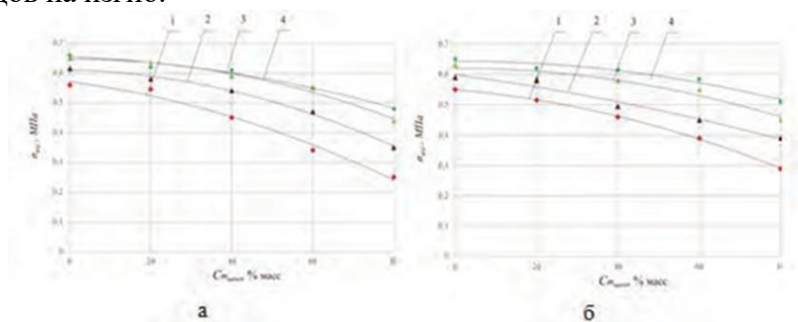


Рисунок 2. Предел прочности образцов древесно - полимерного теплоизоляционного материала при изгибе в зависимости от массовой концентрации компонентов при различных степенях разрежения: 1 – атм. давление, 2 – 10 кПа, 3 – 20 кПа, 4 – 30 кПа; при концентрации компонентов пенополиуретана («А»: «Б»): а) 1:1,3; б) 1:1,5.

Вывод: Из полученных данных можно сделать вывод, что с целью сохранения физико - механических свойств древесно-полимерного теплоизоляционного материала, а именно предела прочности при изгибе, необходимо создавать разрежение при формировании от 10 до 30 кПа в процессе вспенивания древесно- полимерной композиции.

1. Корнеев, А.Д. Исследование кинетики структурообразования пенополимербетонов // Совершенствование технологии производства бетона для сельскохозяйственного строительства. – 1986. – С. 21 – 24.
2. Липатов, Ю.С. Структура и свойства полиуретанов / Ю.С. Липатов, Ю.Ю. Керча, Л.М. Сергеева // Академия наук украинской ССР, институт химии высокомолекулярных соединений. – Киев: «Наукова думка», 1970. – 279 с.
3. Мартынов, К.Я. Комплексная защита древесины в строительных изделиях и конструкциях / К.Я. Мартынов // Монография: издательство «Наука». – Новосибирск, 1996. – 126 с.
4. Мартынов, К.Я. Материаловедение / К.Я. Мартынов, Н.А. Машкин, Г.С. Юрьев. – Новосибирск: НГАСУ, 2001. – 180 с.

Коннов И.А.

Безопасность граждан за счет МЧС

*Самарский государственный технический университет
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-424

Аннотация

В данной статье изучена важная государственная функция, которой являлось и является защита населения и национального достояния от последствий ЧС, аварий, катастроф и других стихийных бедствий. Был сделан вывод о том, что на определенном уровне управления усилиями человека, общины, государства, мирового сообщества можно предотвратить возникающие катастрофы или смягчить их последствия, осуществить ликвидацию последних.

Ключевые слова: МЧС России, ЧС, аварии.

Abstract

This article examines the important state function, which was and is the protection of the population and the national heritage from the consequences of emergencies, accidents, catastrophes and other natural disasters. It was concluded that at a certain level of management of the efforts of a person, community, state, and the world community, it is possible to prevent emerging disasters or mitigate their consequences, and to eliminate the latter.

Keywords: EMERCOM of Russia, emergency situations, accidents.

В Российской Федерации имеется достаточное количество масштабных чрезвычайных ситуаций техногенного, экологического, природного характера. Страдают, гибнут люди, наносится большой материальный ущерб. Поэтому важной государственной функцией являлось и является защита населения и национального достояния от последствий ЧС, аварий, катастроф и других стихийных бедствий, а также вооруженных конфликтов - социальных бедствий для населения. Создание Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) стало главным шагом в деле построения в стране современной системы предупреждения и ликвидации ЧС. МЧС выступило в роли мозгового управляющего и организующего центра [1].

Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики, нормативно-правовому регулированию, а также по надзору и контролю в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах [2].

Основными задачами Главного управления МЧС России являются:

1) реализация государственной политики в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах на территории субъекта Российской Федерации;

2) осуществление управления в пределах своей компетенции в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах;

3) осуществление надзорных и контрольных функций в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах на территории субъекта Российской Федерации;

4) осуществление деятельности в пределах своей компетенции по организации и ведению гражданской обороны, экстренному реагированию при чрезвычайных ситуациях, в том числе по чрезвычайному гуманитарному реагированию, защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и пожаров, обеспечению безопасности людей на водных объектах на территории субъекта Российской Федерации.

МЧС России осуществляет свою деятельность непосредственно и через входящие в его систему: территориальные органы - региональные центры по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий и органы, специально уполномоченные решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъектам Российской Федерации; Государственную противопожарную службу Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий; войска гражданской обороны; Государственную инспекцию по маломерным судам Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий; аварийно-спасательные и поисково-спасательные формирования, образовательные, научно-исследовательские, медицинские, санаторно-курортные и иные учреждения и организации, находящиеся в ведении МЧС России. Для решения гуманитарных задач за пределами Российской Федерации из части сил системы МЧС России создается российский национальный корпус чрезвычайного гуманитарного реагирования [4].

МЧС России в своей деятельности руководствуется Конституцией Российской Федерации, федеральными конституционными законами, федеральными законами, актами

Президента Российской Федерации и Правительства Российской Федерации, приказами и директивами Верховного Главнокомандующего Вооруженными Силами Российской Федерации, международными договорами Российской Федерации, а также настоящим Положением.

Согласно Основам целью государственной политики в области гражданской обороны является обеспечение необходимого уровня защищенности населения, материальных и культурных ценностей от опасностей, возникающих при военных конфликтах и чрезвычайных ситуациях, с учетом современных геополитических, экономических и военно-стратегических условий. Принятый документ определяет цели, задачи, основные направления и мероприятия по реализации государственной политики в области гражданской обороны. Сегодня гражданская оборона является составной частью оборонного строительства и обеспечения безопасности страны и выполняет одну из важнейших функций государства [3].

Проблема предотвращения возникновения катастроф, смягчения их последствий и ликвидации весьма актуальна сегодня не только для России, но и для всего человечества. Это обусловлено ежегодным увеличением количества, масштабов катастроф, ростом людских и материальных потерь, которое несет человечество, что сдерживает развитие цивилизации, а в некоторых случаях ставит под угрозу существование человечества.

Как показывает анализ, обеспечение безопасности в ЧС может быть осуществлено разными путями. Наиболее эффективный из них - снижение вероятности возникновения, уменьшение возможных масштабов и тяжести последствий аварий, природных и природно-техногенных катастроф путем воздействия на потенциальные источники опасности.

Оградить население от поражения при авариях, катастрофах можно не только влияя на источники опасности, но и путем рационального размещения потенциально-опасных и иных производств, а также путем четкой планировки и застройки городов и других населенных пунктов.

На определенном уровне управления усилиями человека, общины, государства, мирового сообщества можно предотвратить возникающие катастрофы или смягчить их последствия, осуществить ликвидацию последних. В этом направлении проделана значительная работа как в России, так и в странах мирового сообщества, создано необходимое правовое поле в этой области.

Мы должны быть уверены в том, что дальнейший научный поиск поможет человечеству найти способ решить глобальные проблемы, несущие угрозу его существованию, что управление рисками катастроф будет постоянно совершенствоваться.

1. Оценка риска чрезвычайных ситуаций и пожаров: учебное пособие / В. Ю. Радоуцкий, В. Н. Шульженко, М. Н. Степанова, М. В. Литвин; под общ. Ред. В. Ю. Радоуцкого. – Белгород. Изд-во БГТУ, 2019. – 108 с.
2. Эвакуация населения из зон чрезвычайных ситуаций: учебное пособие / В. Ю. Радоуцкий, В. Н. Шульженко, М. Н. Степанова, М. В. Литвин; под общ. Ред. В. Ю. Радоуцкого. – Белгород. Изд-во БГТУ, 2019. – 123 с.
3. Артемьев Е.В., Семенова М.Н. Комментарий к Федеральному закону от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
4. Интернет-ресурс: <http://www.31.mchs.gov.ru> - ГУ МЧС России по Белгородской области.

Коннов И.А.

Обзор мобильной пожарной установки пожаротушения

*Самарский государственный технический университет
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-425

Аннотация

В настоящее время актуальным является вопрос обеспечения техническими средствами пожаротушения лиц, пострадавших в ЧС, как во время их транспортировки в пункты временного размещения (ПВР), так и непосредственно в пунктах временного размещения, оснащенных палаточными городками с системами жизнеобеспечения

Ключевые слова: пожаротушение, ПВР, пожарная установка, палаточный городок.

Abstract

At present, the issue of providing persons affected in emergencies with technical fire extinguishing equipment both during their transportation to the temporary accommodation centers (TACs) and directly in the temporary accommodation centers equipped with tent camps with life support systems is relevant

Keywords: fire extinguishing, TAC, fire unit, tent camp.

Мобильная установка пожаротушения [5,с.14], изображенная на рис.1, содержит емкость (контейнер) 1 с водой, которая устанавливается на заплечном ранце оператора (пользователя). Установка содержит также систему подачи жидкости вытеснительного типа, включающую в свой состав баллон 2 высокого давления со сжатым газом (воздухом), магистраль подачи сжатого газа в газовую полость емкости 1 с запорным клапаном 3 и газовым редуктором 4. В состав установки пожаротушения входит распылитель жидкости 5, установленный на стволе 6 с курковым клапанным механизмом 7. В рассматриваемом варианте конструкции распылитель жидкости представлен как составная часть установки пожаротушения, однако данный распылитель может использоваться как автономный узел в составе устройств иного назначения.

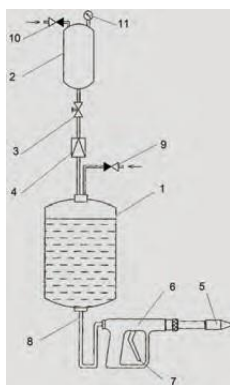


Рис.1. Общая схема мобильной установки пожаротушения

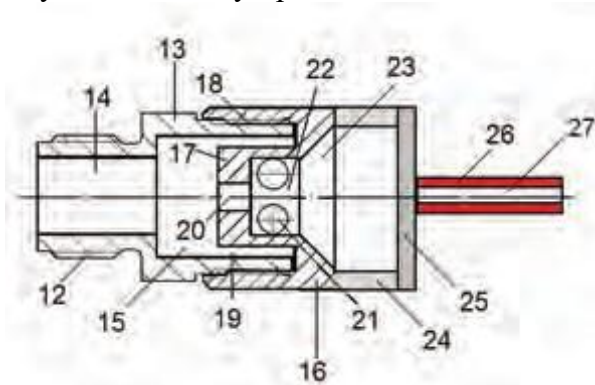


Рис.2. Схема распылителя жидкости

Распылитель 5 соединен с емкостью 1 через подводящий трубопровод 8. Подача воды к распылителю 5 жидкости осуществляется при нажатии оператором на курковый механизм 7. Емкость 1 сообщается с заправочной магистралью через заправочный кран 9. На баллоне 2 установлены заправочный кран 10 и манометр 11.

Распылитель (рис.2) включает в свой состав корпус 12, который выполнен в виде подводящего жидкость штуцера с центральным отверстием 14, и жестко соединенной с ним и соосной цилиндрической гильзой 13 с внешней резьбой. Соосно корпусу 12, в его нижней части подсоединено посредством гильзы 18 с внутренней резьбой сопло 16, выполненное в виде центробежного завихрителя 17 потока жидкости в виде цилиндрической вставки 22 с, по крайней мере тремя, тангенциальными вводами 21 в виде цилиндрических отверстий. Гильза 18 является частью сопла 16 и установлена коаксиально и соосно по отношению к центробежному завихрителю 17.

В торцевой поверхности центробежного завихрителя 17 выполнено цилиндрическое дроссельное отверстие 20. Центробежный завихритель 17 установлен в цилиндрической камере 15 корпуса с образованием кольцевой цилиндрической камеры 19 для подвода жидкости к тангенциальным вводам 21 центробежного завихрителя 17 и соединен с диффузорной выходной камерой 23. Тангенциальные вводы 21 выполнены в виде каналов, тангенциально расположенных к внутренней поверхности вставки 22. К гильзе 18 соосно прикреплена насадка 24, образующая цилиндрическую камеру смешения, к которой прикреплена круглая пластина 25, расположенная перпендикулярно оси вихревой кольцевой камеры, и жестко соединенная с насадкой 24, в ее концевом сечении, а перпендикулярно круглой пластине прикреплено щелевое сопло, выполненное в виде прямоугольного параллелепипеда 26 с дроссельным

сквозным, прямоугольного сечения, отверстием 27, соединенным с полостью цилиндрической камеры смешения.

Перед первым использованием установки пожаротушения производится заправка емкости 1 огнетушащей жидкостью. В качестве огнетушащей жидкости используется вода с пенообразователями и другими химическими добавками, повышающими эффективность пожаротушения. Заправка емкости 1 осуществляется через заправочный кран 9. Объем заправляемой жидкости составляет для ранцевой установки пожаротушения ~12 л при общем объеме емкости 15 л. Через заправочный кран 10 производится зарядка баллона 2 сжатым воздухом от компрессора до давления $(150 \div 300) \cdot 10^5$ Па. После этого осуществляется предварительный наддув газовой полости емкости 1 через магистраль подачи сжатого газа. Для этого открывается запорный клапан 3, и сжатый газ поступает на вход газового редуктора 4.

Давление на выходе из редуктора 4 и соответственно в газовой полости емкости 1 составляет $(8 \div 10) \cdot 10^5$ Па. Емкость 1 и баллон 2 с магистралью подачи сжатого газа и арматурой устанавливаются на ранце оператора либо в переносном контейнере. Генерация газокпельного потока осуществляется оператором с помощью распылителя жидкости 5, установленного на стволе 6, посредством куркового механизма 7. Созданный в камере смешения двухфазный поток при указанных выше параметрах разгоняется в дросселирующем канале 27. Использование сопла позволяет компактировать газокпельную струю при относительно однородном распределении капель воды по сечению струи.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что двухфазный поток, параметры которого выбираются согласно вышеуказанным условиям, разгоняется в газодинамическом корпусе до скорости, при которой дальность полета газокпельной струи составляет 65 м.

- 1 Трофимов А.В., Кочетов О.С. Огнетушитель для комплектации транспортных средств, осуществляющих доставку пострадавшего в чрезвычайных ситуациях населения в пункты временного размещения. Патент РФ на полезную модель № 120881. Опубликовано 10.10.2012. Бюллетень изобретений № 28.
- 2 Трофимов А.В., Кочетов О.С. Огнетушитель. Патент РФ на полезную модель №124162. Опубликовано 20.01.2013. Бюллетень изобретений № 2.

Леонтьева А.И., Брянкин К.В., Алаамери Ехсан Хашим Мохаммед
Разработка конструкции адсорбера для процесса десульфуризации углеводородов

*Тамбовский государственный технический университет
(Россия, Тамбов)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-426

Аннотация

В работе изложены подходы к совершенствованию процесса десульфуризации автомобильных топлив. Предложена конструкция адсорбера с использованием многокомпонентного адсорбента, состоящего из продуктов природного происхождения, обеспечивающая высокую степень удаления серосодержащих соединений из бензина и дизельного топлива. Разработана методика определения объемного количества компонентов адсорбента, загружаемого в аппарат, обеспечивающего наибольшую степень извлечения серы и сероорганических соединений из углеводородных топлив. Предложена инженерная методика расчета адсорбера.

Ключевые слова: автомобильные топлива, термokatалитический крекинг, адсорбер, десульфуризация.

Abstract

The paper outlines approaches to improving the process of desulfurization of automotive fuels. An adsorber design using a multicomponent adsorbent consisting of products of natural origin is proposed, which provides a high degree of removal of sulfur-containing compounds from gasoline and

diesel fuel. A method has been developed for determining the volumetric amount of adsorbent components loaded into an apparatus that provides the highest degree of extraction of sulfur and organosulfur compounds from hydrocarbon fuels. An engineering method for calculating the adsorber is proposed.

Keywords: automotive fuels, thermal catalytic cracking, adsorber, desulfurization.

Повышенное содержание серы в товарных автомобильных топливах обусловлено высокой их концентрацией в нефтяном сырье. Переработка высокосернистого углеводородного сырья сопровождается высокими затратами на процесс очистки сырья и топлив от серы и ее соединений.

Современная промышленность для извлечения серы и сероорганических соединений широко использует методы гидроочистки, биодесульфуризации, экстракции, абсорбции, адсорбции и другие. Стоимость реализации таких методов в некоторых случаях превышает стоимость производства автомобильных топлив.

Наиболее распространенные марки углеводородного сырья, применяемые для производства автомобильных топлив – это нефти марок «Urals», «DubaiCrude». Нефть марки «Urals» характеризуется меньшей концентрацией серы и является более предпочтительной для производства топлив, но в то же время имеет высокую стоимость.

Стоимость конкретного метода, эффективность сероочистки и простота технологического исполнения определяют предпочтения современной нефтеперерабатывающей промышленности по выбору метода десульфуризации.

Основными факторами, влияющими на эффективность очистки топлив и адсорбера, являются:

- начальное содержание серосодержащих соединений в топливе;
- фракционный состав топлива;
- характеристики компонентов адсорбента, используемых применяемых в процессе очистки топлив (гранулометрический состав, удельная поверхность, стойкость к отравляющим (дезактивирующим) соединениям сырья, число рабочих циклов);
- число циклов очистки;
- температура процесса адсорбции;
- длительность взаимодействия компонентов адсорбента с серосодержащими соединениями топлива.

Таким образом, эффективность процесса адсорбции серосодержащих соединений зависит от свойств углеводородного топлива, сорбирующих компонентов и технологических параметров процесса адсорбционной очистки.

Для осуществления процесса адсорбционной очистки от серосодержащих соединений топлив бензина и дизельного топлива разработан многокомпонентный адсорбент [1, 5], состоящий из 6 слоев [6]:

1 слой (80 % от общей высоты) – состоит в равных долях из поваренной соли и структуры углеводородного топлива, полученные при высокотемпературной обработке;

2 слой – обезвоженная и измельченная глина [2];

3 слой – обезвоженная и измельченная земля [2];

4 слой – обезвоженный и классифицированный по размеру частиц песок [2];

5 слой – классифицированный по размеру частиц оксид железа с добавлением наноуглеродного материала «Таунит»;

6 слой – в равных долях смесь наноуглеродных материалов – металлов никеля, хрома, титана.

Структуры углеводородных топлив, прошедших высокотемпературную обработку, получали в муфельной печи ЭКСП [6].

Топлива пережигали семь раз в муфельной печи при температуре 750 °С до получения продуктов сгорания. Масса свежего топлива в каждом последующем сжигании превосходила массу в предыдущем сжигании на 10 % (табл. 1).

Количество топлива рассчитывалось таким образом, чтобы на последнем сжигании ее масса не превышала 10 грамм (критическое значение по взрывоопасности).

Структуру углеводородных топлив получали следующим образом:

1. Исходное топливо усредняли перемешиванием, в чистую стеклянную посуду брали навеску продукта.

2. На весы устанавливали металлический тигель, наливали в него заданное количество топлива.

3. Сжигание осуществляли в тигле с закрытой крышкой на 95 % для исключения уноса полученной структуры.

4. Топливо сжигали до полного прекращения дымообразования и в таком состоянии выдерживали еще 2 минуты.

5. Затем тигель охлаждали в течение 2 минут и добавляли новую порцию топлива.

Таблица 1

Расход углеводородных топлив для получения структуры бензина, прошедшей высокотемпературную обработку

Количество сжиганий	Количество углеводородного топлива (грамм)			
	Бензин		Дизельное топливо	
1	5,04	5,11	5,07	5,07
2	5,52	5,47	5,36	5,45
3	6,11	6,16	6,04	6,1
4	6,73	6,62	6,84	6,73
5	7,47	7,38	7,51	7,45
6	8,13	8,01	7,99	8,04
7	8,94	8,89	9,01	8,95
Всего	47,94	47,64	47,82	47,79

Таким образом проводили 7 операций сжигания топлива. После чего тигель с полученной структурой углеводородного топлива, прошедшей высокотемпературную обработку, охлаждали в течении 5 минут до температуры 25 °С и проводили взвешивание.

Полученные структуры углеводородных топлив подвергали рентгенофлуоресцентному анализу на элементный состав.

В ходе рентгенофлуоресцентного и структурного анализа было установлено присутствие в структурах топлив бензина и компонентах фильтра совокупности элементов и химических соединений, приведенных в табл. 2. Результаты структурного анализа представлены на рис. 1.

Таблица 2

Элементный состав структур топлив, прошедших высокотемпературную обработку

Элемент	Количество (%)			
	Бензин		Дизельное топливо	
NiO	13,21	13,24	15,49	15,28
Co ₃ O ₄	9,25	9,27	10,17	10,21
CuO	12,4	12,29	7,61	7,59
Fe ₂ O ₃	15,84	15,75	12,94	13,01
W ₂ O ₃	9,66	9,76	4,57	4,52
V ₂ O ₃	0	0	1,32	1,34
Mn ₂ O	5,96	6,01	0	0
Na ₂ O	3,18	3,2	0	0
S ₂	9,14	9,16	14,15	14,13
C	21,36	21,32	33,75	33,92
Сумма	100	100	100	100

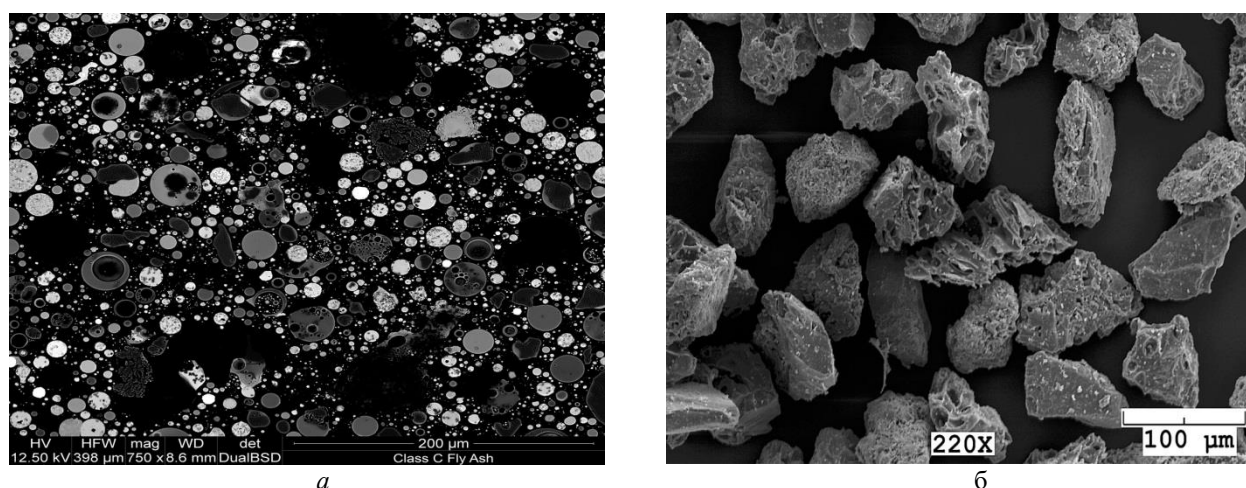


Рисунок 1. Структура топлива, прошедшего высокотемпературную обработку: а – бензин, б – дизельное топливо

Результаты оценки эффективности полученных в результате высокотемпературной обработке структур углеводородных топлив в процессе адсорбционной десульфуризации представлены в табл. 3.

В процессе адсорбционной десульфуризации топлив с применением в качестве адсорбента структур углеводородных топлив, полученных при их высокотемпературной обработке, концентрация сероорганических соединений в них снижается на 80%, что обусловлено пористой структурой поверхности частиц, полученных при сжигании топлива, а также каталитическим воздействием металлов, входящих в состав матричных структур топлив [3, 4].

Таблица 3

Результаты определения концентрации серосодержащих соединений в топливах после обработки сорбентом - структурой, полученной в результате высокотемпературной обработки топлив

№ п/п	Концентрация серосодержащих соединений, ppm			
	Бензин		Дизельное топливо	
	До обработки	После обработки	До обработки	После обработки
1	138	7,7	1982	394
2	140	7,8	1980	398
3	135	7,6	1983	395
4	141	7,4	1981	397
5	137	7,6	1980	398
Среднее значение	138	7,6	1980	396

Методика расчета аппарата – адсорбера для реализации процесса удаления серы и серосодержащих органических соединений из углеводородных топлив с применением в качестве компонентов адсорбента материалов природного происхождения – земли, глины, песка, а также структуры углеводородных топлив, прошедшей высокотемпературную обработку при 1000 °С и технической поваренной соли - хлорида натрия.

При расчете установки очистки углеводородных топлив при известном расходе топлива, подаваемого на очистку, определяем количество адсорбента, необходимого для достижения заданной концентрации сероорганических соединений в топливе после очистки.

Определяем объем (количество) адсорбированных на поверхности компонентов сорбента углеводородных и серосодержащих соединений. При расчете учитываем термодинамические условия реализации процесса удаления серосодержащих соединений из углеводородных топлив: температура процесса +30 °С, давление 0,1 МПа.

Количество адсорбируемых углеводородных соединений $V_{\text{угл}}$ в процессе очистки автомобильных топлив за время τ , м³/ч определим по формуле:

$$V_{\text{угл.}} = V c_{\text{угл.}} \tau, \quad (1)$$

где V – объем углеводородного топлива, м³; $c_{\text{угл.}}$ – концентрация серосодержащих соединений в углеводородном топливе, %; τ – время, час.

Массовое количество удаленных серосодержащих соединений определяется по формуле:

$$G_{\text{угл.}} = V_{\text{угл.}} \rho_{\text{угл.}}, \quad (2)$$

где $\rho_{\text{угл.}}$ – плотность адсорбированных серосодержащих углеводородных соединений, кг/м³.

С учетом того, что углеводородные топлива – бензин и дизельное топливо являются многокомпонентными смесями, плотность адсорбированного на поверхности компонентов сорбентов веществ можно определить по формуле:

$$\rho_{\text{угл.}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{M_i}{\rho_i}} \quad (3)$$

где ρ_i – плотность индивидуального углеводородного компонента, кг/м³; M_i – молекулярный вес индивидуального углеводородного компонента, кг/кмоль.

Исходя из имеющихся данных об объеме углеводородного топлива, поступающего на стадию очистки от серосодержащих соединений, определяем количество компонентов адсорбента:

$$V_{\text{адс}} = \frac{V_{\text{угл.}}}{a_{\text{адс}}}, \quad (4)$$

где $a_{\text{адс}}$ – емкость адсорбента, м³/кг.

Емкость компонентов адсорбента по сорбируемым углеводородным веществам определяем по зависимости:

$$\lg a_{\text{адс}} = \lg \frac{W_0}{v^*} - 0,434B \frac{T_{\text{ад}}^2}{\beta_0^2} \left(\lg \frac{p_s}{p_{\text{пр}}} \right)^2, \quad (5)$$

где W_0 , B – структурные константы адсорбента, полученные при стандартных условиях; β_0 – коэффициент аффинности, отражающий сравнительные адсорбционные свойства адсорбента относительно стандарта адсорбтива (бензола); v^* – молярный объем сорбированного углеводородного вещества, м³/моль; p_s – давление насыщенных паров, Па.

Молярный объем сорбированных на поверхности компонентов адсорбента серосодержащих соединений определяем по выражению:

$$v^* = \frac{M}{\rho - \frac{T_{\text{адс}} - T_{\text{кип}}}{T_{\text{кр}} - T_{\text{кип}} (\rho_{\text{кип}} - \rho_{\text{кр}})}}, \quad (6)$$

где ρ – плотность сорбируемого серосодержащего углеводородного соединения при рабочей температуре процесса ($T_{\text{адс}}$), кг/м³; $\rho_{\text{кр}}$ – плотность сорбируемого серосодержащего соединения при критической температуре, кг/м³; $\rho_{\text{кип}}$ – плотность сорбируемого серосодержащего соединения при температуре кипения, кг/м³.

Давление насыщенных паров сорбируемых из углеводородных топлив серосодержащих соединений при заданной температуре можно рассчитать по формуле:

$$\lg p_s = \sum_1^5 c_i T^{i-2} + c_6 \lg T + c_{10} T^8. \quad (7)$$

Емкость компонентов адсорбента по серосодержащим соединениям, извлеченным из углеводородных топлив, определяли по выражению:

$$a = fp_{\text{пр}}, \quad (8)$$

где $p_{\text{пр}}$ – парциальное давление серосодержащего компонента, Па; f – коэффициент фугитивности.

Парциальное давление индивидуального углеводородного компонента можно определить с учетом давления адсорбции по формуле:

$$p_{\text{пр}} = p_{\text{ад}}c_0, \quad (9)$$

где $p_{\text{ад}}$ – давление адсорбции, Па; c_0 – концентрация индивидуального серосодержащего соединения в углеводородном топливе.

Используя полученные ранее величины, определяем объем адсорбента, необходимый для достижения заданной концентрации серосодержащих соединений в углеводородном топливе:

$$V_{\text{адс}} = \frac{G_{\text{адс}}}{\rho_{\text{адс}}}, \quad (10)$$

где $\rho_{\text{адс}}$ – насыпная плотность адсорбента, кг/м³.

Получив величины количества компонентов адсорбента, необходимого для очистки заданного количества углеводородного топлива от серосодержащих соединений при термодинамических параметрах проведения процесса адсорбционного удаления серосодержащих соединений из топлив определяем геометрические размеры аппарата.

Для расчета основных размеров аппарата задаемся объемной скоростью подачи исходного углеводородного топлива, содержащего сероорганические соединения на стадию очистки. На основании опытных данных величина объемной скорости подачи топлива принимается в диапазоне от 0,5 до 1 л/(мин·см²).

Расход углеводородного топлива, подаваемого на очистку от серосодержащих органических соединений определяем по формуле:

$$G_{\text{топл}} = G \frac{T_{\text{адс}} p_{\text{н.у.}}}{T_{\text{н.у.}} p_{\text{адс}}}, \quad (11)$$

где $T_{\text{адс}}$ – температура процесса удаления серосодержащих соединений из углеводородных топлив, °С; $p_{\text{н.у.}}$ – парциальное давление углеводородов при нормальных условия осуществления процесса, °С, Па; $T_{\text{н.у.}}$ – нормальная температура; $p_{\text{адс}}$ – парциальное давление углеводородных компонентов при рабочей температуре процесса, Па.

Площадь поперечного сечения аппарата определяем исходя из выбранных рабочих условий процесса удаления сероорганических соединений из углеводородных топлив адсорбционным методом по формуле:

$$F = \frac{G_{\text{топл}}}{v}, \quad (12)$$

где v – скорость подачи жидкости через слой адсорбента, м/с.

Внутренний диаметр адсорбера вычисляем по формуле:

$$D_{\text{внутр.адс.}} = 2 \sqrt{\frac{F}{\pi}}. \quad (13)$$

Высота слоя компонентов адсорбента с учетом определенной ранее площади поперечного сечения определяется по формуле:

$$H = \frac{G_{\text{адс.}}}{0,785 D_{\text{внутр.адс.}}^2}. \quad (14)$$

Выводы

1. Разработана конструкция адсорбера с использованием многокомпонентного адсорбента, состоящего из продуктов природного происхождения, обеспечивающая степень удаления серосодержащих соединений из бензина 97 %, дизельного топлива – 92 %.

2. Предложена методика определения объемного количества компонентов адсорбента, загружаемого в аппарат, обеспечивающего наибольшую степень извлечения серы и сероорганических соединений из углеводородных топлив (бензина и дизельное топливо).

3. Предложена инженерная методика расчета аппарата – адсорбера, позволяющая определить количество адсорбента, на заданную производительность по топливу при гарантии обеспечения нормативных показателей по серосодержащим соединениям в топливе.

1. Леонтьева А.И., Выжанов А.В., Балобаева Н.Н., Альмансури Ахмед Чид Ауда, Алаамери Ехсан Хашим Мохаммед. Десульфуризация нефти и нефтепродуктов адсорбционным методом с использованием матриц // Технологии нефти и газа. - 2018. - №5 - 116-125 с.
2. Брянкин К.В., Альмансури Ахмед Чид Ауда, Алаамери Ехсан Хашим Мохаммед. Минеральные композиции элементов фильтра для процесса адсорбционной десульфуризации нефти и продуктов ее переработки // Сборник трудов XII Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России». - 2018. - 208 с.
3. Аллаамери Ехсан Хашим Мохаммед, Балобаева Н.Н., Леонтьева А.И., Брянкин К.В. Механизм сорбции органических соединений серы компонентами фильтра из дизельного топлива / Аллаамери Ехсан Хашим Мохаммед, Н.Н. Балобаева, А.И. Леонтьева, К.В. Брянкин // Сборник трудов международной научной конференции: "Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности", Казань, 2020. - С. 8 - 10.
4. Аллаамери Ехсан Хашим Мохаммед, Балобаева Н.Н., Леонтьева А.И., Брянкин К.В. Удаление серосодержащих соединений из нефти и нефтепродуктов / Аллаамери Ехсан Хашим Мохаммед, Н.Н. Балобаева, А.И. Леонтьева, К.В. Брянкин // Сборник трудов международной научно/практической конференции «Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация», Санкт-Петербург, 2020. - С.64-66.
5. Пат. 2743291 Российская Федерация, МПК C10G25/05, B01J20/02. Способ адсорбционной десульфуризации нефти и нефтепродуктов: бензина, дизельного топлива с использованием композиционного адсорбента на основе минералов природного происхождения [Текст] / Леонтьева А.И., Брянкин К.В., Балобаева Н.Н., Алаамери Е.Х.М.; заявитель и патентообладатель Тамбовский государственный технический университет. - № 2020124616, заявл. 24.07.2020; опубл. 16.02.2021. Бюл. № 5. – 17 с. : ил.
6. Пат. 2751874 Российская Федерация, МПК C10G25/00, C10G25/12. Состав и способ изготовления композиции из минералов природного происхождения для адсорбционной десульфуризации нефти и нефтепродуктов [Текст] / Леонтьева А.И., Брянкин К.В., Балобаева Н.Н., Алаамери Е.Х.М.; заявитель и патентообладатель Тамбовский государственный технический университет. - № 2020124462, заявл. 23.07.2020; опубл. 19.07.2021. Бюл. № 20.

Малашихин Н.В.**Повышение качества зернового вороха во время уборки**

*Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-427

Аннотация

В работе представлены результаты исследований при уборке озимой пшеницы. Результаты исследований показывают мероприятия для повышения качества зернового вороха и снижения затрат на его послеуборочную доработку.

Ключевые слова: ворох, снижение затрат, комбайн, зерно, засоренность.

Abstract

The paper presents the results of research on harvesting winter wheat. The research results show measures to improve the quality of the grain heap and reduce the cost of its post-harvest refinement.

Keywords: heap, cost reduction, combine harvester, grain, clogging.

Зерновой ворох, поступающий на механизированный ток от комбайнов, кроме полноценного зерна, содержит также легкое, щуплое, дробленое и в пленке, а также различные засорители. Вредные компоненты вороха являются благоприятной средой для обитания и размножения микроорганизмов и по данным Воронежского ГАУ [1] даже при непродолжительном отсутствии обработки вороха снижают качество зерна. Кроме того, ворох может иметь повышенную влажность, которую также сразу необходимо доводить до кондиционной. Все это свидетельствует о высокой актуальности процессов послеуборочной обработки зерна, которые надо выполнять сразу по мере поступления комбайнового вороха на ток, очистить его и довести до требуемой влажности (при необходимости). Сельхозпроизводители несут при этом немалые затраты, а продажа неочищенного вороха снижает прибыль. В то же время все возможные послеуборочные воздействия на зерно приводят к чрезмерному его травмированию. Даже зернометатели на току травмируют зерно. Некоторыми исследователями [2] установлено, что ленточный зернопулт повышает микроповреждение зерна на 16,5 %. Все это также снижает его качество.

Учитывая большие трудности послеуборочной обработки вороха, необходимо уже при уборке следить за его высоким качеством, не допуская в нем высокого травмирования к засоренности. Уже сейчас, по нашим исследованиям комбайнами TORUM 740 (780) дробление зерна озимой пшеницы не превышает 0,6 %, а микроповреждение - 21,6 % [3, с.16; 4, с.5] Роторные молотильно-сепарирующие устройства (МСУ) не допускали дробление зерна выше 0,6 %, а в ворохе отсутствовала солома и прочие примеси. Такое качество бункерного зерна можно объяснить состоянием хлебостоя в учхозе «Кубань» КубГАУ, благоприятными условиями уборки 2016 года и высоким мастерством комбайнеров. Чистота зерна исходного от бункерного вороха после уборки комбайном TORUM 740 составила 99,78 %. Такая чистота зерна, пожалуй, не требует послеуборочной обработки. Нами проанализированы также статистические данные по чистоте бункерного зерна после уборки зерноуборочными комбайнами при испытаниях в КубНИИТиМ. Среднее значение чистоты исходного вороха составило 96,9 % при коэффициенте вариации 2,0 % и относительной ошибке выборочной средней 0,6 %. Как показывают представленные данные, с такой чистотой исходный ворох не потребует больших затрат после уборки для своей доработки.

Результаты исследований комбайнового вороха в Воронежском ГАУ [1, с.4] показали близкие результаты. Согласно данным таблицы отмечено, что в исходном ворохе 90,2 % целого зерна. В том числе размером меньше 2,4 мм - 9,8 %, дробленого - 1,04 %, в пленке - 0,65 % и засорителей - 8,29 %.

После обработки вороха на машине ОЗФ 80/40/20 в основной фракции снизилось содержание мелкого зерна в 2,61, дробленого и в пленке – в 1,7 и засорителей – в 7,82 раза. Наоборот в фуражной фракции содержание целого зерна 77,8%, дробленого - 3,15%, в пленке - 0,52% и засорителей - 18,45%. Ценно, что из основной фракции удалено дробленое зерно, в пленке и засорителей. Но недостаток очистительной машины состоит в том, что в фуражную фракцию большой выход крупного зерна размером более 2,4 мм. Однако этот недостаток конструктивно был устранен. В фуражной фракции возрастает также содержание засорителя, что ведет к повышению влажности зерна и затратам на сушку. В фуражной фракции количество засорителей и удаленной влаги при всех уровнях засоренности возрастает с увеличением влажности исходного вороха.

Для снижения засоренности и влажности исходного вороха в некоторых хозяйствах на Кубани применяют предуборочную десикацию посевов озимых колосовых культур Раундапом. Для этого необходимо мало – и ультрамалообъемное опрыскивание эжекционно-щелевыми

распылителями КубГАУ [5-8]. Мелкокапельное нанесение препарата на засорители, подгон показало эффективные результаты.

Таким образом, предложенные мероприятия обеспечат повышение качества зернового вороха и снизят затраты на его послеуборочную доработку.

1. Маслов Г.Г., Палапин А.В., Ринас Н.А.. Многофункциональный уборочный агрегат/ Международный сельскохозяйственный журнал.2014. №1-2. С.16.
2. Оптимальный уровень затрат совокупной энергии для максимального урожая озимой пшеницы / Г. Г. Маслов, Е. М. Юдина, Н. В. Малашихин, И. В. Вульшинская // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 5(91). – С. 121-125. – DOI 10.37670/2073-0853-2021-91-5-121-125. – EDN COWGDJ.
3. Technological and technical improvement of crop cultivation processes / G. G. Maslov, N. A. Rinas, E. M. Yudina, N. V. Malashikhin // International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. – 2020. – Vol. 11. – No 8. – P. 118. – DOI 10.14456/ITJEMAST.2020.148. – EDN RPLCGA.31.05.14).
4. Патент на полезную модель № 143519 U1 Российская Федерация, МПК A01M 7/00. Опрыскиватель ультрамалообъемный : № 2014114287/13 : заявл. 10.04.2014 : опубл. 27.07.2014 / Г. Г. Маслов, Е. И. Трубилин, С. М. Борисова, Н. А. Ринас ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный аграрный университет". – EDN FEFVYY.

Малыха Е.Ф., Катаев А.В.

Опыт отечественных производителей в области утилизации выведенной из эксплуатации техники

*ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К.А. Тимирязева»
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-428

Аннотация

В статье рассматривается отечественный опыт проведения утилизации выведенной из эксплуатации техники. Описаны рекомендации и примеры проведения утилизации автомобилей семейства LADA концерна АВТОВАЗ. Разработана информационная система состава деталей и компонентов автомобилей LADA, в которую, в соответствии с утвержденными процедурами, вносятся все необходимые данные по составу материалов и веществ всех компонентов автомобилей, и которая позволяет формировать таблицы и проводить соответствующие расчеты при завершении жизненного цикла машины.

Ключевые слова: автомобильная техника, утилизация, производитель, экологические требования, рециклинг.

Abstract

The article discusses the domestic experience of the disposal of decommissioned equipment. Recommendations and examples of the disposal of cars of the LADA family of the AVTOVAZ concern are described. An information system for the composition of parts and components of LADA cars has been developed, in which, in accordance with approved procedures, all the necessary data on the composition of materials and substances of all components of cars are entered, and which allows you to form tables and make appropriate calculations at the end of the life cycle of the car.

Keywords: automotive equipment, recycling, manufacturer, environmental requirements, recycling.

В настоящее время лидером среди российских производителей техники по проведению работ, касающихся экологической безопасности и утилипригодности разрабатываемых и производимых автомобилей, является ОАО «АВТОВАЗ».

Это связано с тем, что своевременная организация выполнения законодательных и учета перспективных экологических требований является обязательным условием на стадиях работы над новыми проектами автомобилей. Для соответствия автомобилей LADA установленным и перспективным отечественным и международным экологическим законам, и нормативам, разрабатываются и включаются в состав проектных документов специальные разделы, которые содержат необходимые требования и целевые параметры по обеспечению экологической безопасности автомобилей семейства. Такие требования распространяются, в том числе и на утилизацию автомобилей, выведенных из эксплуатации [1].

Руководство завода считает, что немаловажное значение в полном жизненном цикле автомобилей играет и заключительная фаза – эффективная и экологически безопасная утилизация отслуживших автомобилей. С 15 июля 2010 г. на территории Евросоюза действует Директива, которая для всех транспортных средств, продаваемых на территории ЕС, устанавливает требования в отношении коэффициентов вторичной переработки и утилизации автомобилей, ограничения содержания регламентированных вредных веществ в составе деталей и материалов автомобиля, наличия специальной маркировки состава материалов на деталях из пластмасс и резин.

Для выполнения Директивы необходимо для всех автомобилей, предназначенных к продажам на территории стран ЕС, своевременно получить новый сертификат одобрения типа, подтверждающий выполнение всех установленных требований. Процедура получения сертификата одобрения типа по требованиям Директивы состоит из двух этапов: предварительная оценка производителя автомобилей (аудит) и окончательное отипование семейства автомобилей в органе по сертификации. Специальный аудит органа по сертификации должен проверить выполнение поставщиком процессов, положений и процедур, установленных Директивой [2].

Важной особенностью проведения аудита у производителя автомобилей является тот факт, что орган по сертификации имеет право, а по сути обязан, проверить выполнение всех основных, установленных в Директивах 2005/64/ЕС и 2000/53/ЕС, требований не только в отношении планируемой к отипованию модели автомобиля, а для всех моделей, поставляемых производителем в данный момент на экспорт в страны ЕС.

Все нормативы, положения и рекомендации, сформулированные в Директивах и Постановлениях ЕС в отношении утилизации и рециклинга автомобилей, были своевременно проанализированы специалистами в ОАО «АВТОВАЗ» и трансформированы в соответствующую систему функций, процессов и работ для обеспечения установленных требований в ОАО «АВТОВАЗ».

В ОАО «АВТОВАЗ» была разработана система нормативной документации, охватывающая и регулирующая данную область. В их числе следующие нормативные документы [3]:

- порядок обеспечения экологической безопасности автомобилей при разработке проектов в ОАО «АВТОВАЗ»;
- порядок подготовки производства комплектующих изделий для автомобилей ВАЗ;
- порядок разработки нормативных документов на материалы в ОАО «АВТОВАЗ»;
- характер информации, передаваемой ОАО «АВТОВАЗ» сторонним организациям для использования при утилизации автомобилей ВАЗ;
- порядок работы с материалами при подготовке производства новых и модернизированных автомобилей;
- требования к маркировке автомобильных компонентов для идентификации применяемых материалов;
- технические требования к комплектующим изделиям автомобилей LADA. Содержание, разработка и согласование;

- порядок проведения расчетов коэффициентов пригодности автомобиля LADA для вторичной переработки и утилизации;
- порядок определения базового автомобиля для анализа выполнения требований экологической безопасности и расчета пригодности к утилизации или вторичной переработке;
- общие требования ОАО «АВТОВАЗ» по экологической безопасности поставляемых автомобильных материалов и компонентов.

Была выстроена система информационного взаимодействия с поставщиками, по которой вся документация, содержащая требования и рекомендации по обеспечению экологической безопасности автомобильных компонентов и материалов, могла быть доступной для поставщиков (изготовителей, разработчиков), и размещена на информационном интернет-ресурсе «Технопортал ОАО «АВТОВАЗ», вкладка «Партнеры» (<http://portal.vaz.ru>).

В составе разрабатываемых проектных документов на новые модели автомобилей LADA (Задание на проект, Технические требования к автомобилю, Техническое задание на автомобиль и др.) содержатся разделы по экологической безопасности, сформулированные на основе изучения и анализа зарубежных и отечественных законодательных и нормативных требований, международного опыта. Конструкторские, технологические, исследовательские и проектные отделы НТЦ ОАО «АВТОВАЗ» проводят работу по реализации требований по экологической безопасности и утилизации разрабатываемых автомобилей на основании проектной документации, нормативной документации, а также выпущенных приказов, распоряжений, программ и протоколов решений [3-5].

Разработана и функционирует информационная система состава деталей и компонентов автомобилей LADA, в которую, в соответствии с утвержденными процедурами, вносятся все необходимые данные по составу материалов и веществ всех компонентов автомобилей, и которая позволяет формировать таблицы и проводить соответствующие расчеты и анализы, достаточные для соответствия Директивам 2005/64/ЕС и 2000/53/ЕС. Информационная система позволяет производить для каждой модели автомобилей LADA [3]:

- расчет снаряженной массы автомобиля на основе данных о массе входящих компонентов;
- расчет снаряженной массы автомобиля с разделением по категориям применяемых в автомобиле материалов;
- формирование перечня компонентов, содержащих регламентированные вредные вещества (РВВ), с указанием их массы на каждое изделие;
- формирование отдельного перечня изделий электрооборудования и электроники, содержащих РВВ;
- расчет содержания РВВ в автомобиле для изделий, относящихся к электрооборудованию и электронике;
- формирование перечня компонентов, на которых имеется маркировка полимерных материалов;
- формирование перечня изделий с покрытием;
- формирование перечня обязательных для демонтажа компонентов;
- формирование перечня рекомендуемых для демонтажа компонентов с целью их рециклинга;
- формирование перечня не демонтируемых компонентов (из которого исключены все компоненты, обязательные и рекомендуемые для демонтажа).

Для всех моделей автомобилей LADA, проданных и продаваемых в странах ЕС, была разработана и направлена через фирмы-импортеры ОАО «АВТОВАЗ» на предприятия по утилизации специальная документация, соответствующая Директиве 2000/53/ЕС, в том числе: «Каталог демонтажа компонентов автомобиля для целей утилизации» (рисунок 1), «Руководство по ускоренному осушению и демонтажу узлов и деталей автомобиля». Со стороны официальных дилеров и импортеров ОАО «АВТОВАЗ» в странах ЕС были заключены

долговременные контракты с ведущими фирмами, занимающимися утилизацией отслуживших автомобилей, на сбор и переработку вышедших из эксплуатации автомобилей LADA.

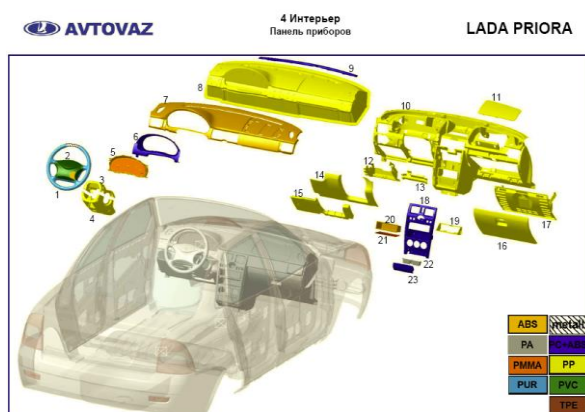


Рисунок 1. Пример фрагмента из каталога демонтажа компонентов автомобиля LADA PRIORA, выполненного в соответствии с Директивой 2000/53/ЕС (дата выпуска 2008г.)

ОАО «АВТОВАЗ» поддерживает тесные и партнерские отношения с государственными органами и общественными организациями РФ, ведущими отечественными научными центрами и институтами, а также другими автомобилестроительными компаниями в области формирования нормативно-правовых документов, программ, концепций и решений по обеспечению экологической безопасности автотранспортных средств, разработке и формированию системы сбора и утилизации вышедших из эксплуатации отслуживших автомобилей в Российской Федерации.

1. Петров Р.Л. Европейский опыт авторециклинга для развития системы утилизации отслуживших автомобилей в России // Экология. 2012. № 5. С. 52-57.
2. Игнатов В.И. Понятийный аппарат как инструмент для создания системы рециклинга отходов / В.И. Игнатов, А.С. Дорохов, В.С. Герасимов. Н.О. Богатова // Техника и оборудование для села. 2018. № 8. С. 28-32.
3. Официальный сайт АО АВТОВАЗ Режим доступа: http://info.avtoVAZ.ru/pages/section_61/5501.html (дата обращения 29.11.2022 г.)
4. Катаев Ю. В. К вопросу выбора и использования современных средств технического обслуживания машин / Ю.В. Катаев, Е.Ф. Малыха // Автотранспортная техника XXI века: сборник статей III Международной научно-практической конференции, Москва, 29 октября 2018 года / Под редакцией О.Н. Дидманидзе, Н.Е. Зимина, Д.В. Виноградова. Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Мегаполис", 2018. С. 45-52.
5. Игнатов В.И. и др. Современные тенденции формирования системы рециклинга техники: научная монография. Под общей редакцией доктора техн. наук В.И. Игнатова. М.; Изд. «Перо», 2019. 557 с.

Мастикова А.Д.

Проблемы и решения в разработке инновационных транзисторов для уменьшения техпроцесса

*Самарский государственный технический университет
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-429

Аннотация

В статье изучена история развития транзисторов, их архитектура и её тонкости. Рассмотрены существующие, в настоящее время, процессоры, выявлены современные проблемы и решения в разработке инновационных транзисторов для уменьшения техпроцесса.

Ключевые слова: техпроцесс, процессор, архитектура, разработка, производительность.

Abstract

The article examines the history of transistor development, their architecture and its subtleties. The existing processors are considered, modern problems and solutions in the development of innovative transistors for reducing the technical process are identified.

Keywords: technical process, processor, architecture, development, performance.

Современный мир не может обойтись без использования полупроводниковых приборов и их развитие сильно влияет на все сферы нашей жизни. Мы привыкли пользоваться относительно инновационными устройствами и приборами, но так было не всегда.

Начиная с 1970-х годов, когда началась разработка процессоров семейства x86, техпроцесс составлял 10 мкм (10000 нм). Уже в 2000 году процессоры базировались на 130 нм, а после многочисленных инвестиций уже в 2017 году некоторые компании начали переходить и производить чипы на техпроцессе в 7 нм [1, 2, 4]. Гонка за уменьшением размеров велась для того, чтобы позволить на кристалле того же размера размещать большее количество транзисторов, что позволит увеличить производительность и уменьшить тепловыделение, а, следовательно, и продажи. Также для достижения лучших результатов, компании использовали различные технологии создания транзисторов (Planar FET, FinFET, GAAFET) [3], что позволило иметь с тем же техпроцессом прирост производительности до 60-80%.

Современные процессоры разрабатываются на техпроцессе 7+ нм. К примеру, 7 нм уже используют Samsung, Apple, Qualcomm в своих чипах, Intel в своих процессорах Core i9 использует 14 нм, AMD использует и 7 нм, и 14 нм. Но нельзя посмотреть только на один техпроцесс и сказать, что один процессор лучше другого. Когда измерения были до 200 нм, действительно весомым показателем являлся техпроцесс, сейчас это не так [3]. Из-за «агрессивной политики» маркетологов мы можем заметить процессоры с промежуточными значениями в 6 нм, 8 нм, 10 нм, 12 нм, 14 нм. Разница между ними минимальная, которую можно нивелировать благодаря иной архитектуре транзистора, но фактический техпроцесс будет иной. Многие считают, что закон Мура по-прежнему работает, но это не так. Чем сильнее мы уменьшаем размеры транзисторы, тем больше денег и времени уходит на разработку следующего техпроцесса и далеко не факт, что он будет производительнее и дешевле. Раньше закон Мура (это не закон, а наблюдение одного человека, но принято называть законом) стабильно работал и согласно ему, каждые 18-24 месяца количество транзисторов увеличивается вдвое. Сейчас этот срок составляет 24-30 и более месяцев, что говорит о повышающейся сложности разработки.

Самой очевидной и основной проблемой является невозможность постоянного уменьшения размера. Наступит момент, когда транзисторы достигнут настолько малых размеров, что некоторые физические явления будут протекать иначе, либо вовсе не происходить. Тогда придется искать альтернативу либо в изменении архитектуры транзисторов, либо в новых достижениях науки. На данный момент уже в 2020 году компании сталкиваются с проблемами «переноса» оборудования на 5 нм и 3 нм техпроцесс ввиду большой стоимости переоснащения и возможным неудовлетворительно низким результатом производительности и тепловыделения, что негативно скажется на стоимости конечного продукта [5].

Решением может служить усовершенствование архитектуры транзисторов, как это делает, к примеру, Samsung, ведь уже на 3 нм транзисторы FinFET перестают работать должным образом и требуется переход на GAAFET(рис.1). Также немалой проблемой является постоянно повышающаяся сложность и стоимость разработки, что замедляет производство и вынуждает некоторые компании использовать прошлые технологии. Ещё в 2000 году было более 20 компаний, разрабатывающих техпроцесс, сейчас их меньше 10. Решить эту проблему можно с помощью использования более продвинутого оборудования.

GAAFET отличается от FinFET тем, что канал окружен затвором не с трех сторон, а с четырех, за счет чего уменьшаются утечки и улучшается управление каналом. Появляется возможность уменьшить размеры транзистора и повысить энергетическую эффективность.

Как утверждается, переход на GAAFET 3 нм позволяет уменьшить размер кристалла на 35% по сравнению с FinFET 5 нм и снизить энергопотребление на 50% или повысить производительность на 33%.

Компания Samsung рассказала о планах развития технологии полупроводникового производства, которыми предусмотрено начать серийный выпуск продукции по 3-нанометровой технологии GAAFET в 2021 году. Судя по последним новостям, реализация планов идет успешно.

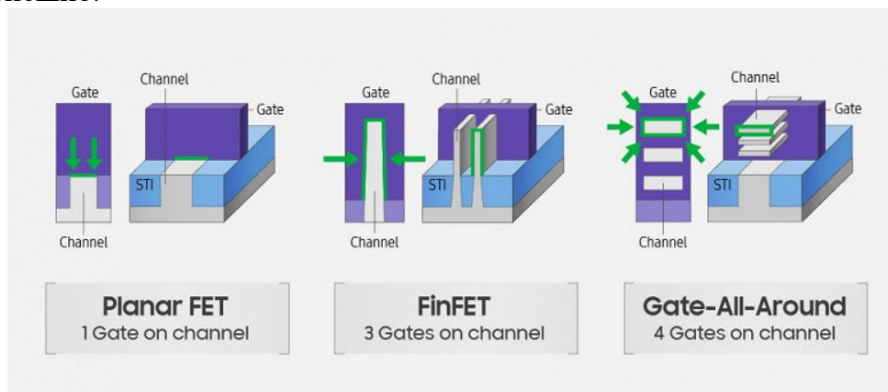


Рисунок 1.

Закон Мура был сформулирован более пятидесяти лет назад. На протяжении всего этого времени он по большей части оставался справедливым. Даже сегодня при переходе от одного техпроцесса к другому плотность транзисторов на кристалле увеличивается примерно в два раза. Но есть проблема — скорость разработки новых техпроцессов замедляется.

Перспективы в развитии техпроцесса несомненно присутствуют. Если не получится сделать транзисторы менее 3 нм, то возникнет необходимость улучшения транзисторов GAAFET, создание новой архитектуры, что приведет к увеличению общей производительности комплектующих на кристалле. Увеличивается количество и сложность задач, которые требуют больших вычислительных мощностей и развитие в сфере процессоров не будет остановлено. К сожалению, развитие замедляется, но это является хорошим поводом найти альтернативные решения увеличения производительности процессора без увеличения тепловыделения, что несомненно даст большой прорыв в технической сфере.

1. Новые техпроцессы для производства микросхем все чаще откладывают почему?: [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/company/it-grad/blog/422501/> (Дата обращения: 02.06.2020).
2. История одного обмана: почему размер техпроцесса сейчас почти ничего не значит: [Электронный ресурс]. URL: <https://hype.tech/@na100gramm/istoriya-odnogo-obmana-pochemu-razmer-tehprocessa-seychas-pochti-nichego-ne-znachit-59z8tdvk> (Дата обращения: 02.06.2020).
3. Samsung рассказала о транзисторах, которые придут на смену FinFET: [Электронный ресурс]. URL: <https://3dnews.ru/984252> (Дата обращения: 02.06.2020).
4. Что такое техпроцесс?: [Электронный ресурс]. URL: https://re-view.1k.by/pc/CHto_takoe_tehprotsess-1051.html (Дата обращения: 02.06.2020).
5. 5 нм против 3 нм: [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/461875/> (Дата обращения: 02.06.2020).

Мухаметгалина Д.Д.

Автоматизация процесса измерения параметров резисторов и конденсаторов измерителями иммитанса

*Институт микроприборов и систем управления имени Л.Н. Преснухина, МИЭТ
(Россия, Зеленоград)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-430

Аннотация

Повышение интереса к соблюдению норм параметров электронной компонентной базы вызвано их успешной многочисленной эксплуатацией в составе различной радиоэлектронной аппаратуры, в том числе высоконадёжных необслуживаемых бортовых мобильных приборов и систем управления сложными комплексами ракетно-космического, морского и наземного

применения, отличающихся высокой сбое- и отказоустойчивостью. Предложены метод и алгоритмы оптимизации процесса измерения параметров путём создания базы данных различных моделей RLC-измерителей и теми нормами параметров ЭКБ, а также условий, при которых могут происходить измерения, указанных в ТУ. Ставится задача разработки автоматизированного процесса измерения параметров.

Ключевые слова: измерители иммитанса, автоматизация процесса, база данных ЭКБ, соблюдение норм параметров.

Abstract

The increased interest in compliance with the standards of the parameters of the electronic component base is caused by their successful numerous operation as part of various radio-electronic equipment, including highly reliable unattended on-board mobile devices and control systems for complex complexes of space-rocket, marine and ground applications, which are characterized by high failure and fault tolerance. A method and algorithms for optimizing the process of measuring parameters are proposed by creating a database of various models of RLC meters and those norms of ECB parameters, as well as the conditions under which measurements can take place specified in the specifications. The task is to develop an automated process for measuring parameters.

Keywords: immittance meters, process automation, electronic components database, compliance with parameter standards.

Одним из препятствий, стоящих на пути повсеместного применения автоматизированного процесса измерения параметров, является проблема точного задания требуемых параметров (напряжение, ток, частота и т.д.), переноса больших массивов и анализа данных, полученных при измерении с учётом, условий проведения исследования, возможностей и погрешности используемой аппаратуры, что, в свою очередь, является следствием отсутствия эффективного процесса.

Область применения и назначение автоматизации процесса измерения параметров электронной компонентной базы зависит от требований на соответствие к предписанным параметрам исследуемых ЭКБ.

Согласно ГОСТ 15069–86 приборы для измерения параметров компонентов и цепей с сосредоточенными постоянными (вид Е) делят по функциональному назначению на подгруппы:

- Е1 – установки и приборы для поверки измерителей параметров компонентов и цепей;
- Е2 – измерители полных сопротивлений и полных проводимостей;
- Е3 – измерители индуктивности. Позволяют определять параметры катушек индуктивностей по параллельной или последовательной схемам замещения на низких частотах;
- Е4 – измерители добротности (куметры). Это приборы, использующие резонансный метод измерения на высоких частотах;
- Е6 – измерители активных сопротивлений. В эту подгруппу входят приборы для измерения активных сопротивлений (омметры) в широком диапазоне значений – миллиомметры и микроомметры (диапазон измерений до 10^{-8} Ом), мегаомметры (до 10^9 Ом), тераомметры (до 10^{18} Ом). Эти приборы используют для измерения переходных сопротивлений контактных соединений, для оценки качества изоляции электрических цепей и пр.
- Е7 – измерители параметров универсальные. Сюда входят аналоговые и цифровые измерители иммитансных параметров различного принципа действия (мостовые, с преобразованием в напряжение и пр.);
- Е8 – измерители емкости;
- Е9 – измерительные преобразователи параметров компонентов и цепей.

Следует отметить, что кроме промышленно выпускаемых приборов, используют также нестандартные средства измерения параметров RLC (например, прецизионные мостовые приборы, схемы измерения методом замещения с использованием образцовых мер и пр.). [1]

Базы данных применяются в самых различных сферах: органы власти и управление в документальном виде, картография, метрология, в промышленной, сельскохозяйственной, строительной сферах и т.д.

БД также нашли широкое применение в хранении финансовых данных для повышения операционной эффективности и выявления рисков, в торговых для хранения информации о производимой или продаваемой продукции, в социальных для обеспечения информационной поддержки новых форм комплексного оказания услуг и эффективных методов управления. [2]

Область применения БД постоянно расширяется: например, масштабно применяются такие методы как Data analytics, Data mining и т.д. для более эффективной классификации, моделирования и прогнозирования. Данные методы основаны на применении деревьев решений, искусственных нейронных сетей и применяются в ведущих компаниях. [3]

Прогресс электроизмерительной техники сегодня, с одной стороны, определяется постоянно растущими требованиями к функциональным возможностям, метрологическим и эксплуатационным характеристикам средств измерений, а с другой стороны, обеспечивается серьезными достижениями в области микроэлектроники, вычислительной техники, прикладной математики, цифрового анализа сигналов, метрологии. Основная тенденция развития электроизмерительной техники — дальнейшее совершенствование метрологических характеристик (как статических, так и динамических) средств измерений.

Сегодня средства измерений разрабатывают и серийно выпускают тысячи различных отечественных и зарубежных организаций и фирм, профессионально применяют миллионы специалистов, так или иначе использует в своей повседневной деятельности практически все взрослое население Земли. [4]

Централизованное управление данными также дает целый ряд преимуществ. Использование СУБД обеспечивает высокое качество выполнения функций по управлению данными и облегчает процесс создания информационных систем (ИС).

Для системы контроля параметров можно выделить ряд задач, связанных с устранением человеческого фактора ручного ввода полученных при измерении результатов, анализом большого массива результатов измерений на соответствие параметров ТУ, а также учет при измерениях погрешности оборудования.

В реализации автоматизации процесса задействована база данных, представляющая собой информационную модель, которая позволяет упорядоченно хранить данные о таких объектах как резисторы и конденсаторы. Существуют различные типы баз данных, для осуществления данного проекта рационально применить табличную базу данных. Столбцы этой таблицы характеризуются своим именем (наименование ЭКБ, нормы измеряемых параметров, используемая аппаратура, режимы измерения и т.д.) и типом данных, отражающих значения. Строки таблицы являются записями об объекте, эти записи разбиты на столбцы. Запись базы данных – это строка таблицы, которая содержит набор значений объекта.

Процесс автоматизации измерения параметров RLC-метрами заключается в том, что оператор на рабочем ПК, используя разработанную программу, выбирает из перечня ЭКБ анализируемый элемент (или вводит его наименование вручную), вследствие чего на экране демонстрируются нормы параметров, такие как сопротивление резисторов, емкость, комплексное сопротивление, тангенс угла потерь для конденсаторов, а также погрешность измерений. Помимо прочего, предъявляется измерительная аппаратура, проведение настроек необходимых режимов измерения (испытательное напряжение и частота). Затем оператор, используя полученную информацию, визуально снимает показания с прибора, на основе зафиксированных данных производит дальнейший анализ ЭКБ.

Несомненным достоинством представленной системы является высокая скорость обработки данных. Также к достоинствам можно отнести то что результатом регулярной эксплуатации системы контроля параметров является снижение ручного труда специалистов, уменьшение трудозатрат при анализе, конечным итогом которых является высокая точность полученных значений.

Всегда актуальны в задачах измерений повышение точности, чувствительности, разрешающей способности; расширение диапазонов возможного изменения измеряемых величин; увеличение степени подавления помех; повышение быстродействия средств измерений. Вследствие этого значительно возрастают объемы получаемой в процессе экспериментов и обрабатываемой информации.

На основании представленной выше информации можно сделать вывод о необходимости разработки автоматизированного процесса измерения параметров конденсаторов и резисторов для улучшения технических и экономических показателей процессов управления, измерения и контроля.

При обеспечении управления системы контроля параметров измерителями иммитанса обратить внимание на такие особенности как:

- выбор средств измерений;
- работоспособность аппаратуры.

Грамотный выбор средства измерения (в частности измерительного прибора) из некоторого множества с различными характеристиками — важный вопрос, от правильного решения которого в значительной мере зависят достоверность результатов измерения (регистрации), эффективность работы специалистов-измерителей, общие затраты на проведение экспериментов. [5]

Недостаточно требовать от средства измерения только определенных метрологических характеристик. Необходимо иметь уверенность, что при выполнении экспериментов аппаратура будет сохранять работоспособность и обеспечивать удовлетворительные характеристики. Поскольку в некоторых задачах условия проведения экспериментов могут быть самыми разнообразными, то эксплуатационные характеристики используемых измерителей иногда важнее метрологических. При планировании конкретных измерений необходимо четко представлять возможные условия проведения экспериментов и выбирать оборудование с учетом его паспортных эксплуатационных характеристик.

1. Измерения в радиоэлектронике: Учебное пособие / Под ред. А. А. Данилина. — СПб.: Издательство «Лань», 2017. — 408 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература).
2. Диго С.М. Базы данных. – Ч. 1. Введение в банки данных. Методология проектирования: Учебно-практическое пособие / Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. – М., 2004. – 156 с.
3. Организационно-экономическое, математическое и программное обеспечение контроллинга, инноваций и менеджмента: монография / А. И. Орлов, Е. В. Луценко, В. И. Лойко ; под общ. ред. С. Г. Фалько. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 600 с.
4. Электрические измерения: учебник для студ. сред. проф. образования / В. А. Панфилов. — 5-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 288 с. ISBN 978-5-7695-5652-4
5. Электротехнический справочник. В 3-х т. Т. 1. Общие вопросы. Электротехнические материалы/ Под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова, П. Г. Грудинского, Л. А. Жукова и др.— 6-е изд., испр. и доп. — М.: Энергия, 1980. — 520 с, ил.

Назаров А.В.

Мероприятия по получению композиционных материалов

*Самарский государственный технический университет
(Россия, Самара)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-431

Аннотация

В статье рассматриваются такие способы получения композиционных материалов как твердофазные, жидкофазные и осаждения. В работе раскрыты основные технологические схемы представленных групп.

Ключевые слова: композитный материал, конструкция, технологическая схема.

Abstract

The paper considers such methods of obtaining composite materials as solid-phase, liquid-phase and deposition. The paper reveals the basic technological schemes of the presented groups.

Keywords: composite material, construction, technological scheme.

К современным материалам строительной техники выдвигают значительные требования. Для реализации высоких требований нужно использовать новые современные технологии производства.

Полимерные композиционные материалы обладают следующими свойствами: повышенная прочность, хорошая жесткость, малая удельная масса, поэтому они нашли обширное применение в изготовлении строительной техники и самом строительстве.

Композитный материал – это материал, состав которого включает нескольких компонентов разнообразных по своим физико - механическим параметрам: металлические или неметаллические матрицы с заданным распределением в них упрочнителей, их совокупность дает композитным материалам новые характеристики. Изделия получают в одно время с самим материалом. Это обусловлено технологичностью процесса и дает возможность значительно снизить стоимость изделий [1, с.34].

По характеру структуры композитные материалы делятся на волокнистые, упрочненные непрерывными волокнами и нитевидными кристаллами, дисперсно - упрочненные материалы, разработанные посредством введения в матрицу дисперсных частиц упрочнителей, слоистые материалы, полученные за счет прессования или прокатки разнородных материалов.

Большая часть методов, используемых в современном мире в технологии переработки композитных материалов, считаются модифицированными аналогами методов, применяемых в керамической и металлообрабатывающей промышленности. Придумано множество процессов и методов, главными из которых выступают каландрование, отливка, прямое прессование, литье под давлением, экструзия, пневмоформование, термоформование, вспенивание, армирование, формование из расплава и твердофазное формование. Но все способы создания композитных материалов группируются на твердофазные, жидкофазные и осаждения (рисунок 1) [4, с.57].



Рис. 1. Способы получения композиционных материалов

Рассмотрим главные технологические схемы представленных групп. Твердофазные способы включают предварительное совмещение (объединение) армирующих частей и матрицы и их дальнейшее компактирование в изделие путем горячего прессования,ковки, прокатки, диффузионной сварки, экструзии и иных методов. Для производства композитных материалов, армированных высокопрочными частицами, непрерывными и короткими волокнами, а также матами и сетками из волокон, максимально частое использование получают твердофазные методы порошковой металлургии. Данные методы дают возможность извлекать композиты с заданной пористостью, в обширном диапазоне изменять концентрацию упрочняющего компонента. К отрицательным сторонам этих методов можно отнести трудности равномерного распределения армирующей фазы в объеме матрицы в процессе подготовки шихты, а также вероятность повреждения хрупкой арматуры волокон при компактировании.

Жидкофазные методы имеют перечень значительных преимуществ, ключевые из которых: возможность создания композиционных изделий сложной конфигурации с минимальной дальнейшей механической обработкой или вообще без нее; ограниченное силовое влияние на хрупкие компоненты; обширная номенклатура компонентов, применяемых для изготовления композитов; упрощенное аппаратное обеспечение; большая производительность; возможность механизации, автоматизации и осуществления непрерывных технологических процессов.

Одним из будущих ориентиров в разработке слоистых композитов считается непрерывное литье плоских и цилиндрических заготовок с дальнейшей пластической деформацией [4, с.58]. Такая технология дает возможность значительно нарастить производительность труда, в том числе посредством механизации и автоматизации производственных процессов, сократить себестоимость готовой продукции, удалить экологически вредные операции травления и абразивной зачистки металла. Применяют два варианта технологии: с применением компонентов в твердом и жидком состоянии; с применением компонентов лишь в жидком состоянии.

С применением литейных технологий композитные материалы создаются двумя способами: соединением твердой и жидкой фаз, а также соединением разнообразных компонентов, находящихся в жидком состоянии. Для извлечения ряда многослойных композиций из металлов с резко отличительными свойствами используют эффективный метод жидкофазного совмещения – пайка. Между соединяемыми слоями помещают припой в форме фольги, порошка и т.д. Собранный пакет нагревают до температуры, когда припой расплавляется. После охлаждения композит образуется окончательно. В итоге получают прочное соединение [2, с.166].

В последнее время успешно развиваются методы синтеза композитных материалов нанесением на подложку чередующихся слоев матрицы и арматуры, то есть методами осаждения. Используют несколько способов получения композитов нанесением покрытий: плазменным напылением, электролитическим осаждением, осаждением из газовой фазы, вакуумным, эмиссионным и иными методами [3, с.240].

1. Батышев, А.И. Материаловедение и технология материалов: учебное пособие / под ред. А. И. Батышева, А. А. Смолькина. – Москва: ИНФРА - М, 2020. – 288 с.
2. Давыдова, И.С. Материаловедение: учебное пособие / И.С. Давыдова, Е.Л. Максина. – 2 - е изд. – Москва: РИОР: ИНФРА - М, 2020. – 228 с.
3. Головкин, Г.С. Научные основы производства изделий из термопластичных композиционных материалов: монография / Г.С. Головкин, В.П. Дмитренко. – Москва: ИНФРА - М, 2020. – 471 с.
4. Салимьянова, А.А. Современные технологии получения композиционных материалов / А.А. Салимьянова // Инновационная наука. – 2017. – №12. – С. 56 - 58.
5. Сеферов, Г.Г. Материаловедение: учебное пособие / Г.Г. Сеферов, В.Т. Батиенков. – Москва: РИОР: ИНФРА - М, 2020. – 158 с.

Нестеренко Г.А., Нестеренко И.С., Литус Д.О.

Обеспечение технического обслуживания автомобилей в процессе проведения гонок

*Омский государственный технический университет
(Россия, Омск)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-432

Аннотация

В статье описываются методы и приемы проведения ремонтно-восстановительных работ во время проведения гоночных заездов. Приведены сведения по работе сервисных бригад на шоссейно-кольцевых гонках и раллийных заездах.

Ключевые слова: сервисная бригада, гоночный заезд, пит-стоп, пит-лейн.

Abstract

The article describes the methods and techniques for carrying out repair and restoration work during racing races. Information on the work of service teams on the highway-racing and rally races is given.

Keywords: service team, race run, pit stop, pit lane.

В мире автомобильных гонок, будь то Формула 1, ралли, кольцевые гонки или же дрифт заезды, для того чтобы прийти первым недостаточно иметь самую быструю машину и самого профессионального пилота. Не менее важным является поддержание автомобиля в оптимальном техническом состоянии [1, 2]. Для этого инженеры, механики и пилоты задолго до гонки много и упорно тренируются, настраивают авто, выбирают стратегию замены расходных материалов, таких как резина или тормозных колодок и восстановления или замены крупных узлов и агрегатов для экономии времени.

Гонки – это технический вид спорта и соревнование не только пилотов, а также инженеров и механиков. Если автомобиль не сможет финишировать по техническим причинам, будет техническое поражение.

Для того чтобы доехать до финиша, нужно следить за количеством топлива, утечками технических жидкостей, состоянием тормозных колодок и резины, а также оперативно устранять другие технические неисправности.

Автомобили для гонок в отличие от гражданских машин радикально отличаются в плане обслуживания. Гражданский транспорт по своей сути ездит в щадящем режиме, в то время как гоночные автомобили эксплуатируются на пределе возможностей ДВС. В обязательном порядке нужно обращать внимание на любой небольшой технический недочет, даже если он совсем незначителен, например, стук в подвеске, который при езде по городу не приведет ни к чему кроме ускоренного износа узлов и агрегатов или дискомфорта водителю, в то время как на гоночной трассе это может привести к аварии (и как следствие еще более дорогому ремонту нежели устранение первоначальной проблемы), потери времени, результатов, победы. Поэтому за техническим состоянием спортивных авто ведется строжайшее наблюдение и устраняются все недочеты.

Подготовка гоночного автомобиля к заезду – перед самым заездом автомобиль осматривается на наличие подтеков технических жидкостей, проверяются уровни масла, антифриза, тормозной жидкости и топлива, при необходимости доливаются до максимума. Смотрят на остаток резины и тормозных колодок, при необходимости они заменяются. Проверяется давление в шинах и устанавливается подходящее для данной трассы и погодных условий.

Восстановление авто во время гонки – если во время гонки возникают технические поломки, то решения будут разными в зависимости от вида спорта, серьезности технической неполадки, правил и регламентов на устранение поломок. Например, в ралли-рейдах допускается устранение поломок силами экипажа, если есть возможность доехать до боксов, то механики устраняют поломку. Если же таких возможностей нет, то «техничка» и ее команда, следующая за машиной, или устраняют поломку на месте или буксируют машину все к тем же боксам. В Формуле 1 и кольцевых гонках авто доезжает до пит-стопа, где механики восстанавливают его. В дрифт заездах машина сразу сходит с трассы, буксируется или доезжает своим ходом до технического парка, если машину успевают восстановить за определенное время, то назначается переезд, если же поломку не успевают устранить за отведенное время, то назначается техническое поражение.

Существуют так же технические помещения – боксы. В них хранится внушительный объем запасных частей и агрегатов. В случае серьезных поломок авто загоняется в бокс для ремонта. Для экономии времени на пит-стопе команда и пилот, анализирующие состояние автомобиля на протяжении всей гонки, заранее подготавливают необходимый инструмент и запчасти и подносят его к пит-лейну (Рис. 1).



Рисунок 1. Работа сервисных бригад на пит-лейне

Пит-лейн – это часть гоночной трассы, на которой располагаются боксы команд, участвующих в гонке. На нем производятся пит-стопы. На пит-лейне так же находятся дежурные пожарные и медики.

Пит-стоп – это короткая остановка для замены резины, тормозных колодок и пополнения технических жидкостей при необходимости. Реже ремонт или замена агрегата, вышедшего из строя за определенные временные рамки, установленные правилами. Что интересно, в некоторых гонках по правилам автомобиль должен провести определенное время на пит-стопе не менее того, которое установлено правилами (Рис. 2).



Рисунок 2. Работа сервисных бригад на пит-стопе

После проведения гонок автомобиль дефектуют и начинают готовить к следующим заездам. В случае выработки ресурса агрегатов, они чаще заменяются запасными и уже после замены восстанавливаются. Нужно это для того, чтобы машина всегда была на ходу, поскольку перед следующей гонкой пилоту предстоит много тренировок.

Так же в гонках, помимо самих гоночных автомобилей, едут и те, которые обеспечивают безопасность и техническую поддержку.

Машины технического сопровождения (МТС) – предназначены для сопровождения и оперативного ремонта авто во время гонок, в основном используются в ралли (Рис. 3) [3].



Рисунок 3. Машина технического сопровождения

Есть МТС, следующие за гонщиками, ждущие на определенной точке и выезжающие в случае поломок. В них находятся необходимые инструменты, оборудование и запчасти для того, чтобы быстро поставить на ход неисправный автомобиль. Так же это может превращаться в жилой комплекс для расположения команд на таких длинных гонках как Шелковый Путь.

1. Брутальные «неженки»: как обслуживают раллийный автомобиль // Колеса.ru. – 2015. – URL: <https://www.kolesa.ru/article/brutalnye-nezhenki-kak-obsluzhivajut-rallijnnyj-avtomobil-2015-11-28/>. (дата обращения: 13.11.22).
2. Как подготовить свой автомобиль к гонкам и соревнованиям? // Daily Корелия. – 2013. – URL: <https://gubdaily.ru/arxiv/kak-podgotovit-svoj-avtomobil-k-gonkam-i-sorevnovaniyam/>. (дата обращения: 13.11.22).
3. Что значит техничка в гонках // Татар Информ. – 2022. – URL: <https://voipscan.ru/articles/chto-znachit-tehnicka-v-gonkah.html>. (дата обращения: 13.11.22).

Нестеренко Г.А., Нестеренко И.С., Щукин А.П.
Пожарная машина на базе боевой машины пехоты БМП-2

*Омский государственный технический университет
(Россия, Омск)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-433

Аннотация

В данной статье описывается проект пожарной машины на базе боевой машины пехоты БМП-2.

Ключевые слова: пожарная машина, боевая машина пехоты, гусеничный движитель.

Abstract

This article describes the project of a fire engine based on the BMP-2 infantry fighting vehicle.

Keywords: fire engine, infantry fighting vehicle, caterpillar propulsor.

Назначение: пожарная машина на базе боевой машины пехоты (БМП) предназначена для тушения пожаров различной степени сложности при помощи воды и воздушно – механической пены, выполнения аварийно-спасательных работ [1].

Основным параметром при проектировании пожарной машины было минимальное изменение конструкции базовой машины [2]. Длина и ширина корпуса машины не изменяются. Увеличилась высота машины за счёт установки на башню лафетного ствола.

Отделение управления остается без изменений. В нем расположены органы управления машиной, а также штатное место механика – водителя.

В силовом отделении установлен привод пожарного насоса, который необходим для обеспечения работы насоса.

Из боевого отделения убирается система управления огнем, пушка, спаренный пулемет, прицел, пусковая установка ПТУР. В боевом отделении на кронштейн устанавливается насос ПН – 40УВ.01. К насосу подключаются трубопроводы для забора воды из баков и трубопроводы подачи воды в лафетные стволы. Номинальная подача у данного насоса 40 л/с, что полностью удовлетворяет требованиям к машине.

Привод насоса обеспечивается валом отбора мощности, посредством установки карданной передачи.

Слив воды из насоса осуществляется через пробку на днище корпуса машины.

В боевом отделении устанавливается два стационарных лафетных ствола. На место пушки устанавливается стационарный лафетный ствол ЛС – С – 40, позволяющий ликвидировать очаги возгорания не покидая корпус машины. Он предназначен для тушения масштабных очагов возгорания, не покидая экипажем корпуса машины, что снижает риски травмирования экипажа и повышает его живучесть.

Поворот лафетного ствола в горизонтальной плоскости осуществляется штатным механизмом поворота башни на 360°, а в угол наклона в вертикальной плоскости регулируется с помощью ручки управления лафетного ствола.

На башню предусмотрена установка стационарного лафетного ствола ЛС – С40У. Он предназначен для тушения локальных пожаров, при тушении которых минимален риск травмирования экипажа, а также он является дублирующим лафетным стволом.

Управление лафетным стволом в горизонтальном и вертикальном направлении осуществляется с помощью рукоятки управления лафетным стволом.

Подача воды к лафетным стволам осуществляется по трубопроводам от насоса.

В боевом отделении размещается два члена экипажа – командир расчёта и оператор, который управляет лафетными стволами.

В десантном отделении размещаются два соединённых между собой бака для хранения и транспортировки воды. Так же установлен бак для хранения и транспортировки пенообразователя. Вместимость баков для воды 900 и 780 литров соответственно. Вместимость бака под пенообразователь 120 литров. В баках установлены внутренние барьеры (волнорезы), необходимые для смягчения гидроударов на переднюю и заднюю стенку бака при торможении и разгоне, а также для торможения перемещения содержимого, повышая устойчивость техники на дороге. Заправка баков водой осуществляется через заправочную горловину, которая расположена на левом борту машины по ходу движения. Конструкция заправочной горловины выполнена таким образом, что заправка баков другой машиной осуществляется без участия экипажа, т.е. экипаж не покидает свои штатные места, что так же повышает живучесть экипажа. На баках имеются кронштейны для крепления инструмента, такого как: топор, лопата, пила, а также для пожарного рукава. Конструктивно десантное отделение остается без изменений – двери десантного отделения необходимы для доступа к аккумуляторным батареям и топливному баку, а также двери являются дополнительными топливными баками; люки на крыше корпуса необходимы для доступа к смотровым отверстиям баков, которые необходимы для технического обслуживания и осмотра баков.

Общее устройство пожарной машины (Рис. 1) и технические характеристики (Табл. 1):

1. Корпус;
2. Башня;
3. Лафетный ствол ЛС-С-40;
4. Лафетный ствол ЛС-С40У;
5. Насос ПН-40УВ.01;
6. Баки для огнегасящего вещества;
7. Заправочная горловина баков;
8. Трубопроводы;
9. Привод насоса;
10. Место командира расчета;
11. Место оператора;
12. Место механика водителя.

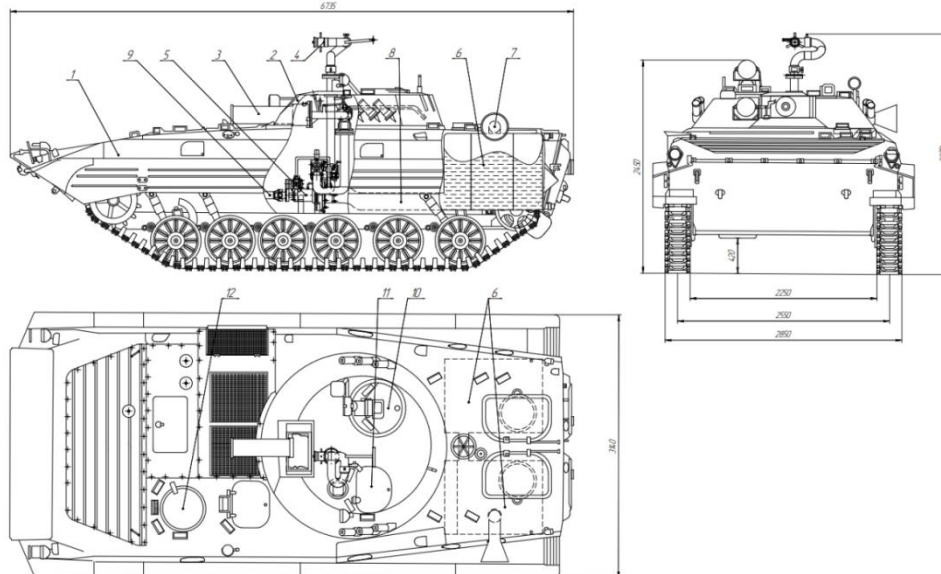


Рисунок 1. Пожарная машина на базе боевой машины пехоты БМП-2.

Таблица 1

Техническая характеристика

Наименование параметра	Значение
Марка пожарного насоса	ПН-40УВ.01
Номинальная подача, л/с	40
Напор насоса в номинальном режиме, м	100
Марка основного лафетного ствола	ЛС-С-40
Дальность водяной струи, м	60
Дальность пенной струи, м	40
Расход воды, л/с	40
Марка вспомогательного лафетного ствола	ЛС-С40У
Дальность водяной струи, м	60
Дальность пенной струи, м	40
Расход воды, л/с	40
Вместимость баков под воду, л	1680
Вместимость бака по пенообразователь, л	120

1. Общее устройство боевой машины пехоты БМП-2: учеб. пособие / И. Ю. Лепешинский, К. С. Крюков, А. В. Пепеляев, С. Д. Герасимов, В. П. Погодаев, А. И. Луцук, К. А. Манченко. - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010.-268 с.
2. Щукин, А.П. Пожарная машина на базе корпуса и движителя боевой машины пехоты / А.П. Щукин, Г.А. Нестеренко, И.С. Нестеренко. – DOI: 10.18411/trnio-08-2022-12 // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 88-1. – С. 43–44.

Паньков А.В.**Введение новых технологий в проведении ремонтно-изоляционных работ (РИР)**

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

(Россия, Ижевск)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-434

Аннотация

Одна из важнейших задач, стоящих перед нефтяной отраслью, - максимально полное извлечение нефти из пластов. Основным способом промышленной разработки нефти в стране является заводнение. Наиболее существенно на его эффективность влияет неоднородность продуктивных пластов. В неоднородных пластах нагнетаемая вода прорывается к добывающим скважинам по высокопроницаемым прослоям и зонам, оставляя не вытесненной нефть в низкопроницаемых прослоях.

Ключевые слова: ремонтно-изоляционные работы, обводненность, технологии, негерметичность эксплуатационной колонны, заколонные перетоки, закачка.

Abstract

One of the most important tasks facing the oil industry is the fullest possible extraction of oil from reservoirs. Waterflooding is the main method of industrial oil development in the country. The most significant influence on its effectiveness is the heterogeneity of productive layers. In heterogeneous formations, injected water breaks through to production wells through high-permeability layers and zones, leaving oil undisplaced in low-permeability layers.

Keywords: repair and isolation works, water cut, technologies, non-tightness of the production casing, behind-the-casing flows, injection.

Задача вовлечения низкопроницаемых прослоев в процесс заводнения решается перераспределением потоков дренирующей воды в пласте, которое достигается при помощи выравнивания профиля приемистости и другими способами.

Немало случаев, когда в скважину поступает вода из другого горизонта (пласта), из-за негерметичности эксплуатационной колонны или заколонного цементного камня. В этом

случае проводят ремонтно-изоляционные работы (РИР) самыми различными способами, такими как,

1. Применение пакерного оборудования – позволяет эксплуатировать скважины с одновременной изоляцией вышерасположенного интервала НЭК; Преимущества данного метода:

- Надежная изоляция места негерметичности эксплуатационной колонны.
- Проведение ремонтных работ по смене глубинно-насосного оборудования производится без подъема пакерно-якорной части.
- Позволяет эксплуатировать скважину с максимальной нефтеотдачей и повышенной безопасностью проведения ремонтных и аварийных работ.

Но при всех своих положительных качествах данный способ имеет ряд существенных недостатков, такое как сложность механических частей оборудования что приводит к сложности извлечения их из скважины и высокому риску аварийности при извлечении.

2. Применение металлических пластырей из тонкостенной трубы с толщиной стенки 3 мм позволяет обеспечить герметичность эксплуатационной обсадной колонны при избыточном внутреннем давлении; Преимущества данного метода:

- после ремонта повышается эффективность противостояния внутреннего давления пластыря, наружному;
- сокращается время ремонта и упрощается технология применения метода соответственно снижаются энергетические и экономические затраты.

Но так же данный метод на ряду со всеми имеет ряд недостатков. Такие как,

- высокая вероятность аварийных ситуаций;
- при нарушениях или при использовании в строительстве скважины обсадных колонн разного типа размера, высока вероятность заклинивания расширяемой части;
- при установке увеличенного пластыря до 15м, чем рабочий ход трубы или подъемного агрегата, дорнирование производят поинтервально, при этом вся нагрузка (до 10-15 тонн) во время такой посадки пластыря воздействует на колонну труб, что опасно для резьбовых соединений этой колонны труб.

3. С применением взрыв пакеров предназначенных для установки в скважинах, закрепленных обсадной колонной, для разобщения пластов в разведочных и эксплуатационных скважинах при их поочередном испытании снизу вверх, изоляции интервала или его части в эксплуатационных и нагнетательных скважинах; и т.д.

Применение взрыв-пакеров не приемлемо в скважинах где один из пластов имеет аномально низкое пластовое давление, что в дальнейшем при разбуривание взрыв-пакера приведет к потере циркуляции и возможным осложнениям вплоть до аварийных ситуация.

Реальная длительность получения безводной продукции столь разнообразна по продолжительности, что в качестве причин, объясняющих данное явление, может выступать множество разнообразных обстоятельств. Первая группа причин – геологическая, к которым относятся: геологическое строение объекта разработки, литологический фактор, коллекторские свойства пласта, характер чередования и расположения высоко и плохо проницаемых пропластков.

Следующая группа причин обусловлена природой жидкостей, участвующих в процессе фильтрации, которая определяется физико-химическими свойствами пластовой воды, реологическими характеристиками нефти и качеством воды, применяемой в системе поддержания пластового давления (ППД).

Последняя категория причин затрагивает технологические аспекты определяющие неконтролируемых прорывов воды, применительно к схеме расположения добывающих скважин по отношению к нагнетательным рядам, удаленному или близкому расположению границы водонефтяного контакта (ВНК), технологии строительства скважин и, конечно же, режиму эксплуатации.

Исходя из многолетнего опыта работы с проблемой заколонной циркуляции на разных месторождениях, в данной работе предлагается решение проблемы последовательной закачкой в заколонное пространство трех следующих веществ:

1. ПАА (0,3%);
2. Глинистый раствор (20%);
3. Цементный раствор удельным весом 1,89г/см³-1,95 г/см³;

После закачки этих веществ, водяной пласт(пропласток) изолируется от нефтяного пласта (пропластка) и выходная продукция снова станет менее обводненной.

Данный метод эффективен как на добывающих скважинах, так и на нагнетательных. При соблюдении особых требований к тампонажным композициям, в которые входит:

- тампонажная смесь должна обладать хорошей текучестью и сохранять ее в течение времени, необходимого для закачивания и продавливания ее в каналы поглощающего пласта
- плотность смеси должна быть близкой к плотности бурового раствора, что в меньшей степени нарушает равновесие в системе «скважина - пласт»;
- скорость схватывания, а так же пластическая прочность смеси должны легко регулироваться; начало схватывания смеси должно превышать время, необходимое для проведения операции по закачиванию ее в пласт на 20-25 %, но не менее чем на 10-15 минут;
- тампонажный раствор и камень из него должны обладать достаточно высокими адгезионными свойствами к породе, металлу, фильтрационной корке;
- должны образовывать безусадочный камень;
- смесь должна сохранять стабильность при температуре и давлении, имеющихся в скважине;
- смесь не должна размываться пластовыми водами;

Эффективность РИР по заколонной циркуляции последовательной закачкой полимерного раствора, глинистого раствора и закрепление цементом, что гарантирует успешность проведенных работ.

1. Блажевич В.А., Умрихина Е.Н., Уметбаев В.Г. Ремонтно-изоляционные работы при эксплуатации нефтяных месторождений. М.: Недра, 1981. - 236 с.
2. Диагностика и ограничение водопритоков / Б. Бейли, М. Крабтри, Д. Тайри [и др.] // Нефтегазовое обозрение. – 2001. – С. 44-67.
3. Куликов А.Н., Нигматуллина Р.Г. К вопросу оптимизации выбора объектов изоляционных работ на водоплавающих залежах Западной Сибири // Интервал. – 2008. – № 6. – С. 36-40.
4. Куликов А.Н., Никишов В.И. Исследование особенностей обводнения скважин нефтяных залежей различного типа при проведении ГТМ с целью планирования мероприятий по ограничению добычи воды // Интервал. – 2007. – № 8. – С. 27-31.
5. Обобщение результатов и исследование критериев применимости технологий селективной изоляции водопритоков с использованием кремнийорганических соединений / А.Н. Куликов [и др.]// Нефтепромышленное дело. – 2005. – № 9. – С. 36-45.
6. Селективная изоляция водопритоков при разработке многопластовых месторождений / А.Г. Пасынков, Р.Р. Габдулов, В.И. Никишов, П.И. Сливка // Нефтяное хозяйство. – 2008. – № 5. – С. 64-66.

Патрина Т.А.

Расчет перемещений при плоском поперечном изгибе стержней

*Санкт - Петербургский государственный электротехнический университет ЛЭТИ
им.В.И.Ульянова (Ленина)
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-435

Аннотация

В статье предложены численные методы расчета перемещений при плоском изгибе стержней и предложена методика расчета перемещений с использованием компьютерных технологий. Также проведен их сравнительный анализ по результатам расчета с экспериментальными данными. Предложенные методические материалы могут быть

использованы в лабораторных работах и практических занятиях при изучении студентами дисциплины «Прикладная механика» очно-заочной формы обучения технических факультетов высших учебных заведений.

Ключевые слова: перемещение при плоском поперечном изгибе, теорема Кастилиано, метод начальных параметров, расчет перемещений в пакете Компас 3D V21.

Abstract

The article proposes numerical methods for calculating displacements in flat bending of rods and proposes a method for calculating displacements using computer technologies. Their comparative analysis was also carried out based on the results of the calculation with experimental data. The proposed methodological materials can be used in laboratory works and practical classes when students study the discipline "Applied Mechanics" of full-time and part-time training of technical faculties of higher educational institutions.

Keywords: flat Bend Displacement, Castillano theorem, Initial Parameter Method, Calculation of Movements in Compas 3D Package V21.

Введение

В рабочих программах дисциплины «Прикладная механика» предусмотрено проведения лабораторных работ по экспериментальному исследованию перемещений при плоском поперечном изгибе. Эти работы носят чисто демонстрационный характер и это, безусловно, не позволяет студенту полностью понять физические и механические явления, которые происходят в материале, но другого способа проведения данных лабораторных работ не может быть, так как это связано с работой сложного оборудования и специальной подготовки лаборантов. Однако современное развитие вычислительной техники и внедрение в учебный процесс компьютерных технологий позволяет в дополнение к лабораторным работам по экспериментальному определению и численному расчету перемещений при плоском изгибе стержней разработать технологию компьютерного моделирования этих исследований, что дает возможность студенту непосредственно, хотя и виртуально, участвовать в процессе исследований, а это способствует лучшему пониманию и усвоению учебного материала.

Для численного расчета значений перемещения при изгибе стержня выбраны Теорема Кастилиано и метод начальных параметров. Для компьютерного моделирования поперечного изгиба стержня использован пакет российского производства Компас 3D V21 учебная версия.

Описание численных методов

Изгиб – это деформация, при которой происходит искривление прямых осей стержней или изменение кривизны кривых брусев.

Стержни, работающие на изгиб, называют балками и их сечения имеют хотя бы одну ось симметрии.

При деформации изгиба часть продольных волокон балки будет сжиматься, а часть – растягиваться. Между этими волокнами располагаются нейтральные волокна, которые не растягиваются и не сжимаются, а только искривляются.

Плоский поперечный изгиб (ППИ) реализуется при приложении всех сил в плоскости симметрии балки, причем все силы должны быть перпендикулярны к оси.

Для обеспечения равновесия плоской системы, в частности, балки при ППИ на нее необходимо наложить три связи в направлении ее свобод (ограничить линейные перемещения в двух взаимно перпендикулярных направлениях: вверх-вниз, влево-вправо, а также поворот). Это осуществляется при помощи опорных устройств [1].

Далее рассмотрим первый численный метод расчета перемещений стержня.

Метод начальных параметров.

Основные положения метода:

1. Начало координат размещается на левом краю балки и выражения для изгибающих моментов при выводе формул метода записывается только по левым силам.

2. Если распределенная нагрузка заканчивается не на правом краю балки, то она продлевается до этого края, а для того, чтобы условия нагружения не изменялись, вводится компенсирующая нагрузка той же интенсивности противоположного направления (рисунок 1).

На рисунке 1 введена система координат с началом на левом краю балки. Используем систему координат: ось x – вдоль оси балки; ось y – в плоскости симметрии балки, вниз; ось z – перпендикулярно плоскости симметрии. На данном рисунке обозначено l – расстояние от начала координат до жесткого закрепления, a_i, b_i – расстояния от начала координат до сечений, в которых приложены соответственно сосредоточенная сила F , сосредоточенный момент M . c_i, d_i – расстояние от начала стержня до начала и конца распределенной нагрузки с интенсивностью q . Жесткость сечения балки по длине не изменяется $EJ_y = \text{const}$ [2].

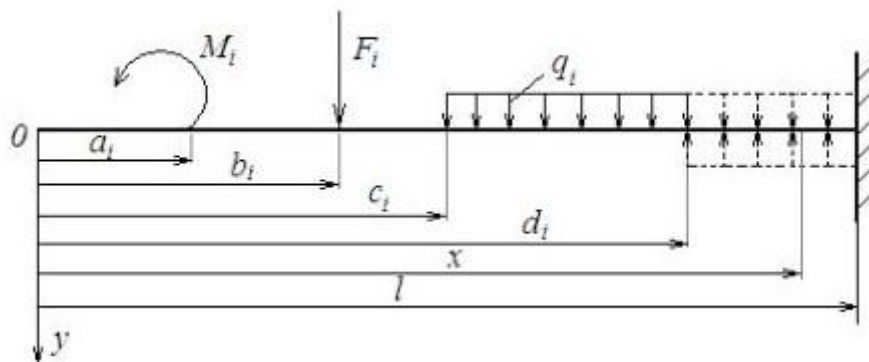


Рисунок 1. Представление расчетной схемы стержня при методе начальных параметров

$z(x)$ – прогиб стержня в некотором месте x , $\varphi(x)$ – угол поворота находятся следующим образом:

$$\varphi(x) = \varphi(0) + \frac{1}{EJ_y} \left\{ \sum_{i=1}^n M_i (x - a_i) + \sum_{i=1}^n F_i \frac{(x - b_i)^2}{2} + \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{6} [(x - c_i)^3 - (x - d_i)^3] \right\},$$

$$z(x) = z(0) + \varphi(0) \cdot x + \frac{1}{EJ_y} \left\{ \sum_{i=1}^n M_i \frac{(x - a_i)^2}{2} + \sum_{i=1}^n F_i \frac{(x - b_i)^3}{6} + \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{24} [(x - c_i)^4 - (x - d_i)^4] \right\},$$

где $\varphi(0), z(0)$ – начальные параметры.

Теорема Кастилиано.

Согласно теореме Кастилиано обобщенное перемещение равно частной производной потенциальной энергии деформации по обобщенной силе:

$$\delta_{об} = \frac{\partial U}{\partial P_{об}},$$

$$\delta_{об} = \frac{\partial U}{\partial P_{об}},$$

где $\delta_{об}$ – обобщенное перемещение; U – потенциальная энергия деформации упругой системы, $P_{об}$ – обобщенная сила.

Обобщенное перемещение при изгибе находится по формуле [3]:

$$\delta_{об} = \int_l \frac{M_y}{EJ_y} \frac{\partial M_y}{\partial P_{об}} dx.$$

Проведение эксперимента

Проведение лабораторных работ по курсу «Прикладная механика» студентами технических специальностей дневной и заочной формы обучения для измерения перемещений при ППИ стержня выполняется на двух установках: с консольным стержнем прямоугольного сечения (рисунок 2, а) и стержнем прямоугольного поперечного сечения с двумя консолями, опирающимися на две шарнирные опоры (рисунок 2, б).

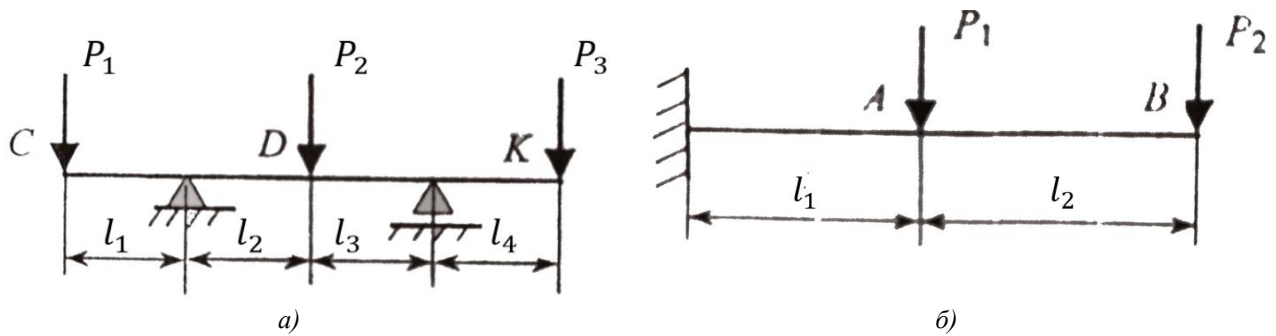


Рисунок 2. Два типа установок для проведения эксперимента по измерению перемещений при ППИ стержней

Величина прогиба измеряется индикатором часового типа. Штангенциркулем и линейкой измеряется длина всего стержня l , его ширина b , высота h , расстояния от места приложения нагрузок P_i до опор, либо расстояние от места измерения прогиба до конца незакрепленного стержня.

Величина внешней силы находится следующим образом: $P_i = m \cdot g$, где m – суммарная масса грузов, подвешенных к некоторому месту стержня (кг); g – ускорение свободного падения ($g = 9,8 \text{ Н/кг}$) [2].

Рассмотрим расчет перемещения в точке приложения силы P_1 по методу начальных параметров на установке, представленной на рисунке 2, б, на основе экспериментальных данных:

$b = 0,035 \text{ м}$, $h = 0,004 \text{ м}$, $m = 1,067 \text{ кг}$, $P_1 = 10,457 \text{ Н}$, $l_1 = 0,1 \text{ м}$, $l_2 = 0,021 \text{ м}$, $l = 0,121 \text{ м}$, $E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ Па}$, $J_y = 0,186 \cdot 10^{-9} \text{ м}^4$. Величина прогиба в точке приложения нагрузки была измерена индикатором часового типа: $z(x = l_1) = 0,00009 \text{ м}$.

1. Проведем оси координат. Начало координат выберем в крайнем левом сечении, направим ось x вдоль оси стержня, ось z – вниз, а ось y – перпендикулярно плоскости чертежа так, чтобы система координатных осей стала правой (рисунок 3).

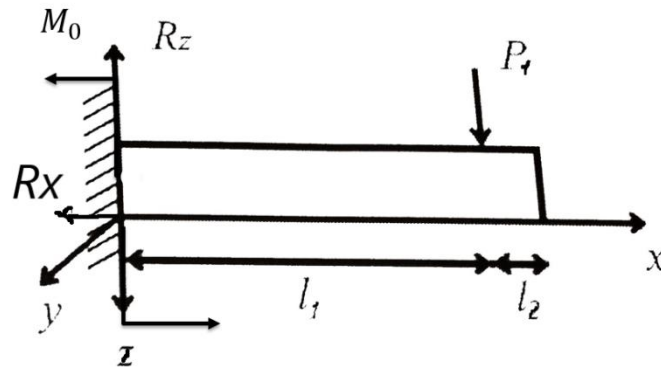


Рисунок 3. Расположение системы координат в расчетной схеме стержня

2. Обозначим на схеме реакции опор M_0, R_z .

3. Обозначим реакции опор из уравнений статического равновесия стержня:

$$\sum P_{ix} = 0 \Rightarrow R_x = 0, \quad \sum P_{iz} = 0 \Rightarrow -R_z + P = 0,$$

$$\sum M_0(P_i) = 0 \Rightarrow M_0 - P_1 \cdot l_1 = 0.$$

4. Запишем выражения для определения прогиба произвольного сечения x стержня на втором участке:

$$z(x) = z(0) + \varphi(0) \cdot x - \frac{1}{EJ_y} \left(\frac{R_z \cdot x^3}{6} - \frac{M_0 \cdot x^2}{2} - \frac{P(x - l_1)^3}{6} \right).$$

5. Определим из граничных условий начальные параметры:

$$\varphi(x) \Big|_{x=0} \Rightarrow \varphi(0) = 0,$$

$$z(x) \Big|_{x=0} \Rightarrow z(0) = 0.$$

6. Далее определим перемещение $z(x)$ в точке $x = l_1$:

$$z(x = l_1) = 0, 000089 \text{ м, т.е. } 0, 089 \text{ мм.}$$

Далее рассчитаем значение **перемещения в точке приложения силы P_1** по теореме **Кастилиано** для той же установки по тем же экспериментальным данным:

1. Систему координат расположим, как и при предыдущем расчете.
2. Искомое перемещение по оси z от приложенной нагрузки P_1 считаем обобщенным перемещением. $\delta_{06} = z(x = l_1)$.

3. Обобщенной силой, соответствующей обобщенному перемещению является сила $P_1 \cdot P_{06} = P_1$.

4. Рассмотрим равновесие правой части при составлении уравнения изгибающего момента M_y . Проведем сечение на расстоянии x от конца стержня к закреплению (рисунок 4). Запишем следующие уравнения:

$$x \in [0, l]. M_y = -P \cdot (x - l_2),$$

$$\frac{\partial M_y}{\partial P_{06}} = \frac{\partial M_y}{\partial P} = -(x - l_2).$$

5. Определяем перемещение в точке $x = l_2$:

$$\delta_{06} = \int_{l_2}^l \frac{-P \cdot (x - l_2) \cdot (-1) \cdot (x - l_2)}{E \cdot J_y} dx = 0,000089 \text{ м, т.е. } 0, 089 \text{ мм.}$$

Расчет перемещения в месте приложения нагрузки при ПШИ стержня в пакете Компас 3D V21:

Рассмотрим следующую методику компьютерного моделирования:

Первым этапом является построение эскиза прямоугольника со сторонами b , h . Твёрдотельная модель будет располагаться таким образом, чтобы ось x глобальной системы координат проходила вдоль оси стержня, ось z – вниз, а ось y – перпендикулярно, т.е. система координатных осей стала правой. Выбираем плоскость zy для построения эскиза (рисунок 4). В панели команд выбираем модуль Твёрдотельное моделирование, затем – инструмент для построения “Эскиз” – “Прямоугольник”.

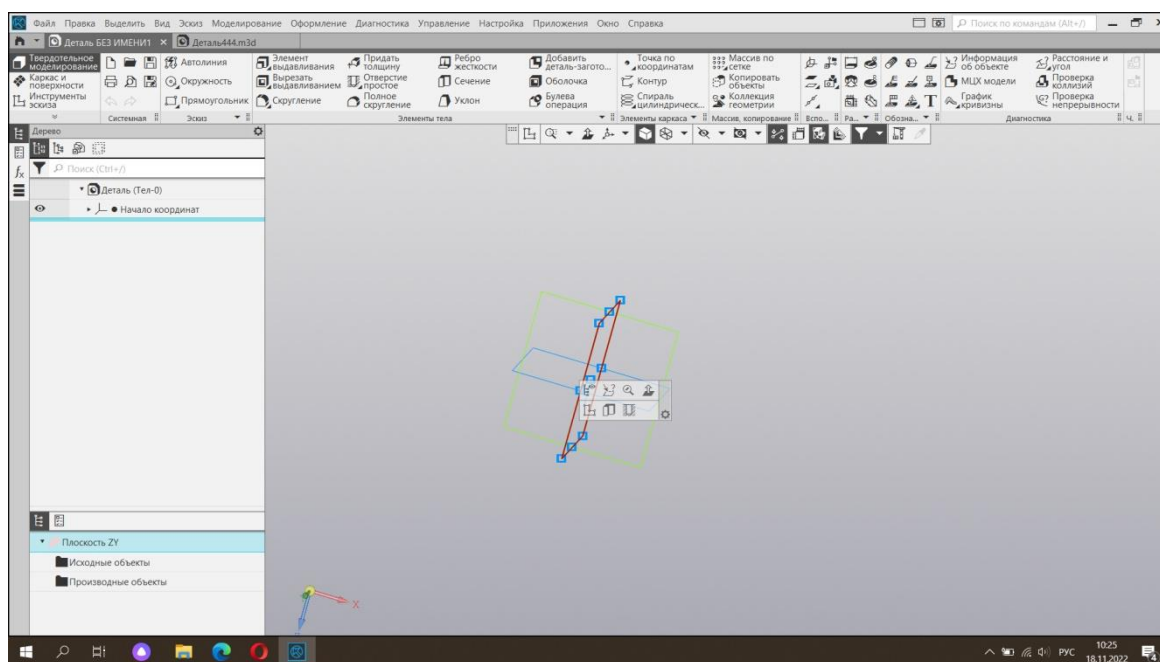


Рисунок 4. Выбор плоскости для построения необходимого эскиза

2. Далее выбираем на панели инструментов “Элемент выдавливания” и создаем трехмерную модель на основе эскиза в направлении оси x глобальной системы координат (рисунок 5).

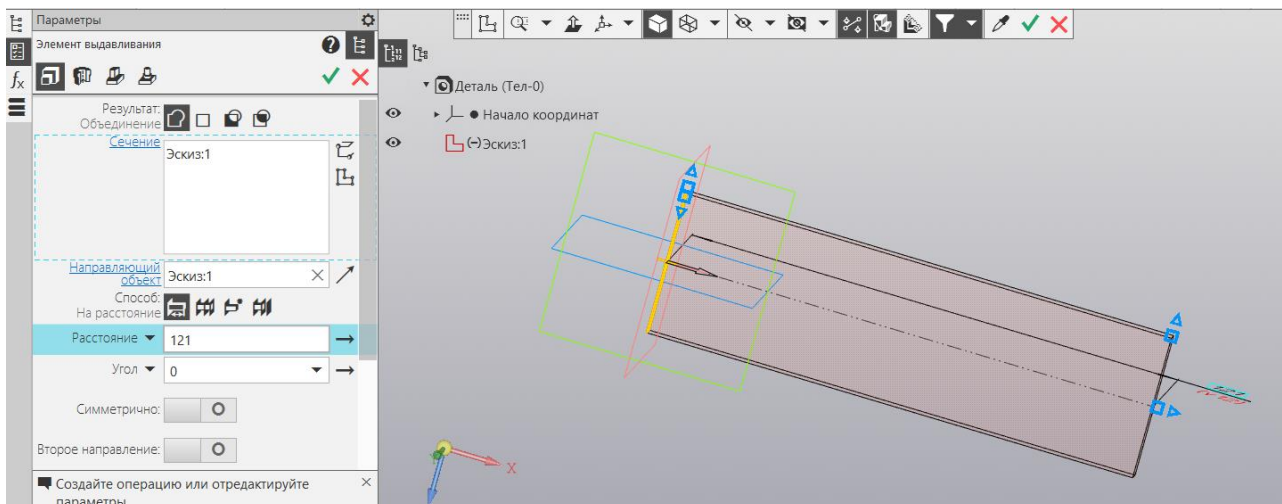


Рисунок 5. Создание твердотельной модели стержня на основе эскиза прямоугольника

3. Выполняем смещение плоскости zy до места подвешивания груза (рисунок 6). На нижней грани стержня необходимо создать поверхность в форме круга для зоны действия распределенной силы. Для этого необходимо войти в режим создания эскиза, в качестве плоскости создания эскиза выбрать нижнюю грань стержня и нарисовать окружностью. Затем выдавить данную окружность на значительно малое расстояние (0,001 мм), чтобы получилась поверхность.

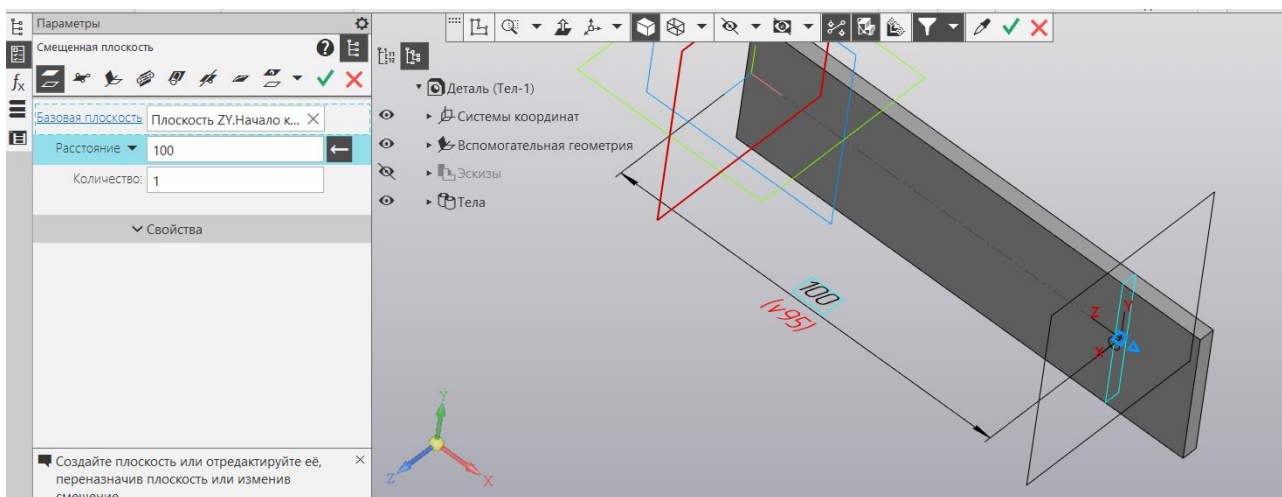


Рисунок 6. Создание плоскости на расстоянии l_1

4. На данном этапе нужно задать граничные условия, значение, направление и место приложения внешней нагрузки. В начале системы координат крайнюю грань необходимо ограничить в перемещениях по трем осям. Для этого переходим в модуль прочностного анализа АРМ FEM. В панели инструментов выбираем инструменты “Распределенная сила” и “Закрепления”. Результат действия данной команды виден в рабочем окне проекта в виде зеленых стрелок на грани, которую мы ограничили в движении. По направлению оси z по поверхности выделенной области действия внешней силы необходимо задать величину распределенной силы (рисунок 7).

5. Задаем свойства материала твердотельной модели. Для этого выбираем модуль Твердотельное моделирование, затем выбираем в панели команд “Управление” – “Свойства редактируемой модели”. Выбираем Сталь 10 в библиотеке материалов (рисунок 8). По умолчанию всегда стоит материал сталь 10. Далее, переходим в модуль АРМ FEM и выбираем в панели инструмент “Материал”. В открывшемся окне нажимаем на иконку “Задать всем”.

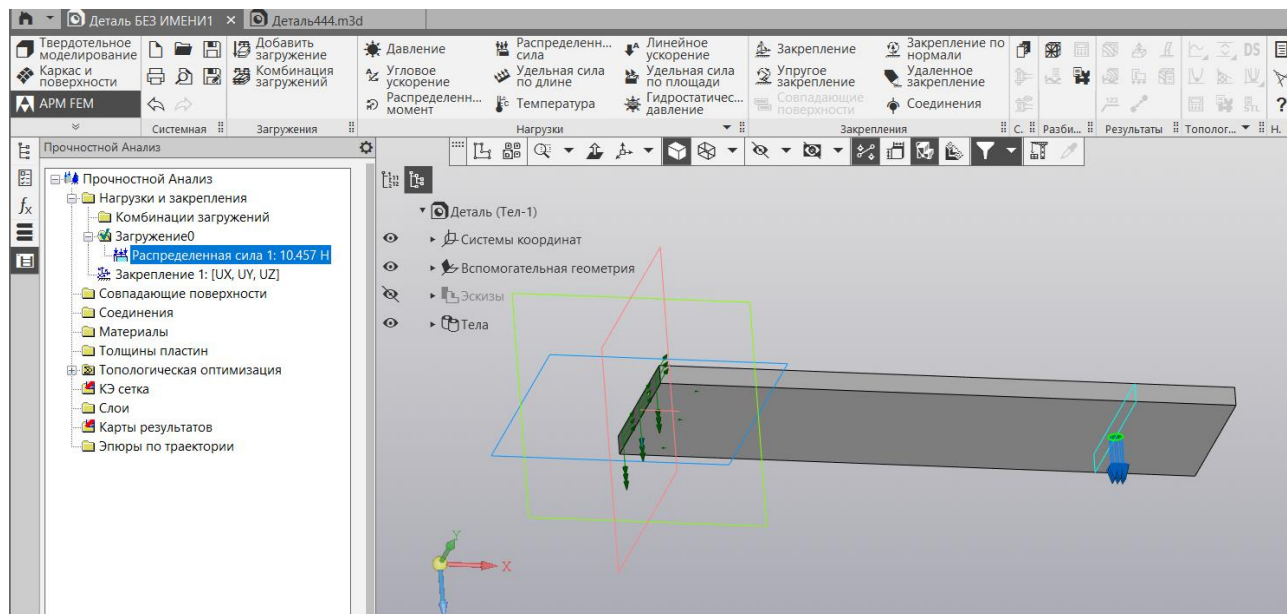


Рисунок 7. Задание граничных условий и значений внешних сил

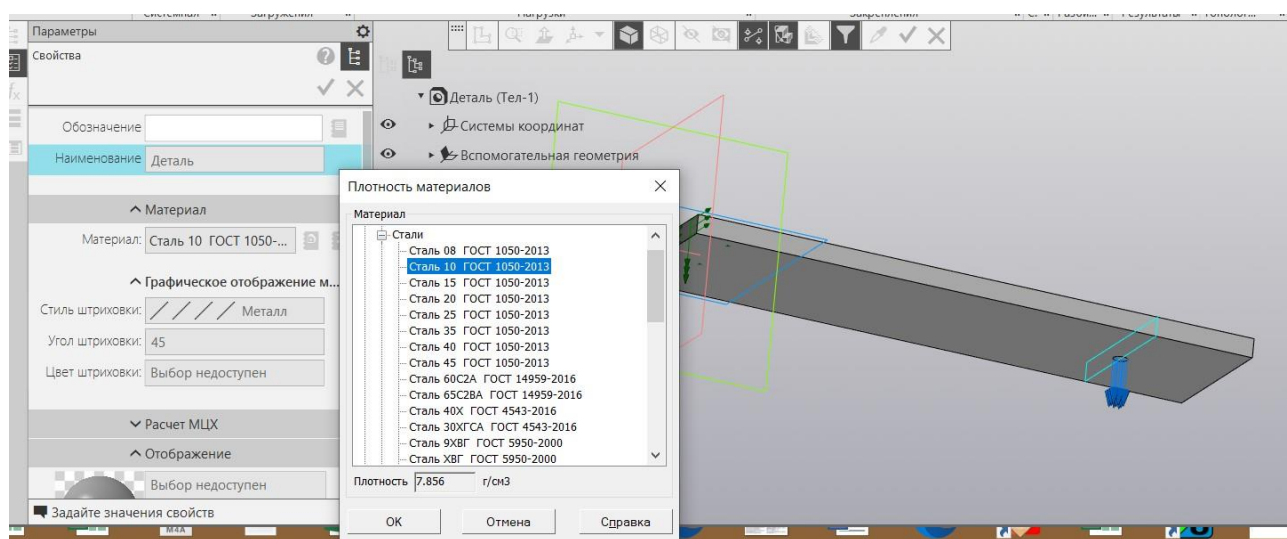


Рисунок 8. Выбор материала в библиотеке материалов пакета Компас 3D

6. Разбиение твердотельной модели на конечные элементы. Это необходимо сделать для расчета таких величин как напряжение, перемещение по трем осям, коэффициента запаса и других величин в узлах элементов методом конечных элементов. Данный пакет предлагает разбить модель на 4-ех узловые тетраэдры, либо 10-ти узловые тетраэдры. Важно учесть, чтобы максимальная длина элемента не превышала наименьшего размера стержня. Для разбиения на элементы в панели инструментов выбираем “Генерация КЭ сети” (рисунок 9).

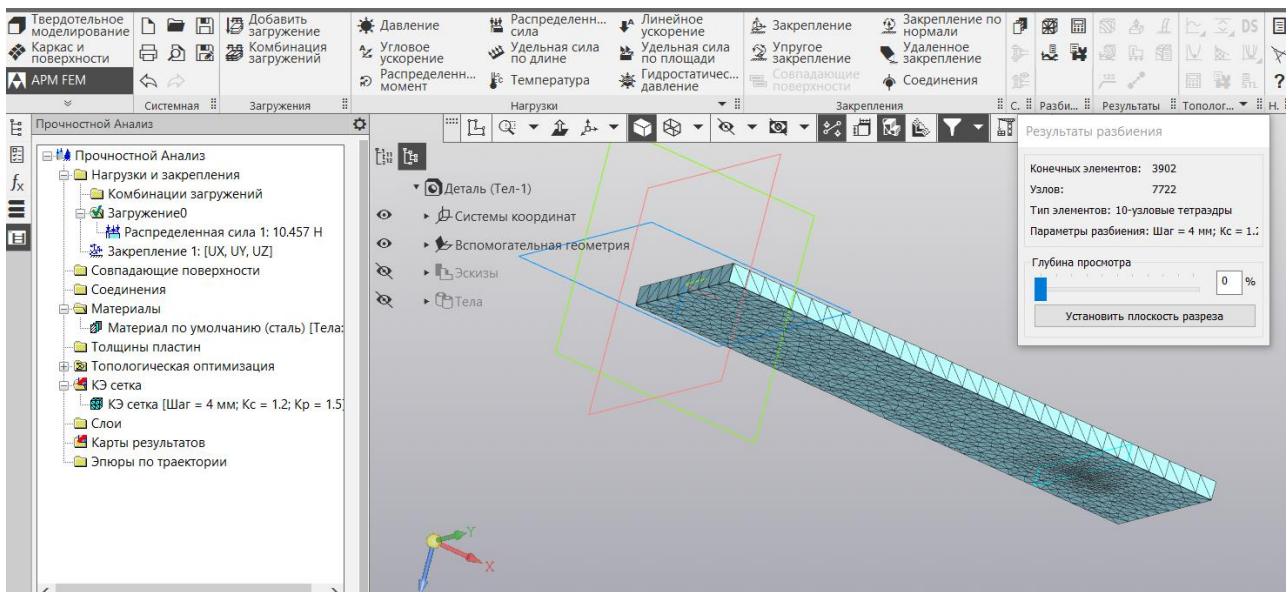


Рисунок 9. Разбиение модели на конечные элементы

7. Последний этап в расчетном модуле – выбор в панели инструментов иконки ”Расчет” и вывод необходимого параметра на экран с помощью нажатия на иконку ”Карта результатов”. На рисунке 10 представлено распределение перемещения по оси z вдоль стержня. В точке $x = l_1$ оно равно 0,089 мм.

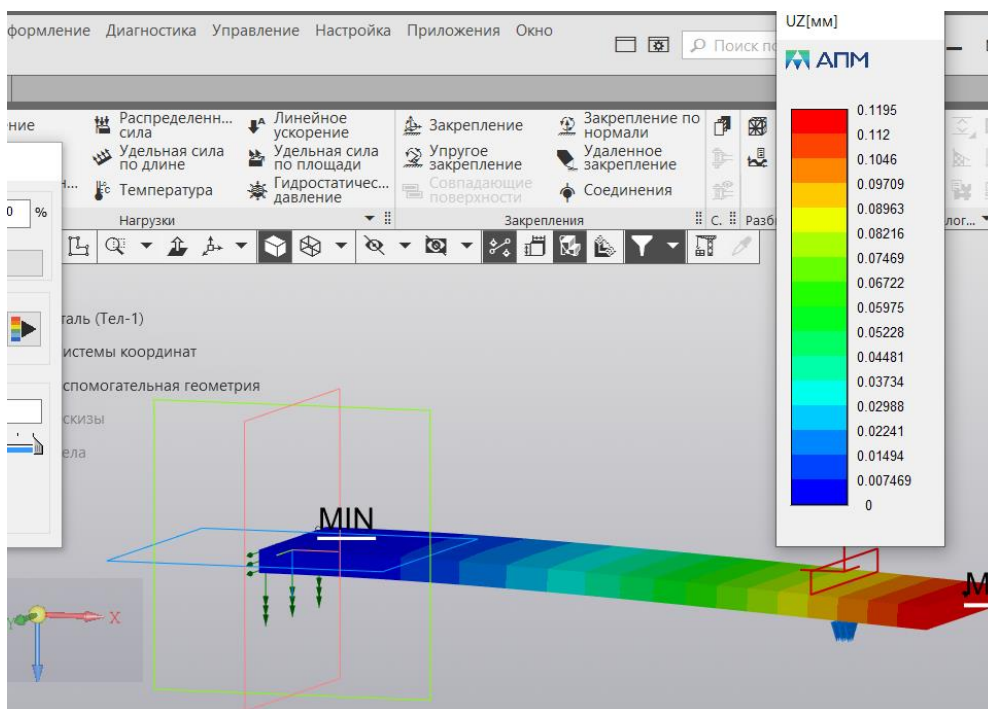


Рисунок 10. Распределение значений перемещения по оси z вдоль стержня

Заключение

Проведя сравнительный анализ результатов численных методов, компьютерного моделирования с результатами экспериментального исследования, видим, что значения перемещений совпадают в точке приложения внешней силы. Данное значение в точке $x = 0,1$ м равно $0,089 \text{ мм} \div 0,09 \text{ мм}$.

Сделаем вывод, что предложенные методы численного анализа и методика компьютерного моделирования для расчета перемещений при ППИ конструкционных материалов позволяют студентам самостоятельно проводить многовариантные исследования,

что безусловно способствует лучшему пониманию и усвоению учебного материала. Это доказывает необходимость внедрения современных компьютерных технологий в учебный процесс по дисциплине «Прикладная механика» при проведении лабораторных работ и практических занятий студентами технических специальностей.

1. Кормилицын, О. П., Бегун, П. И. Прикладная механика // Политехника, СПб., 2012.
2. Воробьев, С. В., Лысков, А. И., Степанов, С. К., Шукейло, Ю. А. Исследование механических свойств конструкционных материалов и напряженного состояния стержней: Методические указания к практическим занятиям по прикладной механике // СПбГЭТУ (ЛЭТИ). СПб, 2006. С. 20-27.
3. Алесов, М. Б., Шукейло Ю. А. Определение напряженно-деформированного состояния стержневых систем: Методические указания к практическим занятиям по прикладной механике // СПбГЭТУ (ЛЭТИ). СПб, 1999. С. 3-16.

Петров И.В.

Автоматизация станции технического обслуживания автомобилей на газовом топливе

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

doi: 10.18411/trnio-12-2022-436

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы организации станции технического обслуживания для автомобилей на газовом топливе.

Ключевые слова: газобаллонное оборудование, газовое топливо, СТО

Abstract

The article deals with the organization of a service station for gasfueled vehicles.

Keywords: gas equipment, gas fuel, service station.

В настоящее время автомобиль далеко не роскошь, он стал не просто средством комфортного передвижения, а необходимой домашней техникой. Большое число семей, на данный момент, имеет не один автомобиль, а их обслуживание закрепляется за определенной станцией технического обслуживания (СТО). Маркетинговый анализ рынка автомобилей по Акмолинской области и материал по существующим и действующим станциям технического обслуживания, показал, что основная масса клиентов, с ростом благосостояния, ориентирована на комфортабельное и соответствующее международным стандартам обслуживание. Был проведен анализ состояния уровня автомобилизации и сделан вывод, что количество частного автотранспорта продолжает иметь тенденцию к увеличению и потребность в автосервисном обслуживании не будет снижаться.

Основные перевозки грузов и пассажиров автотранспортом осуществляются в городах и их ближайшем окружении. Состояние автотранспортных средств, при этом, однозначно, требует частого обращения к услугам станций технического обслуживания. На сегодняшний день средний срок эксплуатации автомобилей в РК характеризуется следующим: легковые автомобили – 13,9 лет; грузовые автомобили – 15,4 лет; автобусы – 13,0 лет [1]. Сегодня автотранспорт в Казахстане занимает третье место по объемам перевозимых грузов, и одно из последних мест по объему грузооборота.

Бурное развитие автомобилестроения породило ряд быстрорастущих проблем, одной из которых является экологическая безопасность автотранспортного средства. Выхлопные газы, образующие смог, свинец и сажа, осаждающиеся на листьях растений, шум и различные вибрации – это малый список негативных факторов, растущих также быстро, как и уровень автомобилизации.

В Казахстане мало предприятий по изготовлению легковых автомобилей и поэтому большинство транспортных средств завозятся из дальнего Зарубежья, в основном автомобили,

бывшие в употреблении, и они чаще всего нуждаются в услугах станций технического обслуживания. В последнее время с введением более жестких экологических требований, актуальным становится вопрос о масштабном переходе на газовое топливо.

По сравнению с существующими, новые модели и модификации автомобилей усложняются, в их системах появляются современные приборы и устройства. Однако эффективное использование автомобилей зависит не только от совершенства конструкции. Во многом оно определяется качеством технического обслуживания при эксплуатации. Кроме того, удовлетворение возрастающих потребностей в автомобильных перевозках не может быть обеспечено только за счёт выпуска новых автомобилей. Таким образом, вопросы устройства, технического обслуживания и ремонта автомобилей тесно взаимосвязаны.

Один из главных принципов организации обслуживания автомобилей за рубежом состоит в том, что «кто производит, тот и обслуживает автомобили», хотя при этом могут привлекаться и другие предприятия и фирмы. Однако ответственность за организацию обслуживания в течение всего гарантийного периода эксплуатации автомобилей несет, как правило, фирма-изготовитель автомобилей [2].

На сегодня главным направлением создания автомобиля «с нулевым выбросом» является технология топливных элементов - (ТЭ) устройств, генерирующих электроэнергию непосредственно на борту транспортного средства в результате электрохимической реакции. Все ТЭ нуждаются в топливе водородосодержащем веществе (кислород из воздуха), на роль которого лучше всего подходит метанол, притом КПД такого двигателя достигает 38% против 19% у стандартного ДВС. В настоящее время все большее число машин переводится на газовое топливо.

В качестве главного аргумента «газификации» выступает значительно меньшая цена пропан-бутана. При том, что на приобретение и монтаж российской системы достаточно затратить около 300 долларов. Считается, что наиболее дорогая импортная установка – это использование тороидального баллона, который обходится в 600 долларов. Расчет показал, что при нынешнем соотношении цен на газ пропан-бутан и бензин все затраты окупаются за 20—40 тысяч километров пробега.

Еще одним существенным преимуществом газового топлива, по сравнению с бензином, является то, что газ не смывает со стенок цилиндра масляную пленку, в результате чего существенно повышается ресурс двигателя и увеличивается срок службы моторного масла [3]. Кроме того, большее октановое число пропан-бутана значительно уменьшает вероятность детонационных процессов, и двигатель начинает работать заметно «мягче», чем на бензине. Есть и еще один сильный аргумент — теоретически выхлоп «газифицированных» автомобилей даже чище, чем у машин с бензиновыми двигателями, оснащенными каталитическими нейтрализаторами [3].

Сжиженный газ, а вернее, смесь пропана с бутаном, образующаяся как побочный продукт, в процессе перегонки нефти, в качестве топлива для автомобилей используется уже давно. Как в Европе, так и в США. Наибольшее распространение автомобили, работающие на газе, получили в таких европейских странах, как Италия, Франция, Польша, Голландия. Причем на данный момент есть оборудование, позволяющее использовать метан - сжатый газ, который подается по центральным газовым магистралям в дома, - но пробег от заправки до заправки и число заправочных станций для метана значительно меньше [4], и именно этим объясняется его меньшее использование на автотранспорте.

Автомобили, использующие в качестве топлива сжиженные углеводородные газы, хотя и не являющиеся альтернативными в строгом смысле этого слова, составляют в Казахстане всего 3-4 %. Данные схемы обеспечивают качественно новый уровень экономичности автомобиля и его экологичности, но все же являются полумерами. Надо отдать должное и переходить на биогаз.

Достигнутые в последние годы высокие темпы экономического развития в Казахстане и в транспортной отрасли, в частности, базировались на опережающем росте экспорта сырья и повышении цен на топливно-энергетические ресурсы. Однако экспорт сырьевых ресурсов

подвержен колебаниям цен на сырье на мировых рынках. По этой причине данный фактор не может рассматриваться основным, способным стабилизировать развитие транспортной отрасли. Дополнительный импульс развитию транспорта в Казахстане дала реализация Государственной Программы по форсированному индустриально – инновационному развитию Республики Казахстан (ГПФИИР). Ключевыми задачами ГПФИИР являются диверсификация и структурная перестройка экономики, уход от сырьевой зависимости, модернизация реального сектора экономики республики и регионов, где программа реализует свои проекты, повышение конкурентоспособности и развитие ряда приоритетных секторов экономики, в число которых вошел и транспорт [5].

При организации станции технического обслуживания для автотранспорта на газовых двигателях необходимо предусматривать дополнительные операции, такие как, диагностика газового оборудования, которая осуществляется непосредственно на автомобиле с помощью специального стенда на линии ТО-2. Все проверки проводят сжатым воздухом под давлением 1,6 МПа. Диагностику автомобиля при работе его на сжиженном газе осуществляют на посту, обеспечивающем пожаро- и взрывобезопасность проводимых работ.

В результате маркетинговых исследований было выявлено, что в городе Кокшетау недостаточно станций технического обслуживания, которые бы предоставляли такие услуги как обслуживание автомобилей на газовом топливе. В работе был проанализирован рынок оборудования и выведены основные расчеты по организации станции технического обслуживания на газовом топливе.

1. Омаров А. Д., Целиков В. В. Экологическая безопасность на транспорте. – Алматы: Білім, 2001. - 315 с.
2. Прокофьева Т. А. Логистические центры в системе международных транспортных коридоров – М.: Изд. ГУ-ВШЭ, 2014 г. – 290 с.
3. Мухамадеева Р. Использование альтернативных источников топлива для автотранспортных средств. / Материалы Международной конференции «Современные тенденции развития инженерных, технологических и прикладных научных исследований», -Нижний Новгород: Издательство «Проблемы науки» 30 октября 2018, - С. 17-22
4. Мухамадеева Р. М., Использование биогазовых установок в Республике Казахстан / Научный журнал № 9 (32), - М.: Издательство «Проблемы науки», -, 2018 - С. 17-21
5. <http://www.analitika.kz/images/5773.pdf>.

Ратушняк В.С., Новиков П.В., Малахов С.А., Герасимов В.С.

Анализ детерминированных шумов

*Красноярский институт железнодорожного транспорта
(Россия, Красноярск)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-437

Аннотация

В статье был произведён анализ детерминированных шумов. Рассмотрены методы их измерения, влияние на сигналы, возможное применение и способы борьбы с ними.

Ключевые слова: шум, борьба, способы, измерение, применение.

Abstract

The article analyzes deterministic noises. Methods of their measurement, influence on signals, possible application and ways of dealing with them are considered.

Keywords: noise, struggle, methods, measurement, application.

Шум – это появление искажений в передаваемом сигнале, мешающий в получении достоверной информации. Возникает в различных физических системах.

Детерминированные шумы представляют собой дискретные сигналы в боковых полосах спектра. Уровень таких сигналов известен заранее и точно сопоставляется с конкретными характеристиками определённого источника сигнала.

Детерминированные шумы подразделяются на периодические и непериодические. К периодическим относятся гармонические и полигармонические колебания. Гармонические одни из простых примеров детерминированных шумов.

К непериодическим относят почти периодические и аперриодические колебания. Почти периодические колебания порождаются физическими процессами, которые не связаны между собой. Они представляют собой сумму гармонических колебаний, с произвольными частотами. К аперриодическим колебаниям относят импульсные.

Примером детерминированного шума можно привести фон от источника или приемника сигналов определенной частоты, условно 50 Гц. Такой шум, зачастую, воспринимается человеческим ухом.

Возможно применение детерминированного шума в виброакустических испытаниях. Например, задать шум большой амплитуды, чтобы проверить на качество сборки устройство, тот же приемник или источник сигнала. Если сборка выполнена не качественно, то будут слышны некие дребезги.

Методом борьбы может послужить применение фильтров от детерминированных шумов, в зависимости от частоты самих шумов. Если данная помеха имеет более высокую частоту, чем полезный сигнал, то целесообразно применять фильтры низких частот, для того чтобы выделить более низкую частоту, полезного сигнала, а высокую убрать, если наоборот, то применяется фильтры высоких частот. Либо применять каскадные фильтры. Если известны частоты детерминированных помех, то каждый составляющий контур каскадных фильтров можно настроить под определенную частоту, дабы убрать из системы те самые помехи.

Фазовый шум – это так называемый шум генератора, поскольку современные генераторы, в том числе и гетеродины, работают в большинстве случаев в режиме насыщения и амплитудной составляющей шума можно пренебречь, так как она часто ниже фазовой составляющей. Определить фазовый шум можно по осциллограмме, это некие искажения синусоидального колебания. В частотной области проявляется в виде боковых полос возле несущей частоты.

Любой генератор имеет определенную стабильность выходной величины, либо наоборот, нестабильность. Она бывает двух видов – кратковременная и долговременная. Долговременная описывает колебание частоты, на длительный интервал времени, будь это день, месяц, год. Характеризуется отношением убывания частоты к ее фиктивному значению. Кратковременная стабильность показывает постоянство в течении секунд или долей секунд.

Появление дискретных составляющих в боковой полосе спектра генератора обусловлено наличием источников, которые дополнительно образуют фазовую модуляцию частоты. В данном случае мгновенная фаза сигнала будет включать в себя дополнительные детерминированные функции времени.

Фазовый шум рассматривают в одной боковой полосе. Описывается спектральной плотностью мощности шума. Она является непрерывной функцией отстройки по частоте.

Наиболее общим методом измерения фазового шума является анализатор спектра. Работает наиболее продуктивно, когда уровень собственного шума источника во много раз выше, чем шум прибора. Если же уровень шума источника близок к шуму прибора, применяются методы, которые учитывают вклад шума анализатора спектра в результаты измерений. Данный метод заключается в подключении анализатора сигналов к устройству, над которым необходимо провести испытания. Далее анализатор настраивается на несущую частоту и производится два измерения, мощность несущей и спектральная плотность мощности шума источника при определенной отстроенной частоте, которая отнесена к мощности несущей. Данный метод является наиболее простым, что вызывает вынужденные корректировки для получения точного результата. Например, коррекция характеристик

пикового детектора анализатора, который может занижать действительное значение уровня шума.

Другой способ измерения именуется методом фазового детектора. Он применяется для отдаления фазового шума от амплитудного. Фазовый детектор преобразует разность фаз двух входных сигналов в напряжение на его выходе. Когда данная разность равна 90° , выходное напряжение обращено в ноль. Если произойдут отклонения фазы, то это поведет за собой и изменение выходного напряжения.

Метод двухканальной взаимной корреляции является еще одним представителем методов измерения фазового шума. Он использует комбинацию двух одинаковых одноканальных систем и выполняет взаимную корреляцию между выходными сигналами каждого канала.

1. Борьба с шумом на производстве: справочник / Е. Я. Юдин, Л. А. Борисов, И. В. Горенштейн; ред. Е. Я. Юдин, 1985. - 400 с.
2. Электротехнический справочник: В 4 т. Т.1: Общие вопросы. Электротехнические материалы / ред. В. Г. Герасимов [и др.], 2003. - 440 с.
3. Теория передачи сигналов на железнодорожном транспорте: учебник для вузов ж.-д. трансп. / Г. В. Горелов, А. Ф. Фомин, А. А. Волков [и др.]; ред. Г. В. Горелов, 2014. - 532 с.
4. Сидорович М. А. Поиск и идентификация источника радиопомех / М. А. Сидорович, Е. З. Савин. - Текст: непосредственный // Железнодорожный транспорт: Ежемесячный научно-теоретический технико-экономический журнал. - М.: ОАО "Российские железные дороги", 2022. - N 6. - С. 27-29
5. Харкевич Александр Александрович. Основы радиотехники / А. А. Харкевич, 2007. - 512 с.

Селиверстов М.В.

Методика и результаты определения твердости режущей кромки дисковых почвообрабатывающих орудий после восстановления методом электромеханической деформации

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет»
(Россия, Барнаул)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-438

Аннотация

В статье отмечена возможность восстановления лезвий дисковых почвообрабатывающих орудий с использованием метода электромеханического деформирования, и указана повышенная ресурсность деталей, восстановленных по этой технологии в сравнении с базовыми деталями. В подтверждение этого тезиса была разработана методика, подобраны оборудование и оснастка для проведения испытаний, а также приведены результаты измерения твердости, восстановленной методом электромеханического деформирования режущей кромки дисковых почвообрабатывающих орудий

Ключевые слова: дисковые орудия, режущая способность, восстановление, нагрев, электромеханическое деформирование, методика измерений, твердость, ресурс.

Abstract

The article notes the possibility of restoring the blades of disc tillage tools using the method of electromechanical deformation, and indicates the increased resource life of parts restored using this technology in comparison with the base parts. In support of this thesis, a methodology was developed, equipment and equipment for testing were selected, and the results of measuring the hardness restored by the method of electromechanical deformation of the cutting edge of disc tillage tools were presented.

Keywords: disc tools, cutting ability, recovery, heating, electromechanical deformation, measurement technique, hardness, service life.

Восстановление режущей способности лезвий дисковых почвообрабатывающих орудий с использованием метода электромеханического деформирования является эффективной энергоресурсосберегающей технологией, так как исключает потери металла при восстановлении и позволяет повысить твердость режущей кромки по сравнению с базовой деталью [1; 7].

Оценка твердости восстановленной режущей кромки осуществлялась с использованием твердомера типа ТК по методу Роквелла и методу Виккерса.

Так как предполагаемая твердость восстановленной режущей кромки по шкале Роквелла должна составлять 45...55 HRC то по техническим требованиям, предъявляемым к данному твердомеру, было решено замер проводить по шкале С. Твердость образцов измеряли на приборе ТК-2 по методу Роквелла в соответствии с методикой ГОСТ 9013-59.

По причине того, что замер можно производить только на поверхности, находящейся под прямым углом к индентору, была изготовлена установочная призма позволяющая закрепить диск таким образом, чтобы фаска рабочей кромки была перпендикулярна оси индентора (Рис. 1).

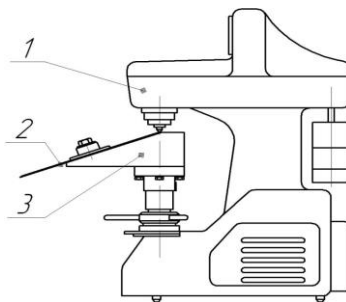


Рисунок 1. Схема измерение твердости режущей кромки по методу Роквелла
1 – твердомер ТК-2; 2 – диск сошника сеялки; 3 – установочная призма

Измерения производились на трех восстановленных дисках по средней линии развертки плоскости скольжения с интервалом в 50 мм. Таким образом, количество точек замера составит 22 точки.

Для проверки предположения от неравномерности распределения твердости по толщине восстановленной режущей кромки было решено произвести замеры твердости по методу Виккерса.

Измерение микротвердости проводили на приборе ПМТ – 3 по схеме, представленной на рисунке 2 при нагрузке 100 гр по методике ГОСТ 9450-76. Результатом считалась средняя величина из 10...15 замеров (Рис. 2).

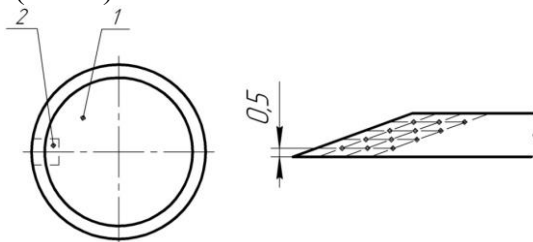


Рисунок 2. Схема измерения микротвердости
1 – восстановленный диск; 2 – вырезанный образец

Значение микротвёрдости в исследуемом образце определялось как среднее арифметическое 20 - 30 измерений, микротвёрдость замерялась не менее чем на трёх образцах, вырезанных из одного диска, случайные значения отсеивались по критерию Стьюдента.

Построение зависимостей изменения твердости режущей кромки осуществлялось методами регрессионного анализа с помощью компьютерной программы Statistica v6.0.437.0. Зависимость считалась значимой (при уровне значимости 0,05), если коэффициент детерминации был больше 0,5 [4].

По причине того, в качестве факторов, характеризующих качество восстановления режущей кромки, было решено считать твердость плоскости скольжения и износостойкость,

следующим этапом после восстановления, согласно разработанной методике, проводился замер её твердости [5]. Результаты исследований представлены на рис. 3

Как видим из рисунка 3 твердость лезвия составила порядка 47,5...50,5 HRC. В литературных источниках указано, что твердость дисковых почвообрабатывающих орудий составляет порядка 40...50 единиц по HRC то есть представляет довольно широкий интервал [3; 6].

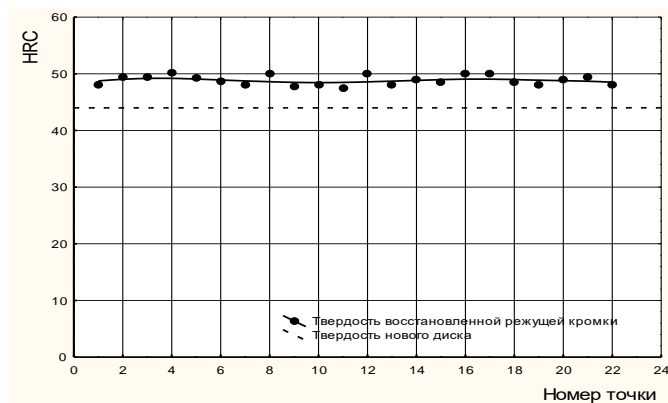


Рисунок 3. Твердость режущей кромки диска восстановленного ЭМД и нового

Экспериментальная проверка показала, что твердость нового диска составляет 44 единицы, следовательно, диски, прошедшие восстановление электромеханическим деформированием, имеют несколько более высокую твердость, что косвенно свидетельствует о повышенной износостойкости.

Повышение твердости стали восстановленной режущей кромкой может быть объяснено повышением дисперсности деформируемого металла и выявлением карбидной фазы [1; 2]. Анализируя работы выше приведенных авторов, можно сказать, что увеличение твердости по сравнению и исходной под действием упрочняющего режима ЭМД для различных марок сталей может увеличиваться в 2...3,85 раза. Кроме того, необходимо отметить, что с повышением содержания углерода в стали наблюдается больший эффект от электромеханического воздействия

Из анализа априорной информации [1;2] известно, что свойства деформированного металла изменяются по толщине, а именно в верхней части твердость будет выше, чем в глубине, следовательно, можно сделать предположение о достижении эффекта самозатачивания при восстановлении режущей кромки электромеханическим деформированием.

Для проверки данной гипотезы был проведен замер твердости режущей кромки по методу Виккерса в её сечениях, а также проведены исследования по изучению её твердости (Рис. 4).

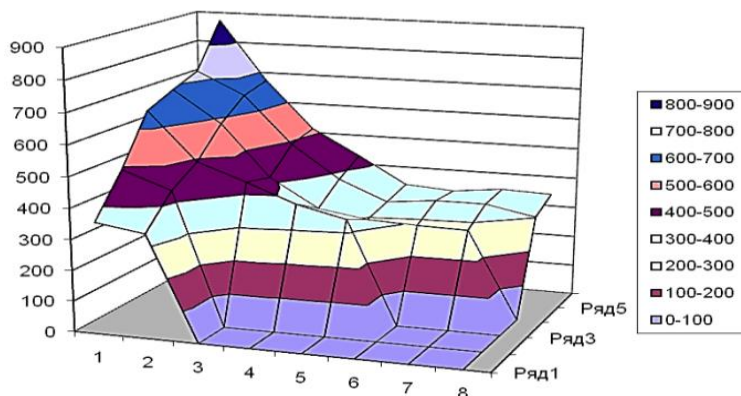


Рисунок 4. Результаты измерения микротвердости

Оценивая полученную по глубине твердость режущей кромки, можно сказать, что поверхностные слои имеют большую твердость по сравнению с расположенными на большем расстоянии от плоскости скольжения. Так же график приведенный на рис. 4 показывает, что независимо от расположения исследуемого сечения по мере продвижения в более глубокие слои происходит снижение твердости режущей кромки. Это объясняется двумя причинами:

1 – поверхностные слои более подвержены деформации и как следствие в них происходит большее уплотнение поверхностной дислокации чем в глубинных слоях [1;3].

2. – температура поверхностных слоев имеет большие значения чем температура глубинных слоев, следовательно влияние температуры менее значимо, кроме того, при проведении процесса ЭМД, как сказано в источнике [1] повышение температуры приводит к повышению прочностных характеристик стали.

Оценивая твердость режущей кромки по её длине в сечениях параллельных плоскости скольжения можно сказать, что в поверхностных слоях её твердость является наиболее низкой по сравнению с более удаленными от края режущей кромки. Данное явление можно объяснить тем, что при практически равном энергозатрачивании на всю поверхность режущей кромки, влияние теплового потока на разные её части будет неодинаково.

Таким образом, проведенные измерения режущей кромки, восстановленной электромеханическим деформированием, говорит о повышении её твердости по сравнению с новой деталью и позволяет предположить достижение эффекта самозатачивания при восстановлении лезвийного инструмента предлагаемым способом.

1. Аскинази Б.М. Упрочнение и восстановление деталей машин электромеханической обработкой. - М.: Машиностроение, 1989. - 200 с.
2. Бабей Ю.И., Бутаков Б.И., Сысоев В.Г. Поверхностное упрочнение металлов. – Киев: Наукова думка, 1995. – 253 с.
3. Багмутов, В.П. Электромеханическая обработка: технологические и физические основы, свойства, реализация / В.П. Багмутов [и др.]. — Новосибирск: Наука, 2003. — 316 с.
4. Гурьянов, Г.В. Определение параметров микроструктуры электрохимических покрытий по их дилатации / Г.В. Гурьянов, Ю.Е. Кисель, Е.М. Юдина // Труды Кубанского государственного аграрного университета. — 2013. — № 43. — С. 295-299.
5. Жукова, С. В. Материаловедение : учебно-методическое пособие / С. В. Жукова, А. Е. Курбатов, И.П. Петрюк. — пос. Караваево : КГСХА, 2020. — 65 с.
6. Федоров, С. К. Влияние электромеханической обработки на износ дисков сошников / С. К. Федоров, А. М. Бондарев // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2011. – № 2(47). – С. 70-71. – EDN RASTMD.
7. Электромеханическое деформирование металлов - основа ресурсосбережения при ремонте деталей / В. Н. Чижев, О. Г. Бельчикова, М. В. Селиверстов, К. В. Селиверстов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2007. – № 9(35). – С. 54-58. – EDN IRGORN.

Семерник И.В.¹, Бендер О.В.¹, Тарасенко А.А.¹, Самонова К.В.²

Особенности распространения оптического излучения в морской среде для обеспечения подводной беспроводной оптической связи

¹АО «Южморгеология»

(Россия, Геленджик)

²Южный государственный университет

(Россия, Ростов-на-Дону)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-439

Аннотация

В статье рассматриваются основные физические явления, оказывающие влияние на распространение широкополосных оптических сигналов в морской среде с целью обеспечения подводной беспроводной оптической связи между подвижными объектами. Рассматривается

влияние основных составляющих морской воды и прочих факторов на распространение оптического излучения в подводной среде.

Ключевые слова: подводная связь, оптическая связь, беспроводная связь, моделирование канала связи, распространение оптического излучения под водой.

Abstract

The article discusses the main physical phenomena that affect the propagation of broadband optical signals in the marine environment in order to provide underwater wireless optical communication between moving objects. The influence of the main components of sea water and other factors on the propagation of optical radiation in the underwater environment is considered.

Keywords: underwater communication, optical communication, wireless communication, communication channel modeling, propagation of optical radiation under water.

Большая часть поверхности Земли покрыта водой. Интерес людей к исследованию океана не только не прекращается, но и растет с каждым годом, что обусловлено различными факторами, включающими потребность в открытии новых месторождений полезных ископаемых, научными исследованиями и прочими факторами.

Технология беспроводной подводной связи (UWC) [1-3] обеспечивает расширение возможностей подводных технических средств, позволяя реализовывать новые способы исследования Мирового океана. Технологии подводной беспроводной связи активно внедряются в современные высокотехнологичные образцы подводных технических средств.

Учитывая ограниченную полосу пропускания каналов беспроводной подводной радиочастотной и акустической связи, беспроводная оптическая связь (ПБОС (UWOC)) становится с каждым днем все более привлекательной альтернативой [4-8]. Осуществление подводной беспроводной оптической связи является возможным благодаря тому, что морская вода вносит относительно низкое затухание в оптический сигнал с длинами волн от 450 до 550 нм, что соответствует синей и зеленой части видимого оптического спектра (Рисунок 1). Позднее данное предположение было подтверждено экспериментально [9, 10].

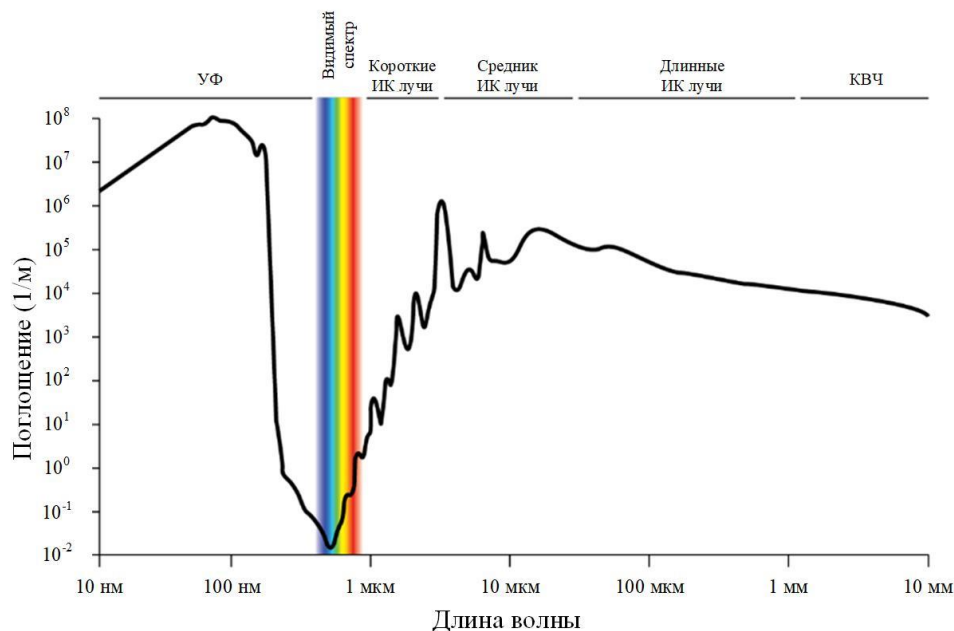


Рисунок 1. Зависимость коэффициента поглощения оптического сигнала в воде от длины волны

В течение длительного времени интерес к подводной оптической беспроводной связи был сконцентрирован главным образом в военной отрасли. Даже на данный момент, если сравнивать с рынком акустических подводных систем связи, массовое внедрение подводных оптических систем связи пока не достигнуто.

По настоящее время на мировом рынке предлагается лишь несколько образцов оборудования для подводной оптической связи, таких как BlueComm и Ambalux [11].

Интерес к подводной оптической связи резко возрос после предложения применения данного метода передачи данных для построения подводных беспроводных сенсорных сетей, объединяющих большое количество разноплановых подводно-технических средств (ТНПА, АНПА, донные станции, плавучие буи, водолаз и пр.). Узлы беспроводной сети имеют возможности для выполнения задач зондирования, обработки и связи, что позволяет осуществлять совместный мониторинг подводной среды. Так, датчики, расположенные на морском дне, могут собирать данные и передавать их по акустическим или оптическим каналам связи на АНПА или ТНПА. Затем АНПА или ТНПА могут передать данные на судно обеспечения, другой подводный аппарат, поверхностные буи или иному адресату. Береговой или судовой центр обрабатывает данные и далее отправляет их посредством спутниковой или радиочастотной связи получателю.

На основе конфигураций каналов связи подводную беспроводную оптическую связь можно разделить на четыре категории [12]: а) точка-точка – конфигурация прямой видимости (point-to-point line-of-sight (LOS)), б) конфигурация рассеянной прямой видимости (diffused LOS), в) точка-точка на основе ретрорефлектора (retroreflector-based LOS) и г) конфигурация не прямой видимости (NLOS), использующая отраженный оптический сигнал для обхода объектов, ограничивающих прямую видимость абонентов.

Конфигурация точка-точка (LOS) (Рисунок 2) является наиболее распространенным типом канала в ПБОС. Для линий связи небольшой дальности могут использоваться источники света с широким углом расхождения. В этом случае не требуется применение сложных систем наведения для поиска луча. Для организации линии связи большой дальности необходимо применение источников света с узким углом расхождения луча, например, лазера. В этом случае для обеспечения связи необходимо применение систем наведения и постоянного отслеживания положения луча. Однако применение подобных систем на нестационарных объектах, например, АНПА и ТНПА затруднительно. Поэтому должен быть найден компромисс между дальностью связи, удобством эксплуатации и стабильностью соединения.

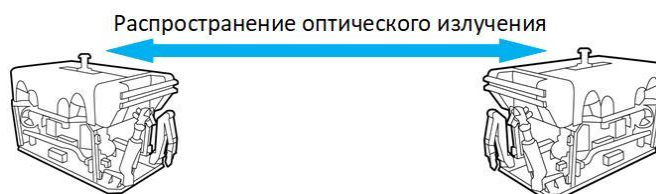


Рисунок 2. Конфигурация точка-точка (LOS)

Конфигурация рассеянной прямой видимости (diffused LOS) (Рисунок 3) использует источники рассеянного света с большим углом расхождения, например, светодиоды большой мощности, для осуществления широковещательной передачи данных от одного абонента нескольким. В данной конфигурации не требуется точного наведения на источник света. Однако взаимодействие оптического излучения с водой и органическими частицами приводит к ограничению дальности связи и снижению скорости передачи данных.



Рисунок 3. Конфигурация рассеянной прямой видимости (diffused LOS)

Конфигурация точка-точка на основе ретрорефлектора (retroreflector-based LOS) (Рисунок 4) является частным случаем конфигурации точка-точка. Данная конфигурация

оптимальна для случая ограничения мощности и веса одного из абонентов. В данной конфигурации второй абонент отражает световой сигнал с помощью ретрорефлектора, который обеспечивает его модуляцию полезным сигналом. Таким образом, второй абонент не использует каких-либо собственных источников света, что обеспечивает снижение энергопотребления и веса. Однако, данная конфигурация существенно ограничена по дальности связи.

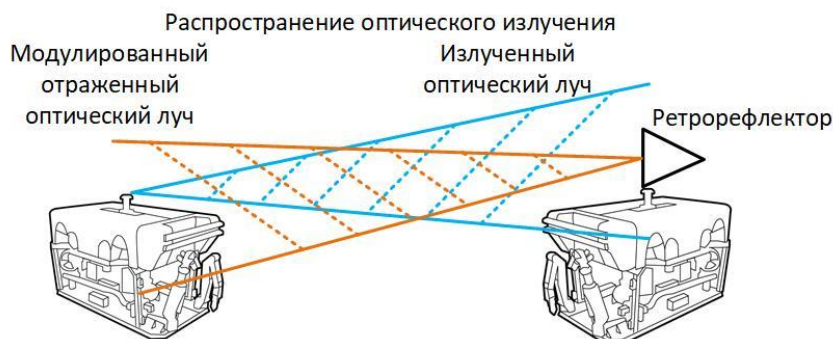


Рисунок 4. Конфигурация точка-точка на основе ретрорефлектора (retroreflector-based LOS)

Конфигурация не прямой видимости (NLOS) (Рисунок 5) позволяет преодолеть ограничения конфигурации LOS в случае наличия препятствий на линии прямой видимости. В данной конфигурации передающий абонент проецирует световой луч на поверхность моря с углом падения больше критического угла, в результате чего луч полностью отражается и второй абонент может принять его. Основной проблемой данной конфигурации являются случайные волнения поверхности моря, что приводит к дополнительному рассеянию сигнала.

По сравнению с наземными оптическими каналами ПБОС имеет несколько уникальных особенностей. Существующие модели наземных каналов беспроводной оптической связи не подходят для осуществления моделирования подводных каналов.

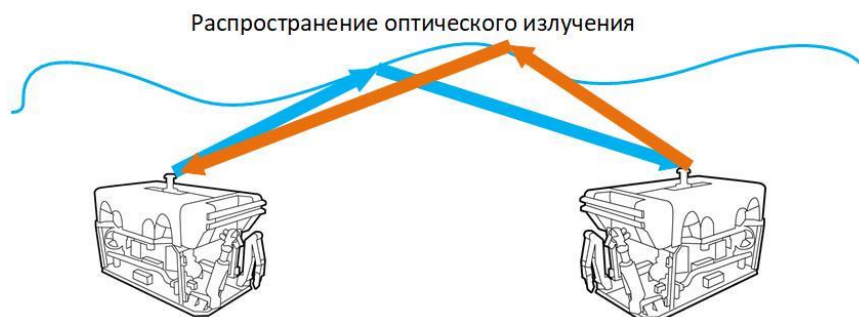


Рисунок 5. Конфигурация не прямой видимости NLOS

Оптические свойства воды можно условно разделить на две группы: свойства, которые зависят только от самой среды распространения (воды), а также от наличия в ней взвешенных частиц (эти свойства не зависят от параметров источника света), и свойства, которые зависят не только от самой среды распространения, но и от геометрической структуры светового поля (диффузия и коллимация). К первой группе следует относить коэффициент поглощения, коэффициент рассеяния, коэффициент затухания и функцию объемного рассеяния, ко второй группе – яркость, освещенность и отражательная способность.

Для решения прикладных задач собственные свойства применяются при оценке дальности канала связи, в то время как кажущиеся свойства используются для оценки уровней внешней освещенности в случае построения канала связи вблизи поверхности моря.

Коэффициенты поглощения и рассеяния являются двумя наиболее важными параметрами подводного оптического канала связи.

Поглощение – это физический процесс, при котором фотоны теряют свою энергию, которая преобразуется в другие формы, главным образом в тепловую и химическую (фотосинтез).

Рассеяние вызвано вариациями показателя преломления, которые приводят к изменению направления распространения фотонов.

Явления поглощения и рассеяния оптического излучения приводят к появлению трех нежелательных эффектов:

- потери энергии оптического сигнала из-за наличия поглощения, что приводит к уменьшению дальности связи;
- расширение светового луча вследствие рассеяния в совокупности с ограниченной апертурой линзы приемника приводит к уменьшению количества фотонов, достигающих детектора оптического излучения;
- попадание каждого отдельного фотона на чувствительный элемент приемника из-за наличия рассеяния происходит в разные моменты времени (дисперсия), что может привести к межсимвольным искажениям.

Эффект поглощения оптического излучения в чистой морской воде обусловлен двумя основными причинами: молекулами воды и растворенными в воде солями NaCl , MgCl_2 , NaSO_4 и KCl [13]. Чистая морская вода имеет окно прозрачности в диапазоне длин волн от 400 до 500 нм, то есть в сине-зеленой области спектра видимого света.

Окрашенные органические частицы, растворенные в воде (размер около 0,2 мкм) обладают высокой поглощающей способностью в диапазоне длин волн синего цвета (420-450 нм) и меньшей поглощающей способностью для длин волн, соответствующих желтому и красному цвету.

Эффект поглощения фитопланктоном главным образом возникает вследствие процесса фотосинтеза хлорофилла. При этом для разных видов фитопланктона частотная зависимость коэффициента поглощения различна. В среднем имеет место высокое поглощение оптического излучения в диапазоне длин волн от 400 до 500 нм с дополнительным пиком в окрестности длины волны 660 нм.

Фитопланктон – это микроскопические организмы, обитающие только в той части океана, в которой может распространяться солнечный свет. Глубина данной области варьируется от 50 до 200 м в чистой океанской воде, до 40 м – на континентальном шельфе и до 15 м – в прибрежной воде [14]. Фитопланктон содержит окрашенный пигмент, за счет наличия хлорофилла, каротиноидов, феофитинов, хлорофиллидов и феофорбидов, которые поглощают большое количество оптического излучения. Хлорофилл является важной причиной поглощения оптического излучения в сине-зеленой области спектра, а также в окрестности длины волны 670 нм. Высокие концентрации хлорофилла имеют место вдоль экватора, на береговых линиях и в океанах на высоких широтах. По этой причине районы с высоким содержанием органического вещества имеют желто-зеленый цвет.

Вещество не растительного происхождения представляет собой смесь живых органических частиц, таких как бактерии, зоопланктон, обломочное органическое вещество и взвешенные неорганические частицы, такие как кварц и глина. На рисунке 6 показаны спектры поглощения оптического излучения для открытого океана и прибрежной зоны. Поскольку концентрации хлорофилла, гумуса и фульвата в открытом океане низки, то в спектре поглощения преобладает затухание, вносимое чистой водой. В этом случае окно прозрачности наблюдается в диапазоне от 400 до 500 нм. Для прибрежных районов концентрация хлорофилла намного выше, поэтому окно прозрачности смещается в диапазон от 520 до 570 нм.

Эффект поглощения оптического излучения детритом, включающим органические частицы, такие как бактерии, обломочное органическое вещество и взвешенные неорганические частицы (кварц и глина) имеет характер аналогичный поглощению оптического излучения окрашенными органическими частицами.

Коэффициент рассеяния для подводного оптического канала связи может быть представлен как сумма коэффициентов рассеяния, возникающих из-за различных факторов: рассеяние на чистой морской воде, рассеяние на фитопланктоне, рассеяние на детрите). По сравнению с эффектом поглощения эффект рассеяния гораздо меньше зависит от длины волны оптического излучения.

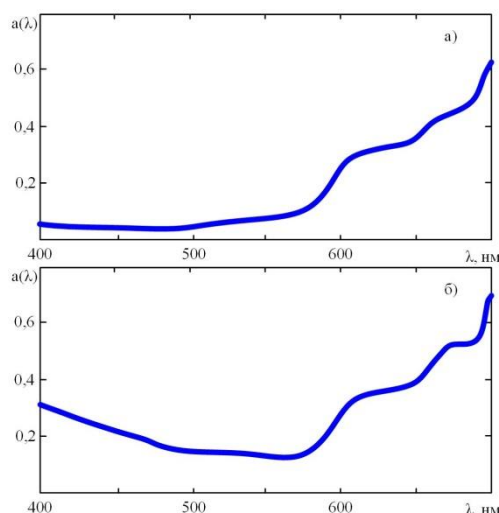


Рисунок 6. Зависимость коэффициента поглощения от длины волны оптического излучения для чистой океанской (а) и прибрежной (б) воды [14]

В чистой морской воде в связи с изменением показателя преломления в зависимости от течения, солености и температуры воды, также будет изменяться и величина коэффициента рассеяния. В связи с тем, что длина волны оптического излучения велика относительно размера молекул воды, для описания эффекта рассеяния, вызванного чистой морской водой, может быть использована модель рассеяния Рэлея.

Фитопланктон и детрит определяют более 40 % от общего эффекта рассеяния оптического излучения. При этом свет, рассеянный фитопланктоном и детритом, распространяется главным образом в прямом направлении.

Сведения о влиянии тех или иных составляющих морской воды на эффекты поглощения и рассеяния оптического излучения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние составляющих морской воды на эффекты поглощения и рассеяния оптического излучения

Наименование составляющих	Влияние на эффект поглощения	Влияние на эффект рассеяния
Вода	Постоянное значение при неизменных температуры воды и давления. Сильно зависит от длины волны оптического излучения	Рассеяние определяется моделью Рэлея. Небольшие вариации по сравнению с поглощением. Сильно зависит от длины волны оптического излучения
Соли морской воды	Незначительно в видимой области спектра. Возрастает с уменьшением длины волны оптического излучения	Рассеяние определяется моделью Рэлея. Не зависит от длины волны оптического излучения
Окрашенные органические частицы	Зависит от плотности частиц. Возрастает с уменьшением длины волны оптического излучения	Пренебрежимо мало
Фитопланктон и детрит	Зависит от плотности фитопланктона и детрита. Возрастает с уменьшением длины волны оптического излучения	Зависит от плотности фитопланктона и детрита. Возрастает с уменьшением длины волны оптического излучения

Точное значение коэффициента поглощения зависит от типа воды и глубины. Типичные значения для четырех основных типов воды приведены в таблице 2.

Таблица 2

Значения коэффициентов поглощения, рассеяния и ослабления для основных типов воды

Тип воды	Коэффициент поглощения $a(\lambda)$	Коэффициент рассеяния $b(\lambda)$	Коэффициент ослабления $c(\lambda)$
Чистая морская вода	0,053	0,003	0,056
Чистая океанская вода	0,114	0,037	0,151
Прибрежная вода	0,179	0,219	0,298
Мутная вода	0,295	1,875	2,17

В таблице 3 приведены значения оптимальных длин волн оптического излучения для различных типов воды.

Таблица 3

Значения оптимальных длин волн оптического излучения для основных типов воды

Тип воды	Концентрация хлорофилла	Концентрация органических веществ	Оптимальный рабочий диапазон длин волн
Чистая океанская вода	Низкая	Низкая	450-500 (сине-зеленая область спектра)
Прибрежная вода	Высокая	Высокая	520-570 (желто-зеленая область спектра)
Мутная вода	Очень высокая	Очень высокая	520-570 (желто-зеленая область спектра)

В чистой воде поглощение является основным ограничивающим фактором, так как малый коэффициент рассеяния приводит к слабому расхождению оптического луча.

Чистая океанская вода имеет большую концентрацию растворенных частиц, вызывающих повышенное рассеяние.

Прибрежная океанская вода имеет большую концентрацию планктона, детрита и минералов, которые являются основными причинами поглощения и рассеяния.

Мутная вода в гавани (порту) имеет самую высокую концентрацию взвешенных веществ, которые сильно ослабляют распространяющийся оптический сигнал.

1. Yi Lou, Niaz Ahmed. Underwater Communications and Networks. Textbooks in Telecommunication Engineering, Springer, 2022.
2. Suresh Kumar, Chanderkant Vats. Underwater Communication: A Detailed Review. Proceedings of WCNC-2021: Workshop on Computer Networks and Communications, May 01, 2021, Chennai, India.
3. Kabanov, V. Kramar. Marine Internet of Things Platforms for Interoperability of Marine Robotic Agents: An Overview of Concepts and Architectures. Journal of Marine Science and Engineering, Vol. 10(9):1279.
4. Semernik I., Samonova Ch. Prospects for the development of an extended-range wireless underwater optical data transmission system based on dynamical chaos. in Proceedings of 2022 Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (2022 EIConRus), SaintPetersburg, 2022, pp.1-6.
5. Saleha Al-Zhrani, Nada M. Bedaiwi, Intesar F El-Ramli, Abeer Z. Barasheed, Ali Abduldaiem, Yas Al-Hadeethi, Ahmad Umar. Underwater Optical Communications: A Brief Overview and Recent Developments. Engineered Science, 2021, Vol. 16, pp. 146-186.
6. Xiao Chen, Xingqi Yang, Zhijian Tong, Yizhan Dai, Xin Li, Miaomiao Zhao, Zejun Zhang, Jian Zhao, Jing Xu. 150 m/500 Mbps underwater wireless optical communication enabled by sensitive detection and the combination of receiver-side partial response shaping and TCM technology. Journal of Lightwave Technology, 2021, Vol. 39, Is. 14.
7. Xiaoying He, Mengyuan Li, Lan Rao. Underwater Bessel-like beams with enlarged depth of focus based on fiber microaxicon. Chinese Optics Letter, 2022, Vol. 20, No. 7.
8. Semernik, I.V., Khekert, E.V., Bender, O.V., Tarasenko, A.A., Samonova, C.V. (2023). Modeling of the Chaotic Signals Propagation Through a Wireless Underwater Optical Communication Channel. In: Dantsevich, I., Samoylenko, I. (eds) Applications in Electronics and Computing Systems. AECS 2022. Lecture Notes in Electrical Engineering, vol 971. Springer, Cham.
9. S. Q. Duntley. Light in the sea. Journal of the Optical Society of America A, vol. 53, pp. 214–233, Feb. 1963.
10. G. Gilbert, T. Stoner, and J. Jernigan. Underwater experiments on the polarization, coherence, and scattering properties of a pulsed blue-green laser. Proc. Underwater Photo Optics I, vol. 7, Santa Barbara, USA, Jan. 1966, p. 3
11. BlueComm 200 Underwater optical communications and data transfer modem [online]. Website <https://www.sonardyne.com/products/bluecomm-200-wireless-underwater-link/>
12. L. J. Johnson, F. Jasman, R. J. Green, and M. S. Leeson. Recent advances in underwater optical wireless communications. Underwater Technology, vol. 32, pp. 167–175, Nov. 2014.
13. R. C. Smith and K. S. Baker. Optical properties of the clearest natural waters (200-800 nm). Applied Optics, vol. 20, pp. 177-184, Jan. 1981.
14. Hemani Kaushal, Georges Kaddoum. Underwater Optical Wireless Communication. IEEE Access, Vol. 4, pp. 1518-1547, 2016.

Сизова Н.А., Бесхлебнов И.В.

Разработка SCADA – системы нефтеперекачивающей станции в Trace Mode 6

Самарский государственный технический университет
(Россия, Геленджик)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-440

Аннотация

В статье рассматривается разработка SCADA – системы нефтеперекачивающей станции в инструментальной среде Trace Mode 6. Описаны основные этапы построения SCADA – системы нефтеперекачивающей станции, а также настройка имитации показаний датчиков и трендов технологического процесса.

Ключевые слова: SCADA – система, Trace Mode 6, тренд, автоматизация.

Abstract

The article discusses the development of a SCADA system of an oil pumping station in the Trace Mode 6 instrumental environment. The main stages of building a SCADA system of an oil pumping station are described, as well as setting up simulation of sensor readings and process trends.

Keywords: SCADA system, Trace Mode 6, trend, automation.

Неотъемлемой частью любого современного производства является SCADA система, которая осуществляет сбор информации с множества ПИП и других технических средств автоматизации, и отображает, полученную информацию в едином диспетчерском центре. Для построения SCADA – системы, многие промышленные предприятия используют инструментальную среду Trace Mode.

Trace Mode 6 представляет собой программный комплекс, который предназначен для комплексной автоматизации на предприятии, энергетических объектов, объектов машиностроения, химических объектов, систем для энергоучёта и т.д. [1].

Первым этапом в построении SCADA – системы является разработка мнемосхемы технологического объекта. Для этого в Trace Mode 6 необходимо создать новый проект и настроить его. В частности необходимо создать узел RTM в «дереве» проекта, а затем уже в узле RTM, создать компонент «Экран», в котором и будет вестись создание мнемосхемы (рисунок 1).

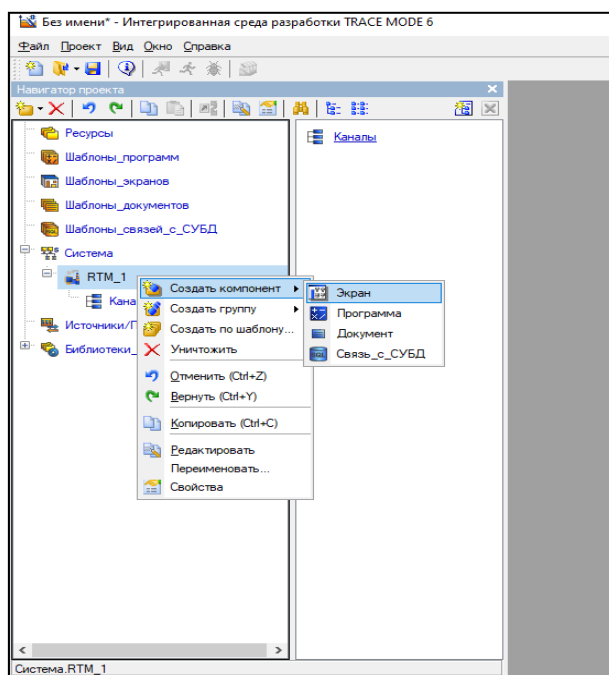


Рисунок 1. Создание «Экрана» в Trace Mode 6

Для построения графической интерпретации технологического процесса нефтеперекачивающей станции, необходимо воспользоваться инструментами «Плоские фигуры», «Объемные фигуры», «Линия», «Кнопки», «Текст» и прорисовать основные элементы технологической площадки нефтеперекачивающей станции. Также, используя инструменты «Плоские фигуры», «Линия», «Текст», нужно графически отобразить первичные измерительные преобразователи, контроллеры, запорную арматуру и линии связи контроллера с исполнительными механизмами (рисунок 2).

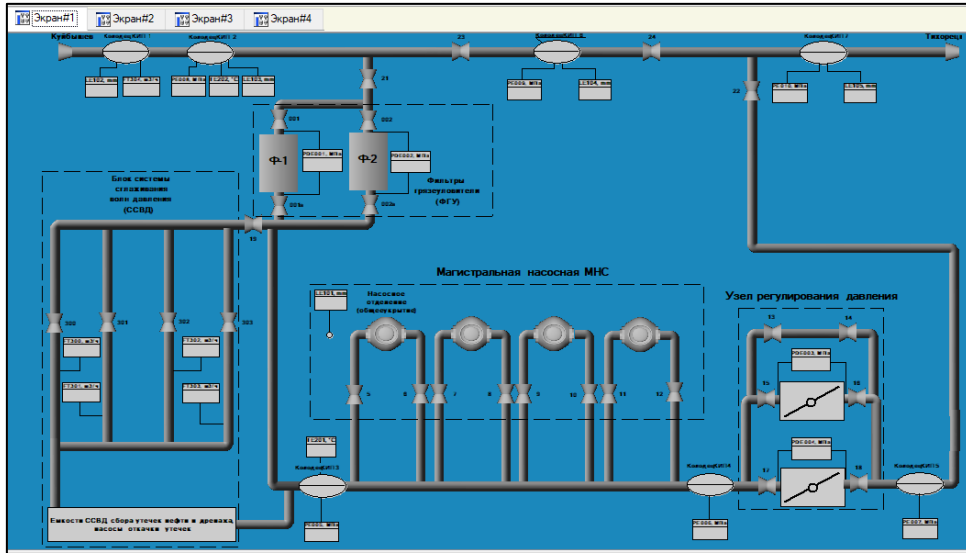


Рисунок 2. Мнемосхема нефтеперекачивающей станции в Trace Mode 6

Для получения значения измеряемого параметра и индикации показаний на мнемосхеме, необходимо для каждого из датчиков мнемосхемы создать тег и привязать его к каналу измеряемого параметра. После успешной привязки и запуска проекта, на каждом из датчиков мнемосхемы появятся показания измеряемого параметра (рисунок 3).

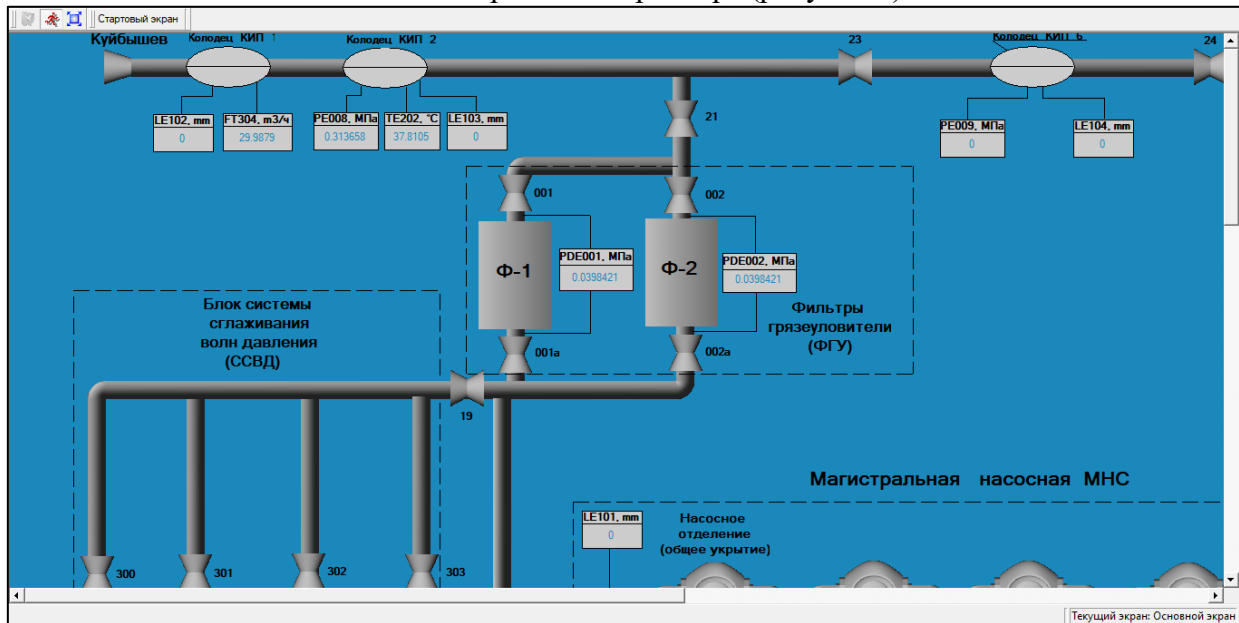


Рисунок 3. Индикация показаний датчиков на мнемосхеме

Теперь лишь остается создать и настроить экраны с трендами измеряемых параметров. Для этого следует в узле RTM создать компоненты «Экран» для каждой из групп измеряемых параметров и разместить на каждом из экранов тренды соответствующие типу измеряемого параметра и определенному датчику (рисунок 4).

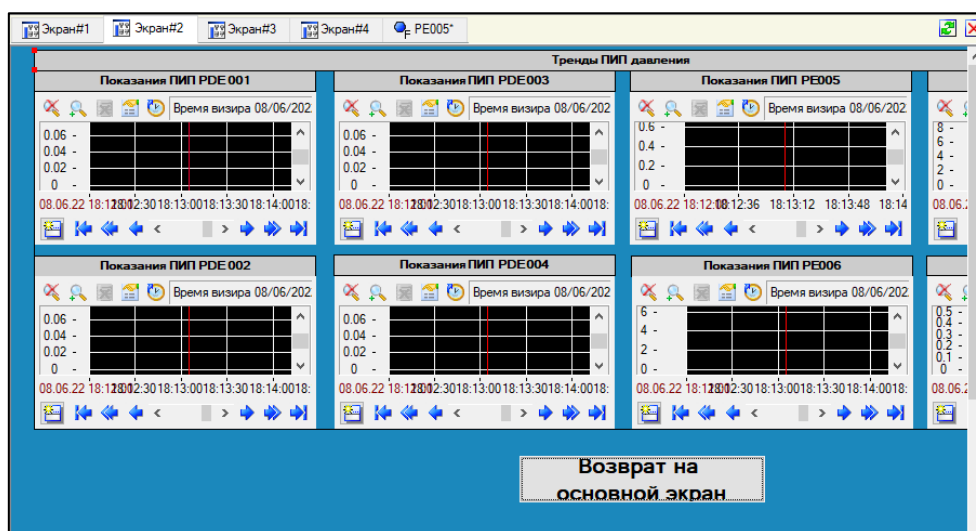


Рисунок 4. Экран с трендами датчиков давления

Для успешной работы трендов необходимо привязать каждый тренд к определенному каналу измеряемого параметра. После успешной привязки и запуска проекта на каждом из трендов появиться кривая, которая и будет соответствовать изменению измеряемого параметра (рисунок 5).

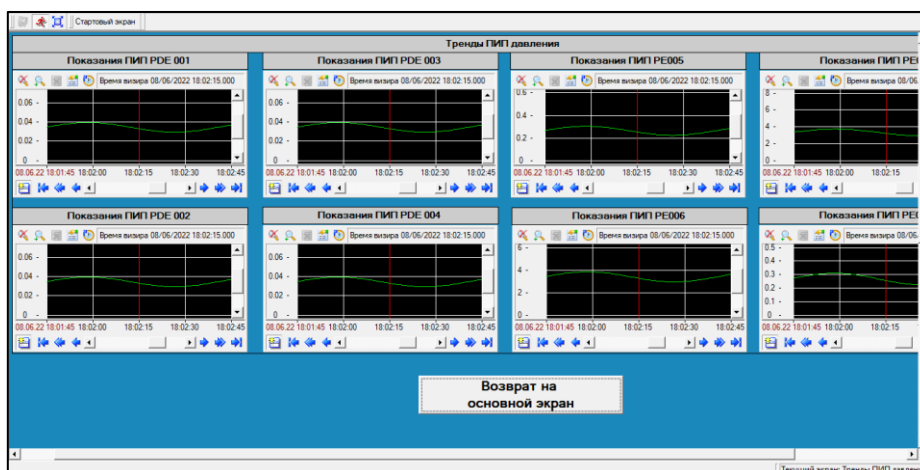


Рисунок 5. Тренды датчиков давления с индикацией показаний

В итоге можно определить, что инструментальная среда Tracex Mode обладает всеми необходимыми функциями для построения надежной, информативной и работоспособной SCADA – системы.

1. Ковалёв Д. А. , Ляшенко А.Л. Основы работы в Tracex Mode./ Д.А.Ковалёв, А.Л. Ляшенко. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД – 2019.

Сизова Н.А., Бесхлебнов И.В.

Система противоаварийной автоматической защиты насосных агрегатов нефтеперекачивающих станций

*Самарский государственный технический университет
(Россия, Геленджик)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-441

Аннотация

В статье рассматривается система противоаварийной автоматической защиты магистральных насосных агрегатов промежуточных нефтеперекачивающих станций. Описаны

основные блокировки и условия их срабатывания, при возникновении на магистральных насосных агрегатах нефтеперекачивающих станциях аварийных ситуаций.

Ключевые слова: нефтеперекачивающая станция, магистральный насосный агрегат, противоаварийная автоматическая защита, блокировка, сигнализация.

Abstract

The article discusses the system of emergency automatic protection of main pumping units of intermediate oil pumping stations. The main blockages and conditions of their operation are described when emergency situations occur at the main pumping units of oil pumping stations.

Keywords: oil pumping station, main pumping unit, emergency automatic protection, blocking, alarm.

Любая нефтеперекачивающая станция относится к опасным производственным объектам, при эксплуатации которого высок риск аварий или иных инцидентов, способных нанести ущерб жизни и здоровью персонала, организации и окружающей среде. Наличие системы противоаварийной автоматической защиты на промышленных предприятиях позволяет предупреждать образование взрывоопасных и пожароопасных сред в технологическом оборудовании при нарушении границ предельно допустимых значений параметров, характеризующих состояние технологического процесса, предусмотренных регламентом во всех режимах его функционирования и обеспечить безопасную остановку или перевод процесса в безопасное состояние по заданной программе [1].

Блокировки нефтеперекачивающих станции (НПС) подразделяются на агрегатные блокировки, воздействующие непосредственно на магистральный насосный агрегат (МНА), и общестанционные блокировки, предназначенные для предотвращения аварийных ситуаций на всех объектах технологической площадки.

Агрегатные блокировки предназначены для защиты магистрального насосного агрегата при возникновении аварийного события на данном агрегате.

Агрегатные блокировки классифицируются по типу измеряемого параметра:

1. По температуре;
2. По утечкам;
3. По вибрации;
4. По давлению.

К блокировкам МНА по температуре относят следующие виды блокировок [2]:

- Аварийная температура корпуса насоса;
- Аварийная температура подшипников насоса и электродвигателя;
- Аварийная температура обмоток и железа статора электродвигателя;
- Аварийная температура масла на сливе из подшипников электродвигателя;
- Аварийная температура горячего воздуха на выходе статора электродвигателя;
- Аварийная температура холодного воздуха в корпусе электродвигателя.

По всем вышеуказанным блокировкам, аварийное значение составляет на 5 °С меньше максимальной температуры, установленной заводом-изготовителем, при этом выдержка времени до срабатывания блокировки составляет 1 секунду.

Также по всем указанным параметрам имеется предупредительная сигнализация, уставка которой на 15 °С меньше максимальной температуры указанной заводом изготовителем, по данному значению на автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора выводится световая и звуковая сигнализация. При достижении измеряемым параметром аварийного значения, происходит отключение работающего МНА и переход на резервный насосный агрегат.

К следующему виду блокировок МНА относят блокировку по утечкам нефти через торцевое уплотнение насоса. При заполнении сборного сосуда утечек нефти свыше аварийного

значения, происходит отключение МНА и закрытие секующих задвижек МНА. Перехода на резервный насосный агрегат при срабатывании данной блокировки не происходит [2].

Следующий вид блокировок – блокировки по вибрации и осевому смещению. По вибрации имеется две блокировки [2]:

- Аварийный максимальный уровень вибрации – срабатывание блокировки происходит при вибрации корпуса насоса свыше аварийного значения, установленного заводом – изготовителем;
- Аварийный уровень вибрации – срабатывание блокировки происходит при вибрации корпуса насоса свыше предаварийного значения, установленного заводом – изготовителем.

При достижении вибрации корпуса насоса предаварийного значения, включается световая и звуковая сигнализация, при превышении аварийного значения вибрации, происходит переход на резервный насосный агрегат.

Также к данной группе блокировок относят блокировку по осевому смещению, срабатывание которой происходит при достижении смещения ротора насоса предаварийного или аварийного значения. В первом случае включается световая и звуковая сигнализация, во втором же случае происходит переход на резервный насосный агрегат.

Блокировки по давлению подразделяются на следующие виды [2]:

- Аварийное минимальное давление масла принудительной системы смазки перед подшипниками МНА – при срабатывании данной блокировки с выдержкой времени 3 секунды, происходит отключение работающего МНА и осуществляется переход на резервный насосный агрегат;
- Аварийное максимальное давление охлаждающей воды электродвигателя – при срабатывании данной блокировки с выдержкой времени 3 секунды, также происходит отключение работающего МНА и осуществляется переход на резервный насосный агрегат.

1. Введение в системы противоаварийной защиты объектов нефтедобычи [Электронный ресурс]// Трансэнергострой. – 2014. – URL: http://transenergostroy.ru/blog/vvedenie_v_sistemy_protivoavariynoy_zashhity_ob_ektov_neftegazodobychi.html. (дата обращения: 15.11.2022)
2. Требования к защите оборудования НПС [Электронный ресурс]// Товароведение. – 2015. – URL: https://studbooks.net/2572203/tovarovedenie/trebovaniya_zaschite_oborudovaniya. (дата обращения: 15.11.2022)

Смолин П.И., Ребров И.А.

Разработка методики расчета токов в тяговой рельсовой сети при безбалластном строении пути

*АО «ВНИИЖТ»
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-442

Аннотация

Разработка имитационной модели прогнозирования картины распространения тяговых токов при безбалластном строении пути позволит определить критические ситуаций в работе канализации обратных тяговых токов, повысить точность выполнения электрических расчетов системы тягового железнодорожного электроснабжения на линиях с высокоскоростным движением, а также повысить безопасность на железной дороге путем снижения риском возникновения критических ситуаций, вызванных повышенным сопротивлением рельсовой путь – земля.

Ключевые слова: обратная тяговая сеть, рельсовая цепь, система тягового электроснабжения, безбалластный путь, линии отсоса, верхнее строение пути, сопротивление растеканию тока.

Abstract

The development of a simulation model for predicting the pattern of propagation of traction currents with a ballast-free track structure will make it possible to determine critical situations in the operation of reverse traction current sewerage, improve the accuracy of electrical calculations of the traction railway power supply system on lines with high-speed traffic, as well as improve safety on the railway by reducing the risk of critical situations caused by increased resistance of the rail track - earth.

Keywords: reverse traction network, rail chain, traction power supply system, ballast-free track, suction lines, upper structure of the track, resistance to current spreading.

В последние годы тематика электроснабжения линий высокоскоростных магистралей (ВСМ) активно рассматриваются такими организациями как ВНИИЖТ, ПГУПС, ОМГУПС, МИИТ и др. в рамках реализации транспортной стратегии развития линий ВСМ путем решения инфраструктурных задач. В работе [1] рассмотрены вопросы научно-технического сопровождения связанных с эксплуатацией системы тягового электроснабжения 2х25 кВ при строительстве ВСМ.

При разработке компьютерных программ, предназначенных для расчета нагрузочной способности системы тягового железнодорожного электроснабжения и оценки влияния тяговой сети на систему и устройства железнодорожной автоматики и телемеханики при различных типах строения пути отдельной задачей, стоит задача по рассмотрению модели расчета максимальных и эффективных токов в тяговой рельсовой сети систем тягового электроснабжения при наличии безбалластного пути, в связи с мало изученным вопросом влияния безбалластного пути на параметры электрифицированных железных дорог [2].

Стоит отметить, что результаты расчётов максимальных и эффективных токов могут быть использованы:

- при выборе параметров элементов тяговой рельсовой сети, находящихся в цепи протекания тяговых токов от электроподвижного состава, на участках новой электрификации и при реконструкции действующих линий с целью подготовки устройств электроснабжения к пропуску грузовых поездов повышенной массы, а также скоростных и высокоскоростных пассажирских поездов;
- при проверочных расчётах пропускной способности железнодорожных участков по допустимым нагрузкам элементов тональных рельсовых цепей (ТРС).

Тяговая сеть представляет собой систему с различными устройствами, состоящую в основном из контактной и рельсовой сетей, питающих и отсасывающих линий. Передача электрической энергии от сборных шин тяговой подстанции к электроподвижному составу осуществляется по проводам замкнутой цепи: шины подстанции – питающая линия – контактная сеть – скользящий контакт – тяговые двигатели электроподвижного состава (ЭПС) – катящийся контакт – рельсовая цепь – отсасывающая линия – шины подстанции [3].

Протекание токов по рельсам вызывает в них падение напряжения и, следовательно, возникновение потенциала рельсов относительно удалённой земли.

Первоначально рассматривалась базовая схема замещения участка тяговой сети с экранирующим усиливающим проводом (ЭУП) (Рисунок 1) линии связи с использованием теории многополюсников [4]

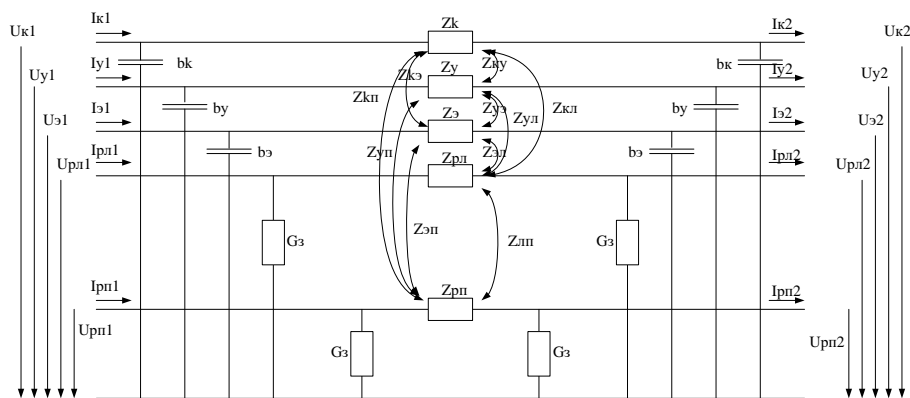


Рисунок 1 Схема замещения участка тяговой сети с ЭУП

На схеме рисунок 1 обозначено Z_k , Z_y , $Z_э$ – сопротивление контактной подвески, усиливающего, экранирующего провода; $Z_{рл}$, $Z_{рп}$ – сопротивление левого и правого рельсового пути; $b_k, b_y, b_э$ – ёмкостная проводимость между контактной подвеской и землей, между усиливающим проводом и землей, между экранирующим проводом и землей; $G_з$ – проводимость между землей и рельсом.

В схеме замещения на рисунке распределенное по длине переходное сопротивление безбалластного пути рельсы – земля представлено проводимостью:

$$G_з = \frac{1}{2R_{п}} \Gamma, \quad (1)$$

где $R_{п}$ – переходное сопротивление безбалластного пути рельс – земля, которое включает в себя сопротивление таких элементов железнодорожного полотна, как ж/б шпалы, монолитная плита (безбалластная призма), земляное полотно (1).

Далее рассмотрим пример методологии расчета обратной тяговой сети с использованием первичных параметров тяговой рельсовой сети разработанной в ВНИИЖТ В. Е. Марским.

Покилометровое сопротивление $z_{р1}$ одной рельсовой нити каждого пути с учётом наличия стыков (при переменном токе комплексное значение, при постоянном токе активное $r_{р1}$), Ом/км содержится в параметрах схемы питания расчётного участка;

$r_{пер}$ – среднее по длине участка активное значение переходного сопротивления рельсовая нить – земля, Ом·км.

Переходные сопротивления между рельсами соседних путей не учитываются.

С использованием указанных первичных параметров рассчитывается коэффициент распространения рельсовой сети, 1/км:

$$\gamma_p = (z_{р1} / r_{пер})^{0,5} \quad (2)$$

С целью определения соответствия нагрузочной способности устройств ТРС расчётным токам по каждому главному пути задаётся массив из M_p элементов тяговой рельсовой сети, содержащий следующие параметры:

Координата $L_{рi}$ расположения i -го элемента на участке, км;

вид элемента и доля $k_{рс}$ протекающего по нему тока от общего тока в данном сечении ТРС одного пути:

Вид элемента	Значение $k_{рс}$
Дроссель-трансформатор	1,0
Перемычка дроссельная	0,5
Перемычка междроссельная	1,0
Перемычка междупутная	1,0
Соединитель стыковой	0,5

тип элемента (наименование устройства, марка и сечение проводов);

допустимый длительный (20 мин и более) ток $I_{доп}$, А.

Для любой координаты L_{pi} может быть задан один или несколько элементов различных видов. В точках подключения к ТРС отсасывающих линий ТП, ППН и АТП размещаются, как правило, одиночные дополнительные дроссель-трансформаторы (ДТ). Если же линия подключена к паре путевых ДТ, то каждый из них располагают на расстояниях $+0,001$ км от точки подключения. На перегонах путевые ДТ размещают с учётом известных координат границ блок-участков либо упрощённо с выбранным шагом $\Delta L_p = 0,8 \dots 1,2$ км. Проверяемые элементы ТРС следует размещать также в местах наибольшего электропотребления поездов.

Предполагается, что расчётная схема участка, электрифицированного по системе переменного тока 2×25 кВ (наиболее общий случай), содержит M_0 устройств тягового электроснабжения (тяговые подстанции (ТП), автотрансформаторные пункты (АТП)), подключённых к ТРС в точках с координатами L_{on} , $n = 1 \dots M_0$ (рис. 1).

Нагрузка схемы задаётся комплексными токами I_{pm} поездов, $m = 1 \dots M_{п}$, и координатами L_{pm} их расположения на рассматриваемом пути.

На основе решения системы контурных уравнений рассчитываются параметры режима схемы, в частности: токи I_{on} в отсасывающих линиях, I_{ki} в участках контактной сети и I_{pi} питающего провода, а также токи $I_{кв}$, $I_{рв}$ в ответвлениях контактной сети (КС) и ТРС. Для подстанций значения I_{on} определяются с учётом фазировки плеч и доли тока λ в линии, являющейся частью трёхэлементной цепи отсоса [5].

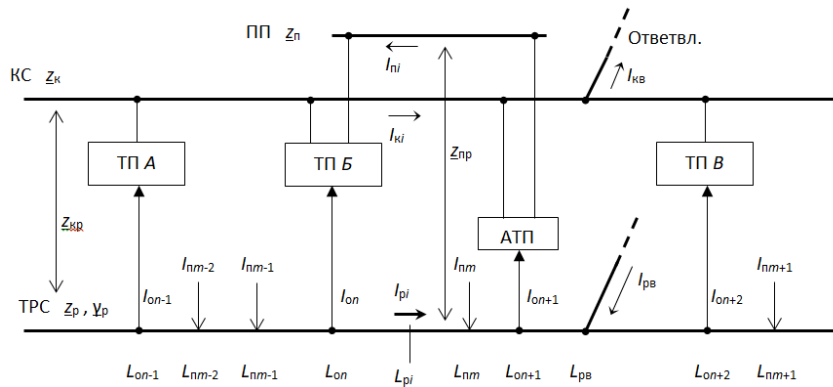


Рисунок 1 – Расчётная схема при определении тока в элементе тяговой рельсовой сети

Принимаются положительные направления токов: в рельсах по ходу километров и от нагрузок в сторону ТРС. В соответствии с [6] общий ток обеих рельсовых нитей рассматриваемого пути в любом сечении ТРС с координатой L_{pi} , $i = 1 \dots M_p$, определяется по комплексному выражению:

$$I_{pi} = 0,5 \sum_{m=1}^{M_{п}} b I_{pm} \exp(-\gamma_p |L_{pm} - L_{pi}|) - 0,5 \sum_{n=1}^{M_0} c I_{on} \exp(-\gamma_p |L_{on} - L_{pi}|) + I_{pi \text{ инд}} \quad (3)$$

где b – знак направления тока растекания из узла: $b = +1$ при $L_{pi} > L_{pm}$ и $b = -1$ при $L_{pi} < L_{pm}$;

c – то же: $c = +1$ при $L_{pi} > L_{on}$ и $c = -1$ при $L_{pi} < L_{on}$;

$I_{pi \text{ инд}}$ – индуктированный ток в рассматриваемом сечении ТРС от токов I_{ki} и I_{ni} на соответствующем участке КС и ПП:

$$I_{pi \text{ инд}} = -I_{ki} Z_{кк} / Z_{пр} + I_{ni} Z_{кп} / Z_{пр} \quad (4)$$

При наличии ответвлений ТРС токи $I_{рв}$ включаются в первую сумму формулы (4).

В том случае, если при расчётах режимов наибольшей нагрузки ТРС принимают $\gamma_p = 0$, то ток $I_{pi \text{ инд}}$ не учитывается.

Ток дополнительного дроссель-трансформатора (ДТ), установленного в точке $L_{pi} = L_{on}$ для подключения отсасывающей линии, равен току в этой линии:

$$I_{pi \text{ ДТд}} = I_{on} \quad (5)$$

При системе постоянного тока вместо АТП в схеме может присутствовать пункт преобразования напряжения. Расчёты по выражению (3) ведутся в алгебраической форме; ток $I_{pi\text{ инд}}$ не учитывается.

Для рассмотрения возможности использования указанной методики и схемы замещения с применением многополносника для системы тягового железнодорожного электроснабжения для безбалластного пути, необходимо детализировать схему замещения. В основу должна идти математической модель переходного сопротивления «рельсы – ж/б шпалы – безбалластная призма – земляное полотно». При этом при такой детализации элементов тяговой сети рельсы – земля все равно придется идти на ряд допущений [1].

В дальнейшем также необходимо произвести исследования переходного сопротивления безбалластного пути при стекании с рельсов больших токов короткого замыкания. С имитацией короткого замыкания на перегоне вблизи тяговой подстанции и в удалении от тяговой подстанции на разное расстояние расстояния.

На основе проделанного эксперимента можно будет сделать вывод о правомерности основных исходных предпосылок и допущений в разработанной математической модели переходного сопротивления «рельс – безбалластная призма – земля» и возможности ее использования в методике расчета обратной тяговой сети.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, НТУ «Сириус», ОАО «РЖД» и Образовательного Фонда «Талант и успех» в рамках научного проекта № 20-38-51017.

1. Научное сопровождение развития высокоскоростных магистралей в России / колл. авторов; под ред. А.Б. Косарева, О.Н. Назарова. – М.: РАС, 2018. –119 с.
2. Косарев А.Б., Рудашевский Р.А., Рудашевская А.В., Смолин П.И., Ребров И.А. Определение переходного сопротивления между рельсом и землей для безбалластного пути и влияние сопротивления на растекание токов утечки в земляном полотне // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). 2022. Т. 81, №1. С. 7–15. <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2022-81-1-7-15>.
3. Смолин, П. И. Исследование модели растекания тока по рельсовым нитям на безбалластном пути в системе тягового электроснабжения / П. И. Смолин, И. А. Ребров // Железная дорога: путь в будущее: Сборник материалов I Международной научной конференции аспирантов и молодых ученых, Москва, 28–29 апреля 2022 года. – Москва: Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта, 2022. – С. 176-182. – EDN SBCBQJ.
4. Бадер М.П. Электромагнитная совместимость, Учебник для вузов. М.: Транспорт. 2002. – 640 с.
5. Наумов А. В., Наумов А. А. Выбор параметров и правила построения обратной тяговой рельсовой сети на электрифицированных железных дорогах со скоростным и тяжеловесным движением. – М.: Интекст, 2005. – 143 с.
6. Котельников А. В., Наумов А. В. Расчет токов в тяговой рельсовой сети при определении термической устойчивости ее элементов. – В кн.: Новое в повышении эффективности и совершенствовании системы тягового электроснабжения. Сб. науч. тр. М.: Транспорт, 1985, с. 4–10.

Соколова К.С., Ботова А.С.
Интенсификация теплообменников

*ФГБОУ ВО «КГЭУ»
(Россия, Казань)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-443

Научный руководитель: Попкова О.С.

Аннотация

В сегодняшних реалиях и в перспективе один из главных путей повышения экономичности энергоустановок – улучшение теплообменного оборудования при помощи внедрения эффективных способов интенсификации теплообмена. Путем интенсификации можно совершенствовать режим работы теплообменника, например, снизить температурный

напор, то есть снизить температуру стенки при фиксированной температуре теплоносителя или увеличить температуру теплоносителя при заданной максимально допустимой температуре стенки.

Ключевые слова: теплообменное оборудование, интенсификации теплообмена, теплоноситель.

Abstract

In today's realities and in the future, one of the main ways to increase the efficiency of power plants is to improve heat exchange equipment through the introduction of effective methods for intensifying heat transfer. By means of intensification, it is possible to improve the mode of operation of the heat exchanger, for example, to reduce the temperature difference, that is, to reduce the wall temperature at a fixed coolant temperature or to increase the coolant temperature at a given maximum allowable wall temperature.

Keywords: heat exchange equipment, heat exchange intensification, coolant.

Для усиления процесса теплоотдачи в теплообменнике достаточно эффективным средством является оребрение рабочей поверхности устройства со стороны с меньшим коэффициентом теплоотдачи. Ребра наиболее эффективны, когда разница коэффициентов теплоотдачи теплоносителя по разные стороны переборки велика (более 10 раз). Развитие ребристой поверхности особенно эффективно до тех пор, пока коэффициент теплопередачи площадь поверхности теплопередачи с обеих сторон стенки не станут одинаковыми, после чего развитие поверхности менее эффективно.

На сегодняшний день во всем мире используются ребристые теплообменники с самой разнообразной конфигурацией ребер, изготовленных по разным технологиям (рисунок 1). Применяются продольные и поперечные ребра, винтовые одно- и многозаходные, шиповидной формы, постоянной толщины, переменного сечения, высокие и низкие. Ребра наматываются на трубу в виде ленты, накладываемой на ребро и прикрепляемой к трубе сваркой или пайкой. Боковые ребра могут быть прижаты к трубе или разнесены. После этого его необходимо зафиксировать пайкой или сваркой. Также можно гидравлически сдерживать трубу изнутри до некоторой остаточной деформации (увеличения диаметра). Обеспечивая качественный контакт между трубой и основанием ребра. Основание ребра можно закатать в стенку трубы. Продольные ребра легко фиксируются роликами или точечной сваркой.

Ребра наматываются на трубу в виде ленты, накладываемой на ребро и прикрепляемой к трубе сваркой или пайкой. Боковые ребра могут быть прижаты к трубе или разнесены. После этого его необходимо зафиксировать пайкой или сваркой. Также можно гидравлически сдерживать трубу изнутри до некоторой остаточной деформации (увеличения диаметра). Обеспечивает качественный контакт между трубой и основанием ребра. Основание ребра можно закатать в стенку трубы.

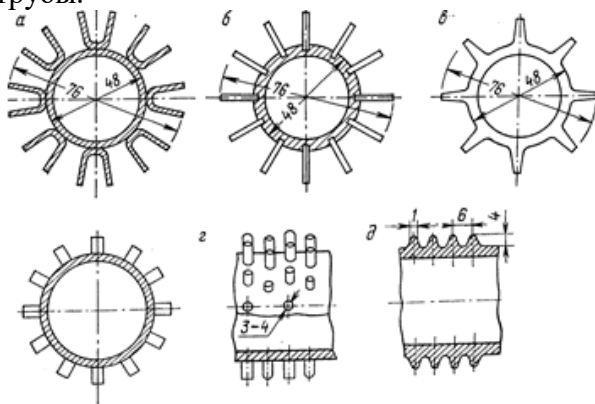


Рисунок 1. Оребренные трубы:

- a* – ребра корытообразные приварные;
б – ребра завальцованные; *в* – ребра выдавленные;
г – ребра приварные шиповидные; *д* – ребра накатанные

Усиленный теплообмен в трубе можно осуществить за счет вращения потока теплоносителя вокруг продольной оси трубы. Вихри потока создаются различными вставками, прикрепленными к трубе. Винтовой- в виде винта или плоской скрученной ленты (рисунок 2). Лопастными завихрителями - по типу много лопастного пропеллера или турбинного колеса. Также возможно закрутить поток тангенциальной подачей жидкости, как это делается в циклоне. Если вставку установить только на входе в трубу, то завихрения потока под действием вязких сил исчезнут, как только жидкость будет двигаться по каналу. Характеристики вихревого потока винтовой вставки задаются шагом винтовой линии S вставки, углом винтовой линии лопасти.

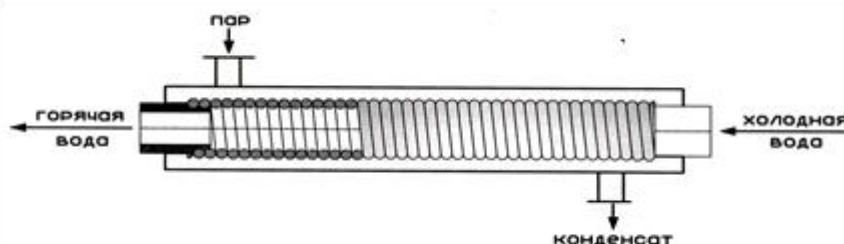


Рисунок 2. Схема теплообменника типа «труба в трубе» с теплообменным элементом в виде пружинно-витого канала

Усиленный теплообмен в закрученном потоке достигается за счет увеличения скорости потока вблизи стенки и вторичного течения, создаваемого действием центробежной силы для усиления теплообмена между ядром потока и пограничным слоем стенки канала. Также за счет того, что удлиненный завихритель (витая лента) увеличивает поверхность теплообмена, получается ребристый эффект при хорошем контакте вставки со стенкой трубы. Вставка передает (или поглощает) тепло стенке трубы за счет теплопроводности. Расход тепла за счет реберного эффекта не превышает 30% от теплообмена между стенкой трубы и теплоносителем за счет теплообмена. В ламинарном и переходном режимах полосовые завихрители позволяют умеренно увеличить потери энергии на прокачку теплоносителя, чтобы увеличить теплоотдачу в несколько раз. Завихритель особенно эффективен в этом режиме течения.

1. Справочник по конструкционным материалам. Под ред. Б.Н. Арзамасова, Т.В. Соловьевой. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. – 640 с.
2. Гортышов, Ю. Ф. Теплогидравлический расчет и проектирование оборудования с интенсифицированным теплообменом / Ю. Ф. Гортышов, В. В. Олимпиев, Б. Е. Байгалиев. – Казань: КГЭУ, 2004. – 432 с.
3. Олимпиев, В. В. Интенсификация теплообмена и энергосбережение: учебное пособие / В. В. Олимпиев. – Казань, КГЭУ, 2006. – 181 с.
4. Назмеев, Ю. Г. Теплообменные аппараты ТЭС [электронный ресурс]: учебник для вузов / Ю. Г. Назмеев, В. М. Лавыгин. – 4-е изд. дополненное. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 269 с. – Режим доступа: www.nelbook.ru

Тойгамбаев С.К., Абенов А.Т.

Использование плазменной наплавки при ремонте деталей машин

*ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А.Тимирязев
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-444

Аннотация

На сегодняшний день ужесточаются требования к качеству технического обслуживания и ремонта, а также восстановлению изношенных деталей. Также серьезной проблемой является постоянная нехватка запасных частей для ремонтного производства, которая снижает техническую готовность парка машин. В статье представлены результаты установления

взаимосвязей характеристик использования плазменных покрытий и эксплуатационных свойств восстановленных распределительных валов

Ключевые слова: плазменная наплавка; восстановление; полимеры; двигатель; методика; расчет.

Abstract

Today, the requirements for the quality of technical maintenance and repair, as well as the restoration of worn-out parts, are being tightened. Also a serious problem is the constant shortage of spare parts for repair production, which reduces the technical readiness of the fleet of machines. The article presents the results of establishing the relationship between the characteristics of the use of plasma coatings and the operational properties of restored camshafts.

Keywords: plasma surfacing; reduction; polymers; motor; methodology; calculation.

Для расширения производства запасных частей целесообразно вторичное использование изношенных деталей, восстанавливаемых в процессе ремонта. Чтобы повысить ресурс восстанавливаемых деталей, необходимо использовать порошковые твердые сплавы. Эффективным механизированным способом нанесения покрытий различной толщины порошковыми твердыми сплавами является плазменная наплавка. Плазменная наплавка характеризуется высокой температурой сжатой дуги (порядка 1000 - 2000°C), концентрированным вводом в изделие теплоты, что обеспечивает повышение производительности процесса наплавки. При плазменной наплавке в струю подаются материалы, которые полностью расплавляются, после чего подаются на наплавляемую деталь, которая нагревается в процессе наплавки. Таким образом, для поддержания машинного парка в постоянной готовности необходимо расширять и совершенствовать эксплуатационную базу существующих ремонтных предприятий. Одним из узких мест является выход из строя в результате интенсивного изнашивания распределительных валов ДВС техники.

Методика исследования: Методика заключается в установлении взаимосвязей характеристик плазменных покрытий и эксплуатационных свойств восстановленных распределительных валов, в частности усталостной прочностью и износостойкостью. Распределительные валы работают в условиях знакопеременных нагрузок. Для их восстановления наиболее рационально применять порошковые твердые сплавы. Для большинства кулачков требуется наплавить только верхушку. Однако при значительных износах кулачки наплавляют по профилю и затем шлифуют под номинальный размер. Наплавку выполняют с помощью копировального устройства, смонтированного на токарном станке. Для плавного регулирования скорости наплавки станок приводится в движение от источника постоянного тока. Плазмотрон предназначен для наплавки износостойких (рис.1), фрикционных и других специальных покрытий на поверхность деталей методом наплавки порошковых материалов. Наплавка деталей производится износостойкими присадочными металлами, отличными по составу и структуре от основного металла. Зона плавления должна быть минимальной и достаточно прочной, способной к релаксации напряжения для уменьшения напряжения и предупреждения трещин. Наплавку изношенных поверхностей при восстановлении деталей осуществляют твердыми порошковыми сплавами, обладающими высокой износостойкостью. Однако эти сплавы не обеспечивают в зоне сплавления достаточной прочности из-за образования хрупких прослоек.

Поэтому для восстановления деталей, работающих со знакопеременными нагрузками, используется наплавочный материал с меньшим пределом прочности, менее износостойкий, но более пластичный. Выбор высоколегированных порошковых твердых сплавов объясняется не только их высокой износостойкостью, но и особыми свойствами, характерными для дисперсных частиц. Температура плавления их ниже по сравнению с монолитными проволоками, они имеют более высокую удельную поверхность и их добавление к проволокам значительно увеличивает химическую активность протекания реакций в сварочной ванне, что способствует снижению температуры формирования слоев и повышению их качества.

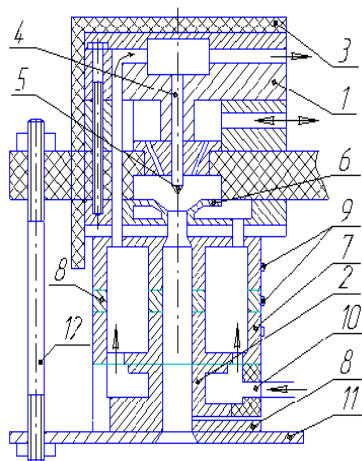


Рис. 1. Схема плазмотрона

1-катодный узел; 2- анодный узел; 3-рукоятка; 4- катод; 5- вольфрамовый электрод; 6- входное сопло; 7- межэлектродная вставка; 8- медный анод; 9- токопровод; 10- водяная трубка; 11- пластина; 12- штильки

По износостойкости порошковые твёрдые сплавы в 1,5 раза превосходят применяемые наплавочные материалы (износостойкие электродные проволоки, порошковые проволоки, ленты). Восстановление с их использованием детали обычно имеют ресурс выше новых.

Также известно, что твёрдые сплавы обладают значительной хрупкостью и при наплавке часто образуются трещины. Добавление 8% по весу порошкового алюминия в сплавы УС-25, сормайт-1, способствует устранению трещин в наплавочных слоях. Добавка алюминия не снижает износостойкости наплавленных слоев, а наоборот, наблюдается некоторое повышение их. распределительных валов с использованием в качестве присадочного материала порошковых твёрдых сплавов на железной и на никелевой основе. В качестве газов для плазмообразования используется аргон с расходом 1,5-2 л/мин. Для транспортирования порошка в сварочную ванну и её защиты могут применяться аргон, расход 6-10 л/мин, и азот 10-16 л/мин. В случае применения аргона качество наплавки высокое. Но для распределительных валов, главным образом посадочных мест, наиболее целесообразно использовать дешёвый азот, применение которого при наплавке порошками на железной основе с обязательным добавлением к последним в процентах по весу порошкового алюминия позволяет получить износостойкие покрытия высокого качества. Химический состав порошков приведён в таблице 1. Рационально применять плазменную наплавку для восстановления

Математическая модель: С целью оптимизации режимов наплавки вершины и цилиндрической части кулачков распределительных валов двигателей, поставлен полный факторный эксперимент (ПФЭ) 23 с равномерным дублированием опытов. В качестве независимых переменных выбраны: сила тока наплавки (I , А), скорость (V , мм/с), расход порошка (Q , кг/ч). Параметр оптимизации – толщина наплавленного слоя (h , мм). По результатам предварительных исследований (рис. 1 и 2) выбраны интервалы и уровни варьирования факторов (таблица 2). Таблица 1. Химический состав хромоникелевых порошков и порошков на железной основе

Таблица 1

Химический состав хромоникелевых порошков и порошков на железной основе

Марка	никель	углерод	хром	кремний	бор	железо	марганец	вольфрам	молибден
хромоникелевые порошки									
ПР-Н77Х15СЗР2	Основа	0,35 – 0,8	14 – 16	2,8 – 3,5	1,8-2,3	до 5	—	—	—
ПР-Н73Х16СЗР3	Основа	0,6 – 0,9	15 – 17	2,7 – 3,7	2,3-3,0	до 5	—	—	—

ПР-Н77Х17С4Р4	Основа	0,8 – 1,2	16 – 18	3,8 – 4,5	3,1-4,0	до 5	—	—	—
ПР-Н67Х18С5Р5	Основа	0,9 – 1,5	16 – 19	4,0 – 5,0	4,0-4,7	до 5	до 1	—	—
порошки на железной основе									
ПГ-С27	2 – 4	3,3 – 4,5	25 – 28	1,0 – 2,0	—	Основа	0,8 – 1,5	0,2–0,4	0,08
ПГ-СР4	3 – 5	3,1 – 4,3	27 – 31	1,0 – 3,0	—	Основа	0,5 – 1,3	0, –0,7	0,15
ПГ-С1	3 – 5	2,5 – 3,3	32 – 37	2,8 – 4,2	—	Основа	0,4 – 1,5	0,4–1,5	—
ПГ-ФБХ-6-2	1,3 – 2,5	3,5 – 6,5	32 – 37	1,0 – 2,5	1,3-2,0	Основа	0,4 – 1,5	1,5–4,0	—
ПГ-УС25	1,0 – 1,8	4,4 – 5,4	35 – 41	1,6 – 2,6	< 2,5	Основа	—	—	—

Следует отметить, что уровни варьирования силы тока наплавки не могут быть расширены вследствие оплавления торцов кулачка, либо плохого формирования наплавляемого слоя в случае снижения силы тока. В полном факторном эксперименте постоянными оставались следующие параметры:

1. Напряжение сжатой дуги – 35 В;
2. Диаметр плазмообразующего сопла – $4,0 \cdot 10^{-3}$ м;
3. Расход плазмообразующего газа (аргона) – 1,5.. .2 л/мин;
4. Расход защитного газа (аргона) – 6...8 л/мин;
5. Расстояние от сопла плазмотрона до детали – $(8...10) \cdot 10^{-3}$ м;
6. Амплитуда колебаний – $(15...16) \cdot 10^{-3}$ м;
7. Частота колебаний – 30...40 мин⁻¹.

Эксперименты проводили на кулачках распределительных валов. В качестве наплавочного материала использовали порошковую смесь ПГ-ФБХ6-2+2...5% алюминия. В соответствии с выбранным планом каждый опыт повторяли три раза. Результаты экспериментов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Уровни варьирования факторов

Наплавляемый участок	Наименован. фактора	Обозначен. фактора	Единица измерения	Интервал варьирования	Уровни		
					-	0	+
Вершина кулачка	Ток	X_1	А	15	150	165	180
	Скорость	X_2	$\cdot 10^{-3}$ м/с	0,25	1,07	1,32	1,57
	Расход порошка	X_3	кг/ч	0,12	0,48	0,60	0,72
Цилиндрическая часть	Ток	X_1	А	15	170	185	200
	Скорость	X_2	$\cdot 10^{-3}$ м/с	0,18	1,26	1,44	1,62
	Расход порошка	X_3	кг/ч	0,12	0,36	0,48	0,60

Обработка результатов проведена в известной последовательности:

1. Рассчитана дисперсия опыта, проверена однородность ряда дисперсий.
2. Рассчитаны коэффициенты регрессии.
3. Проведена проверка статистической значимости коэффициентов регрессии.
4. Проведена проверка адекватности модели.

Уравнения регрессии адекватно описывают исследуемый процесс и имеют вид:

- для вершины кулачка: $Y = 1,66 + 0,09X_1 - 0,13X_2 + 0,14X_3 + 0,08X_2X_3$; (1)
- для цилиндрической части: $Y = 1,06 + 0,114X_1 - 0,326X_2 + 0,211X_3$. (2)

Анализируя уравнения (1 и 2), можно отметить, что наибольшее влияние на толщину наплавленного слоя в выбранных интервалах варьирования оказывают скорость наплавки и расход порошка. В меньшей степени влияют ток наплавки и совместное действие скорости и

расхода порошка. В уравнении регрессии для цилиндрической части коэффициент от совместного действия этих факторов статистически незначим. Наиболее оптимальными являются режимы в 7-й строке таблице 3 как для вершины кулачка, так и для цилиндрической части.

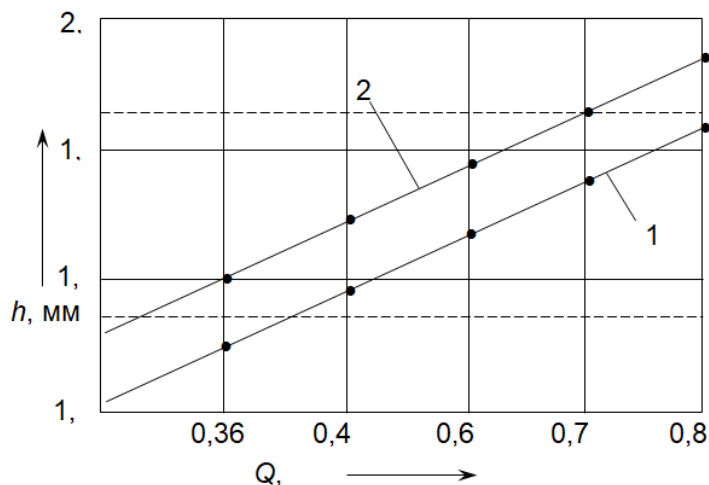


Рис. 1. Зависимость толщины наплавленного слоя на вершине кулачка от расхода порошка

Скорость наплавки $1,4 \cdot 10^{-3}$ м/с. 1 – $I=150$ А; 2 – $I=180$ А

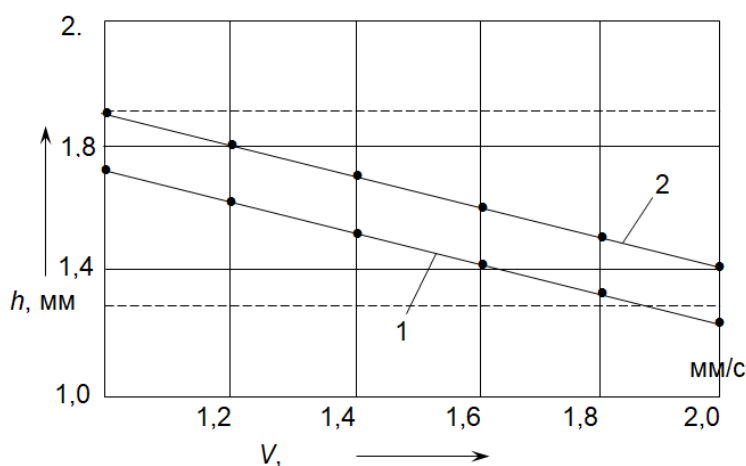


Рисунок 2. Зависимость толщины наплавленного слоя на вершине кулачка от скорости наплавки

Расход порошка 0,6 кг/ч. 1 – $I=150$ А; 2 – $I=180$ А

Таблица 3

План и результаты полного факторного эксперимента 2^3

№ опыта	Уровень фактора			Для вершины кулачка			Для цилиндрической части		
	1	2	3	Среднее значение параметра оптимизации \bar{Y}_i	Дисперсия средняя S_{yi}^2	Расчетное значение параметра оптимизации $Y_i^{расч}$	Среднее значение параметра оптимизации \bar{Y}_i	Дисперсия средняя S_{yi}^2	Расчетное значение параметра оптимизации $Y_i^{расч}$
				1,65	0,0028	1,64	1,03	0,0108	1,06
				1,78	0,0039	1,82	1,20	0,0202	1,29
				1,23	0,0028	1,22	0,39	0,0458	0,41
				1,40	0,0038	1,40	0,77	0,0187	0,64
				1,77	0,0013	1,76	1,56	0,0051	1,48
				1,92	0,0063	1,94	1,75	0,0469	1,71
				1,60	0,0112	1,66	0,80	0,0039	0,83
				1,89	0,0111	1,84	0,97	0,0101	1,06

Для практических расчетов уравнение регрессии более удобно в преобразованном виде. Переход от кодированных значений к натуральным осуществляется по следующим формулам:

$$\begin{aligned} X_1 &= (I - I_0) / \Delta I; \quad (3) \\ X_2 &= (V - V_0) / \Delta V; \quad (4) \\ X_3 &= (Q - Q_0) / \Delta Q, \quad (5) \end{aligned}$$

где I_0, V_0, Q_0 – натуральные значения независимых переменных на основных уровнях; $\Delta I, \Delta V, \Delta Q$ – значение интервалов варьирования.

В результате экспериментальных исследований получена математическая модель оптимизации ($h \rightarrow h_{\text{опт}}$) режимов плазменной наплавки фасонных поверхностей вида:

$$\begin{cases} h = 2,768 + 0,006I - 2,12V + 0,314Q, [\text{мм}] - \text{для вершины кулачков} \\ h = 1,418 + 0,0076I - 1,811V + 1,758Q, [\text{мм}] - \text{для цилиндрической части} \end{cases} \quad (6)$$

Таким образом, плазменную наплавку можно использовать в массовом производстве, где большое значение имеет скорость и стабильность продукции.

Выводы:

1. Данная математическая модель (формула 6) позволяет решать прямые и обратные задачи – определять (находить) значения критерия оптимизации (толщины наплавляемого слоя) по выбранным факторам или факторы по выбранным другим параметрам и заданному критерию оптимизации.

2. Полученные зависимости дают возможность оценить технологическую эффективность процесса плазменной наплавки и управлять выходными параметрами для получения износостойких покрытий.

1. Апатенко А.С., Быков В.В., Голубев И.Г., Евграфов В.А., Голубев М.И. Технология и организация восстановления деталей и сборочных единиц при сервисном сопровождении. / Москва, 2017. Том Часть.
2. Гусев С.С., Коваленко В.П., Улюкина Е.А., Пирогов Е.Н. Эффективность регенерации отработанных нефтяных масел с помощью ПГС – полимеров.
3. Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". 2004. № 1. С. 102.
4. Гусев С.С. Восстановление качества отработанных нефтяных масел с помощью ПГС - полимеров на сельскохозяйственных предприятиях. Автореферат диссертации кандидата наук, 2006г.
5. Коломейченко А.В., Логачев В.Н., Титов Н.В., Кравченко И.Н. Микродуговое окисление как способ повышения ресурса деталей машин при их производстве или восстановлении./ Техника и оборудование для села. 2014. № 4. С. 30-35.
6. Карапетян М.А., Пряхин В.Н. Механизация и автоматизация сельско-хозяйственного производства./ Учебное пособие. Москва, 2013. С. 216.
7. Карапетян М.А. Основы концепции экологической совместимости си-стемы «Машина-трактор-технология-почва»./ Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2005. № 9. С. 30-32.
8. Тойгамбаев С.К., Апатенко А.С. Анализ износа деталей транспортных и технологических машин. Методическое пособие для студентов по дисциплине “Основы работоспособности технических систем” Утвержден УМК ИМЭ им. В.П. Горячкина. Изд. ООО. «Мегаполис» г. Москва. 2020. с. 37.
9. Тойгамбаев С.К. Восстановление бронзовых втулок скольжения центробежной заливкой с применением электродугового нагрева. ж. Механизация и Электрификация сельского хозяйства. Теоретический и научно-практический журнал. № 7. 2015 г. Москва. с. 28-32.
10. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Применение электродугового нагрева и центробежной заливки при ремонте деталей машин./ Международный научный электронный журнал «International Journal Of Professional Science» ISSUE № 10/ 2019г. Нижний Новгород. с. 89-97.

Тойгамбаев С.К., Абенов А.Т., Буканов Е. С.

Экономическое обоснование реконструкции моечного участка

*ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А.Тимирязев
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-445

Аннотация

В статье представлены экономические расчеты применения модернизации моечной щеточной установки. Экономические расчеты показывают снижение себестоимости работ по

сравнению со старой технологией, уменьшение времени выполнения операции по мойке машин.

Ключевые слова: мойка; стоимость; затраты; оплата труда; расчет.

Abstract

The article presents the economic calculations of the application of the modernization of the washing brush installation. Economic calculations show a reduction in the cost of work compared to the old technology, a shorter time for performing the car washing operation.

Keywords: washing, cost, costs, remuneration calculation.

Сущность разработки:

внедрение более прогрессивной технологии мойки машин. Преимущества предлагаемого экономического решения:

1. Экономические – снижение стоимости по сравнению со старой технологией – рост прибыли.
2. Технические – увеличение скорости выполнения операций.
3. Экологические – уменьшение количества сточных вод.
4. Социальные – улучшение условий труда рабочих

Таблица 1

Исходные данные для расчета

№ п/п	Показатели	Единицы измерения	Варианты	
			Базовый	Новый
1	Площадь, занимаемая машиной	м ²	27	22
2	Стоимость производственных фондов	тыс.руб.	1312,0	1271,54
3	Стоимость оборудования	тыс.руб.	891,0	754,5
4	Количество производственных рабочих	человек	1	1
6	Производительность установки для очистки	м ² /час	80	80
8	Расход воды	м ³ /час	1,38	0,396

Определение производственной площади участка мойки. В результате проведенных расчетов по определению площади специализированного участка мойки составила 36 м².

1. Определение основных средств специализированного участка.

Основные средства специализированного участка мойки определяется из выражения:

$$C_o = C_{зд} + C_{об} + C_{и.п} + C_{и}, \quad (1)$$

где $C_{зд}$ – стоимость помещения участка, руб., $C_{об}$ – стоимость оборудования, руб., $C_{и.п}$ – стоимость инструмента и приспособления, руб., $C_{и}$ – стоимость инвентаря, руб.

Стоимость основных средств специализированного участка составляет:

$$C_o = 1271540 \text{ руб.}$$

Для дальнейших расчетов сведем в табл. 2 основные расчетные данные по специализированному участку на основании вышеприведенных расчетов и расчетов по специализированному участку.

Определение производственной себестоимости наружной очистки машин.

В общем виде себестоимость (С) услуги можно представить как сумму следующих затрат, сгруппированному по их экономическому содержанию:

$$C = Z_o + M_z + O_c + A_o + P_p + H_p, \quad (2)$$

где Z_o – затраты на оплату труда, M_z – материальные затраты, O_c – отчисления на социальные нужды, A_o – амортизация основных фондов, P_p – прочие затраты, H_p – накладные расходы.

В затраты на оплату труда входят выплаты заработной платы и премии рабочим и специалистам за фактически выполненную работу, а также надбавки и доплаты за совмещение профессий, оплата отпусков. Сумма заработной платы исчисляется исходя из специальных расценок, тарифных ставок и должностных окладов. В материальных затратах отражают стоимость приобретенных со стороны материалов, топлива и энергии всех видов, услуги других

организаций. Расходы на социальные нужды включают обязательные отчисления, по установленным законодательством нормам, органам государственного социального страхования, Пенсионного фонда, государственного (муниципального) фонда занятости и медицинского страхования. Расходы на амортизацию основных производственных фондов представляют собой сумму отчислений на полное восстановление производственных фондов, исходя из балансовой стоимости данных фондов и действующих норм. В состав прочих затрат входят налоги, сборы, отчисления в специальные внебюджетные фонды и платежи за нарушение экологии. Накладные расходы – это расходы на организацию и управление производством. В практических расчетах себестоимость работ рассчитывают по двум показателям, приведенным – это: 1. Сумме прямых затрат и 2. Общепроизводственные расходы специализированного участка.

2. Сумму прямых производственных затрат специализированного участка рассчитывают по следующим показателям, отнесенные на единицу продукции: – зарплата производственным рабочим; – начисления на зарплату; – стоимость материалов; – затраты на амортизацию основных фондов участка; – затраты на электроэнергию, – затраты на воду; – прочие расходы.

А. Заработная плата работникам специализированного участка (по данным бухгалтерии) представлена в таблице 2.

Таблица 2

Расчет заработной платы

№	Должность	Кол-во человек	Оклад в месяц, руб	Зарплата, с учетом начислений
1	Директор	1	20000	25240
2	Бухгалтер	1	10000	12620
3	Менеджер	2	5000	6310
4	Оператор автоматической линии	1	8500	10727
5	Работников боксов ручной мойки	4	9000	11358
6	Кассир	1	6500	8203
7	Сторож	2	5000	6310
Итого затраты внутри участка составляют				$Z_{в.у} = 80768$ руб

Начисления на зарплату составляют 26,2% от основной заработной платы рабочих. Зарплата с учетом начислений указана в табл. 2. Бухгалтер-экономист осуществляет бухгалтерскую отчетность и технико-экономическое планирование. Он выполняет расчетные работы, оформляет необходимую документацию. Следит за точностью и своевременностью расчетов с потребителями, поставщиками и органами налогового контроля. Составляет итоговые бюджетные отчеты для предоставления в налоговые органы. Принимает активное участие в планировании в области налоговой и ценовой политики предприятия. Общие затраты внутри участка, отнесенные к себестоимости мойки одной машины составят

$$\text{Базовая } 80768 / 1300 = 62,3$$

$$\text{Новая } 80768 / 1300 = 62,3$$

Б. Стоимость используемых материалов: – моющие средства; – полироли; – губки; – прочие МБП; – фильтры, насадки; – бумага, канцелярские товары.

Из расчета закупки на месяц: $S_m = 5200$ (по бухгалтерской отчетности)

Стоимость 1 кг абразива, руб. 0,5

Базовая: Для одной мойки необходимо $0,5 \cdot 4,8 \cdot 0,5 = 1,2$ руб. на одну мойку, таким образом для базового варианта стоимость используемых материалов вырастет на 3120 руб.

затраты на сопутствующие материалы мойки одной машины составят:

$$\text{Базовая } 5200 / 1300 = 4,0 \text{ руб.} + 1,2 \text{ руб.} = 5,2 \text{ руб.}$$

$$\text{Новая } 5200 / 1300 = 4,0 \text{ руб.}$$

В. Расходы на амортизацию производственных фондов участка.

Амортизационные отчисления на проведение текущего обслуживания и ремонт оборудования и приспособлений по участку составляют % от их стоимости (данные бухгалтерии): Новый – стоимость оборудования – 754500 руб.

- амортизационные отчисления за год – 75450 руб.

Для базового варианта

- стоимость оборудования – 891000 руб.
- амортизационные отчисления за год – 89100 руб.

На нашем комплексе установлена автоматическая линия, производительностью 50 автомашин за смену. Тогда время мытья одной машины составит в среднем 10 минут. Учитывая, что по установленному графику работы рабочих дней в году получается 312, а в месяце – 26, установим годовой объем оказания услуг, которое составит 15 600 (автомашин), а месячный – 600 (автомашин).

2. Амортизационные отчисления на мойку одной машины составят:

$$\text{Базовый } 891000 / 12 \cdot 1300 = 57,12 \text{ руб.}$$

$$\text{Новый } 754500 / 12 \cdot 600 = 48,36 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления на производственное здание участка составляют 5 % от их стоимости (данные бухгалтерии): – балансовая стоимость помещения специализированного участка – 770000 руб.

$$A_{\text{зд}} = 770000 / 30 = 25666,67 \text{ руб.}$$

Г. Затраты на электроэнергию и воду.

Расход на электроэнергию: $P_3 = C_3 \cdot W$, (3), где C_3 – стоимость 1кВт энергии, руб. ($C_3 = 4,8$ руб./кВт), W – годовая потребляемость электроэнергии ремонтного участка, кВт.

Таблица 3

Расходы на амортизацию производственных фондов участка

№	Наименование оборудования	Балансовая стоимость, руб.	Срок службы, лет	Амортизация за год, в руб.	Отработанное кол-во дней в месяц работает оборудование по 5 часов	Сумма амортизации за месяц, в руб.	Кол-во единиц обо-руд.
1	Тоннельная автоматическая линия, ее узлы и агрегаты	285 000,0	12	23750	24	1979,2	1
2	Здания и сооружения	770 000,0	30	25667	24	2138,9	1
3	Аппараты высокого давления	72500,0	10	7250	24	604,2	2
4	Пылесосы сухой и влажной уборки	77900,0	10	7790	24	649,2	2
5	Аппараты для химчистки текстильных покрытий салона	42500,0	10	4250	24	354,2	2
6	Дополнительное оборудование	23640,0	5	4728	24	394	-
	Всего	1271540,0	-	73435	-	6119,2	8

$$W = \Phi_{\text{д.о}} \cdot N_{\text{уст}} \cdot n \cdot \eta_3, (4)$$

где $\Phi_{\text{д.о}}$ – действительный фонд времени оборудования, час, $\Phi_{\text{д.о}} = 2000$ час, $N_{\text{уст}}$ – среднее значение мощности установки, $N_{\text{уст}} = 15,79$ кВт, n – количество установок $n = 1$ шт., η – коэффициент загрузки моечной установки, $\eta = 0,85$

$$W = 2000 \cdot 15,79 \cdot 1 \cdot 0,85 = 26843 \text{ кВт}$$

$$P_3 = 4,8 \cdot 26843 = 128846,4 \text{ руб.}$$

3. Расходы электроэнергии, отнесенные на 1 операцию:

Новый $128846,4 / 1300 = 99,2$ руб.; Базовый $128846,4 / 1300 = 99,2$ руб.

Расходы за воду: $P_v = C_v \cdot Q$ (5), где C_v – стоимость 1 м³ воды, $C_v = 22,4$ руб./м³, Q – годовая потребность воды, м³.

$$Q = q \cdot n \cdot \Phi_{д.о} \cdot \eta, (6)$$

где q – удельный расход воды для выполнения работ мойки, $q = 0,396$ м³/час для новой, для базовой $q = 1,38$ м³/час; $n = 1$; $\Phi_{д.о} = 2000$ ч; $\eta = 0,85$

новой $Q = 0,396 \cdot 1 \cdot 2000 \cdot 0,85 = 673,2$ м³/в месяц

$P_v = 673,2 \cdot 22,4$ руб. = 15080 р.

Базовой $Q = 1,38 \cdot 1 \cdot 2000 \cdot 0,85 = 2346$ м³ / в месяц

$P_v = 2346 \cdot 22,4$ руб. = 52550,4 руб.

Д. Прочие расходы, отнесенные на специализированный участок, составляют 0,6% (по данным бухгалтерии) от суммы заработной платы с начислениями работников участка за год: $\Pi = 80768 \cdot 12 \cdot 0,006 = 5815$ руб.

4. Прочие расходы, отнесенные на 1 операцию составят: $5815 / 1300 = 4,47$ р.

Проведенные расчеты прямых затрат участка, приведенные к одной операции представлены в табл. 4.

Таблица 4

Расчет прямых затрат

№ п/п	Показатели	Сумма, руб.	
		Базовый	Новый
1	Заработная плата с начислениями производственным рабочим	31,06	31,06
2	Затраты на используемые материалы	5,2	4,0
3	Расходы на амортизацию	57,12	48,66
4	Затраты на электроэнергию	99,2	99,2
5	Затраты на воду	52,55	15,08
6	Прочие расходы	4,47	4,47
Итого сумма прямых производственных затрат		249,6	202,47

Е. определение накладных расходов. Общепроизводственные расходы по участку составляют 5,4% (согласно данным бухгалтерии) от суммы затрат внутри участка и прямых затрат участка: $Р_{уч} = (31,06 + 202,47) \cdot 0,054 = 12,61$ р.

5. Общепроизводственные расходы по мойке составляют 22% (по данным бухгалтерии) от затрат внутри участка: $Н_{уч} = 80768 \cdot 0,22 = 17768$ руб, а отнесенные на выполнение 1 операции составит: $17768 / 1300 = 1,37$ руб

Расчет затрат и себестоимости продукции на одну операцию

Таблица 5

Таблица себестоимости продукции

№ п/п	Статьи расходов	Варианты т.р.		Обоснование статей расходов
		Базовый	Новый	
1	Зарплата производственных рабочих	31,06	31,06	Оклад в месяц составляет 11358 руб.
2	Начисления на зарплату	8,13	8,13	Начисления на з/п составляют 26,2% от основной з/п рабочих.
3	Затраты на используемые материалы	5,2	4,0	Стоимость моечных и полировочных материалов для мойки одной машины (п.Б)
4	Амортизация	57,12	48,66	Амортизационные отчисления составляют % в год от его стоимости (п.В)
5	Затраты на электроэнергию	99,2	99,2	Стоимость 1 кВт энергии составляет 1,8 руб./кВт.
6	Затраты на воду т.р.	52,55	15,08	Стоимость 1 м ³ воды составляет 22,4 руб/м ³
7	Прочие прямые затраты	4,47	4,47	По данным бухгалтерии (п. Д)

9	Общепроизводственные расходы	1,37	1,37	В экономических расчетах принято, что общепроизводственные расходы составляют 22-100%. Принимаем 22 %.
10	Прочие расходы	12,61	12,61	Прочие цеховые расходы составляют 5,4% от прямых затрат.
	Итого:	271,71	224,58	

Расчет экономических показателей. Цена продукции определяется как:

$$Ц = С + П_{п} + НДС, (7)$$

где С – себестоимость продукции, руб. П_п – плановая прибыль, 25% от себестоимости, руб.

$$\text{Новой } Ц = 224,58 + 56,15 + 44,92 = 325,65 \text{ руб.}$$

$$\text{Базовой } Ц = 271,71 + 67,93 + 54,34 = 393,98 \text{ руб.}$$

Определение удельной прибыли на рубль производственных затрат.

$$P_{уд} = \frac{Ц_{н.к.} - З_{р.к.}}{З_{р.к.}}, (8)$$

где Ц_{п.к.} – цена мойки, З_{р.к.} – затраты на мойку.

$$ФО = \frac{ТП}{ОФ} \cdot 100\% , (9)$$

Определение фондоотдачи (ФО):

где ТП – стоимость товарной продукции (восстановленный клапан), руб.;

Определение рентабельности основных фондов, руб.

$$P_{оф} = \frac{П_{пр}}{ОФ} \cdot 100\% , (10)$$

где П_{пр} – величина прибыли от мойки, руб., ОФ – стоимость производственных фондов, руб.

Определение рентабельности производственных затрат.

$$P_{н.р.} = \frac{П_{пр}}{П_з} \cdot 100\% , (11)$$

где П_{пр} – величина прибыли от мойки, руб., П_з – величина производственных затрат, руб.

Определение годовой экономии денежных средств.

Годовая экономия денежных средств участка по внешней очистке машин определяется как:

$$\mathcal{E}_m = [Ц_n - (Ц + E_n \cdot (C_o / N))] \cdot N , (12)$$

где Ц_н – цена одной мойки, руб., Ц_н = руб. Ц – цена операции с применением кавитационной насадки, руб., E_н – нормативный коэффициент эффективности капитальных затрат, E_н = 0,15, С – стоимость производственных фондов участка, руб., N – производственная программа очистки машин, шт.

$$\mathcal{E} = (325,65 - (0,15 \cdot (1271540 / 1300))) \cdot 1300 = 232596 \text{ р.}$$

Определение окупаемости капитальных затрат.

$$T = C_o / \mathcal{E}_r (13)$$

$$T = 1271540 / 232596 = 5,5 \text{ лет}$$

Выводы.

Использование модернизации моечной машины позволяет увеличить производительность работ. Позволяет экономить расходы на воду и так же расход воды в три раза.

1. Дидманидзе О.Н., Егоров Р.Н. Основы оптимального проектирования машино- тракторных агрегатов. / Москва, 2017.
2. Новиченко А.И., Подхватилин И.М. Оценка эффективности функционирования средств технологического оснащения АПК. / Природообустройство. 2013. № 2. С. 92-96.

3. Кузнецов Ю.А., Коломейченко А.В., Кулаков К.В., Гончаренко В.В. Практикум по экономике и организации технического сервиса./ Учебное пособие Орел, 2013. -300с.
4. Шмонин В.А., Теловов Н.К., Тойгамбаев С.К. Комбинированное орудие для глубокого рыхления почвы с внесением удобрений. Патент на изобретение RU 2500092 C1, 10.12.2013. Заявка № 2012126854/13 от 27.06.2012.
5. Гусев С.С., Коваленко В.П., Улюкина Е.А., Пирогов Е.Н. Эффективность регенерации отработанных нефтяных масел с помощью ПГС – полимеров./ Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". 2004. № 1. С. 102.
6. Гусев С.С. Восстановление качества отработанных нефтяных масел с помощью ПГС - полимеров на сельскохозяйственных предприятиях. Автореферат диссертации кандидата наук, 2006г.
7. Тойгамбаев С.К., Соколов О.К. Оптимизация параметров участка ТО и ремонта машино- тракторного парка. / В сборнике: Вестник Международной общественной академии экологической безопасности природопользования (МОАЭБП). Москва, 2020. С. 5-21.
8. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Выбор критериев оптимизации при решении задач по комплектованию парка машин производственных сельскохозяйственных организации. В сборнике: Доклады ТСХА. 2019. С. 317-322
9. Martynova N.B., Bondareva G.I., Toygambaev S.K., Telovov N.K. Machine for carrying out work on deep soiling with the simultaneous application of liquid organic fertilizers. В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2020. С. 42091.
10. V. Karpuzov, Golinitzky P. V., Cherkasova E., Antonova O. Toygambayev S. K. Development of the knowledge management process at the agro-industrial complex maintenance enterprise./ The materials of the ASEDU-2020 conference are published in the Journal of Physics: Conference Series - Volume 1691. ASEDU 2020. Journal of Physics: Conference Series. 1691 (2020) 012031. IOP Publishing. doi:10.1088/1742-6596/1691/1/012031. Krasnoyarsk city. 11.20 g.

Уморина Ж.Э.

Особенности применения альтернативных источников в архитектуре

*Уральский государственный архитектурно-художественный университет
(Россия, Екатеринбург)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-446

Аннотация

В статье описаны особенности применения альтернативных источников энергии в архитектурном проектировании жилых зданий. Проанализированы примеры подобных современных архитектурных объектов, выведены критерии применения, обоснован выбор технологий. Рассмотрены возможности экономического эффекта от проектирования и строительства архитектуры с данными технологиями. Выделены пять главных типа возобновляемых источников энергии: энергия солнца и ветра, энергия биомассы, геотермальная энергия, энергия приливов и отливов и гидроэлектроэнергии. Описаны технологии их применения в архитектуре.

Ключевые слова: архитектура, технологии, альтернативные источники энергии, геотермальная энергия, энергия приливов.

Abstract

The article describes the features of the use of alternative energy sources in the architectural design of residential buildings. Examples of similar modern architectural objects are analyzed, application criteria are derived, and the choice of technologies is justified. The possibilities of economic effect from the design and construction of architecture with these technologies are considered. Five main types of renewable energy sources are identified: solar and wind energy, biomass energy, geothermal energy, tidal and hydroelectric energy. The technologies of their application in architecture are described.

Keywords: architecture, technologies, alternative energy sources, geothermal energy, tidal energy.

Основной целью проектирования ЭЖЗ является эффективное использование энергетических ресурсов. Технические решения являются основным критерием выбора энергосберегающих технологий и систем, которые должны одновременно способствовать улучшению микроклимата в доме и защите окружающей среды. Современный ЭЖЗ должен быть единой энергетической системой [1, с. 83].

Энергоэффективное здание, в зависимости от используемых инженерных систем, делится на две энергетические подсистемы:

- производство энергии из внешнего климата (климат является источником энергии);
- здание как единая энергетическая система (энергия генерируется зданием благодаря используемым энергетическим системам).

Все энергетические ресурсы делятся на две группы: возобновляемые и невозобновляемые. Главной особенностью возобновляемых источников энергии является природная возобновляемая энергия. Сюда входят: энергия солнца и ветра, энергия биомассы, геотермальная энергия, энергия приливов и отливов и гидроэлектроэнергии. Альтернативные источники энергии являются экологически чистыми, и при их разработке в атмосферу не выбрасываются вредные вещества; поэтому они не загрязняют окружающую среду и могут быть использованы в архитектурных проектах. Кроме того, чтобы вырабатывать энергию из альтернативных источников, нет необходимости организовывать на большие станции для их производства, а все необходимое оборудование и системы, возможно расположить в конструкции здания.

Не возобновляемые источники энергии не пополняются после использования. Такие как ископаемое топливо – уголь, газ и нефть. При разработке не возобновляемых источников энергии вредные вещества, которые загрязняют окружающую среду, выбрасываются в атмосферу.

Генераторы солнечной энергии зачастую используют в энергоэффективной архитектуре. Солнечная энергия, полученная в течение трех дней в России, превышает энергию общего годового производства электроэнергии в нашей стране. Кроме того, у солнечной промышленности мало конкурентов с точки зрения лояльности к окружающей среде и ресурсам. Использование только 0,0125% может удовлетворить все текущие потребности мирового энергетического сектора, а использование 0,5% полностью удовлетворит будущие потребности. Технологий использующие энергию солнца, имеют преимущество, оно заключается в том, что во время работы солнечных систем тепло практически не выделяется в поверхностные слои атмосферы и не имеет парникового эффекта или загрязнения воздуха. Но солнечная энергия имеет недостаток, в зависимости от состояния атмосферы, времени суток и года. Самой популярной технологией в мире является использование солнечной энергии для горячей воды и отопления. Прозрачный элемент обычно изготавливается из закаленного стекла с низким содержанием металлов или из специального гофрированного поликарбоната. Трубы, по которым распределяется охлаждающая жидкость, изготовлены из сшитого полиэтилена или меди. Сама панель герметична, поэтому отверстия в ней герметизированы силиконом. При отсутствии сбора тепла (застоя) плоские коллекторы способны нагревать воду до 190-200 °С. Фотоэлектрические системы (солнечные панели) требуют минимального обслуживания, не используют воду и поэтому хорошо подходят для отдаленных и пустынных районов. Этот метод преобразования солнечной энергии является долгосрочным и экологически чистым, и его также можно использовать для улучшения экологической ситуации в месте использования и в будущем для регулирования условий окружающей среды на больших территориях.

Принцип использования энергии Солнца

Солнечная энергия является самым мощным и доступным из всех видов альтернативных и возобновляемых источников энергии. Солнечное излучение не только неисчерпаемо, но и абсолютно чистый источник энергии с огромным энергетическим потенциалом. Эти типы систем чаще всего используются в многоквартирных домах жилых зданий на современном

этапе строительства ENZ. В этом случае экономия энергии за счет пассивной солнечной системы за рубежом составляет от 25 до 30% и может быть увеличена до 50% в будущем.

В условиях неловой ориентации фасадов зданий, чтобы повысить уровень пассивного использования солнечной энергии, необходимо использовать дополнительные устройства - солнечные коллекторы, которые являются устройствами для сбора тепловой энергии от солнца, которая производит нагревательный материал - хладагент.

Кандидат архитектуры Л.П. Хохлова предполагает, что площадь коллектора должна составлять половину полезной площади здания. Уровень работы солнечных коллекторов также зависит от их расположения, поэтому угол наклона солнечных коллекторов и панелей влияет на их производительность и архитектурный облик ЭЖЗ. Более эффективно размещать их вертикально на южном фасаде, в котором пыль накапливается на них меньше. Возможно, расположение солнечных панелей на крыше здания, угол должен быть равен широте местности. При установке солнечных систем необходимо учитывать климатические условия строительной площадки. Коллекторы и солнечные панели могут быть установлены в системе наружных ограждающих конструкций на плоских и наклонных крышах, на заборах балконов и лоджий, а также на наружных стенах, оконных проемах или окнах в крыше, у основания или ниже. В целом, эти факторы определяют эффективность использования солнечной энергии: тип солнечного коллектора, местоположение и площадь.

Принцип использования ветровой энергии

В отличие от энергии, получаемой от ископаемого горючего, энергетическая деятельность ветряного потока неисчерпаема, наиболее универсальна и является экологически чистой.

Ориентировочно возможности энергетической деятельности ветерка составляет 40 Вт, в то время как человечество на данный момент потребляет примерно возле 10 ТВт в год. Существуют ветровые течения, которые могут изменять строение объектов, например, небоскребы, а также землю, которые оказывают существенное воздействие с влиянием на их скорость и направление. Здания ветроэнергетики - это здания, в которых используются технические меры и инженерные системы для экономии энергии для преобразования кинетической энергии ветра в тепло и электричество, частично или полностью покрывая энергетические потребности жилого здания. В зданиях, использующих энергию ветра, ветрогенераторы с горизонтальной или вертикальной осью вращения, которые используются в качестве активных средств, а городские решения и ландшафтные методы используются в качестве пассивных. Для эффективной работы ветряных турбин требуются ветра со скоростью не менее 3-5 м/с.

Проектирование и монтаж ветротурбин осуществляется в несколько этапов:

- анализируется городская ситуация для выбора наиболее ветроэнергетического объекта с учетом аэродинамического затенения существующих зданий;
- после анализа площадки даются рекомендации по установке систем энергосбережения от ветра как на территории, так и на самих зданиях;
- проектные решения разработаны таким образом, что форма позволяет улавливать, концентрировать и направлять потоки ветра к ветровым электростанциям;
- разработка решений для многофункционального использования ветряных турбин.

В случае многофункционального использования ветряных турбин их отдельные элементы могут сочетать в себе множество различных функций: в дополнение к прямым технологическим функциям они также могут служить опорой и конструкцией корпусов.

Примером строительства энергоэффективных зданий за рубежом может быть – London StrataSE1 Residential Tower, Gongzhou Pearl River Tower (изображен на рисунке №8), Всемирный торговый центр Бахрейна в Манаме, Жилой комплекс Ramsgate Street в Лондоне, Greenway Self Park Garage Building в Чикаго и другие. Системы ветряные турбины могут быть расположены в соседних зонах архитектурного объекта или сам объект может служить

поддержкой для развертывания ветрогенераторов. Поэтому уровень энергоэффективности здания зависит от планировочных решений.

Принцип использования тепла земли

Использование грунтовых вод и поверхностных слоев земли возможно в качестве энергии с низким потенциалом, чтобы обеспечить энергией ЭЖЗ. Использование низкотемпературного тепла тепловыми насосами возможно практически везде [2, с. 217]. Содержание тепла в почве, как правило, выше. Термический режим почвы в поверхностных слоях Земли формируется под влиянием двух основных факторов: попадание солнечного излучения на поверхность и потока радиогенного тепла из недр Земли. При использовании тепла от Земли можно выделить два типа тепловой энергии. Источником высокой потенциальной тепловой энергии являются гидротермальные ресурсы - термальная вода, нагреваемая в результате высокотемпературных геологических процессов, что позволяет использовать ее для отопления зданий. Однако использование высокой потенциальной теплоты Земли ограничено областями с определенными геологическими параметрами. В России, например, это Камчатка, регион минеральных вод Кавказа. В качестве источника тепла с низким потенциалом для испарителей, оборудованных тепловым насосом, используется тепло от земли в верхних слоях Земли, а также тепло от удаленной вентиляции. Наиболее распространенными системами рециркуляции, основанными на использовании тепловой энергии отработанного воздуха, являются теплообменники, расположенные в планировочной структуре жилого здания. Теплообменники – стены и полы с полостями, как правило, расположены в «тепловом ядре» здания, где увеличиваются затраты на тепло (плита, камин, ванная комната, кухня).

Поэтому наиболее важным преимуществом использования альтернативных источников энергии является их уважение к окружающей среде. В процессе получения энергии из альтернативных источников выброс вредных веществ в атмосферу не ухудшает экологическое состояние окружающей среды [3, с. 443].

1. Были определены требования и сформулированы правила, влияющие на создание архитектуры:

- городское планирование,
- планировочные,
- конструктивное использование альтернативных источников энергии.

2. Комплекс городских принципов при принятии архитектурных решений включает в себя:

- принцип выбора местоположения здания с учетом климатических характеристик;
- принцип выбора местоположения здания с учетом рельефа местности;
- принцип выбора местоположения здания с учетом существующих зданий в районе предполагаемого строения.

3. Группа архитектурно-планировочных принципов, связанных с разработкой архитектурных решений включает в себя:

- принцип компактности формы здания;
- принцип определения общей концепции архитектуры и градостроительства здания;
- принцип определения внутренней планировки здания.

4. Группа принципов проектирования для создания архитектурных решений включает в себя:

- принцип выбора конструкции облицовки наружных стен;
- принцип выбора конструкции крыши;
- принцип выбора материала внешней оболочки;
- принцип выбора остекления здания (поверхность, конструкция, расположение световых люков) и защита от солнца.

5. Правила использования альтернативных возобновляемых источников энергии включают в себя:

- принцип использования солнечной энергии;
- принцип использования энергии ветра;
- принцип использования биоэнергии;
- принцип использования тепла от верхних слоев земли;
- принцип использования вторичной энергии.

1. Шеповалова О.В. Использование возобновляемых источников энергии в комплексных системах энергообеспечения сельских зданий / О.В. Шеповалова // Ползуновский вестник. – №2/2. – 2011
2. Поляков И.А. Гелиоархитектура / И.А.Поляков, С.В. Ильвицкая // Архитектура и строительство России. – 2016 – №1-2 (217-218). – С.166-167.
3. Поляков И.А. Развитие архитектуры и природы как единой системы / И.А. Поляков, С.В Ильвицкая // Естественные и технические науки. – М.: «Спутник +», 2014 – № 11-12(78). – С. 443-444.

Усенко А.А.

Ориентация горизонтальных скважин с многостадийным гидроразрывом пласта с учетом максимального горизонтального напряжения пласта

*Тюменский индустриальный университет
(Россия, Тюмень)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-447

Аннотация

В статье рассмотрено использование методики определения азимута трещины гидроразрыва и ориентирования направления бурения горизонтальных скважин с многостадийным гидроразрывом пласта (далее ГС с МСГРП). Приведены результаты исследований по микросейсмическому мониторингу развития трещины МСГРП, на основании которых проведен анализ работы действующих ГС с МСГРП, эксплуатируемых юрские отложения Тюменской свиты, для подтверждения полученных результатов. На основании проведенного анализа произведена оценка экономического эффекта.

Ключевые слова: многостадийный гидроразрыв пласта, горизонтальные скважины, трещины, азимут, напряжение горной породы, микросейсмический мониторинг, экономический эффект.

Abstract

The article discusses the use of a technique for determining the azimuth of a hydraulic fracturing crack and orienting the direction of drilling horizontal wells with multistage hydraulic fracturing (hereinafter GS with MSGRP). The results of studies on microseismic monitoring of the development of the MSGRP crack are presented, on the basis of which an analysis of the work of existing GS with MSGRP operated by Jurassic deposits of the Tyumen formation is carried out to confirm the results obtained. Based on the analysis carried out, an assessment of the economic effect was made.

Keywords: multistage hydraulic fracturing, horizontal wells, cracks, azimuth, rock stress, microseismic monitoring, economic effect.

Многостадийный гидроразрыв пласта (далее – МСГРП) является высокоэффективной технологией интенсификации притока. Сущность метода заключается в создании обширной системы искусственных трещин и расширении естественных (при их наличии). МСГРП является одним из перспективных мероприятий, применяющихся в низкопроницаемых коллекторах, а также месторождениях, продуктивные пласты которых имеют сложное геологическое строение. [1] Главную роль при этом играет бурение горизонтальных скважин с

последующим проведением в них МСГРП (далее – ГС с МСГРП). Бурение ГС с МСГРП широко применяется на месторождениях Западной Сибири, особенно при разработке юрских отложений Тюменской свиты. [5] Несмотря на доказанную экономическую эффективность бурения ГС с МСГРП, существует ряд проблем, связанных с отклонением результатов реализованного МСГРП от его дизайна. Встречаются скважины, в которых после проведения МСГРП и вывода скважины на режим наблюдается резкий скачок обводненности скважинной продукции. Это может быть связано как с прорывом трещин гидроразрыва в выше или нижележащие водонасыщенные пропластки, так и со скважинопереетоками. [2] Но что делать, если водонасыщенные горизонты отсутствуют, а проведенные промысловые геофизические исследования перетоков не выявляют? Очевидно, что обводнение скважинной продукции связано с прорывом закачиваемых вод или переориентацией естественных трещин. В связи с этим актуальной темой является использование методики определения азимута трещины гидроразрыва и ориентирования направления бурения ГС.

Взаимное расположение ГС и трещины гидроразрыва зависит от направления ствола скважины и распределения напряжений в пласте. Каждое месторождение обладает первоначальным полем напряжений, определяющееся множеством региональных и локальных факторов: региональные разломы и локальные зоны деформации горных пород (естественные трещины), диагенез и свойства горных пород, давление вышележащих пород и динамическое поровое давление (и его изменение в процессе разработки) [3].

Одной из ведущих Российских нефтяных компаний, ведущих свою деятельность на территории Западной Сибири, было проведено исследование по микросейсмическому мониторингу развития трещины МСГРП. Главной целью проекта было определение геометрии и пространственного положения создаваемых трещин МСГРП, горизонтального напряжения в интервале юрских отложений Тюменской свиты.

Комплекс проведенных исследований позволил выполнить оценку механических свойств горной породы, профиля минимального горизонтального напряжения, структурный анализ, оценку геометрии и пространственного положения создаваемых трещин ГРП (рис.1 – Круговые диаграммы азимутов распространения быстрой и поперечной волн).

Как видно из рисунка, большинство азимутов распространения быстрой поперечной волны направлено в юго-восточном или северо-восточном направлении, что косвенно указывает на наличие горизонтального напряжения.

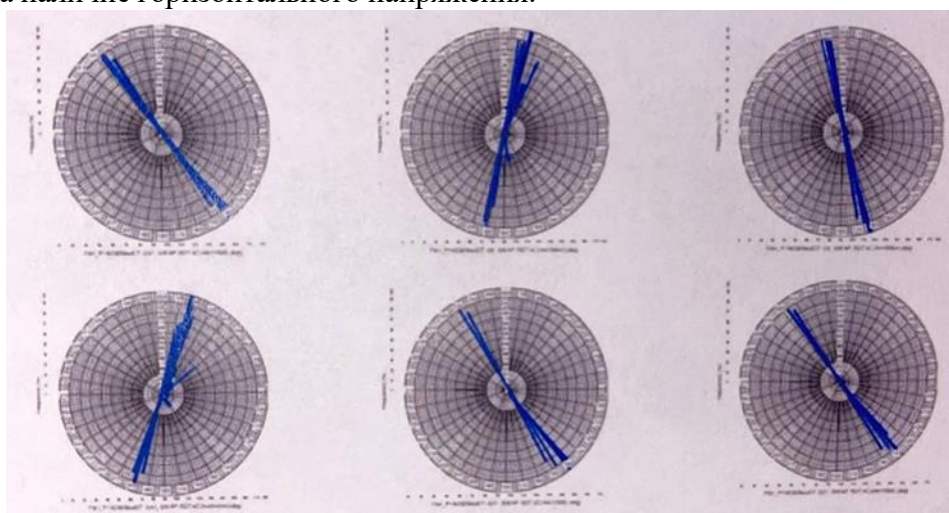


Рисунок 1. Круговые диаграммы азимутов распространения быстрой и поперечной волн

Допуская предположение о схожести фациальных условий обстановки осадконакопления, схожести структур и регионального распространения юрских отложений Тюменской свиты, сделан вывод, что трещины МСГРП развиваются в одинаковых направлениях по всей структуре.

Для подтверждения полученного результата, решено было провести анализ добычи ГС с МСГРП, эксплуатируемых юрские отложения Тюменской свиты месторождения Х. Скважины были разбиты на 2 группы (рис.2 – Распределение азимутов ГС):

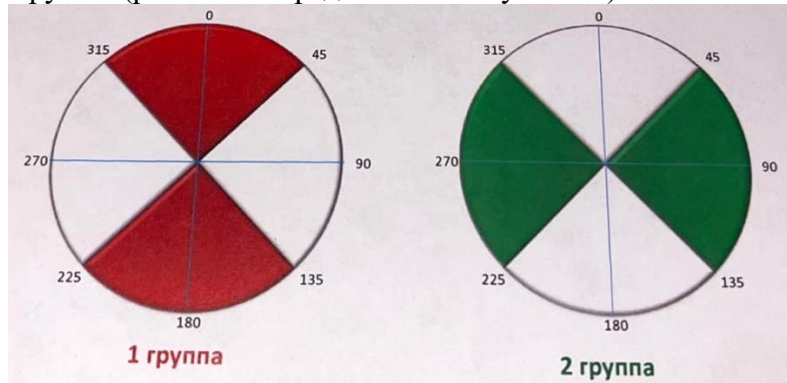


Рисунок 2. Распределение азимутов ГС

- 1 группа: ГС, пробуренные (предположительно) вдоль направления максимального горизонтального напряжения стресса или близкие к данному направлению (азимут ГС 315°-45°, 135°-225°);
- 2 группа: ГС, пробуренные (предположительно) поперек направления максимального горизонтального напряжения стресса (азимут ГС 45°-135°, 225°-315°).

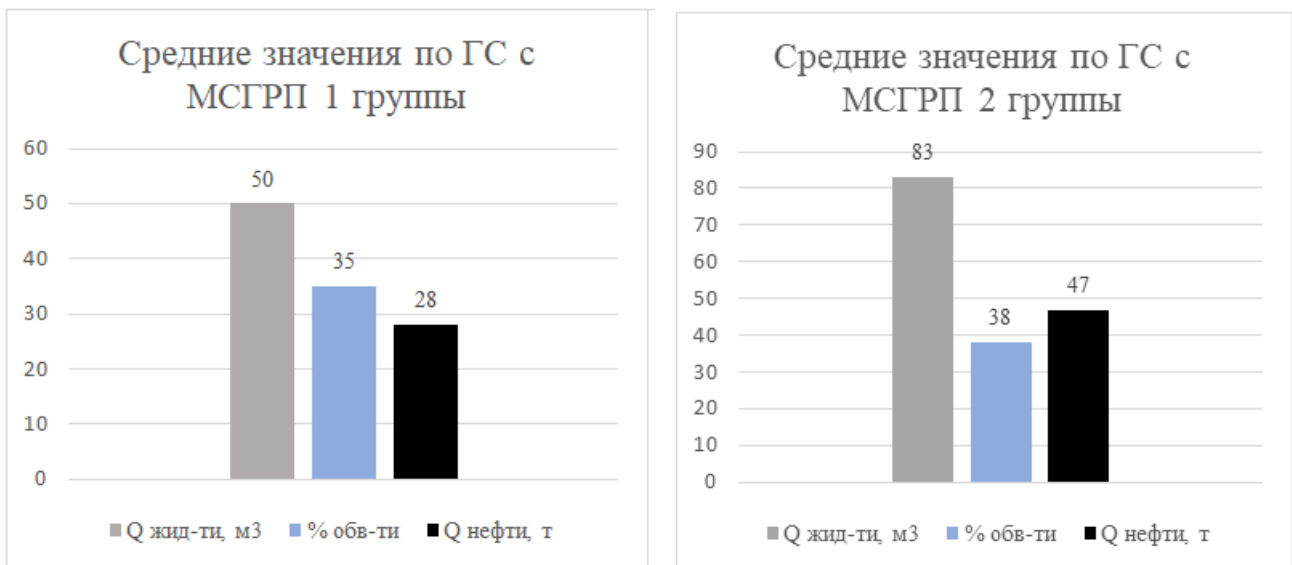


Рисунок 3. Результаты анализа

В результате проведенного анализа получено, что продуктивность ГС с МСГРП ствола которых пробурен (предположительно) поперек направления максимального горизонтального напряжения стресса в среднем на 60% выше, чем продуктивность скважин, пробуренных по данному направлению.

Далее оценен экономический эффект от изменения направления ГС с МСГРП по разнице в добыче нефти между скважинами 1 и 2 группы за год, с учетом снижения продуктивности в процессе разработки (рис.4 – Оценка экономического эффекта).

После вывода на режим разница по добыче нефти между скважиной 1-ой и скважиной 2-ой группы составляет 567 т/мес. С учетом снижения продуктивности к концу года разница составит 480 т между скважинами. Суммарная разница с учетом снижения продуктивности составит порядка 6 тыс.т нефти, что в денежном эквиваленте составит порядка 10 млн.руб. с

учетом условно-постоянных расходов на 1 т нефти по рассматриваемому месторождению X и затрат на проведение капитальных ремонтов за расчетный период.

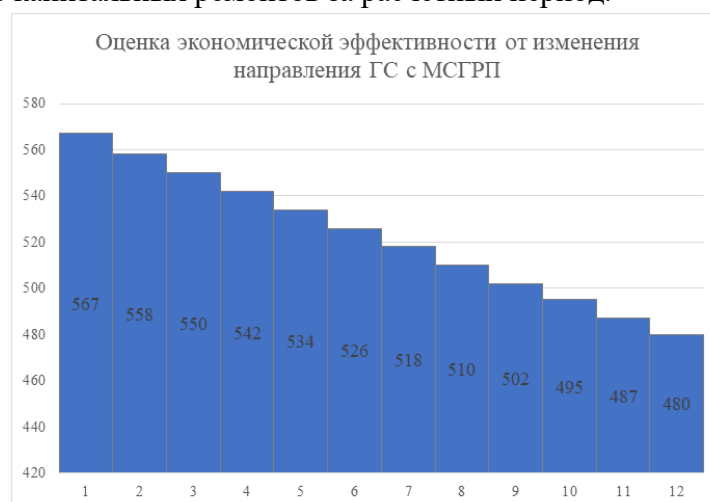


Рисунок 4. Оценка экономического эффекта

Заключение

Предсказуемость и понимание роста трещин во многом способно определить оптимальное расположение и плотность заложения новых скважин, что позволит прогнозировать и избежать возможные риски, повысить продуктивность и экономическую эффективность.

1. Грачев С.И. Повышение эффективности разработки нефтяных месторождений горизонтальными скважинами / А.В. Стрекалов, А.С. Самойлов – Тюмень: ТИУ, 2016.
2. Кучумов А.И., Зенкиев М.Я. Диагностирование эффективности ГРП в условиях Западной Сибири. – Мегион: Издательство Мегион Экспресс 2009 г.4. Мешков В.М., Шубенок Д.С. Оценка эффективности гидроразрыва пласта в горизонтальных скважинах на основе термогидродинамических исследований // "Нефтяное хозяйство", № 7, 2008.
3. Колесов В.И. ВЛИЯНИЕ ГЕОЛОГО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ГРП // Научное сообщество студентов XXI столетия. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: сб. ст. по мат. LVII междунар. студ. науч. – практ. конф. № 9(56), 2010.
4. Стандарт компании ОАО «НК «Роснефть» № П2-10 С-001 версия 3.00. Геологическое сопровождение бурения горизонтальных скважин и боковых горизонтальных стволов при разработке нефтяных и газонефтяных месторождений
5. Ушаков А.С. Анализ эффективности гидравлического разрыва пласта в горизонтальных скважинах месторождений Западной Сибири//Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. -2010. -№2. -С. 41-53

Усова Е.В., Иванов П.А., Краснова А.Ю., Смыков С.В., Скакунов А.С.
Совершенствование сельскохозяйственных цепных передач

*Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО «Донской
государственный аграрный университет»
(Россия, Зерноград)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-448

Аннотация

В данной статье предложены конструкции цепей с эксцентричной втулкой и открытыми шарнирами, снабжёнными двумя цилиндрическими вставками во внутренние звенья. Выполнен сравнительный анализ несущей способности шарниров.

Ключевые слова: цепная передача, роликовая цепь, износ, втулка, ролик, звездочка.

Abstract

In this article, the designs of chains with an eccentric sleeve and open hinge equipped with two cylindrical inserts in the inner links are proposed. A comparative analysis of the bearing capacity of the hinge is performed.

Keywords: chain drives, roller chain, wear, bushing, roller, sprocket.

Цепные передачи - важная часть подавляющего большинства сельскохозяйственных и промышленных машин и орудий различного назначения. В сельском хозяйстве они используются в подавляющем большинстве машин и орудий, в том числе в зерноуборочных, кормоуборочных, почвообрабатывающих и животноводческих машинах, а так же в оборудовании всех отраслей народного хозяйства [1, 2].

Современный цепной привод в сельскохозяйственных машинах и орудиях осуществляется, за редким исключением, втулочно-роликовыми цепями, выпуск которых несколькими заводами страны составляет более 8 миллионов погонных метров в год.

Конструкция втулочно-роликовой цепи представляется сложной и неэффективной для условий сельскохозяйственного производства. В условиях не особенно высоких скоростей движения цепей сельскохозяйственного назначения, не может считаться эффективной конструкция шарниров втулочно-роликовых цепей, так как живое сечение шарнира используется менее чем на 50 %, в то время как размеры деталей собственно шарнира, при любых условиях эксплуатации и определяют долговечность цепи.

Основным эксплуатационным показателем для всех типов цепных передач является долговечность, определяемая минимальными геометрическими изменениями шага цепи и зубьев звёздочек.

В связи с этим возникает проблема совершенствования процесса работ и технического обслуживания цепных передач сельскохозяйственных машин и оборудования. Она может быть решена за счет новых компоновочных решений цепей.

Чтобы повысить минимум вдвое длительность использования цепей большинства передач и транспортёров сельскохозяйственных машин нами предложено увеличить толщину стенки втулок в зоне их износа путём эксцентричного расположения внутренней поверхности втулки по отношению к её наружной поверхности. При этом во внутренних пластинах звеньев она должна занимать такое положение, чтобы утолщённая её стенка располагалась в изнашиваемой зоне. Размеры наружной и внутренней поверхностей втулки и шарнира в целом остаются принятыми для стандартной цепи конкретного типоразмера. Также неизменным остаётся расположение шарниров относительно отверстий внутренних пластин.

На рисунке 1 схематично показан фрагмент конструкции цепи предлагаемого решения [3].

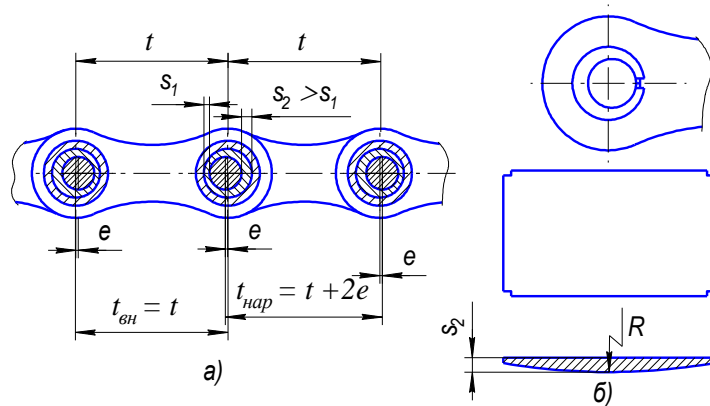


Рисунок 1. Схема роликовой цепи с эксцентричной втулкой

а) общий вид цепи; б) положение втулки в отверстии внутренней пластины (увеличено) и общий вид заготовки для втулки

Анализом величины износов стенок втулок стандартной цепи установлено [4], что фактический максимальный их износ, при нормативном среднем удлинении шага в 3 %, может составлять около 35 % первоначальной толщины. Тогда величина максимально допустимого эксцентриситета внутренней поверхности втулок относительно наружной их поверхности будет определяться выражением: $e = 0,35 s$, где s – первоначальная толщина стенки стандартной втулки того или иного типоразмера. Исходя из этого максимальная толщина эксцентричной втулки s_2 (рисунок 1), располагаемая в зоне её максимального износа, будет равна $s_2 = 1,35 s$, а минимальная, в зоне, где она практически не изнашивается – $s_1 = 0,75 s$.

Очевидно, что изготовление втулок и их установка несколько усложняются, но эти издержки с лихвой окупаются при эксплуатации машин.

Упомянутые зависимости позволяют оценить возможное увеличение предельных износов шарниров и удлинения шага цепи за счёт предлагаемого изменения в исполнении втулки, при условии одинаковой степени изнашивания втулки и валика. Результаты таких расчётов показаны в таблице 1.

Таблица 1

Предельные износы и удлинения шага стандартной и предлагаемой роликовых цепей

Шаг цепи, мм	Толщина изнашиваемой стенки втулки, мм		e , мм	Средний предельный износ стенки втулки, мм		Предельное удлинение шага, %	
	стандартной	предлагаемой		стандартной	предлагаемой	стандартной	предлагаемой
15,875	1,1	1,48	0,38	0,24	0,62	3,0	7,8
19,05	1,3	1,75	0,45	0,29	0,74	3,0	7,7
25,4	1,8	2,43	0,63	0,38	1,01	3,0	7,9

Как следует из таблицы 1, предлагаемое решение, без изменения металлоёмкости и габаритов шарниров, обеспечивает возможность увеличения предельного шага роликовой цепи в среднем в 2,6 раза и более полное согласование с возможностями его компенсации звёздочками.

На рисунке 2 представлено техническое решение [5], позволяющее совершенствовать применяемые сельскохозяйственные цепные передачи.

Как видно из рисунка, вставка шарнира внутреннего звена предлагаемой цепи образуется двумя отрезками цилиндрического калиброванного прутка без дополнительной механической их обработки. В визуальной оценке недостаток такого решения состоит в уменьшении контактных поверхностей рабочих деталей шарнира, хотя и очевидно, что при этом примерно в два раза уменьшаются усилия, действующие в зонах контакта, и вдвое увеличивается длина контактирующих поверхностей.

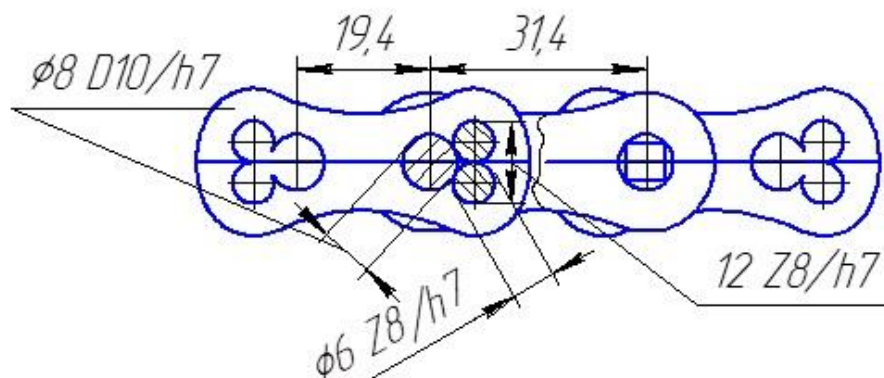


Рисунок 2. Цепь с двумя цилиндрическими вставками

Для более объективной оценки возможных различий в величинах давлений в шарнирах стандартной и предлагаемой цепей, выполним анализ взаимодействия их деталей с использованием известных положений теории Герца для упругих тел.

Шарнир стандартной цепи представляет собой соединение из охватывающей (втулки), диаметром D_1 , и охватываемой (валика), диаметром d , поверхностей. Первоначальный контакт

(без нагрузки) этих поверхностей происходит по линии. После приложения нагрузки, в результате упругих деформаций, образуется некоторая площадка контакта шириною $2b$.

При этом, согласно теории Герца, для стальных тел таких соединений

$$2b = 20,9 \cdot 10^{-3} \left(\frac{Q}{\sum \rho^l} \right)^{0,5} \text{ мм}, \quad (1),$$

где: Q – действующее на детали усилие;

$$\sum \rho = \frac{2}{d(1+\nu)} - \text{сумма кривизн контактирующих тел};$$

$$\nu \approx d/D_1 - \text{вспомогательная величина};$$

l – длина контактной поверхности.

Для выявления реального соотношения давлений в шарнирах стандартной и предлагаемой цепей выполним численный расчёт этих величин применительно к сельскохозяйственной цепи шага 25,4 мм [6].

Выполненные расчеты показали, что давление в стандартном шарнире будет равно $p = 2000 / 3,592 = 556,79 \text{ Н/мм}^2$, а в двух цилиндрических вставках, приведённое к единому шарниру будет равно $p_{\text{in}} = 1100 / 2 \cdot 0,934 = 588,86 \text{ Н/мм}^2$, что всего лишь на 5,76 % выше, чем в стандартном шарнире.

Работоспособность цепи проверена виртуальным способом [7] в среде «Компас» путём многократного наложения её на звёздочки с различным числом зубьев, изменением шага цепи от износа и изменениями положения звеньев при входе и выходе из зацепления. Проверкой установлена возможность беспрепятственного использования в уже действующих передачах. Один из вариантов показан на рисунке 3.

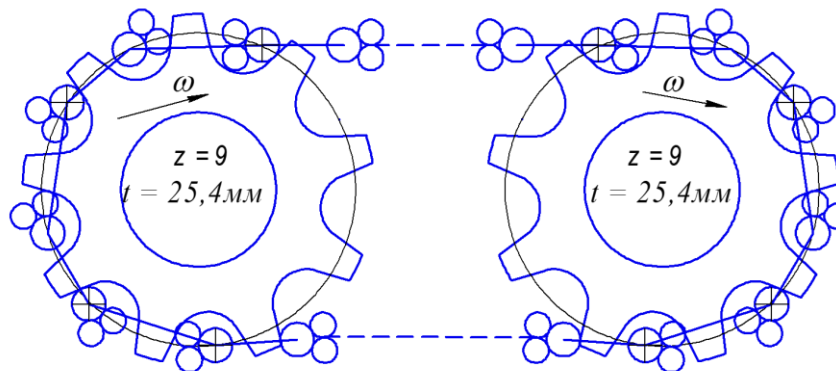


Рисунок 3. Расположение цепи с двумя цилиндрическими вставками в шарнир на ведущей и ведомой звёздочках

Помимо отмеченных, достоинствами предлагаемой цепи, в сравнении со стандартной роликовой цепью, являются более высокая технологичность изготовления, снижение материалоемкости примерно на 20 %, равномерность удлинения от износа всех её звеньев и пониженная шумность в работе.

1. Усова Е.В., Иванов П.А., Краснова А.Ю., Жигайлов А.В. Роликовая цепь – конструкция и реальность // АгроЭкоИнфо. – 2020, №4. – http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/4/st_406.pdf
2. Усова Е.В., Бутенко А.Ф., Иванов П.А., Краснова А.Ю. К вопросам ухода за передачами роликовых цепей // АгроЭкоИнфо. – 2020, №4. – http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/4/st_415.pdf
3. Патент RU 2419008 F16H 7/00 Роликовая цепь / Усов А.С., Усова Е.В.; заявитель и патентообладатель Усов А.С. - № 2009139601 заявл. 26.10.2009г. опубл. 20.09.2016, Бюл. № 14. – 3с.: ил.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015617632. Программа расчета предельного износа приводной роликовой цепи / Серёгин А. А., Ламин В.А., Коробской С.А., Иванов П.А. Дата регистрации 16.07.2015 г.

5. Патент RU 2544463 F16H 7/06 Цепь с открытыми шарнирами / Усов А.С., Сахарчук В.В., Усова Е.В.; заявитель и патентообладатель Усов А.С. - № 201408585 заявл. 05.03.2014г. опубл. 20.03.2015, Бюл. № 8. – 3с.: ил.
6. Усова Е.В., Усов А.С. Приводная цепь с двумя цилиндрическими вставками /Е.В. Усова, А. С. Усов // Техника в сельском хозяйстве - 2013. № 2. с. 30-31.
7. Иванов П.А., Коробской С.А., Моисеев О.Н., Шевырев Л.Ю. Технология сельскохозяйственного машиностроения. Учебное пособие по курсовому проектированию / Москва; Берлин, 2017, 330 с.

Филатова А.В.¹, Кулешова А.А.², Черняева А.А.²

Определение зоны кадастрового квартала с помощью публичной кадастровой карты

¹*Самарский государственный технический университет*

²*Самарский университет государственного управления «МИР»*

(Россия, Самара)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-449

Аннотация

В научной статье рассматривается вопрос определения зоны кадастрового квартала с помощью публичной кадастровой палаты. Вопрос является актуальным, т.к. эта проблема возникает каждый раз при оформлении документов. Территорию муниципального образования составляют земли городских, сельских поселений, прилегающие к ним земли общего пользования, рекреационные зоны, земли, необходимые для развития поселений, и другие земли в границах муниципального образования независимо от форм собственности и целевого назначения.

Местное самоуправление составляет одну из основ конституционного строя Российской Федерации, так же является формой народовластия, обеспечивающей населению Самарской области возможность самостоятельно и под свою ответственность решать вопросы местного значения.

Ключевые слова: территория муниципального образования, земли общего пользования, целевое назначение, формы собственности, прямое волеизъявление.

Abstract

The scientific article deals with the issue of determining the cadastral quarter zone with the help of the public cadastral chamber. The question is relevant, because this problem arises every time when processing documents. The territory of the municipality consists of the lands of urban and rural settlements, adjacent public lands, recreational areas, lands necessary for the development of settlements, and other lands within the boundaries of the municipality, regardless of ownership and purpose. Local self-government is one of the foundations of the constitutional system of the Russian Federation, it is also a form of democracy that provides the population of the Samara region with the opportunity to independently and under their own responsibility solve issues of local importance.

Keywords: the territory of the municipality, public lands, purpose, forms of ownership, direct will.

Территорию муниципального образования составляют земли городских, сельских поселений, прилегающие к ним земли общего пользования, рекреационные зоны, земли, необходимые для развития поселений, и другие земли в границах муниципального образования независимо от форм собственности и целевого назначения.

Местное самоуправление составляет одну из основ конституционного строя Российской Федерации, так же является формой народовластия, обеспечивающей населению Самарской области возможность самостоятельно и под свою ответственность решать вопросы местного значения.

Местное самоуправление в Самарской области осуществляется путем референдума, выборов, других форм прямого волеизъявления, через выборные представительные, исполнительные и иные органы местного самоуправления.

Местное самоуправление в Российской Федерации гарантируется правом на судебную защиту, на компенсацию дополнительных расходов, возникших в результате выполнения органами местного самоуправления во взаимодействии с органами государственной власти публичных функций, а также запретом на ограничение прав местного самоуправления, установленных Конституцией Российской Федерации и федеральными законами [1].

Публичная кадастровая карта – онлайн-сервис, в котором в графической и текстовой форме воспроизводятся сведения, содержащиеся в государственном кадастре недвижимости и реестре прав на него, а так же вспомогательные инструменты.

Карта предназначена для использования неограниченным кругом лиц, сведения карты являются общедоступными. Карта регулярно обновляется и актуализируется, период обновления данных карты зависит от региона [2].

Согласно публичной кадастровой карты, размещенной на сайте Росреестра, сведения о кадастровом квартале: кадастровый квартал включает в себя 72 земельных участков, в том числе с установленными границами – 42; объектов капитального строительства – 79, в том числе с установленными границами – 12.

Учетный кадастровый номер – 63:01:0913006. Данный кадастровый номер находится в Советском районе.

При использовании слоя «Зоны с особыми условиями использования территории» можно определить, что данный квартал находится в зоне охраны искусственных объектов.

Зона Ц-3 – зона центра деловой, производственной и коммерческой активности при транспортных узлах. Зона центра деловой, производственной и коммерческой активности при транспортных узлах Ц-3 выделена для создания правовых условий формирования сервисных центров при сооружениях внешнего транспорта - железнодорожного, автобусного, речного вокзалов и аэропортов. Особенностью зоны является сочетание разнообразных объектов, связанных с обслуживанием технологических процессов транспортного узла (включая функции накопления, хранения, складирования, упаковки, транспортировки продукции, оформления заявок, перевозочных и таможенных документов, оперативного предоставления информации о наличии и местонахождении продукции и др.), и объектов культурного, обслуживающего и коммерческого видов использования федерального, регионального и общегородского значения.

Зона Р-2 – зона реакционно-ландшафтных территорий. Зона рекреационно-ландшафтных территорий выделена для обеспечения правовых условий сохранения и использования существующего природного ландшафта и создания экологически чистой окружающей среды в интересах здоровья и общего благополучия населения [3,4].

Приложение 4 представлено функциональное зонирование, где можно увидеть зоны:

- многофункциональная общественно-деловая зон;
- зона озеленение территории общественного пользования;
- зона застройки малоэтажных жилых домов.

Зонирование города является рациональным решением при его планировке, так как это упорядочивает функционирование города. Функциональное зонирование считается одной из важнейших стадий разработки генплана города. Оно в существенной степени определяет планировочную структуру, функциональную организацию, комфортные характеристики проектируемого города.

Функциональное зонирование территории города и населенного пункта призвано обеспечить его развитие в интересах всего населения с учетом территориальных и ресурсных особенностей. Порядок разработки документов функционального зонирования и внесения в них изменений призван сбалансировать все направления развития территории.

В результате градостроительного зонирования осуществляется разделение территории муниципального образования на различные территориальные зоны с установлением границ этих зон.

В данной работе были рассмотрены функциональное и градостроительное зонирование кадастрового квартала 63:01:0913006. Были определены: зона центра деловой, производственной и коммерческой активности при транспортных узлах, зона реакционно-

ландшафтных территорий, многофункциональная общественно-деловая зоны, зона озеленение территории общественного пользования, зона застройки малоэтажных жилых домов. Так же было определено, что кадастровый квартал находится в зоне охраны искусственных объектов.

1. «Конституция Российской Федерации» (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020).
2. «Земельный кодекс Российской Федерации» от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 14.07.2022).
3. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 14.07.2022).
4. Федеральный закон от 06.10.2003 № 131-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации».

Филатова А.В.¹, Малафеева И.О.², Предвечный Д.К.²

Административно-территориальное устройство Самарской области при инженерных изысканиях

¹Самарский государственный технический университет

²Самарский университет государственного управления «МИР»

(Россия, Самара)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-450

Аннотация

В научной статье рассматривается вопрос административно – территориального устройства в Самарской области. Вопрос является актуальным, т.к. в Самарской области сталкиваются с этой проблемой очень часто. Административно-территориальное устройство – территориальная организация Самарской области, представляющая собой систему входящих в ее состав административно-территориальных единиц. С учетом административно-территориального устройства строится система местного самоуправления в Самарской области.

Ключевые слова: инженерные изыскания, устройства, районы строительства, часть территории, городской населенный пункт, границы участка, вид картографического описания.

Abstract

The scientific article deals with the issue of administrative–territorial structure in the Samara region. The question is relevant, because in the Samara region they face this problem very often. Administrative-territorial structure is the territorial organization of the Samara region, which is a system of administrative-territorial units that are part of it. Taking into account the administrative-territorial structure, the system of local self-government in the Samara region is being built.

Keywords: engineering surveys, devices, construction areas, part of the territory, urban locality, site boundaries, type of cartographic description.

Административно-территориальное устройство – территориальная организация Самарской области, представляющая собой систему входящих в ее состав административно-территориальных единиц.

С учетом административно-территориального устройства строится система местного самоуправления в Самарской области.

Согласно Уставу Самарской области, субъект РФ делится на следующие административно-территориальные единицы [1]:

- 10 городов областного значения;
- 27 районов.

Их границы утверждены в виде картографического описания 37 законами Самарской области.

В составе муниципальных районов установлены границы муниципальных образований низового уровня в количестве 296 поселений, в том числе 12 городских и 284 сельских поселений [2].

Административно-территориальная единица Самарской области часть территории области в фиксированных границах, совпадающих с границами муниципальных образований, признанная в установленном настоящим Законом порядке административно-территориальной единицей Самарской области.

Административно-территориальная единица района – часть территории района Самарской области в фиксированных границах, признанная в установленном настоящим законом и уставом муниципального образования порядке административно-территориальной единицей района [3].

Район Самарской области – административно-территориальная единица Самарской области, которая может объединять в своих границах волости и города районного значения.

Населенный пункт (поселение) – территория, имеющая сосредоточенную застройку в пределах установленной границы, служащая постоянным местом проживания людей.

Городской населенный пункт (городское поселение) населенный пункт, который отнесен в установленном настоящим законом порядке к городам областного либо районного значения, или к поселкам городского типа, к курортным, дачным поселкам.

Сельский населенный пункт (сельское поселение) – населенный пункт, не отнесенный настоящим законом к городским поселениям: село, деревня, поселок, хутор, железнодорожная станция, железнодорожный разъезд, железнодорожная казарма, железнодорожная будка, кордон, кошара, аул.

Волость – административно-территориальная единица района, которая может своими границами охватывать часть либо всю территорию крупного сельского населенного пункта, или объединять несколько населенных пунктов.

Административный центр – населенный пункт, который является местом постоянного нахождения органов местного самоуправления района Самарской области.

Граница (черта) – внешняя граница территории административно-территориальной единицы, населенного пункта, которая отделяет их от других территорий [4].

Административно-территориальное устройство Самарской области, обеспечивая целостность ее территории, основывается на следующих принципах:

- соответствия исторически сложившейся системе расселения в области;
- создания экономических, финансовых и организационных условий для формирования и деятельности органов местного самоуправления, участия населения в их работе;
- содействия рациональному использованию людских и природных ресурсов, экономического потенциала территории, развитию социальной инфраструктуры, системы коммуникаций.

Виды административно-территориальных единиц:

1. Территория Самарской области непосредственно подразделяется на территории городов областного значения и районов Самарской области, являющихся административно-территориальными единицами Самарской области.

2. Территории районов Самарской области непосредственно подразделяются на территории волостей и городов районного значения, являющихся административно-территориальными единицами района Самарской области.

В соответствии со статьей 52 Устава Самарской области в состав Самарской области непосредственно входят следующие административно-территориальные единицы области:

- города областного значения: Самара, Жигулевск, Кинель, Новокуйбышевск, Октябрьск, Отрадный, Похвистнево, Сызрань, Тольятти, Чапаевск;
- районы Самарской области: Алексеевский, Безенчукский, Богатовский, Большеглушицкий, Большечерниговский, Борский, Волжский, Елховский,

Исаклинский, Камышлинский, Кинельский, Кинель-Черкасский, Клявлинский, Кошкинский, Красноармейский, Красноярский, Нефтегорский, Пестравский, Похвистневский, Приволжский, Сергиевский, Ставропольский, Сызранский, Хворостянский, Челно-Вершинский, Шенталинский, Шигонский.

В данной работе были рассмотрены функциональное и градостроительное зонирование кадастрового квартала 63:01:0913006. Были определены: зона центра деловой, производственной и коммерческой активности при транспортных узлах, зона реакционно-ландшафтных территорий, многофункциональная общественно-деловая зоны, зона озеленение территории общественного пользования, зона застройки малоэтажных жилых домов. Так же было определено, что кадастровый квартал находится в зоне охраны искусственных объектов.

1. «Конституция Российской Федерации» (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020).
2. «Земельный кодекс Российской Федерации» от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 14.07.2022).
3. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 14.07.2022).
4. Федеральный закон от 06.10.2003 № 131-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации».

Филатова А.В.¹, Мыскова Ю.Ю.², Поляков А.Н.²

Зоны с особыми условиями использования территорий (ЗООИТ) при строительстве автодорог

¹Самарский государственный технический университет

²Самарский университет государственного управления «МИР»
(Россия, Самара)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-451

Аннотация

В научной статье рассматривается вопрос особенности проектирования автомобильных дорог в зонах с особыми территориями. Охранные, санитарно-защитные зоны, зоны охраны объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации (далее - объекты культурного наследия), защитные зоны объектов культурного наследия, водоохранные зоны, зоны затопления, подтопления, зоны санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, зоны охраняемых объектов, приаэродромная территория, иные зоны, устанавливаемые в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Ключевые слова: охранные зоны, проектирование, защита, особое использование, безопасность государства, земельные участки, строительство автодорог.

Abstract

The scientific article deals with the issue of the specifics of the design of highways in zones with special territories. Security, sanitary protection zones, zones of protection of cultural heritage objects (historical and cultural monuments) of the peoples of the Russian Federation (hereinafter referred to as cultural heritage objects), protective zones of cultural heritage objects, water protection zones, flood zones, flooding zones, sanitary protection zones of drinking and household water supply sources, zones of protected objects, aerodrome territory, other zones established in accordance with the legislation of the Russian Federation.

Keywords: security zones, design, protection, special use, state security, land plots, road construction.

При строительстве автомобильных дорог особое внимание необходимо уделять охранным зонам. Охранные, санитарно-защитные зоны, зоны охраны объектов культурного

наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации (далее - объекты культурного наследия), защитные зоны объектов культурного наследия, водоохранные зоны, зоны затопления, подтопления, зоны санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, зоны охраняемых объектов, приаэродромная территория, иные зоны, устанавливаемые в соответствии с законодательством Российской Федерации[1,2].

ЗОУИТ устанавливаются в следующих целях:

- защита жизни и здоровья граждан;
- безопасная эксплуатация объектов транспорта, связи, энергетики, объектов обороны страны и безопасности государства;
- обеспечение сохранности объектов культурного наследия;
- охрана окружающей среды, в том числе защита и сохранение природных лечебных ресурсов, предотвращение загрязнения, засорения, заиления водных объектов и истощения их вод, сохранение среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира;
- обеспечение обороны страны и безопасности государства.

В границах зон с особыми условиями использования территорий устанавливаются ограничения использования земельных участков, которые распространяются на все, что находится над и под поверхностью земель, если иное не предусмотрено законами о недрах, воздушным и водным законодательством, и ограничивают или запрещают размещение и (или) использование расположенных на таких земельных участках объектов недвижимого имущества и (или) ограничивают или запрещают использование земельных участков для осуществления иных видов деятельности, которые несовместимы с целями установления зон с особыми условиями использования территорий[3,4].

Земельные участки, включенные в границы зон с особыми условиями использования территорий, у собственников земельных участков, землепользователей, землевладельцев и арендаторов земельных участков не изымаются, если иное не предусмотрено федеральным законом.

Таким образом, в зависимости от типа особой зоны на каждой территории установлены индивидуальные ограничения по использованию участка. Если земля предназначена для сельскохозяйственных нужд, на ней запрещено строительство жилых домов. Чтобы не нарушать законодательство, каждый собственник ЗУ должен знать особенности и критерии своих владений. После регистрации сведений об территориальной зоне с особыми условиями в базе росреестра потенциальный застройщик или покупатель участка сможет изучить параметры земли и ознакомиться с ограничениями права собственности.

Трубопроводы в зависимости от класса опасности транспортируемого вещества (взрыво-, пожароопасность и вредность) подразделяются на группы среды (А, Б, В) и в зависимости от расчетных параметров среды (давления и температуры) - на пять категорий (I, II, III, IV, V).

Обозначение группы определенной транспортируемой среды содержит обозначение группы среды (А, Б, В) и подгруппы (а, б, в), отражающей токсичность и взрывопожароопасность веществ, входящих в эту среду.

По территориям Республики Коми, Вологодской, Архангельской, Ярославской областей проходят газопроводы-отводы высокого давления (от 55 до 75 атмосфер), обеспечивающие потребности промышленных предприятий и населения регионов в природном газе. Указанные объекты являются зоной повышенной опасности.

Соблюдение правил безопасности газовой магистрали — важнейшее условие доставки газа потребителю и возможность обеспечивать горожан светом и теплом, что особенно важно в зимний период. Какие-либо противоправные действия могут нарушить нормальную эксплуатацию газопроводов и привести к прекращению подачи газа, оставить жителей территории без важнейших средств жизнеобеспечения. Для обеспечения безопасности населению необходимо соблюдать охранные зоны и зоны минимальных расстояний газопроводов — это позволит защитить себя и свое имущество.

Охранная зона — это участок земли, ограниченный условными линиями, проходящими в 25 метрах от оси магистральных газопроводов с каждой стороны. На подводных переходах это расстояние составляет 100 метров. Вокруг газораспределительных станций охранная зона ограничена замкнутой линией, отстоящей от границ территории станции на 100 метров во все стороны. Охранные зоны регламентированы «Правилами охраны магистральных газопроводов» [5,6].

Зона минимальных расстояний газопроводов — это расстояние от оси подземных магистральных газопроводов до населенных пунктов, отдельных промышленных и сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений. Зоны минимальных расстояний составляют от 100 до 350 метров в зависимости от диаметра газопровода, степени ответственности объектов, указанных на знаках закрепления газопроводов, и служат для обеспечения безопасности этих объектов. Понятие «зона минимальных расстояний» регламентировано СП 36.13330.2012 «Свод правил. Магистральные трубопроводы».

Охранная зона необходима для исключения возможных случаев повреждения газопроводов газораспределительных станций от воздействия населения. Зона минимальных расстояний необходима для обеспечения безопасности населения, то есть для защиты от воздействия особо опасного объекта на население в случае возникновения аварии.

Для нефтепроводов и газопроводов существует проверка на утечки. На линейных участках они располагаются через 10-20 км, на угловых не больше 15 км (рис.1).



Рисунок 1. Схема расположения датчиков СОУ на трубопроводах

Система обнаружения утечек (далее СОУ) – автоматизированная информационная система, контролирующая целостность стенки трубопровода. Трубопроводные системы являются одним из самых экономичных и безопасных способов транспортировки газов, нефти, нефтепродуктов и других жидкостей. В качестве средства транспортировки на большие расстояния трубопроводы имеют высокую степень безопасности, надёжности и эффективности.

1. Земельный кодекс Российской Федерации. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/
3. Постановление Правительства РФ от 24 февраля 2009 г. N 160 "О порядке установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон". https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_85368/
4. Консультант плюс <http://www.consultant.ru/>
5. Гарант <https://www.garant.ru/>

Шамкаева А.Р.

Обзор факторов чрезвычайных ситуаций, определяющих состав оборудования и технологии развертывания пунктов временного размещения пострадавшего населения (ПВР)

Самарский государственный технический университет
(Россия, Самара)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-452

Аннотация

В статье рассматривается обзор факторов чрезвычайных ситуаций, определяющих состав оборудования и технологии развертывания пунктов временного размещения пострадавшего населения. Пункт временного размещения (ПВР) эвакуируемого населения является эвакуационным органом муниципального образования и элементом муниципального звена областной подсистемы единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: пункт временного размещения, население, чрезвычайные ситуации, технологии развертывания.

Abstract

The article reviews the factors of emergencies that determine the composition of equipment and technology of deployment of temporary accommodation centers for the affected population. The point of temporary accommodation (TAC) of evacuated population is an evacuation body of municipal formation and an element of the municipal tier of the regional subsystem of the unified state system of prevention and liquidation of emergency situations.

Keywords: temporary accommodation center, population, emergencies, deployment technologies.

Из тех факторов, которые определяют состав оборудования [8,с.23; 9,с.17; 10,с.22], и технологию развертывания [1,с.12; 2,с.31; 3,с.19] основными и наиболее значимыми будут (рис.1):

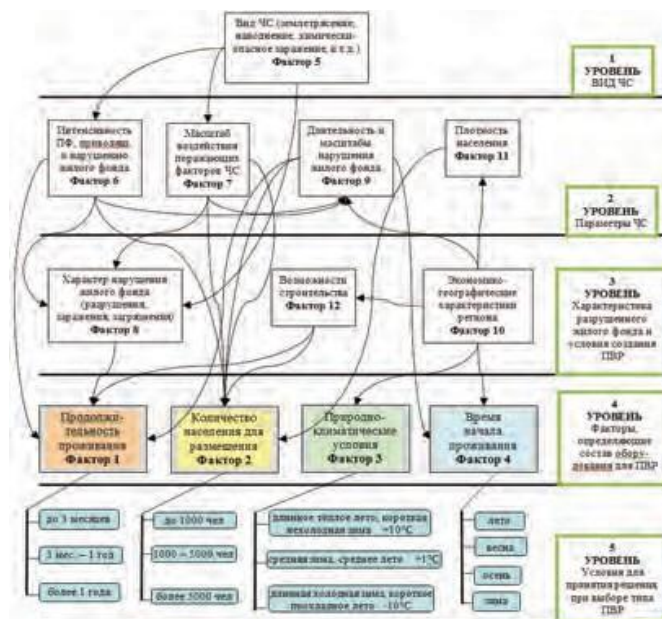


Рис.1. Значимые факторы технологии развертывания ПВР

«Предполагаемая (прогнозируемая) продолжительность проживания населения» фактор.1; «Количество населения, которое требуется разместить в ПВР» фактор.2; «Природно-климатические условия» фактор.3; «Время начала проживания» фактор.4.

Лингвистические переменные			
Лингвистическая переменная – «Продолжительность проживания» от ФАКТОРА 1			
до 3 месяцев (П1х) «малая»	от 3 мес. – 1 года (П1у) «средняя»	более 1 года (П1з) «большая»	
М 1	М 1	М 1	М 1
до 3 м	от 3 мес. до 1 года	более 1 года	
Лингвистическая переменная – «Количество населения для размещения» от ФАКТОРА 2			
до 1000 чел (П2х)	от 1000 – 5000 чел (П2у)	более 5000 чел (П2з)	
М 1	М 1	М 1	М 1
до 1000 чел	от 1000 чел до 5000 чел	более 5000 чел	
Лингвистическая переменная – «Природно-климатические условия» от ФАКТОРА 3 (среднегодовая температура)			
длинное тёплое лето, короткая холодная зима +10°С (П3х)	средняя зима, среднее лето 0°С (П3у)	длинная холодная зима, короткое прохладное лето -10°С (П3з)	
М 1	М 1	М 1	М 1
до +10°С	0°С	более -10°С	
Лингвистическая переменная – «Время начала прожизания» от ФАКТОРА 4			
лето (П4х)	весна (П4у)	осень (П4з)	зима (П4к)
М 1	М 1	М 1	М 1
лето	весна	осень	зима

Рис.2.Список лингвистических переменных

Все остальные факторы будут влиять на основные факторы следующим образом: «Вид ЧС» фактор.5; «Интенсивность поражающих факторов, которые приводят к разрушению именно жилого фонда» фактор.6 и «Масштабы воздействия поражающих факторов» фактор.7 влияют на «Характер нарушения жилого фонда» фактор.8 [11,с.18]. Примерами такого влияния могут быть: Чернобыль 1986 г. – заражения (полная эвакуация без развёртывания каких либо ПВР); Нефтегорск – разрушения (какие-то здания возводили, но люди жили в ПВР); Дальневосточный ФО 2013 г. – загрязнения (массовое использование ПВР). А «Характер нарушения жилого фонда» фактор.8. влияет на «Предполагаемую (прогнозируемую) продолжительность проживания населения» фактор.1.

Одновременно «Интенсивность поражающих факторов, которые приводят к разрушению именно жилого фонда» фактор.6 [4,с.25;5,с.18] и «Масштабы воздействия поражающих факторов» фактор.7 влияют на «Длительность и масштабы разрушения жилого фонда» фактор.9 [6,с.12; 7,с.21], т.е. насколько долго этот жилой фонд будет разрушен. Примером такого влияния может быть Дальневосточный ФО 2013 г. – до тех пор, пока все здания не просушат и не проверят прочность с помощью МДК или чего-то ещё, решение не буде приниматься вселять или не вселять. В этом случае, пока будет эта проверка, люди будут проживать в ПВР. Если здания подлежат восстановлению и ремонту, они будут продолжать жить в этих ПВР. Если здания не подлежат восстановлению и ремонту, они будут жить в этих ПВР, пока не возведут новые здания, либо пока их в какой- то жилой фонд не подселят [8,с.11; 9,с.23; 10,с.32]. Также, одновременно «Интенсивность поражающих факторов, которые приводят к разрушению именно жилого фонда» фактор.6 и «Масштабы воздействия поражающих факторов» фактор.7 влияют на «Количество населения, которое требуется разместить в ПВР» фактор.2, т.е. от масштаба и интенсивности воздействия поражающих факторов зависит – сколько будет пострадавших. Поэтому «Длительность и масштабы разрушения жилого фонда» фактор.9 влияет на «Продолжительность проживания населения» фактор.1 и на «Количество населения, которое требуется разместить в ПВР» фактор.2.

Ещё влияет «Географический регион и экономический регион» фактор.10 (экономико-географические характеристики региона) на «Плотность населения» фактор.11., а «Плотность населения» фактор.11, с учетом интенсивности воздействия поражающих факторов воздействует на «Количество населения которое требуется разместить в ПВР» фактор.2. А еще «Географический регион и экономический регион» фактор.10 (экономико- географические характеристики региона) влияет на «Возможность строительства» фактор.12. Если

строительство в ближайшие сроки не возможно, всех построек, то чем медленнее будет вестись строительство, тем большее количество населения будет проживать в ПВР, пока всем не построят либо не восстановят. Также «Географический регион и экономический регион» фактор.10 (экономико-географические характеристики региона) влияет на «Природно-климатические условия» фактор.3 и «Время начала проживания» фактор.4.

1. Дурнев Р.А., Трофимов А.В. Способ оценки чрезвычайной ситуации для развёртывания пунктов временного размещения населения, пострадавшего от аварий, катастроф и стихийных бедствий и система для его реализации. Патент РФ на изобретение № 2537878 28.02.2013. Опубликовано 10.01.2015. Бюллетень изобретений № 1.
2. Дурнев Р.А., Трофимов А.В. Система выбора рациональной технологии развёртывания пунктов временного размещения населения, пострадавшего от аварий, катастроф и стихийных бедствий. Патент РФ на полезную модель №125448. Опубликовано 10.03.2013. Бюллетень изобретений №7.
3. Трофимов А.В., Кочетов О.С. Палатка для временного проживания людей в полевых условиях. Патент РФ на полезную модель № 126039. Опубликовано: 20.03.2013. Бюллетень изобретений № 8.
4. Трофимов А.В., Кочетов О.С. Палатка для временного проживания людей в экстремальных условиях. Патент РФ на полезную модель №126040. Опубликовано 20.03.2013. Бюллетень изобретений №8.

Шамутдинов А.Х., Шахтин М.Д.

Расчетная модель определения реакций в опорах КМУ

*Омский автобронетанковый инженерный институт – филиал ФГКВООУ ВО «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева»
Министерства обороны РФ
(Россия, Омск)*

doi: 10.18411/trnio-12-2022-453

Аннотация

В статье разработана расчетная модель манипулятора, в которой на рабочий стол, в общем случае, действует сила F произвольной ориентации и сделан полный расчет реакций сил при действии горизонтальной составляющей силой F_x . По аналогии, определены реакции от действия горизонтальной F_y и вертикальной F_z составляющих сил. Знание численных значений найденных реакций в опорах манипулятора, позволит, по известным гипотезам, рассчитать данный манипулятор на прочность и жесткость, в частности, в военной транспортной технике, например, КМУ – крано-манипуляторных установках, в многоцелевых гусеничных и колесных машинах (МГКМ).

Ключевые слова: оригинальный манипулятор (ОМ), рабочий стол (РС), наклонная платформа (НП), опорно-поворотное устройство (ОПУ), поворотный стол (ПС), гидроцилиндр (Г), реакции в опорах.

Abstract

In the article, a design model of a manipulator is developed, in which, in the general case, a force F of arbitrary orientation acts on the desktop, and a complete calculation of the reactions of forces under the action of the horizontal component force F_x is made. By analogy, the reactions from the action of the horizontal F_y and vertical F_z components of forces are determined. Knowing the numerical values of the reactions found in the manipulator supports will allow, according to known hypotheses, to calculate this manipulator for strength and rigidity, in particular, in military transport equipment, for example, CMI - crane-manipulator installations, in multi-purpose tracked and wheeled vehicles (MGKM).

Keywords: original manipulator (OM), working table (WT), inclined platform (IP), slewing support (SS), turntable (T), hydraulic cylinder (HC), reactions in supports.

Оценка технического совершенства технологических машин, разрабатываемых в машиностроении, неразрывно связано с критериями точности исполнительных движений. Данные критерии, в максимальной степени, будут реализованы, если конструктивные элементы механизма будут удовлетворять понятиям прочностной надежности механизма в целом. Исследуем это на примере опор – вращательных шарниров механизма манипулятора. Для этого рассмотрим механизм манипулятора, описанный в [1], [2]. Основная часть пространственного манипулятора (ОПМ), как модель представлена на рис. 1. Под ОПМ будем понимать только его часть, имеющая вращательные кинематические пары (рис. 2), в которую не входят: основание и суппорта, движущихся во взаимно перпендикулярных направлениях [1, с. 65].

Как было описано ранее, главная особенность или «оригинальность» данной ОПМ заключается в создании поступательного вертикального движения с помощью двух встречных вращений НП 2 и ОПУ 3, другими словами, угловые скорости звеньев ω_2 и ω_3 направлены в противоположные стороны [3] (рис. 1). Но, несмотря на особые условия технического решения функционирования манипуляторов, главными характеристиками при его эксплуатации являются – высокая прочностная надежность и жесткость, которые напрямую связаны с состоянием его опор.

Это особенно проявляется при интенсивных силовых режимах его работы, например, при применении манипуляторов параллельной кинематики для обеспечения точности обработки [4] и модульного моделирования [5], когда меняются геометрические и кинематические параметры манипулятора. Эти же условия работы возникают при циклических силовых нагрузках в манипуляторах регулярной структуры [6].

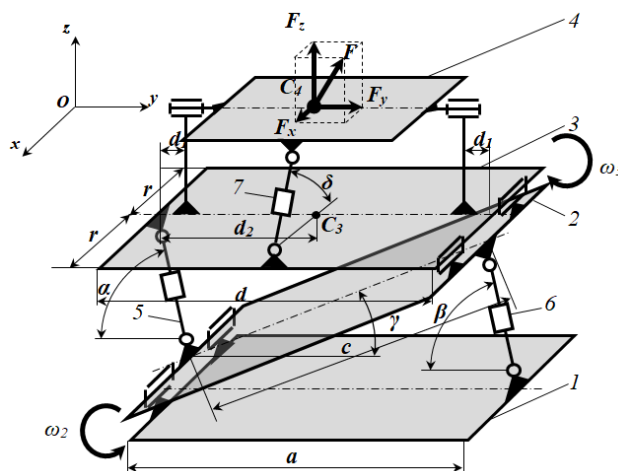


Рисунок 1. Модель ОПМ: 1 – РС 2 – НП; 3 – ОПУ; 4 – РС; 5, 6, 7 – левый, правый и верхний Г, соответственно

На РС 4, в данной ОПМ, действует динамическая сила F произвольной ориентации. Известны геометрические параметры и силы тяжести элементов ОПМ. Задача: определить реакции в опорах и реактивные моменты, а также модули и их направления, от действия этой внешней силы и от геометрических характеристик исследуемой ОПМ.

Воспользуемся классическим принципом теоретической механики – освобождения от связей: отбросим связи в данном механизме манипулятора, т.е. в исследуемой ОПМ и заменим их реакциями опор (а где необходимо – реактивными моментами) [7]. При этом запишем систему уравнений равновесия сил и изгибающих моментов, действующих на элементы, из которых состоит ОПМ, в проекциях на координатные оси:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^n X_i = 0; \quad \sum_{i=1}^n M_{ix} = 0; \\ \sum_{i=1}^n Y_i = 0; \quad \sum_{i=1}^n M_{iy} = 0; \\ \sum_{i=1}^n Z_i = 0; \quad \sum_{i=1}^n M_{iz} = 0. \end{aligned} \right\}, (1)$$

где X_i, Y_i, Z_i – проекции действующих сил F_x, F_y, F_z на координатные оси и M_{ix}, M_{iy}, M_{iz} – проекции моментов от действия данных сил относительно координатных осей, n – количество силовых факторов.

Разделим, условно, ОПМ на 9 элементов: 1 – ПС; a – Г; 2 – НП; b – Г; 3 – ОПУ; c – Г; 4 – РС; st – левая и правая стойки (рис. 2).

Уравнения равновесия (1) (рис. 2) будут:

$$\left. \begin{aligned} \sum Y_i = 0: (Y_1 + Y_1'') - Y_2 = 0; \\ \text{ПС 1: } \sum Z_i = 0: (Z_1 + Z_1'') - G_1 + Z_2 = 0; \\ \sum M_{O_1x} = 0: -G_1 \cdot \frac{a}{2} + Z_2 \cdot a = 0. \end{aligned} \right\} (2)$$

$$\left. \begin{aligned} \sum Y_i = 0: Y_2 - Y_3 = 0; \\ \text{Правый Г а: } \sum Z_i = 0: -Z_2 - G_a + Z_3 = 0; \\ \sum M_{O_2x} = 0: -Z_3 \cdot l_1 \cdot \cos \beta + Y_3 \cdot l_1 \cdot \sin \beta + G_a \cdot \frac{l_1}{2} \cdot \cos \beta = 0. \end{aligned} \right\} (3)$$

$$\left. \begin{aligned} \sum Y_i = 0: -Y_1' - (Y_1 + Y_1'') + Y_3 + (Y_5 + Y_5'') = 0; \\ \sum Z_i = 0: Z_1' - (Z_1 + Z_1'') - G_2 - Z_3 + (Z_5 + Z_5'') = 0; \\ \text{НП 2: } \sum M_{O_1x} = 0: -G_2 \cdot \frac{c}{2} \cdot \cos \gamma - Z_3 \cdot b \cdot \cos \gamma - Y_3 \cdot b \cdot \sin \gamma + (Z_5 + Z_5'') \cdot c \cdot \cos \gamma - \\ - (Y_5 + Y_5'') \cdot c \cdot \sin \gamma = 0. \end{aligned} \right\} (4)$$

$$\left. \begin{aligned} \sum Y_i = 0: Y_1' - Y_4 = 0; \\ \text{Левый Г б: } \sum Z_i = 0: -Z_1' - G_b + Z_4 = 0; \\ \sum M_{O_1x} = 0: Y_4 \cdot l_2 \cdot \sin \alpha + Z_4 \cdot l_2 \cdot \cos \alpha - G_b \cdot \frac{l_2}{2} \cdot \cos \alpha = 0. \end{aligned} \right\} (5)$$

$$\left. \begin{aligned} \sum X_i = 0: X_A + X_6 + X_B = 0; \\ \sum Z_i = 0: -Z_A - Z_4 - G_3 - Z_B - (Z_5 + Z_5'') + z_6 = 0; \\ \text{ОПУ 3: } \sum M_{Ax} = 0: -Z_4 \cdot d_1 - G_3 \cdot (d_1 + d_2) - Z_B \cdot 2(d_1 + d_2) - \\ - (Z_5 + Z_5'') \cdot (d_1 + d_2 + \frac{d}{2}) + Z_6 \cdot (d_1 + d_2) = 0; \\ \sum M_{Ay} = 0: M_A + M_B + Z_5 \cdot \frac{O_5 O_5''}{2} - Z_5'' \cdot \frac{O_5 O_5''}{2} + Z_6 \cdot r = 0 \end{aligned} \right\} (6)$$

$$\left. \begin{aligned} \sum X_i = 0: -X_6 + X_7 = 0; \\ \text{Верхний Г с: } \sum Z_i = 0: -Z_6 - G_c + Z_7 = 0; \\ \sum M_{O_6y} = 0: X_7 \cdot l_3 \cdot \sin \delta - Z_7 \cdot l_3 \cdot \cos \delta + G_c \cdot \frac{l_3}{2} \cdot \cos \delta = 0. \end{aligned} \right\} (7)$$

$$\left. \begin{aligned} \sum X_i = 0: X_8 - X_A = 0; \\ \text{Левая ст: } \sum Z_i = 0: Z_A - Z_8 - G_{cc} = 0; \\ \sum M_{Ay} = 0: -M_A + Z_8 \cdot l_{cm} = 0. \end{aligned} \right\} (8)$$

$$\left. \begin{aligned} \sum X_i = 0: X_9 - X_B = 0; \\ \text{Правая ст: } \sum Z_i = 0: Z_B - Z_9 - G_{cc} = 0; \\ \sum M_{Ay} = 0: -M_B + X_9 \cdot l_{cc} = 0. \end{aligned} \right\} (9)$$

$$\left. \begin{aligned} \sum X_i = 0: -X_7 - X_8 - X_9 + P_x = 0; \\ \text{РС 4: } \sum Z_i = 0: -Z_7 + Z_8 + Z_9 - G_4 = 0; \\ \sum M_{O_8x} = 0: -G_4 \cdot (d_1 + d_2) - Z_7 \cdot (d_1 + d_2) + Z_9 \cdot 2(d_1 + d_2) = 0. \end{aligned} \right\} (10)$$

Аналогично составляются расчетные схемы ОПМ и системы уравнений для определения реакций в опорах при нагружении силами F_y и F_z .

Итоговые реакции и реактивные моменты найдём по известной формуле [7, с.97]:

$$R_i = \sqrt{X_R^2 + Y_R^2 + Z_R^2}, \quad M_i = \sqrt{M_{Rx}^2 + M_{Ry}^2}, \quad (11)$$

где X_R, Y_R, Z_R – это реакции в шарнирах от действия приложенных внешних сил, в направлении координатных осей x, y и z , соответственно; M_{Rx}, M_{Ry} – реактивные моменты от действия приложенных внешних сил, в направлении координатных осей x, y ; i – индекс шарнира.

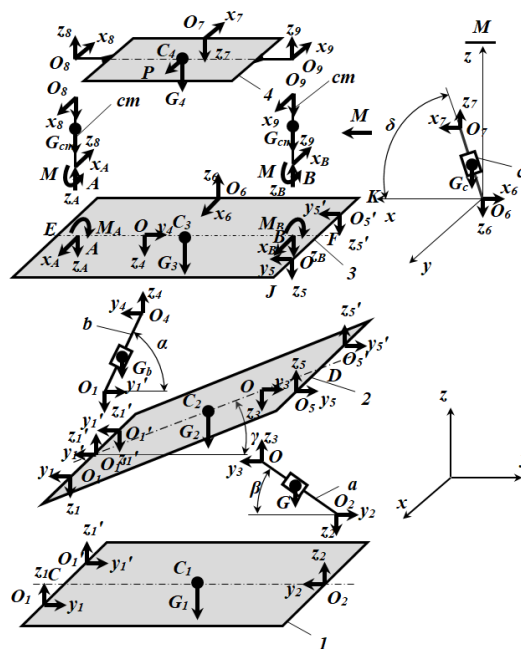


Рисунок 2. Расчетная схема ОПМ при нагружении силой R_x : 1 – РС; а – правый Г; 2 – НП; б – левый Г; 3 – ОПУ; с – верхний Г; ст – левая и правая стойки; 4 – РС

В частности, если необходимо определить реакции опор для макета, данного ОМ, при проведении экспериментов в динамике, например, в крутильных колебаниях (вибрациях) ротора, установленного на РС, то можно опустить массы элементов конструкции как сравнительно малые величины. Тогда, для данного примера:

$$R_8 = R_9 \approx \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\left(\frac{tg\delta}{r \cdot tg\delta - l_{cc}}\right)^2 \cdot (r^2 + l_{cm}^2) \cdot P_x^2 + P_y^2 + P_z^2} \quad (12)$$

$$R_6 = R_7 \approx \frac{1}{2} \cdot \frac{l_{cm} \cdot \sqrt{1 + 3\sin^2 \delta}}{(r \cdot tg\delta - l_{cm}) \cdot \cos \delta} \cdot P_x \quad (13)$$

$$R_5 = R_{5''} \approx \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{\left[\left(d_2 + \frac{d}{2}\right) \cdot tg\alpha - l_{cm}\right]^2 + (l_{cm} \cdot tg\alpha)^2}}{\left(d_2 + \frac{d}{2}\right) \cdot tg\alpha} \cdot P_y \quad (14)$$

$$R_4 = R_{O1} \approx \frac{l_{cm}}{\left(d_2 + \frac{d}{2}\right) \cdot \sin \alpha} \cdot P_y \quad (15)$$

Выводы

1. Из примера по определению реакций для макета видно, что основные нагружения опор находятся в точках О4, О5, О6 и О7, т.е. непосредственно – сдвоенные КП НП 2 и КП соединения верхнего Г с с РС 4 и ОПУ 3, что не противоречит теории прочностной надежности в структурном анализе манипулятора.

2. Несмотря на конкретную особенность или оригинальность исследуемого манипулятора, принцип определения составляющих реакций в опорах манипулятора является универсальным и технологичным в расчетах, т.к. используются простые классические уравнения статики, применяемые во многих элементах механизмов и машин, в частности, это касается военной транспортной техники, например, КМУ, МГКМ для увеличения их прочностной надежности и маневренности при эксплуатации.

1. Балакин П. Д., Шамутдинов А. Х. Схемное решение механизма пространственного манипулятора // Омский научный вестник. 2012. № 2. С. 65–69.
2. Пат. 170930 Российская Федерация, МПК В25J1/00. Пространственный механизм с шестью степенями свободы / Балакин П. Д., Шамутдинов А. Х. № 2016115295; заявл. 19.05.2016; опубл. 15.05.2017, Бюл. № 14.
3. Люкшин В. С. Теория винтовых поверхностей в проектировании режущих инструментов. М.: Машиностроение, 1967. 372 с.
4. Koltsov A. G., Blokhin D. A., Krivonos E. V., Shamutdinov A. H. Analysis of parameters for technological equipment of parallel kinematics based on rods of variable length for processing accuracy assurance // Journal of Physics: Conference Series. 2018. 944 012053. DOI: 10.1088/1742-6596/944/1/012053.
5. Orsino R. M. M., Hess-Coelho T. A., Malvezzi F. Applications of the modular modelling methodology to the dynamic analysis of parallel manipulators with common subsystems // International conference on the theory of machines and mechanisms., Aug. 4, 2021. Vol. 85. P. 123-133. DOI: 10.1007/978-3-030-83594-1_13.
6. Корендяев А. И., Саламандра Б. Л., Тывес Л. И. Теоретические основы робототехники: в 2-х кн. Кн. 1. Ин-т машиноведения им. А.А. Благодрава РАН. М.: Наука, 2006. 383 с. ISBN 5-02-033952-0.
7. Яблонский А. А., Никифорова В. М. Курс теоретической механики. Ч.1. Статика. Кинематика. М.: Высшая школа, 1966. 439 с.

Шеногин М.В.

Актуальность и особенности использования систем газового лучистого отопления

Владимирский государственный университет им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
(Россия, Владимир)

doi: 10.18411/trnio-12-2022-454

Аннотация

Вопросы качественного и эффективного обеспечения зданий и сооружений отоплением имеют ключевое значение в современной области теплоэнергетики. Одним из актуальных направлений современного технологического прогресса является использование систем газового лучистого отопления. Основной целью текущей статьи является анализ вопросов актуальности и особенностей использования систем газового лучистого отопления. Автором применяются теоретические методы исследования, а также используются научные зарубежные и отечественные материалы. Преимущественная часть статьи посвящена именно вопросам использования систем газового лучистого отопления.

Ключевые слова: отопление, здание, газовое лучистое отопление, система, теплоэнергетика, технология.

Abstract

The issues of high quality and efficient provision of buildings and structures with heating are of key importance in the modern field of heat power engineering. One of the actual directions of modern technological progress is the use of gas radiant heating systems. The main purpose of the current article is to analyze the issues of relevance and features of the use of gas radiant heating systems. The author applies theoretical research methods, as well as uses scientific foreign and domestic materials. The predominant part of the article is devoted specifically to the use of gas radiant heating systems.

Keywords: heating, building, gas radiant heating, system, heat-power engineering, technology.

Основной задачей, решение которой направлено с целью повышения качества и уровня конкурентоспособности выпускаемой предприятием продукции, является снижение затрат на отопление производственных помещений. Наряду с этим, необходимо решение задачи повышения уровня комфорта пребывания в них персонала. В течение последних лет наблюдается тенденция разработки и интеграции автономных промышленных отопительных систем (далее ПОС). Такие системы имеют ряд ключевых преимуществ относительно стандартных способов отопления зданий, представленных на рис. 1 [1].

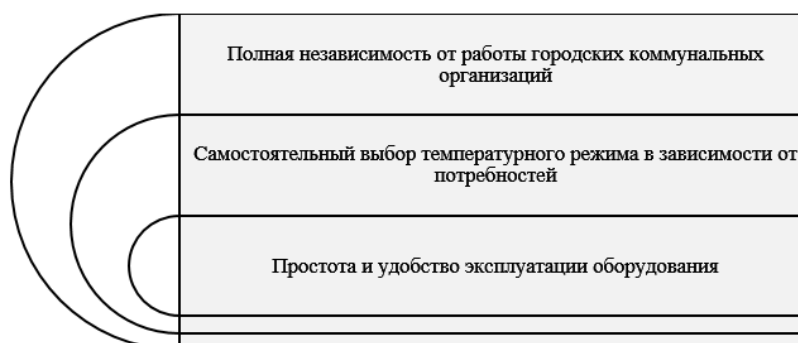


Рис. 1. Преимущества использования ПОС

Особенную актуальность своего распространения данные системы получили именно в производственных помещениях. Это связано с тем, что использование традиционных систем в помещениях с большой высотой является крайне неэффективным по ряду причин. Одной из основных является конвективный теплообмен, при котором теплый воздух сосредотачивается

преимущественно в верхней части производственных помещений, при этом в нижней части становится холодно (рис. 2) [2].

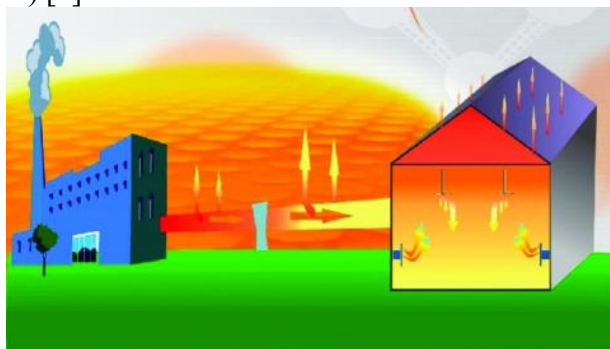


Рис. 2. Работа конвективной системы отопления

Системы газового лучистого отопления (далее ГЛО) способны обеспечить нагрев объектов и поддержание температуры именно в необходимых для этого зонах (рис. 3). Исходя из этого, результата функционирования таких систем можно сравнить с аналогом согревающего действия солнца. Основная разница заключается в нахождении спектра излучения систем лучистого топления в диапазоне инфракрасного излучения. То есть, в системах ГЛО полностью отсутствует, способный нанести вред человеку, ультрафиолет [3].

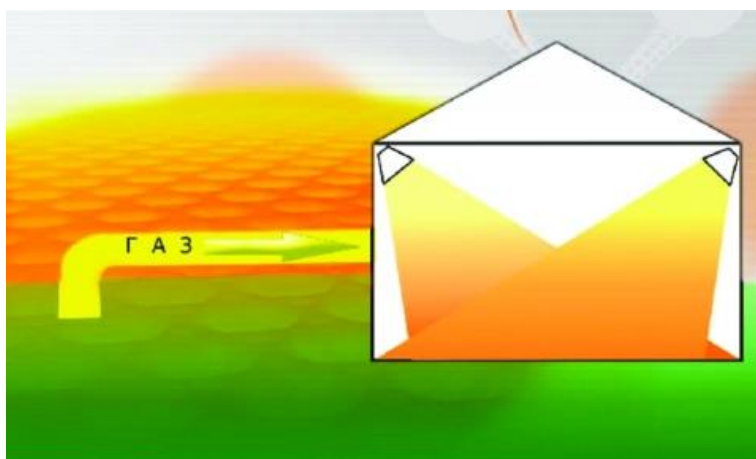


Рис. 3. Работа газовой лучистой системы отопления

Помимо этого, системы газового лучистого топления выигрывают в экономическом аспекте и по такому параметру, как затрачиваемое топливо. На это влияют такие факты, как: стоимость природного газа, необходимая для выработки единицы тепловой энергии, является значительно меньшей относительно стоимости электроэнергии для обеспечения аналогичного нагрева; при использовании систем газового лучистого отопления отбрасывается необходимость строительства котельной, необходимой для нагрева воды и иных сооружений, обеспечивающих циркуляцию воды.

Системы ГЛО являются наиболее эффективным инструментом среди всех ПОС, а также разрушают устоявшийся стереотип о том, что газ представляет потенциальную опасность при своем использовании. Это достигается путем того, что системы газового лучистого отопления при своем использовании оснащаются системой защиты от погасания пламени в газовых инфракрасных излучателях. Помимо этого, системы ГЛО оснащены системой контроля загазованности. Именно это позволяет безопасно использовать данные системы на реальных производственных объектах в течение последних лет [4].

Необходимо отметить, что использование газового лучистого отопления активно применяется для различных типов производственных помещений. Ими могут являться различные цеха, логистические склады, ангары, депо железнодорожного транспорта, крупные

гаражи и ряд иных объектов. Также ввиду развития и повышения безопасности данной технологии, ГЛО находит свое применение в местах массового скопления людей, на стадионах, спортивных залах, выставочных комплексах и иных.

При всех преимуществах своего использования, активное развитие и интеграция была получена во многих развитых странах современного мира, за исключением России. В нашей стране тема масштабного использования ГЛО и переход с традиционных методов отопления получила огласку только несколько лет назад. Это связано с рядом причин, обуславливающих отставание нашей страны в развитии данной технологии. Первое, это недостаточный уровень заботы о проблеме повышения энергетической эффективности современных предприятий. Второе, финансовые проблемы современных промышленных предприятий, не располагающих требуемыми свободными финансами для развития новых технологий. Третье, для качественного и повсеместного развития систем ГЛО требуется развитие вопроса, связанного с совершенствованием нормативной базы. Именно регулирование использования данных систем на законодательном уровне позволит облегчить процесс согласования и своей интеграции на промышленных объектах [5].

Таким образом, основная цель представленной статьи заключалась в необходимости обоснования актуальности и изучении особенностей использования систем газового лучистого отопления. В заключение необходимо отметить, что использование представленных систем позволит значительно повысить энергетическую эффективность производств, снизив при этом производственные издержки и себестоимость продукции. Именно это позволит упрочить свои позиции на рынке и значительно повысить уровень конкурентоспособности. Именно сокращение затрат на отопление производственных помещений позволяет повысить рациональность и эффективность использования ресурсов на предприятии.

1. Корнилов А.А. особенности лучистого отопления // Вестник магистратуры. 2018.
2. Барашкова Н.П. Методические подходы к расширению сферы применения инфракрасных газовых излучателей // Вестник магистратуры. 2019.
3. Калинин А.Э., Токарева А.Н., Макарова М.С., Беленов В.Н. Определение параметров системы воздушного лучистого отопления на базе вторичных энергетических ресурсов // Вестник аграрной науки Дона. 2015.
4. Morev A.A., Kochenkov N.V. The principle of joint operation of air conditioning systems and radiant heating for a built-in room // Refrigeration equipment and air conditioning. 2016.
5. Фёдоров К.В. Системы отопления производственных помещений на базе газовых инфракрасных излучателей // Вестник магистратуры. 2021.



LJournal

Научно-издательский центр

Рецензируемый научный журнал

**ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
№92, Декабрь 2022**

Часть 9

Подписано в печать 30.12.2022. Тираж 400 экз.
Формат.60x841/16. Объем уч.-изд. л. 9,67
Отпечатано в типографии Научный центр «LJournal»
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович