

Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный университет путей сообщения»

Выпуск 1 (216)

Перспектива

Сборник научных трудов студентов

Екатеринбург
УрГУПС
2016

УДК 621.311
П27

Перспектива : сб. науч. тр. студентов / [под науч. ред. С. В. Бушуева, канд. техн. наук]. — Екатеринбург : УрГУПС, 2016. — Вып. 1 (216). — 364 с.

УДК 621.311

*Публикуется по решению
редакционно-издательского совета УрГУПС*

Научное издание

ПЕРСПЕКТИВА

Сборник научных трудов студентов

Научный редактор — С. В. Бушуев
Редактор — Л. С. Барышникова
Верстка Н. А. Журавлевой

Подписано в печать 10.05.2016.
Формат 60 х 84/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 21,1.
Тираж 100 экз. Заказ 98.

УрГУПС
620034, Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66.
Тел.: (343) 221-24-90

© Уральский государственный университет
путей сообщения (УрГУПС), 2016

Оглавление

РАЗДЕЛ 1. НАУКА МОЛОДАЯ	7
<i>Kononov A. Modern technologies for Music Informatics</i>	7
<i>Бабоков В. Ю. Сравнение свойств подрельсовых прокладок промежуточных рельсовых креплений КБ-65 из различных материалов</i>	10
<i>Батаков Д. С. Проблемы результативности выступлений российских лыжников-гонщиков на зимних Олимпийских играх</i>	27
<i>Бахарева И. С. Защита водных объектов от загрязнения талым стоком с площадок временного хранения снега</i>	34
<i>Васильев П. О. Универсальный действующий стенд тормозного оборудования подвижного состава</i>	45
<i>Васильева Д. Е. Демократия: миф или реальность</i>	49
<i>Донскова А. Д., Оганесян Г. Г. Компьютерный язык</i>	55
<i>Емельянова Е. Г. Совершенствование технологии очистки поверхностного стока на аккумуляционном фитофилтре с загрузкой в виде опоки</i>	64
<i>Зверев И. И. Внедрение системы взимания платы «Платон» в транспортный комплекс РФ</i>	77
<i>Иванов И. С., Комаров В. В. Сравнительный анализ спутниковых систем навигации ITARUS-ATC и ERTMS в обеспечении безопасности движения поездов на железных дорогах России ...</i>	84
<i>Карпова В. П. Автоматизация сортировочных процессов</i>	93
<i>Косяченко Д. П. Трудовая занятость студентов вуза и профессионализация: результаты социологического исследования</i>	103
<i>Кручинина К. В. Совершенствование условий труда работников строительной отрасли за счет использования новых современных материалов</i>	114

<i>Миронова Е. И.</i> Экспериментальная проверка эффективности химико-биологического метода глубокой очистки городских сточных вод от фосфатов	121
<i>Морева М. С.</i> Изучение влияния физиологических особенностей организма на внутреннее электрическое сопротивление тела человека.....	130
<i>Мыльников М. М.</i> Моделирование поведения криволинейных участков пути в зависимости от эксплуатационных условий PathCurve	138
<i>Овсянников Н., Ревнивых С.</i> Повышение культуры обслуживания пассажиров на вокзале, в том числе маломобильных групп населения	149
<i>Панагушина Ю. С.</i> Автомобильный транспорт как источник загрязнения окружающей среды	153
<i>Ревнивых А., Ревнивых С.</i> Кто владеет запахом, тот владеет сердцами людей	160
<i>Ревагина Е. М.</i> Технические устройства и правила безопасного прохода людей через линии высокоскоростного движения ..	163
<i>Рыбинцев И. Е.</i> Учет изменения температур закрепления рельсовых плетей на участках сварки машинами ПРСМ	170
<i>Сидоркин Д. Д.</i> Численное определение фактических перемещений рельсошпальной решетки в плане при прохождении подвижного состава кривых участков пути	180
<i>Смирнова Ю. Э.</i> Оценка физиологического состояния работника с использованием стабилеографических исследований ...	188
<i>Стаценко С. А.</i> Влияние человеческого фактора на безопасность движения на транспорте	194
<i>Сычева Я. В.</i> Сравнительный анализ устройств закрепления составов в России и зарубежных странах.....	198
<i>Торсунова К., Патракеев А., Анисимов А., Штейников И.</i> Ценностные ориентации и мотивы ценностных установок студентов 2 курса.....	208

<i>Хужин М. Ю., Манжос Я. А.</i> Система контроля, измерения и передачи данных	215
<i>Хусаинова Э. А.</i> Обезвреживание почвогрунтов объектов железнодорожного транспорта, загрязненных аварийными разливами нефтепродуктов.....	230
<i>Шестюк Т. А.</i> Микроструктура стали при деформационном старении	240
<i>Шмидт А. О.</i> Применение нового подвижного состава для городских и пригородных перевозок в Пермском крае.....	245
<i>Штыков Н. К.</i> Определение основных геометрических параметров поперечного сечения верхнего строения пути с помощью программного комплекса.....	262
<i>Штыков Н. К.</i> Технологический процесс восстановления боковой рамы автомотрисы 1АДМ-1.3	270
<i>Щенникова К. С.</i> Устройства защиты от перенапряжений электрифицированной железной дороги.....	281
РАЗДЕЛ 2. ПУТЬ В НАУКУ: НАЧАЛО	299
<i>Давлетшин Т. Р., Рафиков В. Ф.</i> Модернизированная электродрель для электроэрозионной прошивки отверстий труднообрабатываемых деталей	299
<i>Дрогова А., Терешко А.</i> Факторы экологического риска в профессии железнодорожника.....	302
<i>Кибардин Я. Р.</i> Динамо-машина	310
<i>Котюнин Е. Ю.</i> Электромагниты и их применение	318
<i>Нестерова Е. А.</i> Калейдоскоп	335
<i>Пушкарёва А. И.</i> Энергетическая безопасность как фактор устойчивого развития России.....	345
<i>Фадеев А. А.</i> Повышение энергоэффективности стеклопакетов...	354

Раздел 1

Наука молодая

A. Konovalov,
Russian State Vocational Pedagogical University, Ekatherinburg, Russia

Modern technologies for Music Informatics*

The role of information technologies is very important in the modern society. They take the central part in the process of intellectualization of the society, of the development of culture and education. Informatics and information technologies penetrating into all spheres of human activity have become compulsory disciplines in the institutions of different spheres.

According to the Federal State Standard, the preparation of the bachelors of pedagogical education in the specialities «Musical-computing technologies» and «Management in musical art and education» plans the studying the disciplines, which cope with new information technologies, in particular at the musical informatics classes.

Nowadays music as one of sub-systems of general information system of society demands the comprehension of informational space, which is developing actively, and leads to the rise of information technologies of art and the appearing of the new discipline «Music Informatics». Teaching this discipline is vital for all preparation of bachelor students, whose academic and future professional activity is connected to music pedagogics, performing and creativity. This is explained by the fact, that the applying information technologies in the institutions of culture, art and musical education allows to optimize the means, forms and methods of teaching, to find rational solutions of different academic tasks, to choose appropriate ways of improving the teaching process; this applying also helps to overcome difficulties of the traditional forms of teaching.

At the same time, there is a problem of supplying the students both with high level of theoretical knowledge and the experience of information activity,

* Публикуется в авторской редакции.

and the problem of appropriate relation of information technologies to professional preparation of the bachelors in the system of pedagogical education in the sphere of musical-computing technologies and musical management.

Besides, in the teaching of the bachelors the important thing is forming positive attitude to the innovations and forming the firm motivation to use modern information technologies in their academic and future professional work.

Aleksandr Kharuto mentions the specification of music informatics, which is studying the principles of saving, storage, processing the musical information such as musical works and phonograms [1].

The working programme on Music Informatics emphasizes the fact, that the computer skills studying in accordance with music is connected with forming the basis of information culture, the knowledge of architecture and the technical capabilities of a PC and the sound acoustics. During the proper mastering of this academic discipline the students: gain the of the history of musical art and technical progress and their mutual influence, get the knowledge of the main specialities of multi-media computers, form the knowledge of physical characteristics of sound and acoustics, digital recording and processing of a sound, form the practical skills of working with modern musical and computer software [2].

The aim the discipline «Music informatics» is organizing the system of professional and special competence and is achieved by solving the following academic tasks:

- to supply the students with theoretical knowledge of directions and means of the professional activity informatization of the specialists in the sphere of musical art and education;

- to form the elementary skills and rules of working with multi-media capabilities of a computer, digitization of a sound and modern musical and computer software;

- to develop student motivation and necessity of self-education in the sphere of information and communication technologies and software [2].

During their musical professional education the students study methodology and methods of musical analysis; their complex historical thinking is formed by theoretical musical disciplines; the students study the structure and inter-relations in the music system, which organize their complex idea of music culture.

Considering all this, the Music Informatics plays the role of an integrating discipline because studying it the students master the main rules and ways of different systems, information and music in particular.

Janna Sitkova mentions in her research «The system and level approach in teaching music informatics» that the main emphasis when teaching this discipline should be made on the aspects, which, on the one hand, allow to implement the integrating of system approach, which are mastered at Music Informatics and which are used in theoretical musical disciplines, and, on the other hand, these aspects allow to form the complex information picture of the world [3].

The innovation content of Music Informatics as a developing discipline demands the development and using both modern information technologies, which include all the applied directions of information means, and which have been installed only in some spheres of education; and modern pedagogical technologies, which allow to solve the tasks of this discipline successfully.

The developing of pedagogical technologies as a system of methods and technics used in any craft, art or mastery is an important task of teaching Music Informatics, which needs active and purposeful solution. One should think about the fact, that the pedagogical method, being a part of any technology, is a system of purposeful action solving a certain pedagogical task which includes pedagogical means of updating, saving and transmitting information, interaction form of subjects of the pedagogical process, activity attitude of the participants of the educational process due to each other and to pedagogical means, methods, proving the level of pedagogical influence [4].

Nowadays the promising tendency in the methods of teaching Music Informatics is developing and realization of the modern pedagogical technologies such as:

- 1) using the computer network and telecommunication systems like internet for gathering and transmitting the academic material of the lessons;
- 2) applying the remote forms of active studying and self-education used also as a system of control;
- 3) electronic books, dictionaries and lectures which use the multi-media;
- 4) software training exercises and tests;
- 5) musical software as an integral part of teaching Music Informatics [7, c. 117].

The technologies mentioned above are rather difficult to be applied and used at the lessons of Music Informatics due to the lack of science and method basis. This fact allows to determine the ways of scientific research in developing the content and modern pedagogical methods of the discipline

«Music Informatics», while teaching the bachelor students in the sphere of musical management and musical and computer technologies.

List of references

1. Харуто А. В. Музыкальная информатика: теоретические основы : учебное пособие. М. : Изд-во ЛКИ, 2009. – 400 с.
2. Малышева М. А. Современные технологии обучения и их роль в образовательном процессе // Современные технологии обучения в вузе (опыт НИУ ВШЭ в Санкт-Петербурге). – СПб, 2011. С. 6–25.
3. Ишак Е. Р. Современные педагогические технологии как основа проектирования учебных занятий в вузе // Сибирский торгово-экономический журнал. 2011, №14. С. 43–47.
4. Бахмудкадиев Н. Д. Современные образовательные технологии в инновационном вузе / Проблемы и перспективы развития образования : м-лы III Международн. научн. конф. – Пермь : Меркурий, 2013. – С. 116–118.

УДК 625-1/-3:625-5/-9

В. Ю. Бабоков, 4 курс

(научный руководитель – Ю. М. Кравченко),

Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

Сравнение свойств подрельсовых прокладок промежуточных рельсовых креплений КБ-65 из различных материалов

Прокладки-амортизаторы для промежуточных рельсовых креплений железнодорожного пути используются в качестве демпферов под подошвой рельсов или под металлическими подкладками.

Прокладки-амортизаторы служат для обеспечения продольного сопротивления смещению рельсов, снижения динамических нагрузок, электроизоляции на железобетонных шпалах и предохранения от износа на деревянных шпалах. Прокладки изготавливаются формовым способом по техническому регламенту ТР 2-849—07.

Прокладки изготавливаются по СТО 2539-004-93360501—2009, разработанному в соответствии с техническими требованиями ЦПТ-11/100, предъявляемыми ОАО «РЖД» к прокладкам-амортизаторам. Показатели качества прокладок-амортизаторов обеспечивают выполнение требований Норм безопасности НБ ЖТ ЦП 149—2003 на железнодорожном транспорте.

Подрельсовые прокладки-амортизаторы ЦП-143, ЦП-204, ЦП-356 применяются для амортизации подошвы рельса.

По своим физико-механическим показателям прокладки должны отвечать требованиям, приведенным в таблице 1.

Полимерные материалы все чаще начинают использоваться в различных отраслях. Это связано с более высокими физико-механическими показателями, расширенным диапазоном рабочих температур, со стойкостью к агрессивным средам (таблица 2), что неизменно приводит к увеличению срока эксплуатации изделий.

Таблица 1

**Физико-механические показатели прокладок
из высокопрочной резины**

Показатель	Категория I, II		Категория II
	исп. Б	исп. Д	исп. ПД
Условная прочность при растяжении, не менее, МПа	7,0	8,0	8,0
Относительное удлинение при разрыве, не менее, %	150	200	250
Твердость по Шору, шкала Д(А), в пределах, усл. ед.	60–90	65–90	65–90
Удельное объемное сопротивление для прокладок, применяемых для железобетонных шпал, не менее, Ом · см	$1 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^9$
Изменение массы после воздействия агрессивной среды в течение (24 ± 1) ч при температуре $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$, %: в масле в воде	От –1 до 7,0, от 0 до 0,5	От –1 до 7,0, от 0 до 0,5	От –1 до 7,0, от 0 до 0,5
Температура хрупкости, не менее, $^\circ\text{C}$	–60		

Таблица 2

**Физико-механические показатели прокладок
из полимерных материалов**

Показатель	«Технолой» 2070	«Поли- форм»	ТПК-5	ГОСТ (проект)
Условная прочность при растяжении, МПа, не менее	8,0	15,0	14,0	15,0
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	250	650	350	400
Твердость по Шору шкала Д(А), усл. ед., в пределах	(65–80)	(38–42)	40	(65–80)
Удельное объемное сопротивление для прокладок, применяемых для железобетонных шпал, Омсм, не менее	$1 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^9$
Изменение массы после воздействия агрессивной среды в течение (24 ± 1) ч, при температуре $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$, %: в масле в воде	4,0 0,5	3,5 0,5		До 5,0, до 0,5
Температура хрупкости, не менее, $^\circ\text{C}$	–60	–70	–55	–60

Для определения сравнительных характеристик прокладок, выполненных из высокопрочной резины и полимерных материалов, в испытательном центре технических средств железнодорожного транспорта УрГУПС проведены лабораторные испытания.

Задача первой серии испытаний: определение жесткостных характеристик прокладок-амортизаторов из высокопрочной резины, «Полиформа» и полимерного материала с последующим анализом и сравнением этих характеристик. Жесткость для данных испытаний определяется как отношение величины нагрузки P (кН) к величине деформации ε (мм), вызванной этой нагрузкой, и рассчитывается по формуле

$$Ж = \frac{P}{\varepsilon}, \frac{\text{кН}}{\text{мм}}. \quad (1)$$

Для получения данных использовалась универсальная испытательная машина Testometric FS100AT. Для наглядности и сопоставления результатов лабораторных испытаний проведена видеосъемка камерой, установленной на постоянном фокусном расстоянии от испытательной машины. Камера фиксировала перемещение рельса под нагрузкой в вертикальной плоскости при помощи кадра с металлической линейкой, приложенной к рельсу (рис. 1).



Рис. 1. Обработанный кадр видеосъемки

Кадр снят на том же фокусном расстоянии. В этом случае масштабы отдельно сделанного кадра и видеосъемки совпадут, а последующее наложение кадра на видеосъемку позволит получить численную величину деформации. В полевых испытаниях камера зафиксирует изменение положения рельсошпальной решетки в вертикальной плоскости, возникающее при прохождении локомотива, так как только у локомотива имеется паспортная вертикальная нагрузка на одну ось.

Испытания прокладок на определение относительной деформации после десятикратного кратковременного статического сжатия производилось по [1].

Готовое изделие (образец) устанавливается в испытательную машину, работающую на сжатие (пресс), между металлической плитой толщиной не менее 15 мм и отрезком рельса размерами не менее нижней опорной плиты.

Нагрузка на образец при сжатии составляет 95,5 кН независимо от конструкции и размеров изделия.

Порядок проведения испытания:

- 1) образец помещается в центр нижней площадки так, чтобы его продольная ось совпадала с направлением сжимающей силы;
- 2) устанавливается скорость сближения между нижней площадкой и отрезком рельса не более 10 тс/мин;
- 3) Цикл «нагружение-разгрузка» проводился десять раз. В течение всего времени испытания при различной нагрузке фиксируется деформация образца.

Испытывали прокладку «Полиформ». Материал – полимер, основанный на полиэфирэфиркетоновой смоле.

Основные характеристики полиэфирэфиркетона:

высокая максимально допустимая рабочая температура на воздухе (250 °С при постоянном воздействии и до 310 °С – при кратковременном);

высокая механическая прочность, жесткость и сопротивление ползучести, в том числе при повышенных температурах;

стойкость к химическому воздействию и гидролизу;

высокие фрикционно-износные характеристики;

стабильность размеров;

стойкость к излучению высокой энергии (гамма- и рентгеновское излучение);

низкая воспламеняемость.

Изделия из полиэфирэфиркетона зачастую применяются, когда требуется более высокая способность выдерживать механические нагрузки или повышенная износостойкость, а также взамен металлических деталей.

Геометрические параметры прокладки «Полиформ» (рис. 2) аналогичны параметрам прокладки ЦП-143 (рис. 3) из высокопрочной резины.



Рис. 2. Прокладка-амортизатор «Полиформ»



Рис. 3. Прокладка-амортизатор ЦП-143 из высокопрочной резины

В первой серии лабораторных испытаний проводилось нагружение прокладки-амортизатора из высокопрочной резины, «Полиформ» и полимерного материала без затяжки клеммных болтов и без наштапной резиновой прокладки ЦП-361. Образцы прокладок-амортизаторов укладывались на подкладку промежуточного рельсового скрепления КБ-65, сверху на них устанавливался отрезок рельса длиной 30 см. Нагрузка, действующая на образцы при сжатии, составляла 95,5 кН. Затем, согласно требованиям [1], десять раз проводился цикл «нагружение-разгрузка». Нагружение и разгрузка осуществлялись через траверсу (рис. 4). В ходе проведения всех испытаний фиксировались заданные параметры: нагрузка, передаваемая через рельсы на образцы (кН), и деформации (мм).

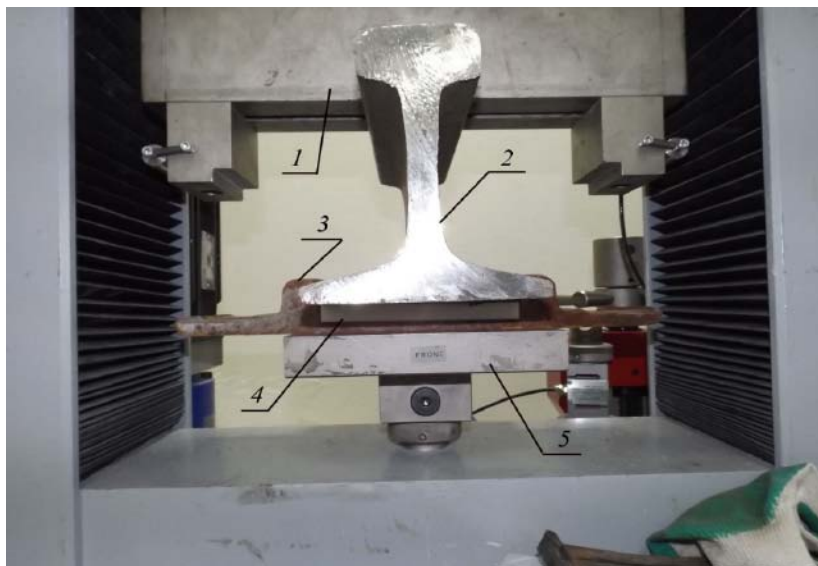


Рис. 4. Схема установки

1 – траверса; 2 – рельс; 3 – подкладка;
4 – прокладка; 5 – нижняя площадка

Результаты испытаний прокладки из высокопрочной резины представлены на рис. 5.

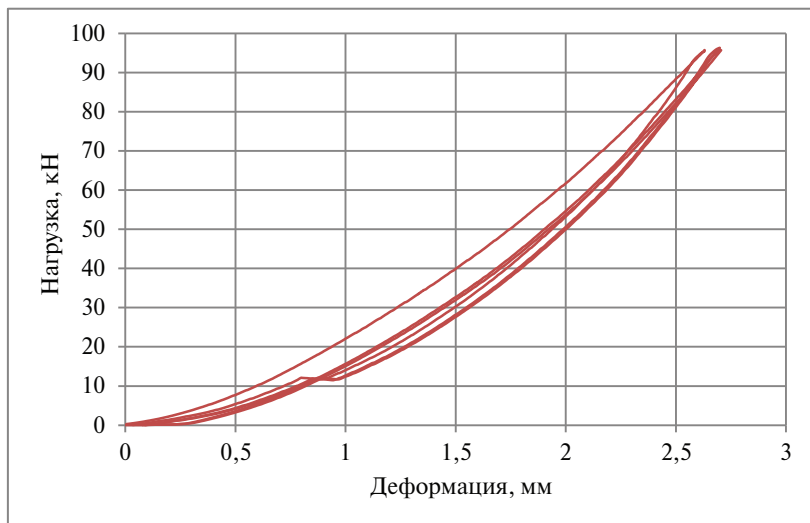


Рис. 5. График «нагружение-разгрузка» прокладки из высокопрочной резины

Максимальная деформация при нагрузке 95,5 кН на первом цикле «нагружение-разгрузка» на этапе «нагружение» составила 2,62 мм, а на последнем цикле — 2,70 мм. Разность деформаций первого и последнего цикла при нагрузке 95,5 кН составила 0,08 мм, что соответствует изменению жесткости на 3 %. Максимальный разбег жесткости был зафиксирован при нагрузке 21 кН. Деформация первого цикла «нагружение-разгрузка» на этапе «нагружение» при данной нагрузке составила 0,96 мм, а последнего — 1,19 мм. Разность деформаций первого и последнего цикла при нагрузке 21 кН составила 0,23 мм, что соответствует изменению жесткости на 24 %.

На графике (рис. 5) имеется площадка. Ее наличие обусловлено тем, что на этапе разгрузки образца и величине нагрузки 12 кН происходит частичное восстановление упругих свойств с изменением жесткости на 10 %.

Прокладки-амортизаторы из высокопрочной резины уже после первого цикла «нагружение-разгрузка» имеют значительное увеличение жесткости до момента стабилизации, вызванное неоднородностью упругих свойств материала. Кроме того, полное восстанов-

ление этих свойств возможно только после снятия нагрузки, через некоторое время, а это означает, что узел скрепления работает с повышенной жесткостью в течение всего цикла нагрузок.

Далее проводилось испытание прокладки-амортизатора «Полиформ» также без затяжки клеммных болтов и без нащпальной резиновой прокладки ЦП-361. Результаты испытаний представлены на рис. 6.

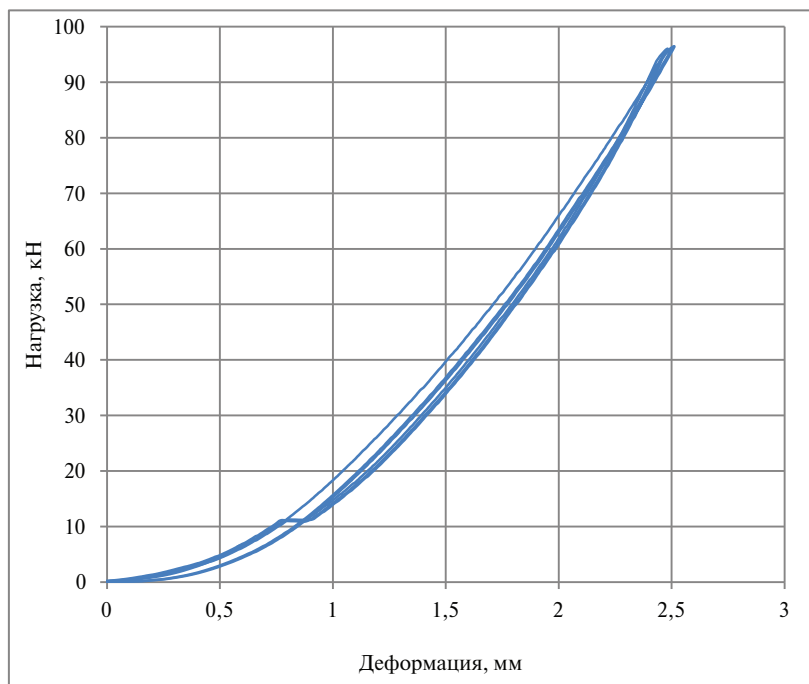


Рис. 6. График «нагружение-разгрузка» прокладки «Полиформ»

Максимальная деформация при нагрузке 95,5 кН на первом цикле «нагружение-разгрузка» на этапе «нагружение» составила 2,47 мм, а на последнем – 2,50 мм. Разность деформаций первого и последнего цикла при нагрузке 95,5 кН составила 0,03 мм, что соответствует изменению жесткости на 1,2 %. Максимальный разбег жесткости был зафиксирован при нагрузке 26 кН. Деформация первого цикла «нагружение-разгрузка» на этапе «нагружение» при данной нагрузке

составила 1,19 мм, а последнего цикла составила 1,27 мм. Разность деформаций первого и последнего цикла при нагрузке 26 кН составила 0,08 мм, что соответствует изменению жесткости на 6,7 %.

На графике (рис. 6) имеется площадка. Ее наличие обусловлено тем, что на этапе разгрузки образца и величине нагрузки 11 кН происходит полное восстановление упругих свойств. Прокладки-амортизаторы «Полиформ» имеют ряд преимуществ по сравнению с прокладками из высокопрочной резины:

стабильные показатели жесткости как при максимальной нагрузке, так и после нескольких циклов «нагружение-разгрузка»;

большую однородность упругих свойств материала, что способствует ускоренной стабилизации под нагрузкой;

полное восстановление упругих свойств, при этом находясь под нагрузкой (11кН).

Последней испытывалась прокладка-амортизатор из полимерного материала, близкого по свойствам к резине. Результаты испытаний представлены на рис. 7.

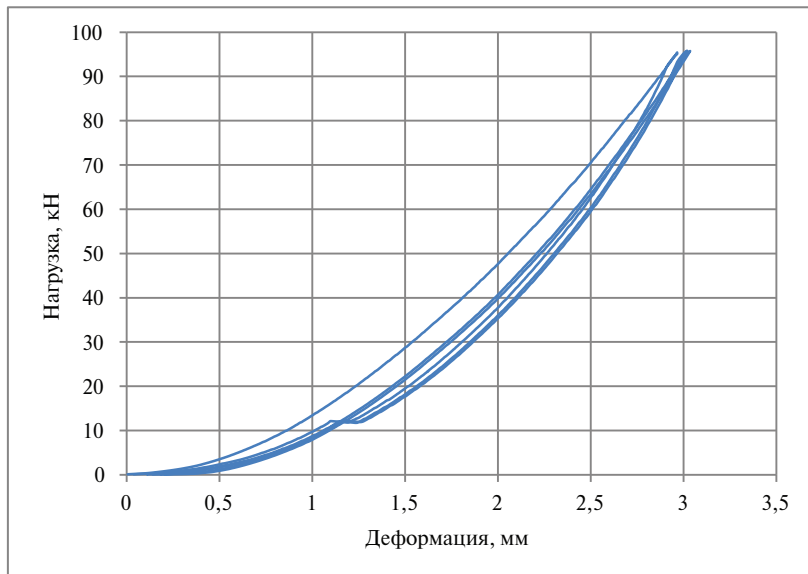


Рис. 7. График «нагружение-разгрузка» прокладки из полимерного материала

Максимальная деформация при нагрузке 95,5 кН на первом цикле «нагружение-разгрузка» на этапе «нагружение» составила 2,97 мм, а на последнем цикле — 3,03 мм. Разность деформаций первого и последнего цикла при нагрузке 95,5 кН составила 0,06 мм, что соответствует изменению жесткости на 2,0 %. Максимальный разбег жесткости был зафиксирован при нагрузке 21 кН. Деформация первого цикла «нагружение-разгрузка» на этапе «нагружение» при данной нагрузке составила 1,26 мм, а последнего цикла — 1,48 мм. Разность деформаций первого и последнего цикла при нагрузке 21 кН составила 0,22 мм, что соответствует изменению жесткости на 17,5 %. Площадка на графике прокладки из полимерного материала аналогична площадке прокладки из резины (см. рис. 5).

Прокладка-амортизатор из полимерного материала имеет чуть меньшую начальную жесткость. Остальные качества сходны свойствам прокладки из высокопрочной резины.

Еще один показатель подрельсовой прокладки-амортизатора — ее способность сопротивляться действию продольных сил, возникающих в плетях бесстыкового пути и в результате воздействия подвижного состава.

Для сравнения прокладок из высокопрочной резины, «Полиформ» и из полимерного материала на сопротивление сдвигу была проведена серия испытаний. Образцы прокладок-амортизаторов укладывались на подкладку промежуточного рельсового скрепления КБ-65, сверху на них устанавливался отрезок рельса длиной 30 см таким образом, чтобы одна из боковых граней подкладки находилась в одной плоскости с торцом рельса. Затем производилась затяжка гаек клеммных болтов динамометрическим ключом (рис. 8) до проектного усилия 150 кН · м [2].



Рис. 8. Динамометрический ключ

Готовый узел (образец) устанавливается в испытательную машину, работающую на сжатие (пресс). Рельс и крепление в сборе на универсальной испытательной машине Testometric FS100AT изображены на рис. 9.



Рис. 9. Рельс и крепление в сборе на испытательной установке

Нагружение образца происходит до достижения пиковой нагрузки, при которой происходит сдвиг подрельсовой прокладки относительно рельса. Данную нагрузку принимают за результат эксперимента. Графики испытаний представлены на рис. 10.

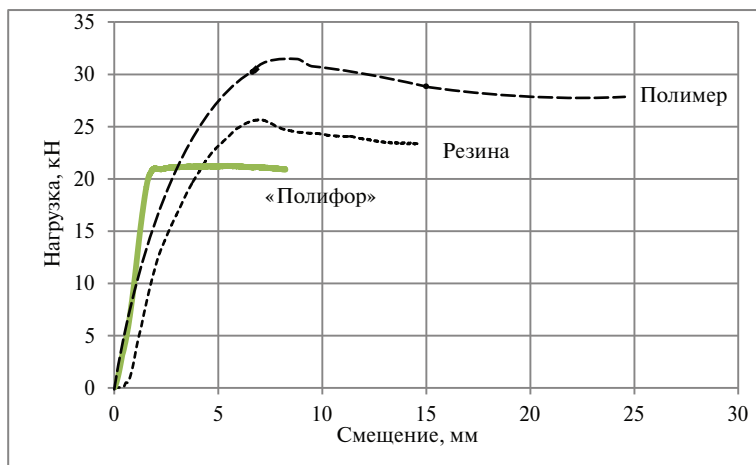


Рис. 10. График испытания на сдвиг прокладки из высокопрочной резины, полимера и прокладки «Полиформ»

В узлах с прокладками из высокопрочной резины и полимерного материала при длительном приложении нагрузки наблюдалось «выдавливание» прокладки из узла крепления (рис. 11, 12). Данное явление — достаточно серьезный недостаток, поскольку в пути «выдавливание» прокладок сопровождается последующим нарушением их целостности и, как следствие, ухудшением работы узла крепления и повышением динамического воздействия как на путь, так и на подвижной состав.



Рис. 11. «Выдавливание» прокладки из узла крепления



Рис. 12. «Выдавливание» прокладки из узла крепления

Чтобы сравнить сопротивление узла продольным сдвигающим силам, предлагается воспользоваться такой характеристикой, как обобщенный коэффициент трения μ , который можно рассчитывать по формуле:

$$\mu = \frac{F}{N}, \quad (2)$$

где F — сдвигающая продольная сила, кН; N — сила нормальной реакции опоры, кН.

Значение сдвигающей продольной силы получено в результате испытаний и численно равно пиковой нагрузке.

Сила нормальной реакции опоры N численно равна удвоенной силе предварительной затяжки F_0 (от двух клемм). Для того чтобы определить силу F_0 , можно воспользоваться методикой расчета требуемого момента затяжки по [3].

В скреплении КБ-65 используются шестигранные гайки, характеризующиеся метрической резьбой с крупным шагом и номинальным диаметром резьбы 22 мм (М22). Геометрические размеры шестигранных гаек приведены в [4], а некоторые геометрические параметры метрической резьбы в общем виде представлены на рис. 13.

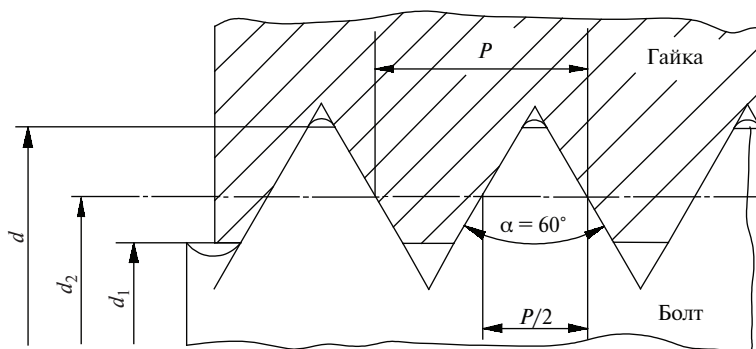


Рис. 13. Геометрические параметры метрической резьбы [6]

Исходные данные для расчета внесены в таблицу 3.

Таблица 3

Исходные данные для расчета обобщенного коэффициента трения узла скрепления

Величина	Значение
Сдвигающая продольная сила F_1 для прокладки из высокопрочной резины, кН	25,65
Сдвигающая продольная сила F_2 для прокладки «Полиформ», кН	21,25
Сдвигающая продольная сила F_3 для прокладки из полимерного материала, кН	31,42
Коэффициент трения на торце гайки f_t (поверхность без покрытия и без смазочных материалов)	0,20
Коэффициент трения в резьбе f_p (поверхность без покрытия и без смазочных материалов)	0,40
Шаг резьбы P , м	0,0025
Диаметр опорной поверхности гайки D (численно равен размеру «под ключ» S), м	0,0340
Диаметр сверления под болт d_0 , м	0,0220
Средний диаметр резьбы d_2 , м	0,0204

По методике, описанной в [3], требуемый момент затяжки рассчитывается по формуле

$$M_{\text{кл}} = M_t + M_p, \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad (3)$$

где M_t — момент сил трения на торце гайки, $\text{кН} \cdot \text{м}$; M_p — момент сопротивления в резьбе, $\text{кН} \cdot \text{м}$.

Момент сил трения на торце гайки M_t рассчитывается по формуле

$$M_t = f_t F_0 R_{\text{тр}}, \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad (4)$$

где f_t — коэффициент трения на торце гайки; F_0 — требуемое усилие затяжки, кН; $R_{\text{тр}}$ — приведенный радиус трения, значение которого зависит от торца гайки, м.

Для плоского кольцевого торца приведенный радиус трения $R_{\text{тр}}$ рассчитывается по формуле

$$R_{\text{тр}} = \frac{1}{3} \frac{(D^3 - d_0^3)}{(D^2 - d_0^2)}, \text{ м}, \quad (5)$$

где D — диаметр опорной поверхности гайки (принимается равным размеру «под ключ»), м; d_0 — диаметр сверления под болт, м.

При подставлении выражения (5) в (4) получится конечная формула для расчета момента сил трения на торце гайки M_τ :

$$M_\tau = \frac{1}{3} f_\tau F_0 \frac{(D^3 - d_0^3)}{(D^2 - d_0^2)}, \text{ кН} \cdot \text{м}. \quad (6)$$

Момент сопротивления в резьбе M_p :

$$M_p = \frac{1}{2} F_0 d_2 \frac{P / (\pi d_2) + f_p}{1 - f_p P / (\pi d_2)}, \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad (7)$$

где P — шаг резьбы, м; d_2 — средний диаметр резьбы, м; f_p — коэффициент трения в резьбе.

Подставим выражения (6) и (7) в (3) получим формулу для расчета требуемого момента затяжки $M_{\text{кл}}$:

$$M_{\text{кл}} = \frac{1}{3} f_\tau F_0 \frac{(D^3 - d_0^3)}{(D^2 - d_0^2)} + \frac{1}{2} F_0 d_2 \frac{P / (\pi d_2) + f_p}{1 - f_p P / (\pi d_2)}. \quad (8)$$

Силу предварительной затяжки F_0 можно выразить из (8):

$$F_0 = \frac{M_{\text{кл}}}{\frac{1}{3} f_\tau \frac{(D^3 - d_0^3)}{(D^2 - d_0^2)} + \frac{1}{2} d_2 \frac{P / (\pi d_2) + f_p}{1 - f_p P / (\pi d_2)}}, \quad (9)$$

$$F_0 = \frac{150}{\frac{1}{3} \cdot 0,2 \frac{(0,034^3 - 0,022^3)}{(0,034^2 - 0,022^2)} + \frac{1}{2} \cdot 0,0204 \frac{0,0025 / (0,0204\pi) + 0,4}{1 - 0,4 \cdot 0,0025 / (0,0204\pi)}} = 20,292 \text{ кН}.$$

Отсюда сила нормальной реакции опоры $N = 2 \cdot 20,292 = 40,584$ кН. Подставив полученное значение в выражение (1), можно определить коэффициенты трения μ_1 , μ_2 , μ_3 узлов креплений с прокладками-амортизаторами из высокопрочной резины, «Полиформ» и полимерного материала:

$$\mu_1 = \frac{25,650}{40,584} = 0,63,$$

$$\mu_2 = \frac{21,250}{40,584} = 0,52,$$

$$\mu_3 = \frac{31,420}{40,584} = 0,77.$$

На основе данных, полученных в ходе испытаний, а также данных расчетов можно сделать следующие выводы.

1. В ходе первой серии лабораторных испытаний выявлено, что прокладка «Полиформ» имеет немного большую жесткость, чем прокладки из высокопрочной резины и из полимерного материала, но после снятия нагрузки прокладка «Полиформ» мгновенно восстанавливает свои физические свойства, в отличие от прокладок из высокопрочной резины и полимера. Так как прохождение колесных пар по прокладкам происходит за секунду или даже доли секунды, то восстановление после кратковременных динамических нагрузок является достаточно важным показателем — нестабильные показатели жесткости пути отрицательно сказываются как на работе самого пути в целом, так и на работе некоторых частей подвижного состава.

2. Узла скрепления с прокладкой «Полиформ» коэффициент трения на 25 % меньше, чем с прокладкой из высокопрочной резины или полимера и, как следствие, меньшая устойчивость к продольным сдвигающим усилиям по сравнению с прокладками из высокопрочной резины и полимерного материала. Однако стабильность физико-механических свойств, как и первой серии испытаний, оказалась выше.

3. После достижения пиковой нагрузки и начала сдвига коэффициент трения узла скрепления с прокладкой «Полиформ» остается постоянным, в узлах же с прокладками из высокопрочной резины и полимера наблюдалось уменьшение действующей нагрузки, следовательно, и коэффициента трения.

Литература

1. ГОСТ 265–77. Резина. Методы испытаний на кратковременное статическое сжатие (с изменениями № 1, 2). М., 2001. 7 с.

2. Инструкция по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути. М., 2012. 138 с.
3. Биргер И. А., Иосилевич Г. Б. Резьбовые и фланцевые соединения. М. : Машиностроение, 1990. — С. 328–333.
4. ГОСТ 5915–70. Гайки шестигранные класса точности В. Конструкция и размеры (с изменениями № 2–7). М., 2010. 5 с.
5. Технические требования ЦПТ 11/100. Прокладки для рельсовых скреплений железнодорожного пути (с изменениями №1–3). Ярославль, 2009. 68 с.
6. Анухин В.И. Допуски и посадки. Выбор и расчет, указание на чертежах : учеб. пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб : Изд-во СПбГТУ, 2001. 219 с.

Д. С. Батаков, 3 курс,
Уральский государственный университет
путей сообщения, Екатеринбург

Проблемы результативности выступлений российских лыжников-гонщиков на зимних Олимпийских играх*

Жизнь нашей страны, как и любой другой, строится на издании различных указов и постановлений на различных управленческих уровнях, в различных отраслях образования, здравоохранения, пенсионного обеспечения и др. [8–10]. Вводятся новые правила и ограничения, усовершенствуются старые, даются указания: надо выработать, наладить, усовершенствовать, модернизировать. К сожалению, нередко деятельность правительственных органов ограничивается только лишь указами. По словам председателя правительства России Д. Медведева, лишь 15–20 % правительственных распоряжений исполняется в четко поставленный срок. В результате иллюзия проделанной работы замещает реальные результаты.

Появился очередной указ президента России — возродить нормы ГТО [7]. Их будут сдавать школьники, студенты, служащие — словом, все, для того чтобы нация окрепла и приобрела полезную привычку заниматься физкультурой и спортом, вести здоровый образ жизни.

Но способна ли эта инициатива решить реальные проблемы массового и профессионального спорта?

В 2014 г. опубликовано официальное распоряжение правительства РФ об утверждении плана мероприятий по внедрению Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне» [7], а в декабре 2015 г. завершился первый (организационно-экспериментальный) этап.

Среди прочих видов спорта существенное место занимают зимние виды. Для жителей России их актуальность очевидна, как очевидна в результате и сама тема предпринятого исследования по участию российских лыжников-гонщиков на зимних Олимпийских играх.

* Публикуется в авторской редакции.

Тема исследования ранее практически не затрагивалась, по крайней мере такие работы нами не обнаружены. Известны лишь работы по аналогичной тематике, связанные с эффективной мотивацией спортсменов или с правильно выстроенной системой тренировочного процесса [6].

Целью написания статьи стало выявление факторов, послуживших причинами неудачных выступлений советских и российских спортсменов на зимних Олимпийских играх за всю историю их проведения. Гипотеза нашего исследования заключается в том, что, выявив причины неудачных выступлений спортсменов, можно будет избежать подобных сценариев развития событий на последующих зимних Олимпийских играх.

В качестве объекта исследования нами взяты спортсмены сборной СССР и сборной России (после 1991 г.), а предмета — результаты выступлений отечественных лыжников-гонщиков на зимних Олимпийских играх.

В ходе исследования нами использовались методы библиографического анализа специальной литературы, материалы Интернета, статистический и сравнительный анализы, изучение и обобщение.

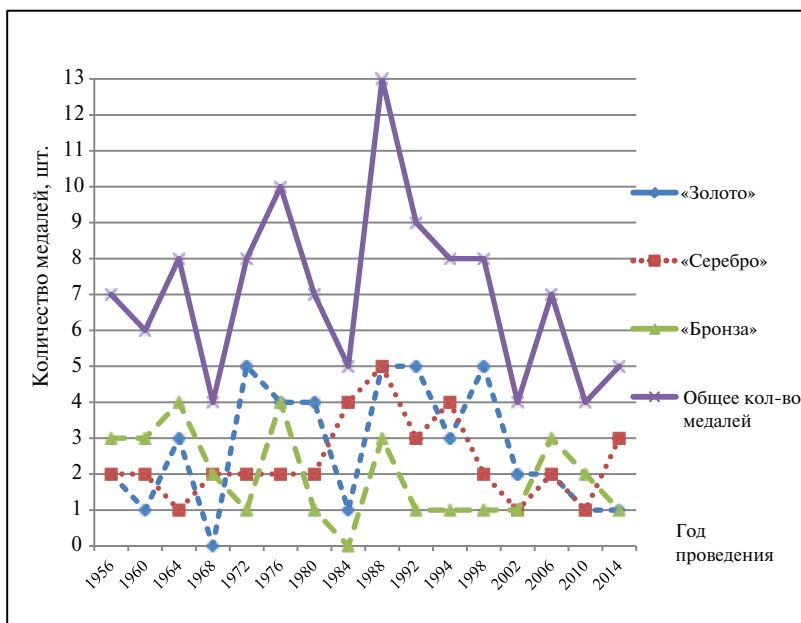
К первостепенным задачам исследования нами отнесен детальный анализ результатов выступлений российских спортсменов на зимних Олимпийских играх, составление на его основе сравнительных характеристик спортсменов сборной СССР и сборной России.

Теоретический и статистический анализ имеющейся информации позволил наглядно представить динамику результатов выступлений спортсменов на зимних Олимпийских играх в период 1956–2014 гг. (рис.).

Определенной тенденции результатов выступлений нет, значит, прогнозирование невозможно. Но отчетливо видно ухудшение результатов выступлений лыжников-гонщиков в 1988–2014 гг.

Исторический минимум по общему количеству медалей был зафиксирован сразу на трёх зимних Олимпийских играх.

1968 г., в Гренобль (Франция). На этой Олимпиаде череда неудач началась с сенсационного падения советской лыжницы, Галины Кулаковой, на последнем километре дистанции, именно это позволило шведской лыжнице завоевать золотую награду и выиграть у нашей спортсменки всего 3,2 с. В мужской эстафете Вячеслав Веденин на последнем этапе проиграл финскому лыжнику всего 15 с в борьбе за бронзу. Олимпийские игры в Гренобле и по сегодняшний день остаются единственными, в которых наша сборная не завоевала ни одной золотой медали [1].



Динамика результатов выступлений спортсменов
за всю историю отечественных лыжных гонок

2002 г., Солт-Лейк-Сити (США). Эти игры запомнились значительным числом скандалов, связанных с применением спортсменами запрещённых препаратов. Советские лыжницы, лидирующие в эстафетных гонках всех предыдущих олимпиад, не смогли выставить команду в связи с дисквалификацией Ларисы Лазутиной, у которой в крови был повышен уровень гемоглобина [1].

2010 г., Ванкувер (Канада). Единственная золотая награда была у Никиты Крюкова, сильнейшего спортсмена в спринтерской гонке. В остальных гонках наши спортсмены были либо рядом с пьедесталом почёта, либо далеко за его пределами.

Основными причинами поражений стали: неправильно выбранная тактика ведения гонки; недостаток физической и моральной подготовки; сложные погодные условия [2].

На каждой из этих трех олимпиад лыжники завоевывали в совокупности по четыре медали.

В 1988 г., на пятнадцатых зимних Олимпийских играх (Канада) был зафиксирован исторический максимум по общему количеству медалей: 13 (пять золотых, пять серебряных и три бронзовых). На резкий подъём результативности могли повлиять различные факторы [2].

Можно предположить, что советские спортсмены были лучше других адаптированы к условиям, в которых проводились игры в Канаде, так как предыдущая Олимпиада проводилась в США, что не очень далеко от Канады, соответственно и погодно-климатические условия мало чем отличаются [3].

За день до начала Олимпиады было советско-американское военно-морское столкновение у берегов Крыма, ставшее одним из последних инцидентов «холодной войны», в котором советские войска одержали верх над Америкой; этот момент мог стать мотивирующим для спортсменов в плане поднятия морального духа [3].

Исторический максимум, установленный сборной СССР в 1988 г., на сегодняшний день остаётся не достигнутым ни одной из команд.

Сборная СССР на зимних Олимпийских играх, как следует из рис., выступала результативнее, чем сборная России.

Распад СССР в 1991 г. мог существенно повлиять на ухудшение результатов наших спортсменов; мы провели сравнительный анализ по количественным показателям наград разных достоинств и по суммарному количеству всех медалей сборных СССР и России. Результаты анализа представлены в таблице.

Сравнительный анализ выступлений сборных СССР и России [4]

Медали, кол-во	Сборная СССР (кол-во медалей)	Сборная России (кол-во медалей)	Разница в количестве медалей сборной СССР и России (кол-во медалей)
«Золото»	25	19	6
«Серебро»	22	16	6
«Бронза»	21	10	11
Общее кол-во	68	45	23

По данным, представленным в таблице, можно сделать вывод, что спортсмены сборной СССР имели результативность на порядок выше, чем у спортсменов сборной России.

Лыжники советских времен чаще поднимались на пьедестал почета. Представители команды СССР на 24 % больше завоёвывали золотых и на столько же больше серебряных медалей. Разница выигранных бронзовых наград составляет 52 % в пользу сборной СССР. Если сравнивать результативность по общему количеству полученных медалей, то команда сборной СССР выиграла на 23 медали больше, чем команда сборной России за все проведённые на данный момент зимние Олимпийские игры.

Можно предположить, что основные периоды ухудшения результатов выступления наших спортсменов были связаны с мировыми событиями, которые тем или иным образом касались национального спорта.

Первым ключевым моментом стало время после Великой Отечественной войны. Вторым этапом стало быстрое развитие химических препаратов, повышающих работоспособность организма (допингов). Переломным этапом для развития отечественных лыжных гонок стал период начала 1990-х гг., когда спортивная инфраструктура в стране начала деградировать: закрывались детско-юношеские спортивные школы, разрушалась вся городская спортивная инфраструктура, детям и подросткам было нечем занять себя в свободное время.

На сегодняшний день ухудшение результатов в большей степени связано с тем, что в стране мало сильных спортсменов, из которых можно проводить отбор в сборную команду страны, а причиной этому стал тот факт, что в 1990-х гг. детям негде было развивать свои физические способности.

Здесь необходимо учесть, что в то время, как технический прогресс скандинавских стран набирал обороты, в нашей стране развитие спортивной инфраструктуры стояло на одном месте, что не могло не сказаться на развитии лыжного спорта в России.

Проведенный анализ позволил разработать ряд рекомендаций для повышения результативности выступлений лыжников-гонщиков сборной России на всех последующих зимних Олимпийских играх. Они были разработаны на основании личных записей спортивных дневников участников последних зимних Олимпийских игр в Сочи [5].

Рекомендуемые мероприятия расположены по масштабности проведения: оптимизация мотивации (материальное/нематериальное стимулирование); оптимизация соотношения нагрузки и разгрузки спортсменов; проведение психологических тренингов для поднятия морального духа и эмоциональной разгрузки; проведение рацио-

нальной специальной физической подготовки лыжников-гонщиков; максимальное обеспечение спортсменов необходимым инвентарем, экипировкой и специальным спортивным питанием; предоставление оптимальных условий проведения эффективных учебно-тренировочных сборов; непрерывное повышение квалификации основных и вспомогательных тренеров, сервисменов и другого обслуживающего персонала сборной команды; постепенная смена отечественной спортивной материально-технической базы (спортивные комплексы, лыжные базы и трассы, лыжероллерные покрытия).

В первую очередь реализация всех этих мероприятий будет зависеть от полноценного государственного, спонсорского и меценатского финансирования сборной команды страны.

От реструктуризации и строительства необходимой материально-технической базы в стране будет зависеть развитие и подготовка новых спортсменов, которые, возможно, поправят динамику результативности выступления лыжников-гонщиков на зимних Олимпийских играх.

Лыжный спорт в России действительно может стать отражением национальной идеи нашей страны. Вся поддержка со стороны государства косвенно направлена на повышение российского духа, и мы уверены, что на этот раз правительство не оплошало с принятым решением о введении ГТО, и мы все почувствуем достигнутый положительный результат.

Литература

1. Хеммерсбах А., Франке С. Лыжные гонки. — Изд. «Тулома», 2010.
2. Бутин И.М. Лыжный спорт : учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. — М. : Изд. центр «Академия», 2000.
3. Лыжный спорт [Электронный ресурс]. URL:<http://www.skisport.ru>.
4. Олимпийский комитета России [Электронный ресурс]. URL:<http://olympic.ru>.
5. Белов Е.Н., Легков А.Г., Крюков Н.В. Личные записи из спортивного дневника спортсменов сборной России по лыжным гонкам принимавших участие на последних зимних Олимпийских играх.
6. Пути повышения эффективности многолетних тренировок лыжников-гонщиков [Электронный ресурс]. URL: <http://xn--80aqqdgdhbb4i.xn--p1ai/puti-povysheniya-effektivnosti-mnogoletnej-trenirovki-lyzhnikov-gonshhikov>.

7. Распоряжения Правительства РФ от от 30 июня 2014 г. № 1165-р. [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/media/files/41d4ec4b9118c4004d8e.pdf>.
8. Об образовании в Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rg.ru/2012/12/30/obrazovanie-dok.html>.
9. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121895/.
10. URL: <http://protivkart.org/documents/4168-fz-o-gosudarstvennom-pensionnom-obespechenii-v-rossiyskoy-federacii-izvlechenie.html>.

И. С. Бахарева, магистрант

(научный руководитель – А.М. Асонов, д-р биол. наук),

Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

Защита водных объектов от загрязнения талым стоком с площадок временного хранения снега

Одним из важнейших природных феноменов, без которого невозможна биологическая жизнь на суше, считается пресная вода. Она играет исключительную роль в процессах обмена веществ, составляющих основу жизни. В то же время именно пресная вода используется в большинстве технологических процессов промышленности, строительства и аграрного производства, превращаясь в потоки сточных вод, наносящих огромный ущерб окружающей среде.

Состояние рек на территории Свердловской области остается неблагоприятным, особенно в зонах крупных промышленных центров. По данным государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Свердловской области в 2012 году», значение концентраций железа общего, меди и, цинка и марганца во всех створах государственной сети на территории Свердловской области, как правило, выше предельно допустимых концентраций (ПДК): превышение ПДК по железу общему составила 60 %, по меди – 100 %, по цинку – 64 %, по марганцу – 89 %. Содержание органических веществ по ХПК (химическая потребность в кислороде) и БПК (биологическая потребность в кислороде) в реках превышает установленные нормативы в полтора-два раза. Содержание нефтепродуктов в реках Свердловской области превышает ПДК в 1,3–1,5 раза, а содержание взвешенных веществ в воде всех рек достигает высокого, а в отдельных створах – экстремально высокого уровня загрязнения. Поэтому проблеме загрязнения водных объектов в настоящее время уделяется большое внимание [1].

Объектом исследования мы взяли полигон временного хранения снега (в Екатеринбург, Железнодорожный р-н), на котором весной происходит обильное снеготаяние, в результате чего талый сток загрязняет водные объекты и почвы (рис. 1, 2).



Рис. 1. Расположение полигона временного хранения снега



Рис. 2. Полигон временного хранения снега

Специфика образования талого стока выражается в его неравномерности как по количеству и качеству, так и времени его образования. Основная масса талого стока приходится на весенние месяцы — март, апрель. Этот период еще сравнительно холоден, значит, и рассчитывать на эффективное участие биоты в очистке талого стока не приходится.

Глубокую очистку талого снега при содержании в нем соединений ионов тяжелых металлов предпочтительно выполнять путем фильтрации стока через ионообменный природный материал — опоку (опал-кристаллобалитовая порода). Для ее регенерации рекомендуется вышшая водная растительность (тростник), посаженная в фильтрующий слой опоки. На природоохранное сооружение — аккумуляционный фитофильтр (АФФ) имеется патент РФ [2].

Количество вывезенного снега по Железнодорожному району в 2012–2015 гг. представлено в таблице 1 (данные Комитета благоустройства администрации Екатеринбурга).

Таблица 1

Период	2012–2013	2013–2014	2014–2015
Кол-во, т	163711,25	157811,00	120351,00

Полигон временного хранения снега находится по ул. Уральских коммунаров — Сазонова. Его площадь составляет 12634 м². Полигон не оборудован очистными сооружениями и талый сток попадает в водоотводящую трубу, а затем сбрасывается в реку, что неблагоприятно сказывается на качестве реки, здоровье человека и живых организмов, обитающих в реке [3].

Характерными загрязнителями поверхностного стока выступают взвешенные вещества, нефтепродукты, органические и биогенные вещества, ионы тяжелых металлов и т.д. Взвешенные вещества как минерального, так и органического происхождения, обладая большой сорбционной и адгезионной способностью, несут на своей поверхности практически весь набор загрязняющих веществ. Распределение загрязнений дождевых вод на взвешенных веществах разной дисперсности приведено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение загрязнений дождевых вод на взвешенных веществах

Показатель загрязнения	Доля загрязнений от общего количества (по весу), %		
	Размер частиц, мкм		
	< 43	43–246	> 246
Взвешенные вещества	6,0	37,5	56,5
БПК ₅	24,3	32,5	43,2
ХПК	22,7	57,4	19,9
Фосфаты	56,2	36,0	7,8
Соединения азота	18,7	39,5	41,5
Нитраты	31,9	45,1	23,0
Тяжелые металлы	—	—	48,7

Исследования, выполненные сотрудниками РосНИИВХ по определению гидравлической крупности взвешенных веществ ливнесточков Екатеринбурга, показывают, что почти 50 % взвешенных веществ из общего количества имеют гидравлическую крупность менее 0,2 мм/с, обычно принимаемой при расчете отстойников (таблица 3).

Таблица 3

Гидравлическая крупность взвешенных веществ
в дождевом стоке Екатеринбурга

Показатель	Гидравлическая крупность, мм/с							
	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1	0,05
Кол-во частиц (% по массе)	2–23	2–25	5–30	5–35	5–40	10–50	20–70	25–95

Осветление — это устранение мутности воды путем снижения в ней содержания взвешенных примесей. Мутность природной воды, особенно поверхностных источников в паводковый период, может достигать 2000–2500 мг/л (при норме для воды хозяйственно-питьевого назначения не более 1,5 мг/л). Взвешенные в воде примеси обладают различной степенью дисперсности — от грубых, быстро оседающих частиц до мельчайших, образующих коллоидные системы. Тонкодисперсные коллоидные частицы, обладая одноименным электрическим зарядом, взаимно отталкиваются и вследствие этого не могут укрупняться и выпадать в осадок. Чаще всего для сниже-

ния в воде содержания тонкодисперсных примесей применяется их коагулирование с последующим осаждением и фильтрованием. Необходимая для осветления воды доза коагулянта зависит от ее мутности, водородного показателя и времени отстаивания; на практике подбирается опытным путем и чаще всего составляет 60–120 мг/л. Коагулянт вводят в обрабатываемую воду в виде раствора. Сухой коагулянт вначале растворяют в специальных емкостях, а затем дозируют в обрабатываемую воду. Для улучшения эффекта осветления и уменьшения расхода коагулянта его следует хорошо и быстро (в течение 1–3 мин) перемешать с водой [4].

Установлено, что пропорционально эффекту осветления в сточных водах снижается содержание веществ, характеризующихся показателями БПК и ХПК. При продолжительности отстаивания – 1–2 сут, когда эффект осветления достигает 80–90 %, показатель эффективности очистки стока по ХПК колеблется от 80 до 90 %, а БПК₂₀ – от 60 до 80 %. Остаточное содержание взвешенных веществ обычно колеблется в пределах 50–100 мг/л, нефтепродуктов – 0,5–3,0; ХПК и БПК₂₀ – 50–80 и 15–20 мг/л соответственно.

Анализ качественного состава поверхностных сточных вод указывает на необходимость их очистки не только от традиционных загрязняющих веществ (взвесь, нефтепродукты), но и от ионов тяжелых металлов техногенного происхождения.

В настоящее время существуют различные методы очистки сточных вод от загрязнения взвешенными веществами, ионами тяжелых металлов, нефтепродуктов: механические, биологические, физико-химические методы очистки.

Механическая очистка сточных вод служит предварительным этапом, который обязательно предшествует полной очистке стоков, и предназначена для подготовки сточных вод к биологическим или физико-химическим методам очистки. Механическая очистка применяется для выделения из сточных вод нерастворенных минеральных и органических примесей. В результате механической очистки обеспечивается снижение взвешенных веществ до 90 %, а органических веществ до 20 %. Всё же гидромеханическое очищение не способно отделить от жидкости самые мелкие растворённые частицы. Выделенные загрязняющие частицы должны куда-то удаляться. И поэтому некоторое их количество со временем опять попадает в окружающую среду [5].

Биологическая очистка сточных вод происходит благодаря жизнедеятельности микроорганизмов, способных окислять органические вещества. Основа развития этого метода — естественная очистка рек и водоемов населяющей их микрофлорой. Стоки освобождаются от органического азота и фосфора. Биологическая очистка бывает аэробная и анаэробная.

Биохимическая очистка сточных вод может происходить в условиях, близких к естественным (поля орошения, поля фильтрации и биологические пруды), и в искусственно созданных условиях (биологические фильтры и аэротенки).

Физико-химические методы используют для очистки от растворённых примесей, а в некоторых случаях и от взвешенных веществ. Многие методы физико-химической очистки требуют предварительного глубокого выделения из сточной воды взвешенных веществ, для чего широко используют процесс коагуляции.

В связи с использованием оборотных систем водоснабжения существенно увеличивается применение физико-химических методов очистки сточных вод; это: флотация (90–95 %), сорбция (90–97 %), центрифугирование (70–95 %), ионообменная и электрохимическая очистка (80–96 %), нейтрализация (95–98 %), выпаривание, испарение и кристаллизация (80–95 %).

В предлагаемой нами технологии защиты водных объектов от загрязнения талым стоком был использован аккумуляционный фитофильтр (АФФ).

Следует отметить, что аналогом аккумулятивного фитофильтра были ботанические площадки. В АФФ очистка поверхностного стока зависит от скорости фильтрации стока (0,3 м/ч) и скорости ионно-обменных процессов, т.е. сравнительно короткое время (15–20 мин). Время очистки поверхностного стока на ботанических площадках зависит от скорости биоокислительных процессов с участием микрофлоры, которые длятся от 5 до 10 сут.

Кроме того, высшая водная растительность на ботанических площадках эффективно работает только в вегетативный период, а талый сток поступает на ботаническую площадку в марте-апреле, т.е. во вневегетативный период. Осенние дожди, поступающие на ботанические площадки в конце сентября, октября и начале ноября также не могут быть глубоко очищены в связи с окончанием вегетационного периода у растений.

Преимущество АФФ заключается в том, что он успешно может очищать сточные воды с низкими температурами как воздуха, так и воды.

Аккумуляционных фитофильтр (АФФ) относится к сооружениям, использующим биохимические процессы очистки сточных вод. Принцип действия АФФ основан на механической и физико-химической очистке сточных вод в процессе фильтрации через ионнообменный природный материал (опоку) и его регенерации с помощью высшей водной растительности (тростника обыкновенного).

Фильтрующая загрузка фитофильтра представляет твердый субстрат из природных ионообменных материалов — клиноптилолита или опоки. В субстрат высаживаются высшие водные растения (ВВР) — тростник обыкновенный. В отличие от обычных конструкций биоплощадок с горизонтальным движением очищаемой воды, жидкость в фитофилтре фильтруется в вертикальном направлении. Такое движение жидкости позволяет не только эффективно вести очистку сточных вод методами фильтрации, сорбции, ионного обмена, биоокисления их органической составляющей, но и вовлечь в интенсивную работу кроме перифитона, размещенного на стеблях ВВР, всю их корневую систему.

Корневая система в вегетационный период изменяет состояние веществ прикорневой зоны ризосферы и косвенно создает благоприятные условия для ризосферной флоры (бактерий, грибов, актиномицетов, водорослей).

Использование агрегатопонной системы типа АФФ с твердыми субстратами в виде клиноптилолита или опоки, по сравнению с традиционной, позволяет использовать большее количество методов очистки сточных вод в одном сооружении, а следовательно, повысить ее надежность и эффективность. К этим методам следует отнести физические (отстаивание, фильтрация), физико-химические (сорбция и десорбция), биологические (с использованием аэробной и анаэробной бактериальной микрофлоры, высшей водной растительности).

Относительно высокие скорости фильтрации поверхностного стока через твердый субстрат фитофильтра позволяют резко сократить размеры как самих ботанических площадок, так и площадей, занятых под пруды-усреднители, используемые для приёма залповых поступлений атмосферных осадков или талого стока.

Относительно высокие сорбционные характеристики, а также распространенность и низкая себестоимость клиноптилолита и опоки позволяют рассчитывать на как на идеальный материал для ис-

пользования в качестве твердого субстрата аккумуляционного фитофилтра.

Практика показывает, что наиболее эффективными и экономически оправданными для предотвращения загрязнения водоемов загрязненными стоками выступают сооружения, принцип действия которых основан на высокой способности растительности и многообразного биоценоза, сопровождающего ее, к саморегенерации, биодеструкции и утилизации задержанных загрязнений при малых энергетических затратах.

Исследования (по данным отчета о НИР «Разработка методических рекомендаций по защите водных объектов от загрязнения талым и дождевым стоком с селитебных территорий») показывают, что АФФ способен очистить поверхностный сток по взвешенным веществам до $0,2 \text{ мг/дм}^3$, нефтепродуктам — до $0,05 \text{ мг/дм}^3$. Очистка стока от ионов тяжелых металлов — не менее 85–90 %. Установлено, что ВВР восстанавливает ионнообменный природный материал (опока) полностью за три года [2].

Все это указывает, что использование естественного процесса жизнедеятельности ризосферы высшей водной растительности для биорегенерации ионнообменных и сорбционных твердых субстратов фитофилтра в вегетационный период открывает перспективу создания экологически чистой и экономичной технологии очистки поверхностных сточных вод с водосборных территорий.

Определение динамической обменной емкости и полной динамической обменной емкости катионита

Способность ионитов к ионному обмену характеризуется обменной емкостью, т.е. количеством функциональных групп, принимающих участие в обмене, которое выражается в эквивалентных единицах и относится к единице количества ионитов. Обменная емкость может быть определена как в статических, так и в динамических условиях, поэтому существуют понятия статической обменной емкости и динамической обменной емкости (ДОЕ).

Необходимо определить обменную емкость катионита в динамических условиях.

ДОЕ — обменная емкость ионита, определяемая по появлению данного иона в вытекающем из колонки раствора (по «проскоку») (мг-экв/дм^3).

ПДОЕ (полная динамическая обменная емкость) определяется по полному прекращению извлечения данного иона из раствора, т.е. в момент выравнивания концентрации поглощаемого иона в растворе и фильтрате при пропускании раствора через колонку с ионитом (мг-экв/дм³).

Сущность динамического метода определения обменной емкости заключается в том, что через уплотненный слой ионита, находящегося в колонке, непрерывно пропускают раствор насыщающего иона — до установления сорбционного равновесия между исходным раствором и сорбентом. По мере пропуска раствора через колонку в ней образуется сорбционный слой, т.е. в верхней ее части наступает полное насыщение ионита, затем фронт сорбции передвигается вниз по колонке. Когда фронт достигает конца колонки, наступает «прыжок» насыщающего иона в фильтрат.

С момента формирования насыщенного слоя сорбция происходит при режиме параллельного переноса фронта сорбции. Дальнейшее пропускание исходного раствора приводит к тому, что по всей толщине сорбента достигается полная насыщенность, т.е. наступает равновесие. С этого времени концентрация фильтрата становится равной концентрации исходного раствора. Мы в качестве насыщающего иона применяем хлористое железо.

Колонку заполняем заранее подготовленным катионитом, строго соблюдая требования равномерной и плотной упаковки. Колонку закрепляем в штативе строго вертикально. Поворотом крана устанавливаем требуемую скорость истечения (3–4 мл/мин). При проведении анализа необходимо следить, чтобы над слоем катионита всегда находился слой жидкости и чтобы в колонке не образовывались воздушные пузырьки, а катионит не всплывал.

Пропускаем раствор железа через катионит, но вытекающий из колонки фильтрат при этом собирают в мерные стаканы порциями по 50 мл. В каждой порции фильтрата определяют содержание железа.

Для этого к пробе 50 мл (отобрать мерной колбой) добавляют 1 мл гидроксиламила 10%-ного, затем ставим кипятить до снижения объема на 1/3. После охлаждения добавляем 10 мл буферного раствора и 2 мл о-фенантролина. И добавляем дистиллированную воду до объема 50 мл. Затем перемешиваем.

Далее измеряем оптическую плотность на фотометре. Градуировочный график строят в координатах оптическая плотность — концентрация, мг/дм³, используя метод наименьших квадратов.

Рассчитывают ДОЕ и ПДОЕ по формулам:

$$\text{ДОЕ} = C \cdot V_{\text{проскок}} / V_{\text{ионита}}; \text{ПДОЕ} = C \cdot V_{\text{полный}} / V_{\text{ионита}},$$

где C — концентрация ионов (катионов для катионита, анионов для анионита) в пропускаемом растворе, мг-экв/дм³; $V_{\text{проскок}}$ — количество воды, пропущенной через фильтр до проскока поглощаемого иона, дм³; $V_{\text{полный}}$ — количество воды, пропущенной через фильтр до момента выравнивания концентраций, дм³; $V_{\text{ионита}}$ — объём ионита, дм³.

Объём ионита:

$$V_{\text{ионита}} = \pi \cdot r^2 \cdot h,$$

где r — радиус колонки, дм; h — высота слоя ионита, дм.

Результаты:

1 проба — 10 мин, $D_1 = 0,150 - 0,08 = 0,07$, $C = 0,33$ мг/дм³.

2 проба — 20 мин, $D_2 = 0,5 - 0,08 = 0,42$, $C = 2,5$ мг/дм³.

3 проба — 30 мин, $D_3 = 0,48 - 0,08 = 0,4$, $C = 1,95 \cdot 10 = 19,5$ мг/дм³.

4 проба — 40 мин, $D_4 = 0,39 - 0,08 = 0,31$, $C = 1,5 \cdot 20 = 37,5$ мг/дм³.

5 проба — 50 мин, $D_5 = 0,36 - 0,08 = 0,24$, $C = 1,2 \cdot 40 = 42$ мг/дм³.

6 проба — 60 мин, $D_6 = 0,29 - 0,08 = 0,21$, $C = 1,1 \cdot 100 = 110$ мг/дм³.

Расчет ДОЕ и ПДОЕ:

$$\text{ДОЕ} = \frac{0,1 \cdot 0,07}{0,166} = 0,04 \left(\text{мг} \cdot \frac{\text{ЭКВ}}{\text{дм}^3} \right);$$

$$\text{ПДОЕ} = \frac{0,1 \cdot 0,8}{0,166} = 0,5 \left(\text{мг} \cdot \frac{\text{ЭКВ}}{\text{дм}^3} \right).$$

Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Свердловской области в 2012 году». — Екатеринбург : ООО «Изд-во УМЦ УПИ», 2013.
2. Асонов А.М., Ильясов О.Р. Фитофильтр для очистки сточный вод. Патент РФ 2149836 // URL: <http://www.findpatent.ru/patent/214/2149836.html> (дата обращения: 26.02.2016).

3. Администрация железнодорожного района города Екатеринбурга. Комитета благоустройства (дата обращения: 27.10.2015).
4. Миклашевский Н.В., Королькова С.В. Современные технологии приготовления хозяйственно-питьевой воды. Осветление воды // URL: http://ecoflash.narod.ru/likbez_10.htm (дата обращения: 11.03.2016).
5. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Ласков Ю.М., Воронов Ю.В. Очистка производственных сточных вод. — М. : Стройиздат, 1985.
6. Асонов А.М., Одинцева Г.Я., Ильясов О.Р. Отчет о НИР «Разработка методических рекомендаций по защите водных объектов от загрязнения талым и дождевым стоком с селитебных территорий». — Екатеринбург, 2001.

П. О. Васильев, 4 курс

(научный руководитель – С. Н. Вотинов, преподаватель высшей квалификационной категории), СПО ПИЖТ УрГУПС, г. Пермь

Универсальный действующий стенд тормозного оборудования подвижного состава

Универсальный действующий стенд тормозного оборудования подвижного состава железных дорог включает в себя пневматическую часть тормозного оборудования грузового и пассажирского вагонов, механическую часть тормозного оборудования подвижного состава (вагоны, локомотивы), кабину машиниста локомотива (компрессор и главный резервуар находятся в соседнем помещении вагон-лаборатории).

Назначение универсального действующего стенда тормозного оборудования подвижного состава железных дорог

Стенд предназначен для проведения практических занятий и лабораторных работ по междисциплинарному курсу «Конструкция, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава», «Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог (вагоны, локомотивы) со студентами дневной, заочной формы обучения и курсов повышения квалификации.

Стенд позволяет имитировать эксплуатацию подвижного состава железных дорог, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава железных дорог в соответствии с требованиями технологических процессов, обеспечение безопасности движения подвижного состава. Темы лабораторных работ и практических занятий по теме «Вагоны» представлены в таблице 1, «Локомотивы» — в таблице 2.

Таблица 1

1	Исследование схемы расположения тормозного оборудования на вагонах
2	Разборка, исследование устройства и сборки узлов компрессора
3	Исследование конструкции и принципа работы крана машиниста

Окончание табл. 1

4	Исследование конструкции и принципа работы крана вспомогательного тормоза
5	Исследование конструкции и принципа работы воздухораспределителя пассажирского типа
6	Исследование конструкции и принципа работы воздухораспределителя грузового типа и авторежима
7	Исследование конструкции и принципа работы электровоздухораспределителя
8	Исследование конструкции и регулировка тормозной рычажной передачи пассажирского вагона
9	Исследование конструкции и регулировка ТРП грузового вагона
10	Исследование конструкции пневматической части тормоза вагона
11	Оформление справки ВУ-45
12	Приемка тормозного оборудования вагона при выпуске из ремонта
13	Испытание воздухораспределителя, авторегулятора, авторежима

Таблица 2

1	Исследование схемы расположения тормозного оборудования на подвижном составе, конструкции и принципа работы компрессора
2	Разборка, исследование устройства и сборка узлов компрессора
3	Разборка, исследование устройства и сборка регулятора давления АК-11Б (TS-11)
4	Разборка, исследование устройства и сборка регулятора давления ЗРД
5	Разборка, исследование устройства и сборка поездного крана машиниста усл. № 394 или усл. № 395
6	Исследование конструкции и принципа работы крана вспомогательного тормоза усл. № 254
7	Разборка, исследование устройства, сборка и проверка работы электропневматического клапана автостопа усл. № 150
8	Исследование конструкции и принципа работы воздухораспределителя пассажирского типа усл. № 292-001 или усл. № 292М
9	Разборка, исследование устройства и сборка электровоздухораспределителя усл. № 305
10	Исследование конструкции и принципа работы воздухораспределителя грузового типа усл. № 483-000 или усл. № 483М
11	Разборка, исследование устройства и сборка автоматического регулятора режимов торможения (авторежима) усл. № 265А-1
12	Исследование конструкции и регулировка тормозных рычажных передач, определение передаточного числа
13	Исследование устройства авторегулятора усл. № 574Б или РТПР-675
14	Исследование конструкции питательного клапана
15	Испытание и регулировка крана машиниста усл. № 394 или № 395

Окончание табл. 2

16	Испытание и регулировка крана вспомогательного тормоза усл. № 254
17	Испытание воздухораспределителя пассажирского типа усл. № 292-001 или № 292М
18	Испытание воздухораспределителя грузового типа усл. № 483-000 или № 483М
19	Исследование приборов электропневматического тормоза локомотива
20	Испытание регуляторов давления компрессора и их регулировка
21	Испытание электровоздухораспределителя усл. № 305
22	Испытание и регулировка авторежима усл. № 265-А1

Универсальный действующий стенд тормозного оборудования подвижного состава железных дорог включает в себя четыре основных узла:

пневматическое оборудование автоматического тормоза грузового вагона;

пневматическое оборудование автоматического тормоза пассажирского вагона;

механическое оборудование подвижного состава (вагоны, локомотивы);

установка опробования и испытания автоматических тормозов, оборудованная краном машиниста усл. № 395.

Универсальный действующий стенд тормозного оборудования подвижного состава при помощи крана машиниста позволяет работать с тормозным оборудованием пассажирского вагона и отдельно с тормозным оборудованием грузового вагона, возможна также их совместная работа.

Работа с тормозным оборудованием грузового вагона происходит в ручном режиме (переключение режимов торможения производится вручную, т.е. давление сжатого воздуха в тормозном цилиндре зависит от положения ручки переключения режимов и, как следствие, нажатие тормозных колодок на ось колёсной пары (порожний режим — давление сжатого воздуха в тормозном цилиндре должно быть не более 2,0 кгс/см², нажатие тормозных колодок на ось колёсной пары составит 3,5 тс, средний режим — давление сжатого воздуха в тормозном цилиндре должно быть не более 3,5 кгс/см², нажатие тормозных колодок на ось колёсной пары составит 5,0 тс, гружённый режим — давление сжатого воздуха в тормозном цилиндре должно быть не более 4,5 кгс/см² и нажатие тормозных колодок на ось колёсной пары составит 7,0 тс) и автоматическом режиме (давление сжатого воздуха в

тормозном цилиндре; нажатие тормозных колодок на ось колёсной пары регулируется автоматическим режимом торможения).

Технические характеристики

Длина, см – 1000, ширина, см – 100, высота, см – 150. Компрессор работает от напряжения 220 V.

УДК 321.7

Д. Е. Васильева, 2 курс
(научный руководитель – А.В. Барковский),
Уральский государственный университет
путей сообщения, Екатеринбург

Демократия: миф или реальность

*Демократия — это система
правления временного большинства.*

Д. Растоу, американский политолог (1996)

*Главная проблема демократии —
это неравенство граждан.*

Р. Даль, американский политолог (2003)

Демократия — один из трех современных политических режимов, политическая система, в которой власть осуществляется свободно выражающим свою волю большинством граждан. Помимо демократии, существует еще тоталитарный (тотальный контроль над всеми сферами жизни общества) и авторитарный (вся власть сосредоточена в руках одного правителя) режимы.

Сегодня, как показывает статистика, такие страны, как Швеция и Норвегия, занимают лидирующие позиции в рейтинге лучших демократических стран [1]. Сейчас в мире нет таких стран, которые превосходили бы Швецию и Норвегию в попытках приблизиться к созданию по-настоящему демократического государства. Чем это обусловлено? Например, в Швеции существует такое понятие, как общественный контроль над исполнительными органами власти. «Традиция опубликовывать налоговые декларации, с которыми может ознакомиться любой житель страны, практически уникальная для современного общества, восходит к XIX веку и способствует созданию открытого общества в Норвегии» [2].

«Чистая» демократия — это, наверное, идеальное государство, где нет людей, считающих свое правительство некомпетентным, где нет оппозиции, где царят гармония и просвещение, где интересы народа

стоят на первом месте. Появится ли такое государство когда-нибудь или оно так и останется недостижимой мечтой, утопией, которая будет существовать лишь на страницах книг?

«Демократия» в переводе с греческого означает «власть народа». Свое начало демократия берет в Древней Греции. Как ни странно, но мыслители и философы того времени относились к демократии весьма скептически, и даже считали ее искажением других политических режимов. Основоположителем демократии можно назвать человека по имени Клисфен, который возглавил Афинский демос после падения Гиппия (509—507 гг. до н. э.).

Перикл, афинский государственный деятель, человек, которого считают одним из отцов-основателей демократии, говорил: «Наш строй не скопирован с законов соседних государств; мы, скорее, даем пример для других, чем подражаем кому-либо. Правление склонно учитывать волю множества, а не многих. Вот почему его именуют демократией. Если мы обратимся к законам, то они гарантируют одинаковую справедливость для всех, несмотря на различия в частных делах. Если взглянем на социальное положение, то успехи в общественных делах зависят исключительно от личных достоинств. Даже бедность также не может закрыть дорогу человеку, способному послужить государству» [3].

Итак, в словах Перикла даны два основных принципа, на которых должна строиться демократия. Это: а) удовлетворение потребностей большинства и б) участие народа в политической деятельности страны. Он, как и многие его соотечественники, считал, что демократия — это наилучший политический режим, способный изменить Грецию и сделать ее отличной от других государств.

Но существует немало доказательств, что, несмотря на высокий уровень участия граждан Греции в политической жизни страны, они не смогли полностью отказаться от своих собственных, частных интересов.

Были в Греции и противники демократии, которые считали её абсолютно неприемлемой. Так, древнегреческий философ Сократ считал, что демократия — это не что иное, как разрешение править страной «первому попавшемуся прохожему» [4]. Это ведет к быстро сменяющейся власти и, в итоге, к полному хаосу. Ученики Сократа — Платон и Ксенофонт — были того же мнения. Позже Ксенофонт, ярый приверженец аристократии, ушел из Афин в Спарту, где правили аристократы. Платон же остался в Афинах. Он продолжил от-

ствование теории, что демократия — это власть невежественного народа, который слишком порочен, чтобы управлять целой страной.

В Средневековье, как и в античности, есть и сторонники демократии, и ее противники. Но главный вопрос, на который нужно ответить: как изменилась демократия, и можно ли назвать хотя бы одну страну, где она смогла стать «чистой»?

В Средние века многие политические деятели рассуждали на тему власти и суверенитета (независимости). Кто же должен обладать суверенитетом? Один человек или весь народ?

Марсилий Падуанский — средневековый французский схоласт (человек, соединяющий религию и логику) в своем труде «Защитник мира» говорит, что носителем суверенитета, верховной власти должен являться не монарх, а народ. Он также предложил способ реализации своей идеи: «...через наиболее достойных людей, избираемых народом» [5].

В его словах содержится еще один важный принцип демократии — выборы. Выборы — это способ приобщить граждан к политической жизни страны (или сделать вид). Для демократии выборы — это один из основных и наиболее важных принципов.

Но и в Средневековье не было ни одной страны, которая могла уверенно назвать себя полностью демократичной. Хотя, по сравнению с античностью, наблюдаются некоторые улучшения. Так, например, английский оппозиционер, Симон де Монфор, был лордом протектором Англии и смог в январе 1265 г. созвать первый парламент с участием выборных представителей. Это и положило начало сословному представительству в Англии. А в скандинавских странах усилили свое влияния народные собрания.

Пожалуй, самым ярким примером демократического государства в Средние века можно считать Новгородскую республику. Это государство существовало в 1136–1478 гг. Почему его можно назвать демократичным? Прежде всего из-за вече. Вече («совет») было верховным органом Новгородской республики, своеобразным договором между знатью и народом. Все это похоже на нашу современную демократию. Тем не менее ключевую роль в вече играло боярство.

Новое время называют расцветом демократического политического режима. Толчком для развития демократии послужили американская (1765–1783 гг.) и Великая французская (1789–1799 гг.) революции. Их итогом стали такие документы, как Декларация независимости (США), подписанная 4 июля 1776 г., в которой прописаны

все права и обязанности народа, а также Конституция Франции. Именно французы довели идеи демократии практически до идеала. Они сформировали новые принципы, внося изменения в старые:

- верховный суверенитет народа как источник всякой власти;
- строгое разделение трех ветвей государственной власти: законодательной, исполнительной и судебной; независимость каждой из этих ветвей; четкое разграничение полномочий (именно это разграничение полномочий и называлось первоначально словом «конституция»);
- сосредоточение верховной законодательной власти в руках общенационального представительного собрания, периодически обновляемого путем голосования, в котором могут принять участие все полноправные граждане.

Вот тогда и появляется еще один неоспоримый признак демократии: разделение власти на законодательную, исполнительную и судебную.

В наше время демократия, вопреки мнению древнегреческих философов, занимает лидирующую позицию, среди всех политических режимов. Время сделало демократию «идеальной». Античность, Средневековье, Новое время. Люди, жившие в те дни, философы, политические деятели, правители, все они внесли в демократию то, что они считали значимым для её развития. И вот, все это мы можем отобразить в основных признаках демократии:

- свобода средств массовой информации;
- равенство всех граждан перед законом;
- система сдержек и противовесов;
- наличие политического и идеологического плюрализма;
- возможность граждан открыто высказывать и выражать свой протест.

Также были сформированы основные принципы демократии.

Принцип большинства. Этот принцип нельзя абсолютизировать и считать безупречно демократическим, если игнорируется право меньшинства на оппозицию.

Принцип плюрализма (многопартийности). Демократическая организация общества невозможна без его соблюдения. Он дает возможность управлять на основе учета множественного характера общественного мнения и позиций разных субъектов политики.

Принцип равенства. Этот принцип демократии провозглашен Великой французской революцией конца XVIII в. В XX в. был во-

площен во Всеобщей декларации прав человека. Первая статья этого документа гласит: «Все люди рождаются свободными и равными в своем достоинстве и правах».

Принцип разделения властей. Согласно ему, законодательная, исполнительная и судебная ветви власти отделены друг от друга и достаточно независимы. Они постоянно взаимодействуют в процессе формирования и осуществления государственной политики. Выборность основных органов государственной власти. Все граждане при таких условиях должны избирательные права и реальную возможность участвовать в выборах.

Гласность. Она является одной из предпосылок свободы слова. Предусматривает свободный доступ прессы и общественности к информации о деятельности органов власти, хозяйственных, политических, общественных организаций.

Независимый контроль. Отсутствие контроля над деятельностью государственных структур со стороны общественности порождает бюрократизм, коррупцию и т.д.

В принципах современной демократии мы видим отклик прошлых лет. Так, например, принцип разделения властей существовал в 18 веке, а принцип большинства появился еще во времена Древней Греции.

В завершении мне бы хотелось поговорить об одном из самых важных признаков демократии — выборах. Именно на выборах базируется принцип большинства, наиболее значимый для демократии. Что происходит с демократией и выборами в России? В средствах массовой информации российский режим называют псевдodemократией (имитационной демократией) с элементами бюрократического авторитаризма [6]. В отношениях между гражданами и государством в России доминирует последнее, которое таким образом получает возможность управлять предпочтениями граждан при сохранении института выборов. Это означает лишь то, что нашим выбором легко манипулируют, создавая впечатление, что решение принимаем мы сами.

Наличие избирательных процедур не гарантирует конкурентных основ их проведения. В частности, последние выборы депутатов Государственной думы (декабрь 2011 г.) воспринимается критично. По мнению аналитиков и наблюдателей, выборы депутатов сопровождались массовыми фальсификациями: вбросы бюллетеней в избирательную урну (как со стороны членов участковых избирательных комиссий, так и со стороны электората); передвижение избирательных

каруселей; массовое голосование при помощи открепительных удостоверений и т.п. Ответ со стороны населения не заставил себя ждать. Зима 2011–2012 гг. была отмечена проведением массовых акций протеста, организованных российской несистемной оппозицией [7].

В настоящее время некоторые демократические ценности носят также условный характер:

- свобода слова: ограничена необходимостью получения согласования на проведения любого массового политического мероприятия;
- свобода массовой информации: события, имеющие негативный политический оттенок, не всегда рассматриваются федеральными СМИ;
- свобода вероисповедания; в демократическом сообществе за атеистические высказывания в публичной или виртуальной среде не должно следовать какое-либо наказание [8].

Итак, мы можем сделать вполне очевидный вывод: демократия в своем «чистом» виде, есть не что иное, как утопия. Миф, в котором идеальные люди живут в идеальном обществе с идеальным государством.

Литература

1. Рейтинг стран мира по уровню демократии. URL: <http://gtmarket.ru/ratings/democracy-index/info> (дата обращения: 12.10.2015).
2. Норвегия — политика, прозрачность и ... наивность. URL: <http://www.norge.ru/politikk/> (дата обращения: 12.10.2015).
3. Исторический обзор развития демократии. URL: http://nicbar.ru/theoria_democracy1.htm (дата обращения 12.10.2015).
4. Об отношении Сократа к демократии. URL: http://www.e-reading.club/chapter.php/127455/15/Kessidi_-_Sokrat.html (дата обращения: 12.10.2015).
5. Демократия в Средние века. URL: <http://www.memo.ru/about/biblio/demokratiya/chapt2.htm> (дата обращения: 12.10.2015).
6. В ряду режимных демократий. URL: <http://www.kommersant.ru/doc/645249> (дата обращения: 07.03.2016).
7. Акции протеста в России после выборов 4 декабря 2011 года. URL: <http://old.rian.ru/spravka/20120915/750270284.html> (дата обращения: 07.03.2016).
8. Светская инквизиция. URL: <https://lenta.ru/articles/2016/03/04/bohanet/> (дата обращения: 07.03.2016).

УДК 81-26

А. Д. Донскова, Г. Г. Оганесян, 1 курс

(научный руководитель – Т.Е. Ембулаева, канд. пед. наук),

Пермский институт железнодорожного транспорта –

филиал государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего образования «Уральский государственный университет

путей сообщения» в г. Перми

Компьютерный язык

Русский язык переживает важный этап своего развития – период становления русского компьютерного языка. Появление компьютерного языка является следствием активного внедрения компьютерной техники в жизнь современного общества, стремительного развития компьютерных технологий, возникновения массовой коммуникации через Интернет. Особенности новой среды общения рождают много вопросов и побуждают к изучению научной литературы. Предметом нашего внимания стал русский язык, приспособляющийся к компьютеризации общества.

Научной основой нашей работы стали традиционные позиции отечественной лингвистики о соотношении литературного и нелитературного русского языка, о стилистической неоднородности литературного языка и существовании многих социальных форм в составе его нелитературной разновидности: диалектов, профессиональных языков, жаргонов. Особенно важным для изучения языка является положение об активном взаимодействии всех форм национального языка, наблюдаемое с конца XX в.

Термин «русский компьютерный язык» обозначает новое понятие, смысл которого еще недостаточно определен. Первоначально термин имел значение «язык программирования». Мы вкладываем в него другое, более широкое содержание. Термин означает языковую систему, объединяющую все разновидности национального языка русского народа, используемые его носителями в коммуникативных процессах, связанных с компьютером, с использованием Интернета. Интернет – это совокупность сетей и технических систем, а также создаваемого ими коммуникативного пространства.

При всей малоизученности проблемы очевидно, что компьютерный язык неоднороден, что он включает в себя несколько языковых форм, а именно: книжный (литературный) компьютерный язык — язык теории, профессиональный разговорный язык (жаргон) специалистов, компьютерный жаргон пользователей, язык игроков в компьютерные игры, язык общения в Интернете.

О неоднородности специальных языков пишут многие современные ученые; общепризнанного перечня входящих в компьютерный язык составляющих нет. Возможно, что в его составе будут выделены и другие языковые разновидности. Но изучение вопроса позволяет утверждать, что названные языки существуют, и мы поставили перед собой цель назвать их особенности.

Начнем с книжной разновидности компьютерного языка, его литературного варианта. В энциклопедии «Русский язык» говорится: специальная речь входит в литературный язык, а именно, в те его сферы, «которые отражают узкую языковую практику людей тех или иных специальностей». Считаем, что книжным компьютерным языком пользуется сообщество специалистов, профессионально занимающихся компьютерами. На этом языке осуществляется общение в сфере научно-технических исследований, создания компьютерных технологий, учебников по электронике, информатике, пособий по обслуживанию компьютеров, самоучителей работы на ПК и пр. Данную разновидность исследователи называют по-разному: язык науки, специальный язык, язык для специальных целей, профессиональный язык и т.д.

Причиной появления специального языка стали потребности профессионального обмена информацией в сфере создания компьютерных технологий.

Стилистически книжный компьютерный язык является языком научной речи и используется большей частью в письменной форме, в официальном общении. Требуется точного, подчеркнуто логичного, однозначного выражения мысли, абстрагированного характера мышления, объективности, строгости изложения. Это естественный язык с элементами языков искусственных или символических языков науки (математики, логики, лингвистики, а также языков человеко-машинного общения (например, языки программирования). В его текстах обычно помещаются как дополнительный материал рисунки, чертежи, схемы, диаграммы. Язык имеет свой понятийный аппарат и систему терминов, связанных с разработкой микропроцессорной и вычислительной техники. Его основу составляет терминологиче-

ская лексика, техницизмы. В последнее время все больше места в его составе занимает международная интернациональная терминология. Прежде всего это англоязычные термины и аббревиатуры, названия оборудования, технологий, программ, фирм-производителей электронных устройств. Активно употребляются также русские соответствия английских терминов и техницизмы.

Англоязычные термины: Bluetooth — технология обмена данными между телефоном и ноутбуком; WirelessLocalAreaNetwork — беспроводная локальная сеть; Multitouch — сенсорный экран для ПК и смартфонов.

Аббревиатуры: DVB — цифровое телевидение, DSL — цифровая абонентская линия, Blu-ray, CD, DVD — диски, носители данных, UMTS — универсальная мобильная телекоммуникационная система, SSD — твердый накопитель данных, MLAN — беспроводная локальная сеть.

Названия фирм-производителей оборудования и программ: компании Sun Microsystems Computer Corporation, MicroSoft, IBM и HewlettPackard.

Русские соответствия английским терминам: сетевая карта, видеокарта, микропроцессор, операционная система, форматирование, диалоговое окно, материнская плата, накопитель на лазерных дисках, сетевой экран и др.

Техницизмы: подсистема питания, дроссели, радиаторы, усилитель.

Общенаучная лексика: прогрессивные технологии, система, подсистема, способность обеспечить, конфигурации, сигнал высокого качества, формирует на выходе, программа.

Приведем фрагмент текста из журнала «Компьютер БИЛД» (№7, 2015 г.), в котором проявляются лексико-стилистические особенности книжного компьютерного языка:

«Компания Gigabyte выпустила материнскую плату Gigabyte GA-X99-SOC Champion. Gigabyte GA-X99-SOC Champion на базе чипсета IntelX99 поддерживает работу с процессорами IntelCorei7 и построена на базе прогрессивных технологий. Особенностью платы является новая подсистема питания процессора — ключевая составляющая успешного разгона CPU. BGA-X99-SOC Champion используются серверные дроссели Cooper Bussman, отличающиеся высоким сопротивлением переменному току и способностью обеспечить качественное питание ЦП. Радиаторы на силовых элементах и чипсете объединены тепловой трубкой. Gigabyte GA-X99-SOC Champion позволяет установить до четырех графических плат в конфигурациях 4-Way SLI

и 4-Way GrossFireX. Плата оснащена аудиочипом с усилителем: многоканальный контроллер ALC1150 компании Realtek класса HD Audio формирует на выходе звуковой сигнал высокого качества».

Следующая разновидность компьютерного языка — компьютерный жаргон. Жаргон, сленг — речь социальной группы людей, объединенных общностью интересов, занятий, социального положения. Объединяющим фактором в этом случае является компьютер как объект и средство деятельности человека. В составе русского компьютерного жаргона мы выделяем жаргон профессионалов-компьютерщиков и жаргон пользователей. Профессиональный жаргон специалистов — это разговорный вариант языка программистов, электронщиков, употребляемый ими в повседневном рабочем общении. Жаргон пользователей — язык всех тех его носителей, кто продает компьютеры, с их помощью общается, передает или получает информацию (тексты), но не имеет отношения к их разработке, модификации, созданию компьютерных программ и технологий, других электронных устройств. Жаргон профессионалов отличается от сленга пользователей прежде всего потому, что специалисты владеют профессиональными знаниями и специальным литературным языком, у них свой тип и уровень мышления, свои профессиональные цели, предметы общения — научные, технические или производственные проблемы профессиональной сферы.

Профессиональный компьютерный жаргон используется как в устной, так и в письменной форме, в реальной и виртуальной сфере неофициального общения. Это стилистически сниженный вариант специальной речи, которому свойственны особенности разговорного языка. Научные термины в нем заменяются профессионализмами. Отличие профессионализмов от терминов в том, что они уместны преимущественно в непринужденном разговорном общении и являются ненаучными синонимами специальных наименований. Профессионализмы упрощают речь, делают ее пригодной для быстрого обмена информацией.

Именно профессиональный жаргон отечественных программистов и электронщиков стал первым проявлением русского компьютерного языка. С книжным компьютерным языком русские люди познакомились в середине 80-х годов, когда в Советском Союзе появился полностью переводной журнал PCWorld с потоком английских терминов и аббревиатур. В России не было еще почвы для перехода компьютерных жаргонизмов и английских терминов в речевую практику населения. Компьютерный жаргон пользователей стал формироваться

с продаж и распространением компьютеров. В многочисленной литературе называются следующие причины появления жаргона пользователей: поток в Россию англоязычных заимствований, в том числе компьютерных терминов, трудности их освоения в стране с массовым незнанием английского языка, интенсивные изменения в современном русском языке в связи с условиями освоения Интернета.

Постепенно сфера функционирования профессионального жаргона расширяется, и он оказывается не в состоянии обслужить новую реальность. Осваивая непривычную компьютерную терминологию, простые пользователи создают жаргонную лексику. В ней много англицизмов, но не только заимствования стали источником жаргона. Многие слова образуются по словообразовательным моделям русского языка (см.: леталка, бродилка, стрелялка — названия компьютерных игр; писяк — персональный компьютер, сидюк — компакт-диск, СД); продуктивным оказался способ метафоризации русских слов, изменения значений жаргонизмов, уже существовавших в русском языке, переосмысление отечественных арготизмов, появляются жаргонизмы-омонимы, синонимы, фразеологизмы. Описанию компьютерного жаргона посвящены многие публикации в печати и в Интернете, где называются способы образования жаргонной лексики:

сокращение уже известного, но большого и малоосвоенного термина (комп — компьютер, винт — винчестер, клавиша — клавиатура);

замена английского термина созвучным русским словом, например, емеля, мыло — адрес, e-mail;

использование русских жаргонизмов (из жаргона автомобилистов: чайник — начинающий пользователь компьютером; движок — двигатель программы; глюк, глючить — ошибка компьютера (от галлюцинация — из жаргона наркоманов);

побуквенная передача английских слов буквами русского алфавита (баг — от bug — ошибка в программе; фича — от feature — дополнительная возможность программы; фикс — от fix — исправление ошибки);

заимствование английских компьютерных жаргонизмов (геймер — от англ. gamer, думер — от англ. doomer (игроки в компьютерные игры);

метафоризация — перенос наименования одного предмета на другой на основе сходства: блин, болванка — компакт-диск, селедка — пластиковая упаковка от дисков, крыса, мышка — манипулятор «мышь», тормоз — медленная работа компьютера;

использование русских слов со значением, близким смыслу английского термина: форточка — операционная система

Microsoft Windows — от англ. windows — окна; мелкомягкий — перевод слова Microsoft по частям и их сложение и др.

Лексическое ядро жаргона представляют названия компьютерных пользователей (юзер — пользователь; флеймер — конфликтующий пользователь); действий человека и действий компьютера (грохнуть, проломить — нарушить систему защиты, намылить — послать по электронной почте, полировать — доводить программу до совершенства, взять аккорд — перезагрузить компьютер); частей компьютера и деталей (вжикалка — матричный принтер, мозги — центральный процессор, карман, вертушка, флопповод — дисковод,); программ, программных продуктов, команд, файлов (Бима — компания IBM, филе, файло — файл, дося — дисковая операционная система DOS, айболит — антивирусная программа, трехпальцевый салют — команда перезагрузки) и др.

Примеры употребления жаргона пользователей в различных источниках: «Модная тачка с двухсотым мотором» (о компьютере Pentium-200); «...все это вы узнаете из вступления, полностью занимающего первый диск (всего в игре три сидюка). Все исследователи отмечают, что жаргонизмы в своем большинстве отличаются просторечной, грубо-фамильярной окраской.

Язык общения в Интернете требует особого внимания, так как «представляет собой множество не связанных между собой областей общения, функционирующих автономно». В нем есть сферы, где используется традиционная русская речь, в привычных жанрах, в монологе, диалоге (научные и публицистические статьи, рефераты, эссе, художественные произведения), но работают и языковые формы, созданные условиями интернет-общения: в рамках чатов, электронных конференций, дискуссий, опросов. К сожалению, мы не можем пока с уверенностью дифференцировать сферы сетевого общения и даем лишь наиболее общую характеристику языка Интернета на основании свидетельств авторов публикаций на эту тему.

Общение в Сети имеет свои особенности. Оно происходит на расстоянии, дистантно. Контакты между участниками опосредованы компьютерными устройствами. Адресатом интернет-сообщения является отдельный пользователь со своими запросами. Автор сообщения и адресат совершенно равноправны, оба стремятся к самовыражению. В языке используются монологические и диалогические жанры. Во всех жанрах, в том числе и монологических, преобладают черты разговорности и диалогичности. Исследователи пришли к выводу, что условия коммуникации через посредство компьютер-

ных устройств привели к созданию новой формы языка, которая получила свое название: письменная разговорная речь. Это своеобразное сочетание устной и письменной формы речи, смешения устных и письменных способов выражения смыслов, настроений, чувств.

В Интернете неудобны длинные слова, так как важна скорость набора сообщений; неуместны сложные фразы — необходима краткость; отсутствуют невербальные средства речи (мимика, взгляд, жесты, сила голоса, интонации); ограничены возможности выражения чувств и оценок. Люди ищут для этого новые речевые средства. Отличительными чертами интернет-речи стали письменное произношение, разговорность и спонтанность.

Спонтанность — создание речи на ходу: с перебивками и поправками.

Разговорность — проявление особенностей обычной разговорной речи (непринужденность, диалогичность, свобода логики, мысли и слова, эмоциональная окрашенность лексики, неполнота и простота предложений, нестрогое отношение к литературным нормам).

Письменное произношение — использование графических средств выражения чувств, оценок, действий и краткой передачи мысли.

Анализ текстов пользователей Интернета выделяет следующие графические средства выражения интернет-языка.

1. Сокращение слов: «сегодня» — «седня» — «сеня»; Интернет — «инет».

2. Орфографическая игра «Пишу неправильно!» Например: «печатаецца», «аЦЦке» (адски), «аттачила файл», «дайте денех», «любофь маркофь отменяецца».

3. Использование заглавных букв в качестве заменителя модуляции голоса: лЕсЕнКоЙ.

4. Создание авторских словообразовательных неологизмов: «Аймаладцца!», «Ржунимагу» путем сознательного нарушения языковых норм.

5. Использование популярных «оценочных» слов японского анимационного кино: «кавай» — милый, «сугой» — клево, классно, «аригато» — спасибо.

6. Употребление необычных коротких слов «усилителей» эмоций: «бу», «ня», «мяф» — разные эмоции; «юппи», «вааах!» — восторг.

7. Использование для выражения эмоций и названия действий знаков препинания: слово в звездочках ** — «Ой, спасибо! *гордицо*», «Сам такой! *обиделся*»; скобки — «)))» — хохот, «(((» — печаль.

8. Включение в тексты пиктограмм-смайликов, выражающих разные чувства и реакции, — улыбающихся или нахмурившихся рожц.

Согласимся с утверждением, что сетевое общение высветило состояние речевой грамотности молодежи. Написания, нарушающие нормы русского литературного языка, стали обычными в чатах и на веб-форумах. Явление получило свое наименование: «олбанский — новый интернет-язык». Но также стоит согласиться и с таким мнением, что «новая орфография» со временем может стать неким осознанным приемом возмещения отсутствующих при общении в сети невербальных речевых средств: что мы наблюдаем «...попытки отражения интонационной окраски фразы (ну-у-у-у, не зна-а-аю!)...», что ненормированное «употребление диктуется принципом удобства, то есть экономии усилий отправителя и получателя».

Из освоенных нами источников следует, что языковые явления, наблюдаемые в речи общающихся в сети, указывают на формирование разговорной разновидности языка. Это проявляется в общей демократичности и упрощении языка, в окраске лексических средств, в использовании разговорных словообразовательных аффиксов, в выборе синтаксических форм, в активном использовании в текстах просторечных вариантов и жаргонизмов. Приведем примеры письменной разговорной речи Интернета:

«Коешн все пишем так чтоб было быстрее, а об грамматике никогда особо не задумывалась, вот в реале пишу с врожденной грамотностью...»;

«Шас библиографию найду, постараюсь тебе прислать, если сможешь дополнить — буду благодарна»;

«О ярком выражении харизмы тут говорить не приходится, я даже удивляюсь, как он пятипроцентный барьер сумел преодолеть»;

«Ни знаю... грамотно пишу в реальной жизни и абсолютно неграмотно в виртуальной.. мне так нравится, здесь нет навязанных рамок и нет препода, который будет проверять ошибки.. здесь я такая какая я есть на самом деле! Мне это нравится!»

Это н р а в и т ь с я нам кажется очень значимым. Американский писатель и философ Р. Эмерсон утверждал: «Язык — это город, на построение которого каждый человек, живший на Земле, принес свой камень». Создавая новый язык, люди имеют право на языковое творчество и самовыражение.

Большое место в жизни нашей молодежи заняли виртуальные развлечения — компьютерные игры. Многие сейчас говорят о появ-

лении субкультуры геймеров. Данная субкультура характеризуется наличием особого языка, или сленга, сложился и словарь геймеров:

ачивка — награда за выполнение в игре определенного условия,

баг — сбой в игре,

бан — один из методов наказания за нарушение установленных правил,

бот — программа, управляющая действиями персонажа игры,

гама — компьютерная игра,

гамать — играть в компьютерную игру;

геймплей — игровой процесс с точки зрения игрока,

демоверсия, демо — версия игры, которая распространяется бесплатно,

донат — способ получения разработчиками денег с игроков,

задрот — заядлый игрок,

квест — жанр игры, где главной задачей является решение логических задач и головоломок,

кемпер — игрок, отсиживающийся в труднодоступных местах с хорошим локационным обзором,

читы — коды для игры,

читеры — игрок, использующий коды.

Язык компьютерной игры интенсивно распространяется, тесно соприкасаясь с другими разновидностями компьютерного языка. Его лексика входит в традиционные формы русского языка. Отдельные слова теряют свою жаргонную окраску и становятся общеупотребительными. Журналы, посвященные компьютерным играм, употребляют сленговые слова игроков в изобилии. Это создает веселую молодежную атмосферу. Вот отрывок из журнала «Страна игр»: «Фанаты быстренько окрестили вышедшую демоверсию Вольфом и принялись клясть фашистских солдат».

Возникновение русского компьютерного языка — объективное и необходимое явление. Мы поддерживаем точку зрения тех исследователей, которые считают, что сегодня он представляет собой новую формирующуюся разновидность русского языка, сфера использования которой будет только расширяться. Уже сегодня он используется как в традиционных областях общения, так и в виртуальных. Структурные и стилистические составляющие этого языка еще достаточно не проявились. Не определены и их наименования. Но ясно, что его влияние на коммуникативные процессы велики, поэтому он требует самого пристального изучения.

Е. Г. Емельянова, магистр

(научный руководитель — А. М. Асонов, д-р биолог. наук),
Уральский государственный университет
путей сообщения, Екатеринбург

Совершенствование технологии очистки поверхностного стока на аккумуляционном фитофилтре с загрузкой в виде опоки

Проблема предотвращения загрязнения окружающей среды актуальна не только для России, но и для всего мира. Развитие промышленности и быстрый рост городов приводят к увеличению загрязненности воздушного бассейна и водоемов.

Основными источниками загрязнения водных объектов считаются бытовые и производственные сточные воды. Их очистке и обезвреживанию уделяется большое внимание. Сброс в водоемы без предварительной очистки сточных вод этих категорий в нашей стране запрещен. Однако поверхностные сточные воды с промышленных и городских застроенных территорий (дождевые и талые, сток от поливки и мойки дорожных покрытий) до настоящего времени в большинстве случаев не проходят очистку перед сбросом в водный объект.

Как показывает сравнительный анализ качества ливневого и талого стоков, по ряду показателей они равносильны хозяйственно-бытовым сточным водам. Так, концентрация взвешенных веществ в них находится на уровне 1200–1600 мг/дм³, БПК₂₀ — 60–220 мг/дм³, а биогенные вещества (азот и фосфор) — на уровне 5 и 1 мг/дм³ соответственно [1].

Если учесть достаточно большой объем поверхностного стока, то масса загрязнений, поступающих с талыми и дождевыми стоками в реки, по некоторым показателям превышает массу загрязнений, сбрасываемую с хозяйственно-бытовыми сточными водами, прошедшими полную биологическую очистку.

Анализ информации по Екатеринбургу, выполненный сотрудниками РосНИИВХ, показал, что годовая масса взвешенных веществ, поступающих в реки Исеть и Пышму с городской территории с талым стоком, равна 4935 т, с дождевым — 12300 т, с хозяйственным после очистных сооружений — 2894 т [1].

Характерные загрязняющие вещества в водных объектах Свердловской области в 2014 г. — это соединения железа общего, меди, марганца, легкоокисляемые и трудноокисляемые органические вещества (по показателям БПК₅ и ХПК), азот аммония, устойчивыми загрязняющими веществами были цинк и никель [2]. Во многом это объясняется поступлением в природные водоисточники с неочищенным поверхностным стоком загрязняющих веществ.

Территория объектов железнодорожного транспорта подвержена загрязнению различными веществами, поступающими в природную среду как при перевозке грузов, так и при технологических процессах, осуществляемых на объектах. Источниками поступления загрязняющих веществ в водную среду служат котельные, участки сварки и резки, химической и электрохимической обработки металлов, аккумуляторные и медницкие отделения.

Поверхностные стоки с территорий железнодорожных станций, образующиеся во время выпадения дождя и таяния снега, загрязнены различным мусором, нефтепродуктами, растворимыми и нерастворимыми минеральными и органическими поллютантами, биогенными веществами, ионами тяжелых металлов.

В последние годы поверхностный сток с техногенных территорий привлекает особое внимание как источник поступления в водные объекты основного количества ионов тяжелых металлов.

Несмотря на статус водоема питьевого и рекреационного значения, Верх-Исетское водохранилище испытывает значительное загрязнение от поступления в него сточных вод предприятий и ливневых стоков с территории Екатеринбурга. Наибольший вклад в загрязнение воды вносит промышленный комплекс станции Екатеринбург-Сортировочный.

Для изучения загрязнения территории станции за счет воздушного переноса поллютантов были проведены исследования снежного покрова в разных частях исследуемой территории в конце сезона (2008 г., апрель; научный руководитель — А.М. Асонов, д-р биол. наук). Усредненные результаты представлены в таблице 1.

Точки отбора: в непосредственной близости от Верх-Исетского водохранилища, район станции Екатеринбург-Сортировочный, на железнодорожных путях четного парка формирования, на территории локомотивного депо, на территории ремонтно-эксплуатационного вагонного депо, на железнодорожных путях нечетного парка формирования, вдоль автомобильной дороги, в жилом массиве.

Таблица 1

Качественный состав снежного покрова станции
Екатеринбург-Сортировочный, мг/дм³ [1]

Точка отбора	NO ³	NH ⁴	NO ²	PO ⁴	Zn	Cu	Fe	НП**	ВВ***
1	1,5	1,0	0,025	0,085	0,021	0,011	0,18	0,129	8,8
2	1,16	0,82	0,05	0,67	0,008	0,023	0,23	0,944	19,2
3	1,12	1,02	0,16	0,235	0,012	0,015	0,34	0,111	35,4
4	1,52	1,32	0,1	0,095	0,015	0,043	0,4	0,745	43,6
5	1,2	0,78	0,188	0,055	0,016	0,015	0,42	0,188	57,4
6	0,98	0,56	0,035	0,03	0,017	0,011	0,39	0,085	41,6
7	2,42	4,12	0,364	1,85	0,016	0,024	0,36	0,115	39,2
8	1,98	1,76	0,025	1,48	0,029	0,017	0,38	0,3	47,0
ПДК*	9,1	0,39	0,2	0,2	0,01	0,001	0,1	0,05	—

ПДК* — показатель ПДК для водоемов хозяйственно-питьевого и рыбохозяйственного назначения; НП** — нефтепродукты; ВВ*** — взвешенные вещества.

Загрязненность снега свидетельствует о высокой концентрации загрязняющих веществ в атмосфере. Превышение ПДК в растопленном снеге по ионам тяжелых металлов составляет три-пять раз.

Учитывая большой объем талого и дождевого стока с селитебных территорий, высокие концентрации в нем загрязняющих веществ, неравномерность его образования, необходимо констатировать, что данная категория сточных вод остается мощным фактором ухудшения экологического состояния водных объектов; эта проблема как никогда актуальна и может быть отнесена к одной из важнейших экологических задач отрасли.

Неотъемлемая составляющая охраны окружающей среды — это разработка эффективных систем защиты водных экосистем от загрязнения поверхностными сточными водами.

Практика показывает, что наиболее эффективен и экономически оправдан для предотвращения загрязнения водоисточников загрязненными стоками сооружения способ, принцип действия которого основан на высокой способности высшей водной растительности и многообразного биоценоза, сопровождающего их, к саморегенерации, биодеструкции и утилизации задержанных загрязнений при малых энергетических затратах.

В настоящее время на предприятиях используются в основном две схемы отведения поверхностного стока: а) на очистные сооружения самостоятельной очистки; б) очистные сооружения для совместной очистки с производственными стоками. После очистки вода сбрасывается в водоем, городскую канализационную сеть или направляется на повторное использование предприятием (чаще всего для подпитки оборотной системы).

Однако 100%-ного использования очищенных сточных вод с городских территорий на нужды промышленности достигнуть невозможно вследствие их объема, значительно превышающего потребность.

Этот вывод ставит перед исследователями и практиками безальтернативную задачу: разработать технологию и комплекс сооружений, предназначенных для глубокой очистки талого и ливневого стока с селитебных территорий, обеспечивающих его безопасный сброс в водоисточник.

Станции очистки поверхностного стока могут включать песколовки, отстойные сооружения, аккумулирующие и регулирующие емкости, сооружения для доочистки и насосные станции.

Для удаления основной массы взвешенных веществ и нефтепродуктов рекомендуется предусматривать различные конструкции отстойных сооружений: отстойники, нефтеловушки, пруды, аккумулирующие емкости, накопители и т.п. с интенсификацией процесса осветления различными способами (реагентным методом, методом напорной флотации, применением фильтров с различной загрузкой, биохимическим и др.).

Наиболее прост способ очистки сточных вод на полях орошения или способ почвенной фильтрации. Сточная вода по возможности равномерно распределяется по специально отведенным земельным площадям, засаженным естественной или специально подобранной растительностью. Вода подается медленным потоком или периодическими напусками. Основные водоочищающие процессы протекают при медленной фильтрации воды через почву, включая все возможные физико-химические и микробиологические эффекты. Более совершенные сооружения, использующие способность растений вести очистку воды при одновременной регенерации твердого субстрата, — ботанические площадки, действующие на принципе фитоочистки.

Преимущества фитоочистки

Сооружения не наносят ущерба окружающей среде, а сохраняют ее, естественно в нее вписываясь.

В одном сооружении протекают процессы механической, химической и биологической очистки воды и биодеструкции выделенных загрязнений, это сокращает затраты.

Полное отсутствие запахов.

Высокая стабильность процесса.

Отсутствие шламов, минимальные расходы на электроэнергию (насосы).

Эксплуатационные затраты минимальны.

Сооружения работают в полностью автоматическом режиме, как и вся природа.

Как свидетельствуют результаты исследований, качество очищенных ливневых сточных вод после ботанических площадок может соответствовать качеству воды, предназначенной для сброса в водные объекты рыбохозяйственного назначения [3].

Еще одно преимущество растительных систем: они могут служить источником органического питания для гетеротрофных микроорганизмов, что расширяет возможности биологической очистки загрязненных вод, не содержащих органических загрязнений. На отработанных участках растения отмирают, перерабатываются микрофлорой и микрофауной и заменяются вновь вырастающими структурами. Растительные системы способны самостоятельно осуществлять биофлокуляцию, биосорбцию, ионный обмен и активное поглощение многих ионов и различных молекул. При использовании высших растений в процессах очистки воды крайне важна утилизация наращиваемой растительной массы. Возможны различные способы ее использования, которые в большинстве случаев ничем не отличаются от уже известных и широко применяемых на практике.

Анализ условий получения очищенной воды высокого качества на ботанической площадке показывает, что нормативная очистка при этом обеспечивается только в вегетационный период (с середины мая по август). Однако огромная масса талых вод (март-апрель) и дождевых вод (сентябрь-октябрь) не проходит должной очистки.

Весенний и осенний периоды характеризуются особенно низкими температурами воды и почвы, что приводит к значительному сниже-

нию активности бактериальной микрофлоры перифитона и почвенно-грунтового комплекса, физиологической активности основного биологического агента ботанической площадки — высшей водной растительности (ВВР). Этот фактор сдерживает широкое распространение ботанических площадок для очистки поверхностного стока с селитебных территорий.

Изучение имеющейся литературы по конструкциям ботанических площадок показывает, что авторы почти в 90 % случаях используют горизонтальное движение очищаемой воды и только в 10 % вариантов ток жидкости на биоплощадках направлен и горизонтально, и вертикально. При горизонтальном токе сточных вод приходится рассчитывать лишь на эффект отстаивания и их биохимическую очистку с помощью перифитона, размещенного на стеблях высшей водной растительности. При вертикальном движении жидкости качество очистки стоков улучшается за счет работы ризосферы. Практически в 95 % вариантах ботанических площадок используется высшая водно-воздушная растительность и только у 5 % используется ризосфера деревьев и кустарников.

Другой фактор, сдерживающий распространение биоплощадок для очистки поверхностного стока селитебных территорий, — их значительный размер. Поэтому размещение ботанических площадок на ограниченной городской территории представляет значительные трудности.

Сезонность поступления талых и дождевых сточных вод, их значительный разовый объем, низкие температуры воды весной и осенью — это специфические характеристики данного стока, которые необходимо учитывать при разработке технологии его очистки.

Из-за несовершенства существующих технологий и сооружений для очистки поверхностных сточных вод с городских территорий, копирующих в большинстве случаев опыт очистки промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод, возникает потребность разработки технологии, которая обеспечит при низких капиталовложениях высокую степень и скорость очистки данных стоков в любой сезон их образования.

Впервые в практике очистки сточных вод предложен и реализован способ биологической регенерации ионообменных материалов в аккумуляционном фитофилтре с помощью макрофитов. Предложена рациональная система двухступенчатой очистки поверхностного стока при использовании аккумуляционных фитофилтров

(АФФ) и разработано сооружение для реализации новой технологии по очистке поверхностного стока. Новизна устройства защищена патентом РФ [4].

Технология очистки поверхностного стока с помощью АФФ позволит вести интенсивную очистку сточных вод в любое время образования поверхностного стока, начиная с ранней весны и кончая поздней осенью, с использованием механических и физико-химических методов очистки сточных вод (отстаивание, фильтрация, сорбция, ионный обмен), а регенерацию сорбционных, в т.ч. и ионообменных фильтрующих материалов проводить с помощью воздушно-водных вышших растений (тростника) и перифитона в наиболее благоприятный для микрофлоры и растений вегетационный период.

Принцип действия аккумуляционного фитофильтра состоит в механической доочистке и физико-химической очистке сточных вод от не выделившихся в процессе отстаивания взвешенных веществ, а также изъятии в процессе фильтрации через загрузки, обладающие сорбционными и ионообменными свойствами, веществ, находящихся в растворенном и ионном состояниях.

Сточные воды с определенным расходом, пройдя предварительную очистку на сооружениях механической очистки (регулирующий резервуар, отстойник с тонкослойным модулем), попадают на двухступенчатый АФФ.

Фитофильтр для очистки сточных вод работает следующим образом (рис. 1). Сточные воды (загрязненный сток) поступают в бассейн 1 с нефiltrующим днищем 2 фитофильтра для очистки сточных вод и проходят со скоростью 1 м/ч через фильтрующую загрузку 4, состоящую из ионообменного материала — клиноптилолита, уложенного слоем 30—40 см на нефiltrующем днище 2. Во вневегетационный период очистка идет за счет работы фильтрующей загрузки 4, состоящей из ионообменного материала — клиноптилолита, аккумулирующего биогенные вещества и ионы тяжелых металлов. В период вегетации очистка идет за счет ВВР 3 (тростник обыкновенный, камыш озерный, рогоз узколистный) и, кроме того, биогенные вещества и ионы тяжелых металлов, аккумулированные на фильтрующей загрузке 4, подвергаются десорбции под действием перифитона и ризосферы ВВР 3 и потребляются ВВР 3 из водного раствора, что обеспечивает биологическую регенерацию фильтрующей загрузки 4. Очищенные воды (очищенный сток) отводятся через самотечные дрены, уложенные на нефiltrующем днище 2 бассейна 1.

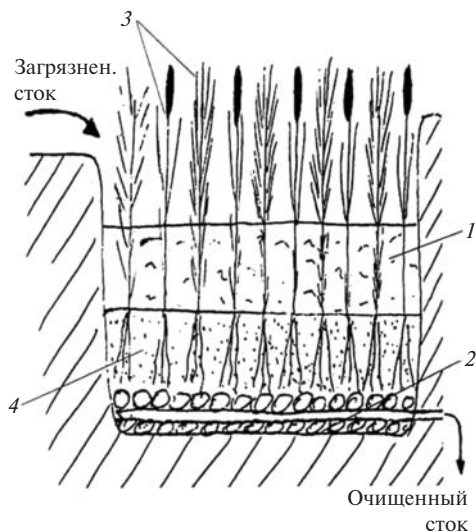


Рис. 1. Аккумуляционный фиточистильник [4]
 1 — бассейн; 2 — нефилтующее днище;
 3 — высшая водная растительность;
 4 — фильтрующая загрузка

В настоящее время природные сорбенты — клиптиты и опокиты — находят широкое применение во многих отраслях хозяйственного комплекса, а также в области охраны окружающей среды. Использование их для очистки поверхностного стока с населенных территорий обусловлено следующими свойствами:

- химическая стойкость и механическая прочность, которые удовлетворяют требованиям, предъявляемым к фильтрующим материалам;
- значительная пористость;
- высокая грязеемкость, которая обеспечивает очистку не только от взвешенных частиц, но и от коллоидных веществ минерального и органического происхождения;
- высокая емкость по отношению к аммонийному азоту и ряду тяжелых металлов (свинец, цинк, медь);
- не требует дополнительной обработки и имеет низкую стоимость (в 20–30 раз) по сравнению с искусственными сорбентами.

К сожалению, биорегенерация природных сорбентов высшей воздушно-водной растительностью протекает относительно медленно (три-четыре вегетационных сезона). Это сильно тормозит широкое распространение метода на практике для очистки поверхностного стока.

Десорбции тяжелых металлов с ионообменных фильтрующих материалов может способствовать введение в фильтр раствора сульфата аммония, который не только регенерирует, но и стимулирует рост ВВР. Это позволит значительно сократить период регенерации загрязненного металлами субстрата и перевода металлов из водной среды в растения.

Однако использование высококонцентрированного 3%-ного раствора сульфата аммония, применяемого в химической технологии при регенерации ионообменных смол, при регенерации сравнительно больших объемов загрузки фитофильтра не только затратно, но и вызывает отравление растений.

Цель нашей работы — установление принципиальной возможности, экологической и экономической целесообразности применения слабоконцентрированных растворов сульфата аммония для регенерации сорбента на основе кремнистых пород — опоки, загрязненной ионами металлов — железа, меди и цинка.

Поставленные задачи:

- выявление принципиальной возможности регенерации опоки низкоконцентрированными растворами сульфата аммония;
- исследование процесса химической регенерации опоки низкоконцентрированными растворами сульфата аммония;
- разработка методики выполнения и контроля регенерации загрязненной опоки растворами сульфата аммония.

Исследование проводилось в двух направлениях: 1) исследование эффективности различных концентраций растворов при регенерации сорбента — опоки, загрязненной на первом этапе ионами железа; 2) исследование влияния экспозиции на качество регенерации опоки.

Для проведения исследований использовалась опока, загрязненная ионами тяжелых металлов. В качестве эталонного использовался 8%-ный раствор хлористого натрия (NaCl). В качестве основного объекта исследований выбран раствор сернокислого аммония, так как он широко применяется в сельском хозяйстве в качестве удобрения, а также используется в качестве реагента для регенерации катионитных фильтров. Эти свойства и обусловили его выбор как регенерирующего твердого субстрата фильтра (представляющий

опалкристобалитовую ионообменную породу) и биостимулирующего интенсификацию роста высшей водной растительности. В качестве регенерирующих были приготовлены растворы сернокислого аммония с концентрациями, %: 3,0; 1,0; 0,5; 0,1; 0,05; 0,01. Для определения количества металлов, осевших на поверхности сорбента за счет процесса адгезии, была использована дистиллированная вода.

На втором этапе провели исследование влияния экспозиции на качество регенерации.

Методика исследования эффективности различных растворов при регенерации сорбента – опоки, загрязненной тяжелыми металлами (на первом этапе Fe^{3+})

Цель — определение наличия загрязняющих веществ в опоке, оптимальной концентрации сернокислого аммония для регенерации и продолжительности регенерации, концентраций металлов, смываемых с сорбента дистиллированной водой.

Для загрязнения свежих образцов опоки ионами железа помещали 12,5 г опоки в коническую колбу с 500 мл раствора с концентрацией ионов железа 100 мг/дм³. Время контакта раствора с опокой — 1 сут, затем определяли в растворе концентрацию ионов железа [5].

Для регенерации опоки использовался 8%-ный раствор хлористого натрия и растворы сернокислого аммония с концентрациями, %: 3,0; 1,0; 0,5; 0,1; 0,05; 0,01.

При контакте регенерационного раствора с загрязненной ионами тяжелых металлов опокой происходит вытеснение из субстрата более активными катионами Na^+ , NH_4^+ менее активных ионов железа. Восстанавливается субстрат — сорбент за счет перехода в регенерационный раствор ионов Fe^{3+} .

Методика исследований предусматривала проведение опыта в трех параллелях. С этой целью в конические колбы помещалась навеска опоки по 12,5 г в каждую и заливалась регенерационным раствором исследуемой концентрации.

Через 1 сутки раствор, используемый в качестве регенерационного, анализировался на наличие в нем ионов десорбируемого металла (таблица 2). После этого операции по десорбции из исследуемого образца опоки выполнялись в той же последовательности. Общее время контакта опоки с регенерационным раствором в статических условиях — 1 сутки.

Опыт по отмыванию образцов опоки от металлов с помощью дистиллированной воды проводился параллельно с проверочными опытами.

Таблица 2

Изменение концентрации ионов железа (Fe^{3+})
в различных регенерационных растворах

Средняя концентрация ионов, мг/дм ³	Регенерационный раствор, %						
	3,0 (NH_4) ₂ SO ₄	1,0 (NH_4) ₂ SO ₄	0,5 (NH_4) ₂ SO ₄	0,1 (NH_4) ₂ SO ₄	0,05 (NH_4) ₂ SO ₄	0,01 (NH_4) ₂ SO ₄	8 NaCl
Железо (Fe^{3+})	84,8	60,1	42,0	18,3	6,7	2,5	96,5
							1,8

Результаты анализов показывают, что эффективность исследованных регенерационных растворов 8%-ного NaCl и 3%-ного (NH_4)₂SO₄ практически равнозначна, и раствор поваренной соли может быть использован в качестве контрольного при изучении десорбирующих свойств раствора сульфата аммония разной концентрации с опоки, содержащей ионы тяжелых металлов.

Методика исследование влияния экспозиции на качество регенерации опоки

Цель — определение влияния времени контакта регенерационного раствора с сорбентом (опокой) в течение 34 сут.

Для регенерации опоки используется 0,1%-ный, 0,05%-ный, 0,01%-ный растворы сернокислого аммония и дистиллированная вода (опыт продолжается). Растворы сульфата аммония (%: 3,0; 1,0; 0,5 и 8%-ный NaCl) не участвуют в дальнейшем эксперименте, т.к. более высокие концентрации увеличивают затраты и возникает риск гибели высшей водной растительности, а дистиллированная вода не обладает достаточно эффективными регенерационными свойствами. Опыты с дистиллированной водой указывают, что извлечение ионов тяжелых металлов из водных растворов протекает по механизму ионного обмена, а не адгезией на поверхности зерен опоки.

Перед началом исследования проводится определение концентрации ионов аммония у приготовленных регенерационных растворов

до заливки в ёмкости. Определение концентрации тяжелых металлов в растворе производится через 1, 3, 10, 16, 24, 34 сут. Параллельно проводится определение концентрации ионов аммония [6].

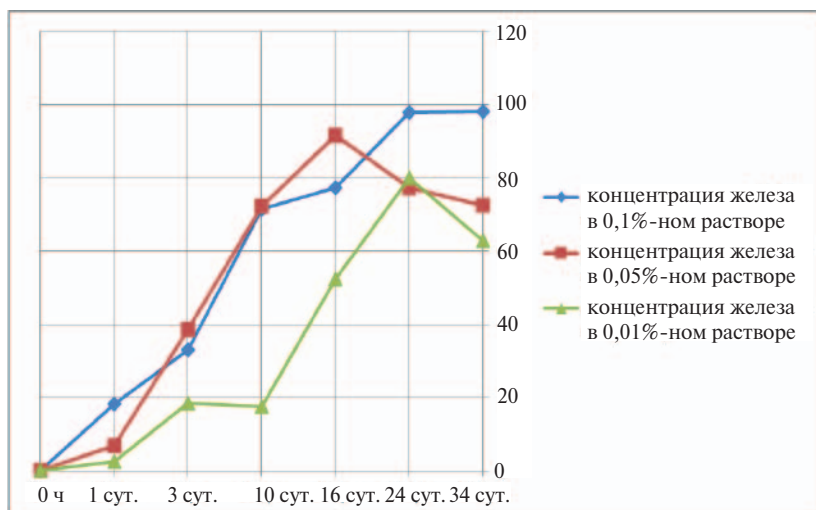


Рис. 2. Изменение концентрации железа (мг/дм³) в растворах

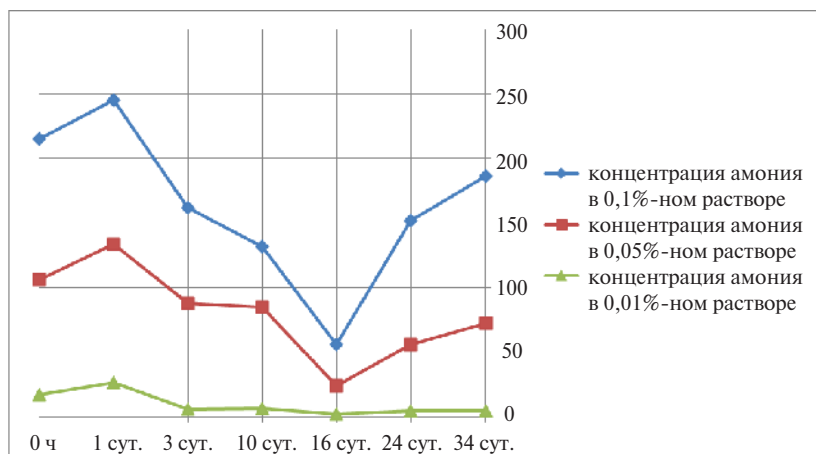


Рис. 3. Изменение концентрации аммония (мг/дм³) в растворах

Анализ графика показывает, что 0,1%-ный и 0,01%-ный растворы десорбируют максимальное количество железа в течение 24 сут, а 0,05% раствор — уже на 16 сут. Следовательно, оптимальный период контакта сорбента и регенерационного раствора равен 16 сут и концентрация регенерационного раствора сульфата аммония 0,05 %.

Регенерация загрязненной опоки низкоконцентрированными растворами сульфата аммония позволит сократить процесс химико-биологической регенерации фильтрующего слоя АФФ, что открывает широкие возможности внедрения в практику экологически чистой технологии защиты водных объектов от загрязнения поверхностным стоком.

Литература

1. Асонов А. М. Регламент очистки поверхностного стока с территории ст. Свердловск-Сортировочный от нефтепродуктов : отчет о НИОКР. Екатеринбург : УрГУПС, 2008. 80 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Свердловской области в 2014 году». 2015. <http://www.mprso.ru/gosudarstvennyye-doklady> (дата обращения: 14.01.2016).
3. Бондаренко В. В. Охрана водных объектов от загрязнения сточными водами и рассредоточенным стоком с помощью биоинженерных систем : автореф. дисс... на соиск. уч. ст. д-ра техн. наук. Екатеринбург, 2000. 38 с.
4. Аккумуляционный фитофильтр для очистки сточных вод : пат. 2149836 Рос. Федерации.
5. ПНД Ф 14.1:2.2—95 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации общего железа в природных и сточных водах. — М., 1995. 9 с.
6. ПНД Ф 14.1:2.1—95 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах. — М., 1995. 13 с.

И. И. Зверев, магистрант

(научный руководитель — А. В. Вохмянина, канд. экон. наук),
Уральский государственный университет
путей сообщения, Екатеринбург

Внедрение системы взимания платы «Платон» в транспортный комплекс РФ

Современная мировая и отечественная экономика формулируют новые проблемы и вызовы для логистических систем товародвижения. Это происходит из-за отсутствия центрального управления информационное снабжение автотранспортных потоков.

Системы, аналогичные «Платону», в других государствах можно считать рядовой практикой, но появление её в нашем государстве — это новость, которую необходимо оценить с нескольких возможных точек зрения.

Как было сказано в предыдущем абзаце, системы взимания оплат за пользование дорогами появилась в странах Европы в 1993 году. Данная система известна как «Евровиньетт». Действует она и до сих пор в Бельгии, Нидерландах, Люксембурге, Дании и Швеции. Принцип работы — покилометровый сбор платежей.

По подсчетам аналитического агентства «Автостат», в 2014 г. в России насчитывалось более 48 млн транспортных средств, из них 40,2 млн из них — легковые автомобили, 3,87 млн — легкий коммерческий транспорт, 3,75 млн — грузовой автотранспорт. Число автобусов — 394 тыс. ед.

Без прямого обследования автопарка государства не определить, какие единицы зарегистрированы и работают в рамках закона, а какие участвуют в «серых» и «черных» схемах экономической деятельности.

В последнее время в России наблюдаются попытки внедрения единых систем контроля и учета транспортных средств. Примером таких систем можно считать элементы «Умного города», в частности, системы дорожного контроля (визуального). Например, в Екатеринбурге данная интеллектуальная транспортная система была создана в целях комплексного управления транспортными потоками, увеличения пропускной способности улично-дорожной сети и предотвращения дорожных заторов.

Такие транспортные системы зачастую состоят из элементов, которые смогли бы производить мониторинг параметров транспортных потоков, информировать участников дорожного движения, управлять парковочным пространством и иметь систему навигационно-информационного обеспечения (на основе ГЛОНАСС).

Российская система «Платон» (от словосочетания «плата за тонны» — взимание платы с грузовиков, чья разрешенная масса превышает 12 т) запущена 15.11.2015. Оплатить проезд можно либо через «маршрутную карту», либо по тарифу в размере 3,73 руб. за 1 км. Часть собранных денежных средств должна быть направлена в Дорожный фонд РФ для ремонтных работ на федеральных автомобильных трассах.

Оператор «Платона» — компания «РТ-Инвест транспортные системы». По ожиданиям, из федерального бюджета компания получит как минимум 10,6 млрд руб. в год. А доход госбюджета, в свою очередь, составит до 40 млрд руб.

Аргументы «за» создание «Платона»

1) В 2013 г. в России зарегистрировано более 1,7 млн грузовых автомобилей массой более 12 т и 400 тыс. транзитных транспортных средств. Из действующей на тот момент налоговой системы средств на поддержку дорог и совокупной инфраструктуры не хватало. Правительство решило ввести дополнительный налог.

2) Острая необходимость в развитии принципа «пользователь платит» для непосредственной поддержки региональных, межмуниципальных дорожных сетей и местных дорог.

Аргументы «против» создания «Платона»

1) Отсутствие законодательной базы для такой разновидности систем.

2) Недостаточная организованность, целостность и своевременность внедрения такой системы.

В результате постановлением правительства РФ №474 были внесены изменения в постановление «О взимании платы в счет возмещения вреда, причиняемого автомобильным дорогам общего пользова-

ния федерального значения транспортными средствами, имеющими разрешенную максимальную массу свыше 12 тонн».

Главнейшее изменение здесь — размер платы, взимаемой с владельцев фур за поврежденные дороги. Ранее она составляла 3,5 руб. за км, но с учетом инфляции плата выросла до 3,73 руб.

Постановлением правительства РФ от 3.11.2015 № 1191 г. были внесены изменения по отношению к новым сборам.

3 ноября того же года постановлением предусмотрено сокращение оплаты на километр пути, пройденного грузовым автомобилем по дорогам общего пользования федерального значения. Вплоть до 29 февраля 2016 года на территории Московской области с коэффициентом 0,41 к оплате взимается 1,53 руб.

В свою очередь, с 1 марта 2016 года по 31 декабря 2018 года будет использован коэффициент 0,82. Это означает то, что за километр пройденного пути будет взиматься 3,06 руб.

Техническая база системы «Платон»

«Платон» оперирует посредством единого типа бортовых устройств — бортовое устройство БУ 1201. Для повышения точности работы устройства используется спутниковая систем навигации. Внутри БУ находятся модули GSM/GPRS, навигационный модуль ГЛОНАСС/GPS. Предусмотрена двухсистемность.

Вторым элементом выступает «Маршрутная карта». Сама по себе карта — это документ, сформированный по данным о планируемом маршруте транспортного средства. Также он служит основанием для расчета платы в пользу возмещения вреда при том случае, если бортовое устройство отсутствует. Маршрутная карта содержит: а) данные о государственном регистрационном знаке транспортного средства; б) дату и время выдачи маршрутной карты; в) точный срок действия; г) общую протяженность участков автодорог общего пользования федерального значения, включенных в маршрут; д) описание маршрута в связке с участками федеральных дорог общего пользования, для прохождения которых выдан данный документ и размер оплаты.

Обращаясь к опыту других стран, можно обратить внимание на Белоруссию, Германию, Австрию, Словакию и Венгрию. Пионером в этом перечне можно считать Австрию, где в 2004 г. создана так называемая рамочная система. При прохождении рамки со считывающего устройства автомобиля снималась такса. И с 2015 г. в Австрии и Гер-

мании работает единая система взимания платы TOLL2GO. Тариф составляет от 9 до 14 евроцентов за километр. Оператор системы — объединение компаний Daimler AG, Deutsche Telekom, Cofiroute.

В Белоруссии действует своя система оплаты — BelToll. Она использует радиосвязь на коротких дистанциях (DSRC). Принцип работы схож с австрийской системой — бортовые устройства, проходя через станции оплаты, автоматически производят списывание денежных средств со счета. BelToll рассчитана на взыскание платы (от 0,04 до 0,145 евро за пройденный километр) с автотранспорта с массой не более 3,5 т с регистрацией за пределами Таможенного союза.

Скоропалительное внедрение «Платона» вряд ли можно назвать своевременным. С учетом специфики состояния российской экономики, которая испытывает издержки по политическим причинам, увеличивать налоговую нагрузку сразу же на несколько порядков не стоило. Отрицать, что «Платон» ударит по кошелькам водителей и счетам транспортных компаний, контрпродуктивно.

Разумеется, сам «Платон» еще долго будет вызывать споры. В социальных сетях, площадках для дискуссии выражаются следующие точки зрения:

- «Система не является налаженной и (разумеется) как любая правительственная инициатива не будет приносить пользу, а только убытки и личное обогащение»;
- «Дальнобойщиков грабят коррумпированные чиновники, сотрудники силовых структур»;
- «Данная система как таковая не нужна, нет таковых за рубежом»;
- «Данная система должна была быть внедрена раньше»;
- «Тарифы, заложенные в «Платон», — грабительские».

Но рассмотрим факты, которые находятся в нашем распоряжении.

Факт первый — налоговая система РФ вплоть до внедрения системы «Платон» не могла самостоятельно обеспечить денежными средствами развитие, ремонт и поддержку дорог. Исходя из данных о заложенных денежных средствах в бюджет на развитие и поддержку дорожных сетей за 2009-й год стоимость поддержки одного километра дороги составляла 6,3 млн долл. Возможно, с внедрением новшества это получится сделать.

Факт второй — зарубежный опыт говорит нам, что использование таких систем более чем целесообразно. Приток денежных средств по-

зволил Германии, Австрии и Белоруссии обеспечить дороги «подушкой безопасности». По информации из открытых источников, на момент 2014-го года содержание 1 км дороги в Германии обходилось тамошнему бюджету в 19 млн евро.

Факт третий — данная система за рубежом (опять же) была разработана частными организациями по заказу транспортных ведомств. Сами процессы, по мнению автора, прозрачны.

Факт четвертый — в России есть определенная негативная реакция водителей-дальнобойщиков на какие-либо попытки контроля их передвижения. Но в то же время есть сегмент водителей, которые не относятся к этому сугубо негативно, а, скорей, нейтрально или положительно.

Факт пятый — из-за таких нововведений стоит ожидать роста стоимости на пищевые продукты и иные товары. Доля затрат на организацию и поддержки логистики, очевидно, сокращена не будет.

Остановимся на четвертом факте. Нас здесь интересует отношение водителей к самому процессу, который позволит сделать их передвижения или сторонние заработки прозрачными. Иногда же работа дальнобойщиков вызывает вопросы. Например:

1) Почему дальнобойщики не хотят работать с GPS-маячками? Это как-то ограничивает их личные свободы?

2) Почему иногда в грузовых автомобилях по результатам проверок ДПС и ППС можно найти контрафактную продукцию? Речь идет об алкоголе, наркотиках, контрабанде и прочем.

3) Соблюдаются ли вами в полном объеме правила дорожного движения?

4) Как часто водитель-дальнобойщик может решить вопрос на месте — предложить взятку сотруднику силовых структур вместо законного взаимодействия (оплата штрафа, неустойки, ограничение в правах на пользование транспортным средством).

К сожалению, дальнобойщики не всегда могут отличиться выдержкой, дисциплиной и соблюдением ПДД. По статистике ГИБДД, за последние три года количество ДТП с участием большегрузов увеличилось на 17,7%. За 2014-й год из-за нарушений правил дорожного движения при участии всё тех же большегрузов составило 10256 происшествий.

Но не стоит делать выводов, что во всех бедах дорожных сетей и всех связанных с ними структур, организаций и пр. виновны водите-

ли, которые оперируют на большегрузном транспорте. Ведь они зачастую тоже могут стать жертвами произвола со стороны людей, обремененных властью (взяточники, криминальные элементы).

По федеральному закону, штраф водителя за перегруз составляет 10 тыс. руб., в то время как юридическое лицо должно заплатить сумму в размере от 350 до 400 тыс. руб.

По результатам исследований, проводимых Росавтодором, было установлено, что более 40 % от всего объема транспортных средств в России движется с многократным нарушением весогабаритных параметров. В результате будем иметь многократно ускоренное разрушение дорожного полотна, что, в свою очередь, приведет к увеличению затрат на их поддержку.

Одна из задач транспортной логистики в управлении цепями поставок — согласование элементов и деятельности звеньев транспортно-логистической системы, а значит, проблема «Платона» остается актуальной. «Платону» потребуется дальнейшая поддержка и, вероятно, глубокая модернизация в целях совершенствования оказываемой услуги.

В заключение можно сказать, что внедрение данной системы по причине необходимости увеличения числа источников денежных средств в бюджет государства на поддержание дорожных сетей является необходимым и в целом оценивается положительно. Но с другой стороны, стоит ожидать проблем от скорости внедрения самого «Платона» и создания новых издержек для предпринимателей и водителей на фоне экономического кризиса в стране, что вряд ли скажется положительно на транспортном комплексе в целом. По мнению автора, со временем внедрения стоило повременить вплоть до момента стабилизации российской экономики.

Литература

1. Платон — система взимания платы. // Платон // URL: <http://platon.ru/ru/> (дата обращения: 24.12.2015).
2. Количество автомобилей в России. // Мотор.ру // URL: <http://motor.ru/news/2014/09/23/needmore/> (дата обращения: 19.11.2015).
3. Как работает система сбора денег за проезд по федеральным трассам «Платон» // Автовзгляд.ру // URL: <http://www.avtovzglyad.ru/obshchestvo/socium/2015-11-17-kak-rabotaet-sistema-sbora->

- deneg-za-proezd-po-federalnym-trassam-platon/ (дата обращения: 26.12.2015).
4. Аналитическая записка по системе «Платон» // Мрвалеви́ч Павле Павлович.рф // URL: <http://мрвалеви́ч.рф/analiticheskaja-zapiska-transportno-logisticheskaja-sistema-i-sistema-%C2%ABplaton%C2%BB.html> (дата обращения: 15.12.2015).
5. Росавтодор: разъяснение по обоснованию тарифа и порядку передвижения по платным дорогам для пользователей системы взимания платы «Платон» // Росавтодор // URL: <http://rosavtodor.ru/activity/investing-activity/concession-projects/toll-collection-system/news/15813.html> (дата обращения : 28.12.2015).
6. Автопарк России вырос на 5% // Автостат // URL: <http://www.autostat.ru/news/18031/> (дата обращения 28.12.2015).
7. Постановление правительства РФ от 3 ноября 2015 Г. № 1191 «О некоторых вопросах взимания платы в счет возмещения вреда, причиняемого автомобильным дорогам общего пользования федерального значения транспортными средствами, имеющими разрешенную максимальную массу свыше 12 тонн // Консультант // URL: <http://www.garant.ru/hotlaw/federal/669961/> (дата обращения 30.12.2015).
8. Зверев И.И. Логистический подход к операциям движения внутригородского транспорта : диплом по специальности... Екатеринбург, УрГУПС. 42 с.
9. Росавтодор. Международная практика организации системы взимания платы с грузового автотранспорта // Росавтодор // URL: <http://rosavtodor.ru/activity/investing-activity/concession-projects/toll-collection-system/international-practice/> (дата обращения : 13.01.2016).

И. С. Иванов, В. В. Комаров, 5 курс

(научный руководитель – Е. А. Малыгин, канд. техн. наук),

Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

Сравнительный анализ спутниковых систем навигации ITARUS-ATC и ERTMS в обеспечении безопасности движения поездов на железных дорогах России

В настоящее время на производстве и транспорте широкое распространение получили космические технологии.

Спутниковая связь, представляющая собой космическую беспроводную связь, осуществляемую передачей электромагнитных волн между ретранслятором, расположенным на искусственном спутнике Земли, и наземной станцией, стала одной из первых областей применения таких технологий на железных дорогах. Задолго до строительства цифровой волоконно-оптической линии связи магистральная связь осуществлялась с использованием спутниковых каналов передачи информации (предоставление доступа в Интернет, IP-телефония), состоящих из технических средств приема и передачи данных, линии связи, программного обеспечения и протоколов. При совершенствовании систем спутниковых навигаций они также стали применяться в отрасли безопасности движения. Системы спутниковой навигации стали устанавливать в комплексное локомотивное устройство безопасности (КЛУБ), которое оснащено навигационным приемником и энергонезависимым устройством для хранения электронной карты участков пути, содержащей данные о географических и железнодорожных координатах, объектах инфраструктуры. Применение спутниковых систем навигации на железнодорожном транспорте способствует дальнейшему переходу на скоростное, высокоскоростное движение и повышению безопасности перевозок пассажиров и грузов.

В целях сравнительного анализа рассмотрены системы спутниковой навигации: ITARUS-ATC и ERTMS.

Созданная совместно ОАО НИИАС и Ansaldo STS российско-итальянская система регулирования и обеспечения безопасности движе-

ния поездов ITARUS-АТС — новая система, использующая технологию ERTMS и российские системы СЦБ [1].

Цель создания данной системы заключалась в дальнейшем совершенствовании средств СЦБ за счет того, что спутниковая система ITARUS-АТС имеет модульную структуру, которая обеспечивает возможность адаптивной конфигурации и функционального расширения, которое повысит уровень технического обслуживания и контроля.

Система ITARUS-АТС классифицируется в зависимости от скорости и интенсивности движения на железнодорожных линиях на категории:

- линии с низкой интенсивностью движения поездов (в России малодейственные участки — менее 8 пар поездов в сутки), LTL;
- линии со средней интенсивностью движения (в России интенсивное движение — более 24 пар поездов в сутки на однопутных участках и более 50 пар поездов на двухпутных участках), MTL;
- линии с особо интенсивным движением (в России более 48 пар поездов на однопутных участках и более 100 на двухпутных), HTL;
- линии высокоскоростного движения (в России скоростное движение выше 140 км/ч), HSL [2].

Функциональный состав системы, который должен обеспечивать безопасность движения поездов и пропускную способность оборудованного участка, зависит от категории линии.

Структура ITARUS-АТС включает в себя (рис. 1):

- системы автоблокировки, предназначенной для интервального регулирования движения поездов на перегонах;
- системы электрической централизации станции;
- центр радиоблокировки RBC;
- комплексное локомотивное устройство безопасности КЛУБ-У;
- блок AIRBS для реализации стека протоколов Euroradio;
- сеть радиосвязи стандарта GSM-R [1].

Рассмотрим европейскую систему управления железнодорожным транспортом ERTMS, которая представляет собой совместный проект шести компаний Alstom Transport (дочерняя компания французского Alstom), Ansaldo STS (Италия), Bombardier Transportation (Канада), Invensys Rail Group (Великобритания), Siemens Mobility (Германия), Thales (международная промышленная группа) и Международного союза железных дорог. Система ERTMS — это функционально совместимая система по всей сети железных дорог ЕС.

Поезд, оборудованный ERTMS, может двигаться по любой линии, оснащенной средствами ERTMS.

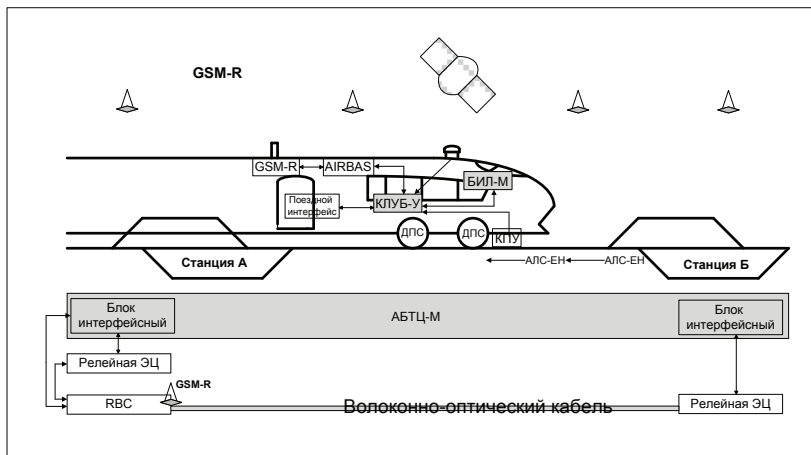


Рис. 1. Российско-итальянская система спутниковой навигации ITARUS-ATC [1]

ERTMS — это подсистема ETCS, сеть радиосвязи стандарта GSM-R, центр радиоблокировки RBC, точечные приемопередатчики — евробализы.

Система ERTMS включает в себя три уровня.

Первый уровень не использует спутниковую связь для передачи информации и сохраняет традиционные средства управления и обеспечения безопасности (рельсовые цепи, счетчики осей, путевые светофоры, АБ, электрическую и диспетчерскую централизацию). Передачу данных между локомотивом и системой управления движением обеспечивают точечные приемопередатчики — евробализы.

Первый уровень состоит из путевой подсистемы (устройств LEO для управления евробализами) и бортовой подсистемы.

Основная роль на втором уровне ERTMS принадлежит центру радиоблокировки RBC, который взаимодействует с системами электрической централизации и автоблокировки. Передача информации между локомотивом и центром RBC происходит по каналу GSM-R. Путевые сигналы могут не использоваться, перегон разделен на блок-участки. Положение поезда фиксируется одометрами и корректиру-

ется приемопередатчиками, сохраняются рельсовые цепи и системы счета осей для контроля целостности состава.

Для третьего уровня системы характерно отсутствие на линии напольных сигналов и наличие подвижных блок-участков. Местоположение локомотива и целостность состава определяются бортовыми устройствами и евробализмами. Команды на управление поездом передаются с центра RBC на локомотив по каналу GSM-R [3, с. 9, 10].

В качестве сравниваемых параметров рассмотрены параметры технических решений систем, использование систем связи для передачи информации, условия эксплуатации и сравнительная стоимость систем (таблица).

Сравнительный анализ систем ERTMS второго уровня
и ITARUS-ATC

Элемент	ERTMS	ITARUS-ATC
Центр формирования команд на управление движением	<p>Основная роль в управлении движением поездов в системах ERTMS второго уровня и ITARUS-ATC принадлежит центру радиоблокировки – RBC</p> <p>Центр RBC на основе информации, полученной от системы СЦБ и устройств локомотива, формирует команды на управление движением (допустимая скорость движения, разрешение на движение) и передает их на локомотив по радиоканалу GSM-R, обеспечивает контроль проследования составом напольных сигналов по показаниям автоблокировки, управляет интерфейсами, которые осуществляют взаимодействие с системой СЦБ, регистрирует основные процессы работы</p> <p>В системе ITARUS-ATC центр радиоблокировки управляет обменом информацией с бортовой системой КЛУБ-У, определяющей скорость и местоположение локомотива, по радиоканалу GSM-R</p>	
Канал передачи данных	<p>Информация о показаниях напольных сигналов, поступающая с рельсовых цепей, скорости и местоположении поезда передается с локомотива в центр RBC по радиоканалу GSM-R. В ITARUS-ATC для взаимодействия КЛУБ-У с радиомодемом GSM-R применяют блок AIRBS для реализации стека протокола Euroradio. Преимуществом применения радиоканала для передачи информации по сравнению с использованием рельсовых цепей в системах являются непрерывность «путь – локомотив», высокая скорость передачи данных</p>	

Элемент	ERTMS	ITARUS-ATC
Устройства определения местоположения поезда	<p>В системе ERTMS местоположение поезда определяется еврабализмами, установленными на путях и являющимися опорными точками для системы координат. Один приемопередатчик устанавливается около светофора, а второй – на расстоянии тормозного пути от напольного сигнала. Информация о местоположении поезда посылается на локомотив после проследования последнего приемопередатчика по собственному радиоканалу на локомотив</p>	<p>Местоположение, скорость и направление движения поезда определяется системой ГЛОНАСС. Определение местоположения происходит путем измерения расстояния от точек, координаты которых известны, до объекта. Расстояние вычисляется по времени задержки распространения сигнала от спутника до приема антенной приемника GPS. Полученные приемниками данные передаются в комплексное локомотивное устройство безопасности (КЛУБ-У)</p>
Бортовые устройства локомотива	<p>Бортовое устройство ERTMS состоит из приемопередатчика AIRBS и бортового компьютера EVC, выполняет команды радиоблокцентра и осуществляет разрешение на движение в заданной зоне до следующей контрольной точки [4]</p>	<p>В систему КЛУБ-У на протяжении всего участка поступает информация о местоположении поезда, фактической скорости от осевых датчиков скорости, данные о показаниях напольных сигналов по каналам автоматической локомотивной сигнализации (АЛСН) и о числе, длине свободных блок-участков, скорости проследования очередного светофора по каналам АЛСН-ЕН [5 с. 52]</p> <p>Полученные данные объединяются системой КЛУБ-У и передаются по радиоканалу в центр RBC. Бортовое устройство не допускает проезд локомотивом светофоров с запрещающим сигналом и обеспечивает периодический контроль бдительности машиниста, также КЛУБ-У оснащено электронной картой участка, в которой хранится информация о профиле пути и предельно допустимой скорости</p>
	<p>Система ERTMS взаимодействует с автоблокировкой, которая обеспечивает интервальное регулирование поездов по показаниям АЛСН</p>	<p>Для интервального регулирования движения поездов на перегонах применяется автоблокировка с тональными рельсовыми цепями (АБТЦ)</p>

Элемент	ERTMS	ITARUS-ATC
Устройства интервального регулирования движения поездов	<p>Рельсовые цепи, по которым передаются коды АЛСН навстречу локомотиву, подвержены влиянию помех от тягового тока, сопротивления баласта, что влечет сбои в работе АЛСН</p> <p>В качестве альтернативы АЛСН предлагается использовать радиоканал. Скорость передачи информации по радиоканалу во много раз превосходит существующий канал по рельсовым цепям. Работа систем управления по цифровому радиоканалу основывается на передаче информации между стационарным и бортовым оборудованием. Стационарное оборудование отправляет на поезд разрешение на движение с указанием точки, до которой разрешено движение. Бортовое оборудование на основе полученного разрешения на движение строит кривую торможения для остановки в целевой точки [3 с. 6, 7]</p>	<p>Движение поезда осуществляется по сигналам напольных светофоров и показаниям АЛСН. АБТЦ формирует и передает в рельсовую линию навстречу поезду коды АЛСН (кодовый путевой трансмиттер формирует коды в зависимости от показания светофора и передает их в рельсовую линию навстречу локомотиву, устройства которого принимают и расшифровывают коды, если сигнал 3, то следующий блок-участок свободен, Ж — разрешается движение с ограниченной скоростью, на путевом светофоре желтый огонь, КЖ — разрешается движение с готовностью остановиться, на путевом светофоре красный огонь, К — сигнал, запрещающий движение, белый — на локомотив не поступают коды, движение осуществляется по показаниям путевых светофоров) в соответствии с поездной ситуацией, а также передает информацию на локомотив посредством цифрового радиоканала. Аппаратура радиоканала принимает информацию с локомотива о местоположении поезда [5]</p>
Системы управления стрелками, сигналами и контроля свободности пути на станциях	<p>Для управления стрелками и сигналами на станциях применяют электрическую централизацию, устройства которой должны обеспечивать взаимное замыкание стрелок и сигналов в маршруте, не допускать открытие сигналов, если положение стрелок не соответствует установленному маршруту, открытие сигналов на занятый путь, перевод стрелки под составом</p> <p>Для контроля свободности и занятости путей используют рельсовые цепи</p>	<p>На станциях для управления стрелками и сигналами применяют централизацию компьютерного типа (МПЦ) Ebiloks-950. Контроль свободности и занятости участков пути на станциях обеспечивают тональные рельсовые цепи</p>

Система ITARUS-ATC как и система ERTMS второго уровня сохраняет систему ЭЦ для управления стрелками и сигналами на стан-

циях, автоблокировку для интервального регулирования движения поездов на перегонах, основная роль в управлении движением в этих системах принадлежит центру радиоблокировки RBC. По реализуемым функциям ITARUS-ATC соответствует ERTMS, но техническое оснащение отличается. В ERTMS для определения местоположения поезда используются не спутниковая навигационная система, а евробализы. На каждый километр перегона или приемо-отправочный путь станции требуется устанавливать два приемопередатчика, что приведет к увеличению затрат на закупку, монтаж и эксплуатацию евробализов. Европейская система навигации предполагает необходимость оснащения всех участков пути большим количеством напольных приемопередающих и измерительных устройств. Также бортовое устройство локомотива в ITARUS-ATC в отличие от бортового устройства локомотива в ERTMS оснащено электронной картой участка.

Техническое оснащение системы спутниковой навигации ITARUS-ATC позволяет повысить уровень безопасности движения поездов как на перегонах, так и на станциях путем сокращения использования человеческого фактора в сборе и обработке информации, точного определения координат местоположения состава. Применение спутниковой навигационной связи в системе способствует координатному регулированию движения поездов. Вся информация о координатах поезда и показаниях путевых светофоров, поступающая на локомотив от ГЛОНАСС и системы АЛСН, позволяет обеспечивать безопасное расстояние между двумя попутно следующими поездами, исключая их столкновение.

С финансовой точки зрения, система ITARUS-ATC является более предпочтительной. Имея тесное взаимодействие с российскими устройствами железнодорожной автоматики, она не требует высоких затрат на модернизацию оборудования. Европейская система навигации предполагает необходимость оснащения всех участков пути большим количеством аппаратуры (напольных приемопередающих и измерительных устройств), применение в системе специального модуля передачи для взаимодействия точечной и непрерывной АЛС, а также применение евробализов, что значительно увеличивает стоимость внедрения данной системы.

Если привести сравнение стоимости внедрения систем в общих цифрах, получим следующие данные: дорога Ботния – первая в Швеции железная дорога, оснащённая диспетчерской системой ERTMS. Реконструкция линии Одальс, входящей в дорогу Ботния, обошлась

в 6 млрд шведских крон (55,8 млрд рублей). Расстояние составляет 101 км. Реконструкция включала в себя новые рельсы, новые контактные сети, новую систему диспетчеризации (ERTMS) и меньшее количество дорожных переходов [6].

Стоимость строительства совмещенной дороги Адлер — Красная Поляна вместе с внедрением на железнодорожном участке системы ITARUS составила 3,46 млрд долл. (110 млрд руб.). Расстояние составляет 131 км. Основные работы по реализации проекта велись в трудных для строительства условиях (горная местность) и включали в себя сооружение 45,6 км автодорог с шестью развязками, соединяющими новую и действующие магистрали, 48,2 км электрифицированных железных дорог с двухпутными вставками от Адлера до станции Альпика — Сервис, четыре станции с пассажирскими вокзалами: Альпика — Сервис, Эсто — Садок, Олимпийский парк и Адлер, 37,2 км вторых железнодорожных путей на участке Сочи — Адлер — Веселое, 27,3 км тоннелей и 38 км мостов и эстакад [7].

Результаты сравнительного анализа позволяют сделать вывод, что применение системы ITARUS-АТС на железных дорогах России является наиболее целесообразным, так как она плотно взаимодействует с российскими устройствами СЦБ и связи, учитывает современные технологии, обеспечивает высокую безопасность движения как на станциях, так и на перегонах, позволяет повысить пропускную способность линии, но не требует высоких затрат на модернизацию оборудования.

Литература

1. СЦБист — железнодорожный форум. URL: <http://scbist.com/30779-post1.html> (дата обращения: 15.12.2015).
2. Комплексная российско-итальянская система управления и обеспечения безопасности движения поездов // «Евразия Вести», 2009. URL: <http://www.eav.ru/publ1.php?publid=2009-01a16> (дата обращения: 16.12.2015).
3. Попов П. А. Совершенствование методов и алгоритмов управления в системах регулирования движения поездов с использованием радиоканала : дис. на соиск. уч. ст. ... канд. техн. наук: 05.22.08. СПб, 2014. 173 с.
4. Гапанович В. А. Автоматизация управления высокоскоростным движением поездов// Наука и транспорт / URL: <http://>

rostransport.com/science_transport/pdf/3/4-7.pdf (дата обращения: 18.12.2015).

5. Малыгин Е. А. Технические средства и технологии безопасности транспортного процесса : курс лекций : в 2 ч. Ч. 1. 2-е изд. — Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2012. 309 с. ISBN 978-5-94614-230-4.
6. Википедия — свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%B0_%D0%91%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%B0 (дата обращения: 18.12.2015).
7. Комсомольская правда. <http://dailynewslight.ru/> URL: <http://dailynewslight.ru/?u=170720134516> (дата обращения: 18.12.2015).

В. П. Карпова, 5 курс
(научный руководитель – Д.В. Углев, ст. преподаватель),
Уральский государственный университет
путей сообщения, Екатеринбург

Автоматизация сортировочных процессов

Сортировочные станции занимают ведущее место в перевозочном процессе. Они представляют сложный комплекс устройств, где сосредоточены почти все подразделения железнодорожного транспорта.

Такие станции предназначены для формирования поездов в соответствии с заданным планом обслуживания подъездных путей, подборки вагонов в многогруппных составах поездов местных назначений и маневровых передачах на пункты грузовой работы, подготовки составов в техническом и коммерческом отношении. На сортировочных станциях выполняется ремонт вагонов, ремонт и экипировка локомотивов, смена локомотивов и локомотивных бригад, сортировка грузов и контейнеров, обслуживание рефрижераторного подвижного состава.

Для выполнения указанных технологических операций необходим соответствующий набор парков и устройств, определяемых функциональным назначением станции.

Вид схемы сортировочной станции зависит от взаимного размещения относительно друг друга парков станции. На схеме рядом с парками располагаются устройства, необходимые для технического обслуживания и ремонта локомотивов и вагонов. Парки и устройства соединяются между собой станционными путями определенного назначения, зависящими от вида выполняемых технологических операций [1].

Технология обработки составов по прибытии в парк приема состоит из операций представлена на рис. 1.

Перед прибытием поезда в парк приема дежурный по станции извещает работников станционных технологических центров (СТЦ), пункта коммерческого осмотра (ПКО), технического обслуживания (ПТО) вагонов о номере поезда, пути приема и времени его прибытия для подготовки к встрече прибывающего поезда работниками,

участствующими в его обработке. Эта и вся последующая работа осуществляется человеком.



Рис. 1. Структурная схема обработки составов по прибытии в парк приема

Работники ПТО, ПКО, военизированной охраны (ВОХР) встречают поезд на пути приема и до момента остановки поезда выявляют неисправности, которые могут быть обнаружены только при движении.

Далее проводится контрольная проверка состава во входной горловине с целью наличия и учета вагонов.

После остановки поезда на пути парка приема выполняется закрепление состава, отцепка и выезд локомотива, а также осмотр состава работниками ПТО.

При техническом осмотре вагонов в парке прибытия выявляются вагоны, требующие отцепочного ремонта, а также вагоны с техническими неисправностями, которые могут быть устранены по отправлению за время, предусмотренное для обработки состава.

Параллельно с техническим осмотром приемщики поездов парка приема осматривают вагоны в коммерческом отношении для выявления и устранения коммерческих неисправностей, угрожающих безопасности движения и сохранности вагонов и грузов.

Используя информацию о результатах технического осмотра, результатах списывания и перечне ошибок, обнаруженных приемщиками поездов, оператор СТЦ составляет и вводит данные в ЭВМ. После обработки сообщения автоматически производится расчет сортировочного листка.

По окончании технического обслуживания и коммерческого осмотра состава и снятия ограждения, оператор ПТО сообщает в СТЦ номера вагонов, требующих отцепочного ремонта. Об окончании осмотра состава оператор ПТО и приемщик поездов уведомляет дежурного по станции (парку).

Итак, ясно, что основная часть работы более осуществляется человеком, а именно: технический и коммерческий осмотры и контрольная проверка состава, ввод данных в ЭВМ.

Технология расформирования-формирования составов, представлена на рис. 2.

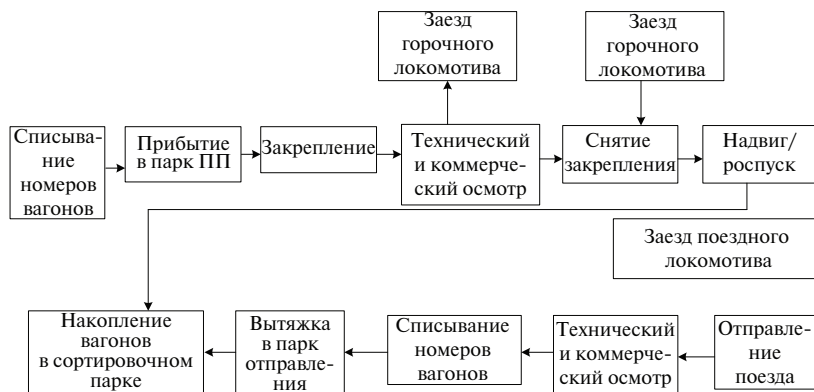


Рис. 2. Структурная схема расформирования-формирования составов

Расформирование-формирование составов осуществляется под руководством дежурного по горке (ДСПГ) в соответствии с наменным планом работы.

При ропуске состава с горки дежурный по горке (ДСПГ) и другие работники, участвующие в ропуске, руководствуются сортировочным листком, выдаваемом ЭВМ на рабочие места (ДСПГ) исполнительных постов горки.

Дежурный по горке на основе плана очередности роспуска составов, обеспечивает до начала роспуска состава подготовку путей сортировочного парка.

Заезд горочного локомотива под состав, подлежащий расформированию, осуществляется по разрешающим показаниям маневровых сигналов, а сцепление с ними — после снятия ограждения. Прицепив горочный локомотив к составу, машинист убеждается в надежности сцепления и после уборки средств закрепления состава осуществляет его надвиг на горку.

Надвиг составов до повторителей горочных светофоров осуществляется по указанию дежурного парка приема.

О начале роспуска ДСПГ оповещает всех участвующих работников.

Составитель сортировочной горки до расцепления вагонов специальной вилкой сверяет фактический номер головного вагона в отцепе с номером, указанным в сортировочном листке, при соответствии отцепляет вагон.

Маневровый диспетчер в соответствии с планом отправления поездов:

- по согласованию с дежурным по горке дает указание машинисту маневрового локомотива и составителю поездов на осаживание (соединение) и подтягивание вагонов,

- передает по радиосвязи составителю поездов номера концевых (головного и хвостового) вагонов состава;

- на основании информации, полученной от оператора СТЦ о наличии в составе вагонов, требующих соблюдения особых условий производства маневров и постановки поезда, дает указание составителю поездов о выполнении необходимой маневровой работы;

- согласовывает с дежурным по станции (отправочному парку) номер пути, на который планируется перестановка поезда.

Составитель поездов, зная номер хвостового вагона переставляемого состава, отцепляет оставляемые на пути вагоны, уведомляет дежурного по району формирования об окончании и отцепки вагонов, после чего состав переставляется в отправочный парк.

После прохода последним вагоном состава предельного столбика пути, с которого он переставляется, его ограждают тормозными башмаками.

Отцепка маневрового локомотива от состава в отправочном парке по окончании перестановки производится с разрешения дежурного по станции, после доклада составителя поездов о закреплении состава и постановке его в пределах полезной длины пути [2].

Исходя из рассмотренных данных по технологии работы сортировочной станции и выводов по преобладанию ручного труда в этой технологии следует рассмотреть нормативные документы, на основании которых производится внедрение альтернативных методов работы сортировочных станций. Такими методами являются механизация и автоматизация сортировочных процессов.

В настоящее время на сети ОАО «РЖД» действуют следующие документы.

«Программа совершенствования работы и развития сортировочных станций на 2006–2015 гг.». В ней говорится, что без совершенствования технологии работы сортировочных станций, усиления их технической оснащённости за счёт внедрения на них автоматизированных систем управления, механизации сортировочных горок и улучшения состояния путевого хозяйства, прежде всего выправки профилей спускной части горки и подгорочных путей, внедрения информационных технологий в вагонном, локомотивном, грузовом и других хозяйствах, технологические процессы и интересы которых пересекаются на сортировочных станциях, невозможно дальнейшее развитие и повышение качества обслуживания на железнодорожном транспорте [3].

«Эксплуатационно-технические требования к технологии и техническим средствам механизации и автоматизации сортировочных станций». Данный документ устанавливает основные положения, общие требования, требования к функциям, устройствам и технологии работы средств механизации и автоматизации сортировочных станций. Кроме того, в нём указывается на то, что автоматизация управления сортировочной станцией должна обеспечиваться информационным взаимодействием средств автоматизации и механизации с системами диспетчерской централизации и контроля станционных и прилегающих участков; электрической централизации, автоматической локомотивной сигнализации, АСУ СС [4].

Документы [3, 4] указывают на необходимость комплексного внедрения систем и устройств автоматизации и механизации сортировочных процессов.

Все системы автоматизации и механизации сортировочного процесса можно условно разделить:

- на системы управления скоростью надвига и роспуска составов и маневровых групп;
- системы управления маршрутами движения отцепов;
- системы управления скоростью движения отцепов;

По выполняемым функциональным задачам выделяются следующие основные системы управления технологическими процессами сортировочных станций:

- горочная автоматическая локомотивная сигнализация с передачей информации по цифровому радиоканалу (ГАЛС Р);
- микропроцессорная горочная автоматическая централизация с ведением накопления в сортировочном парке (ГАЦ МН);
- контроллер вершины горки (КВГ) в составе ГАЦ МН;
- микропроцессорная система управления прицельным торможением (УУПТ);
- система контроля заполнения путей (КЗП) в составе УУПТ;
- комплексная система автоматизированного управления компрессорной станцией (КСАУ КС);
- контрольно-диагностический комплекс (КДК) [5].

Из всех перечисленных систем хочется выделить особо важные ГАЦ и АСУ СС. Именно эти автоматизированные системы рекомендуется проектировать на рассматриваемой станции.

Автоматизированная система управления сортировочной станцией (АСУ СС) — это часть АСУЖТ. АСУ СС система организационного управления и функционирует на базе информации, вводимой в ЭВМ пользователями (операторами СТЦ, дежурными по горке и паркам, операторами ПТО).

В АСУ СС решаются следующие задачи:

- обработка информации о подходе поездов и подготовка составов к расформированию;
- выдача сортировочных листов;
- непрерывный учет наличия и расположения вагонов на сортировочных путях и подготовка поездов к отправлению;
- выдача натуральных листов и других сопроводительных документов на отправляемые поезда;
- планирование работы станции;
- информирование станций и поездного диспетчера (ДНЦ) о составах отправляемых поездов;
- анализ информации и качества выполнения заданий на формирование поездов;
- составление станционной отчетности [5].

Основой информационного обеспечения АСУ СС служат поступающие в реальном времени по каналам связи с ЭВМ телеграммы — натурные листы на прибывающие поезда, а также информации о ди-

намике технологии переработки вагонопотоков на станции (перечень номеров вагонов в прибывающих поездах, а также в сформированных составах, переставляемых в парк отправления; время фактического прибытия и отправления поездов, расформирования составов, корректировка ранее переданной информации и т. д.).

На основании информации о расположении вагонов на станции, о составах прибывающих поездов, в информационно-вычислительном центре (ИВЦ) на ЭВМ по специальным программам рассчитывается:

- план приема, расформирования, поездообразования и отправления поездов;

- составляются технологические документы — сортировочные листки, накопительные ведомости, натурные листы на формируемые поезда, справки машинисту поездного локомотива, оперативные отчеты о работе станции, справочные материалы для работников станции, отделения и управления дороги.

Для совершенствования управления перевозочным процессом, прогнозирования объема перевозок, а также сопоставления и оценки работы коллективов на станциях ведется учет выполненной работы. Ведение учетных и отчетных форм возложено на работников станционного технологического центра, товарной конторы, приемосдатчиков, дежурных по станции.

Данные статистической отчетности используют для анализа эксплуатационной работы, контроля деятельности станций, прогнозирования и регулирования вагонных парков и вагонопотоков [6].

Следующая система, которой бы хотелось уделить особое внимание, — это горочная автоматическая централизация (ГАЦ). Является важным звеном в комплексных системах автоматизации сортировочных горок. С помощью ГАЦ осуществляется автоматический перевод стрелок распределительной зоны для образования маршрутов следования каждому отцепу. Главная задача любой из известных систем ГАЦ, независимо от их исполнения, состоит в обеспечении маршрутов движения (таблица) [6].

ГАЦ обеспечивает автоматический перевод стрелок, участвующих в распределении отцепов, скатывающихся с горба сортировочной горки по соответствующим сортировочным путям [7].

Действие ГАЦ осуществляется напольным оборудованием и постоянными устройствами.

Автоматизируемые технологические операции

Реализация программы роспуска	Наличие автоматического и маршрутного режимов
Предварительная установка маршрутов	Защита стрелочных участков от перевода стрелок под вагонами, в том числе и длиннобазных
Контроль исполненного роспуска	Автоматическая синхронизация потока отцепов и маршрутов по счетчикам осей
Контроль маневров на горке	Программный автовозврат
Восстановление маршрута при ликвидации нагона	Контроль и предотказная диагностика напольных и постовых устройств
Контроль негабарита при установке маршрута	Автоматическое измерение токов и напряжений
Исключение маршрута на путь, занятый локомотивом	Послеситуационный анализ с воспроизведением
Оперативная коррекция маршрутов	Исключение перевода стрелок при угрозе боковых ударов
Возможность автоматического формирования программы для повторного роспуска	Автоматическая реконфигурация системы управления при сбоях и отказах устройств
Трансляция описателя отцепа	Резервированная система управления
Безбумажная технология	
Исключение зависимости от погодных условий	
Мониторное отображение процесса	
Вывод на экран диагностических сообщений	

К напольному оборудованию относятся рельсовые цепи (РЦ) всей спускной части горки и стрелочные электроприводы, устанавливаемые у каждой автоматической стрелки. РЦ являются датчиками, воздействующими на постовые устройства ГАЦ. Функциональный состав ГАЦ позволяет вести роспуск в автоматическом режиме, для разрешенных к спуску вагонов.

ГАЦ обеспечивает два режима работы по автоматическому переводу стрелок: установление маршрутов следования отцепов непосредственно перед их подходом к головной стрелке (маршрутный режим) и набор маршрутов перед роспуском для всего состава (программный режим). Программный режим работы ГАЦ обеспечивается горочным программным задающим устройством, связанным с автоматизированной системой управления сортировочной станцией

(АСУ СС). Программное задающее устройство может функционировать и в автономном режиме. В АСУ СС формируются откорректированные диспетчером сортировочные листы на подготовленные к расформированию составы [8].

Поступающая информация отображается на дисплее, и оператор имеет возможность проверки соответствия принятой информации об отцепах состава сортировочному листу.

Стрелки, участвующие в распределении отцепов, в маршрутах не замыкаются, и оператор имеет возможность в любой момент вмешаться в работу ГАЦ.

При следовании отцепов по распределительной зоне горки происходит автоматическое перемещение заданий маршрутов следования отцепов от стрелки к стрелке.

При нагоне отцепом впереди идущего отцепа в распределительной зоне его задание автоматически отменяется, — сбой в работе ГАЦ не происходит позади идущие отцепы следуют по своим маршрутам.

В системе ГАЦ с контролем роспуска, которая наряду с функциями по переводу стрелок в процессе роспуска состава контролирует исполненный маршрут каждого отцепа и считает вагоны в нём, устройство контроля головной зоны, устанавливаемое для головной стрелки, контролирует свободу стрелочного участка, проход длиннобазного вагона, наличие вагона и дробление (неправильного расцепа) отцепов.

Вывод: большая часть работы по обработке составов по прибытию выполняется человеком, чего нельзя сказать о технологии формирования/расформирования. На данном этапе развития рекомендуется переходить к автоматизации и механизации сортировочных процессов. Исходя из типа станции, ее особенностей рекомендуется внедрение автоматизированных систем (ГАЦ, АСУ СС).

Литература

1. Григорьев В.В. Сортировочные станции : учебно-метод. пособие для студентов обучающихся по направлению подгот. «Эксплуатация ж.д.», «технология транспортных процессов». — Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2014. 5 с.
2. В. И. Шелухин, А. Г. Савицкий, М. Ю. Акинин. Железнодорожный транспорт // Повышение безопасности и эффективности работы сортировочных горок. 2007. № 3. 26—28 с.

3. Программа обновления и развития технических средств сортировочных станций и горок // Гудок. — 25.09.2014.
4. Программа совершенствования работы и развития сортировочных станций на 2006 — 2015гг. // Гудок. — 13.12.2005.
5. Железнодорожный форум. URL:[http: scbist.com](http://scbist.com) (дата обращения: 20.11.2015).
4. Санькова Г.В. Информационные технологии в перевозочном процессе : учеб. пособие для студентов вузов. Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2012. 56 с.
5. Большая энциклопедия железнодорожного транспорта. М. : Большая российская энциклопедия, 2005. 420 с.
8. Шелухин В.И. Автоматизация и механизация сортировочных горок : учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта. М. : Маршрут, 2005. 200 с.

Д. П. Косяченко, магистрант

(научный руководитель – О. Ю. Брюхова, старший преподаватель),
Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

Трудовая занятость студентов вуза и профессионализация: результаты социологического исследования

Современная студенческая молодежь довольно рано вступает в трудовые отношения. Исследования показывают, что в среднем работают 39,1% студентов очной формы обучения, хотя данные зависят от профиля вуза и получаемой специальности (от 88,9 % работающих в вузах политического, правового и управленческого профиля до 10 % работающих студентов в вузах военного профиля) [1, с. 497].

Причиной трудоустройства чаще всего является стесненное материальное положение студента и его семьи, с трудом оплачивающей обучение своих детей [2, с. 3]. Еще одним важным мотивирующим фактором трудовой занятости студентов выступает требование со стороны работодателя при приеме на работу наличия опыта у вчерашнего выпускника. Высшее профессиональное образование, подкрепленное опытом работы, полученным к концу обучения в вузе, выступает сегодня гарантом его будущей трудовой занятости, так как увеличивает шансы успешного трудоустройства в условиях жесткой конкуренции на рынке труда. Поэтому уже на этапе получения профессионального образования молодежь вынуждена совмещать учебу с работой.

Под трудовой занятостью мы понимаем вторичную занятость студента, основанную на временной или постоянной добровольной трудовой деятельности в свободное от обучения время. При этом полагаем, что трудовая занятость студентов – это не только источник удовлетворения материальных потребностей, но и один из дополнительных механизмов профессионализации, то есть процесса приобретения опыта работы, овладения профессией и продвижения к вершинам профессиональной компетентности.

Актуальность и недостаточность научного осмысления данной проблемы обусловила выбор темы исследования. Сущность вторич-

ной занятости и ее роль в профессионализации студентов изучалась нами в рамках исследования, которое было проведено в Уральском государственном университете путей сообщения в 2015 году. В ходе исследования методом анкетирования были опрошены студенты второго (бакалавры) и пятого курсов (специалисты) очного отделения УрГУПС, совмещающие обучение с работой ($n = 151$)*.

Выбор студентов определенных курсов (2 и 5 курс) был осуществлен не случайно. На втором курсе студенты уже адаптировались к специфике обучения в вузе, освоились в академической группе, узнали график учебы и готовы посвятить часть своего свободного времени работе. Кроме того, именно на втором курсе студенты начинают осваивать дисциплины профессионального цикла и им хочется попробовать свои силы в практической деятельности. На пятом курсе почти вся учеба позади и перед студентами встают вопросы: что я могу как профессионал? буду ли я работать по специальности? как найти достойное место работы?

В ходе исследования изучались следующие аспекты рассматриваемой проблемы: характер и мотивы вовлечения студентов в сферу вторичной занятости, влияние трудовой занятости на процесс профессионализации, плюсы и минусы совмещения обучения с работой и т.д. В результате анкетирования выяснилось, что в основном опрошенные работающие студенты (74 %) учатся на контрактной основе, т.е. с полным возмещением стоимости обучения и не получают стипендии. Это обстоятельство существенно влияет на принятие решения о совмещении учебы с работой.

Причины совмещения обучения в вузе с работой, названные самими респондентами, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Взаимосвязь курса обучения и причин совмещения учебы с работой
(% к числу опрошенных*)

Причины совмещения обучения в вузе с работой	2 курс	5 курс
Желание иметь деньги на карманные расходы	74	57
Потребность обеспечивать себе средства существования	46	53

*Участие в исследовании приняли студенты трех факультетов: строительного – 55 чел. (36 %), экономики и управления – 49 чел. (33 %), электромеханического – 47 чел. (31 %). Возраст респондентов – от 19 до 26 лет. Среди респондентов преобладают мужчины – 60 %, женщины составляют 40 % от выборки.

Окончание табл. 1

Причины совмещения обучения в вузе с работой	2 курс	5 курс
Стремление приобрести опыт работы	37	60
Стремление получить первичные навыки работы в коллективе	30	24
Необходимость помогать родителям	22	21
Желание разнообразить свободное от учебы время	22	13
Желание установить полезные контакты и наладить деловые связи	17	25
Необходимость оплачивать обучение в вузе	9	12

*Сумма больше 100 %, так как можно было выбрать несколько вариантов ответов.

Таблица 1 показывает, что у второкурсников главным мотивом поиска работы является потребность иметь карманные деньги (74 %), на втором месте — потребность обеспечивать себе средства существования (46 %). И на третьем — стремление приобрести опыт работы (37 %). Можно сделать вывод, что основной мотив студентов младших курсов — желание иметь собственные средства на организацию досуга и самостоятельно распоряжаться заработанными деньгами. Поэтому стоит поставить под сомнение правомерность оправдания студентами младших курсов пропуска занятий и слабую подготовку к ним. Работа изначально выступает для них преимущественно как источник дохода, позволяющий приобрести престижные товары и весело провести досуг.

К пятому курсу мотивация меняется. На первый план выходит стремление приобрести опыт работы (60 %). Ведущие места среди мотивов вторичной занятости студентов 5 курса также занимают желание иметь свои личные деньги (57 %) и необходимость зарабатывать себе на жизнь (53 %). Среди мотивов студентов-пятикурсников, выраженных чуть менее интенсивно («стремление получить первичные навыки работы в коллективе», «желание установить полезные контакты и наладить деловые связи»), также явно проявляется забота о достаточно осознанной необходимости вклада в свою будущую трудовую и профессиональную карьеру.

Можно сделать вывод: степень осознания значения опыта трудовой деятельности возрастает к пятому курсу. Студенты уже понимают важность вторичной занятости как новой адаптационной стратегии поведения в условиях современного рынка труда.

По результатам нашего исследования, работает каждый пятый второкурсник и каждый второй пятикурсник (по специальности работают: второкурсников — 7 %, пятикурсников — 39 %). Так как к концу обучения в вузе возрастает доля студентов, работающих непосредственно по специальности, можно сделать вывод, что по мере приобретения и развития профессиональных компетенций увеличивается и связь работы со специальностью (направлением подготовки). Вместе с тем, к окончанию вуза остается достаточно большая часть студентов, работающих не по специальности и занятых даже малоквалифицированным трудом [5].

Исследование показало, что работу, связанную с будущей специальностью, находят далеко не все. В основном это студенты строительного факультета. Такую ситуацию легко можно объяснить. Екатеринбург является местом активного строительства, наряду с Москвой, Санкт-Петербургом, Новосибирском и Краснодаром. Поэтому у студентов строительных специальностей есть хорошая возможность трудоустроиться по профилю обучения в вузе и подкрепить теоретические знания на практике.

Что касается сфер трудовой занятости студентов вне профиля их обучения, то они разнообразны (таблица 2).

Таблица 2

Сферы трудовой занятости студентов, работающих
не по профилю учебы

Сфера деятельности	Кол-во работающих студентов, %
Торговля	30
Администрирование (работа в офисе)	14
Общественное питание и ресторанный бизнес	13
Охрана	10
Реклама	5
Транспорт	4
Строительный ремонт	3
Промышленность	3
Информационные технологии и связь	3
Бытовое обслуживание	3
Фитнес-индустрия	2
Погрузка-разгрузка	2
Курьерская служба	1

Окончание табл. 2

Сфера деятельности	Кол-во работающих студентов, %
Жилищно-коммунальное хозяйство	1
Не указали сферу деятельности	6

Самой популярной среди работающих студентов является сфера торговли. По обеспеченности торговыми площадями Екатеринбург занимает одно из первых мест в России, поэтому студенту легко найти работу продавцом-консультантом. Тем более, что необходимые для работы в торговле качества – мобильность, предприимчивость, инициативность, активность – вполне присущи студентам, делая их конкурентоспособными именно на данном рынке труда. Кроме того, работа в сфере торговли оказывается еще и неплохим местом для первого трудоустройства студентов, так как воспитывает у них необходимые для будущей трудовой деятельности психологические черты – стрессоустойчивость, коммуникабельность, толерантность к настроению клиента, целеустремленность (ориентация на результат).

Многие студенты, особенно экономических специальностей, предпочитают начинать свою трудовую деятельность с работы в офисах в качестве администраторов, секретарей, офис-менеджеров. Эта работа не требует уникальных профессиональных компетенций, но хороша тем, что позволяет лучше освоить компьютер, оргтехнику, средства связи, отработать на практике полученные в вузе навыки оформления документации и делового общения.

Довольно большое количество молодых людей работают в охране. Это сфера деятельности привлекательна для студентов, так как не предъявляет особых требований к кандидатам (кроме соответствующих антропометрических данных и физической подготовки) и удобна по графику работы. Студенты заняты также в сфере рекламы, строительного ремонта, на транспорте, в промышленности и т. д.

Большинство профессий, предлагаемых студентам на рынке труда, представляют собой труд, не требующий специальных профессиональных знаний, умений и навыков. Следовательно, в таких условиях сложно связывать трудовую занятость студента с приобретением необходимых компетенций для будущей профессии. Однако мы считаем, что любая работа позволяет развить некоторые деловые и личные качества, приобрести умения и навыки, полезные для осуществления будущей профессиональной деятельности.

Важным для получения представления о картине занятости студентов является выявление отношения к выполняемому труду. Результаты исследования показывают, что практически все опрошенные, которые работают по будущей специальности, позитивно относятся к своей работе. Несколько другая картина у тех студентов, которые трудоустроены на случайную работу: многие из них относятся к работе безразлично или даже негативно. Так считают 40 % второкурсников и 32 % пятикурсников.

Говоря о трудоустройстве студентов, мы должны иметь в виду, что социально перспективной является та работа, которая позволяет обрести необходимый для будущего опыт, т.е. по будущей специальности. К сожалению, здесь существует проблема: результаты анкетирования показали, что каждый четвертый студент, работающий по специальности, испытывал трудности при поиске работы. Работодатели опасаются брать студентов, так как многие из них не имеют опыта, не готовы к определенному режиму и интенсивности труда, к принятию самостоятельных решений, к ответственности за свои действия и т.д. [3, с. 203]. Работу не по специальности студенту найти гораздо проще. Сложности не испытывали 86 % опрошенных студентов.

В исследовании мы также поставили задачу выяснить, есть ли вообще у наших студентов желание работать по будущей специальности. 90 % опрошенных студентов, работающих по профилю обучения, имеет желание продолжить работу по выбранному ими направлению и только 10 % пока затрудняются дать определенный ответ. Категорического неприятия будущей профессии не выявлено. Это может свидетельствовать, что студенты данной категории изначально осознанно подошли к выбору профессии и были мотивированы на обучение по конкретной специальности в университете, а преподаватели вуза не только заложили теоретические основы для исполнения профессиональной роли, но и смогли укрепить любовь к будущей профессии. Большинство тех, у кого работа не совпадает с приобретаемой в вузе специальностью (61 %), хотели бы работать по профилю учебы. Только 10 % разочаровались в профиле подготовки и отказались от идеи работы по специальности, и 29 % пока не определились.

Можно сделать вывод, что студенты ясно осознают роль, которую работа по специальности может сыграть в их будущей карьере, но порой просто не имеют возможности трудоустроиться по профилю подготовки.

Как показали результаты опроса, работа по специальности способствует повышению желания и дальше по ней работать. Те студенты, у которых работа не связана с получаемой специальностью, относительно в большей степени теряют желание работать по ней и после окончания вуза. То есть, если студент работает не по получаемой специальности, то в результате своей профессиональной деятельности он фактически от нее отдалается. Поэтому на этапе обучения таким студентам стоит серьезнее подходить к выполнению практико-ориентированных заданий, которые предлагают на занятиях преподаватели, принимать участие в разработке научно-исследовательских и бизнес-проектов, не упускать возможность стажировок и производственных практик на базе предприятий — потенциальных работодателей.

В ходе исследования была поставлена задача выявить, как студенты оценивают результаты своей занятости на производстве (таблица 3).

Таблица 3

Оценка студентами результатов своего трудоустройства
в период учебы в университете (% к числу опрошенных*)

Оценка студентами совмещения работы с учебой	Работают по специальности	Работают не по специальности
Приобретаю новые профессиональные знания, умения, навыки	71	38
Получаю опыт работы, который поможет при дальнейшем трудоустройстве	60	69
Привыкаю к рабочему ритму (графику работы, требованиям дисциплины труда и т.д.)	57	35
Привыкаю к работе в коллективе	19	25
Развиваю чувство ответственности, исполнительности	29	46
Осваиваю язык делового общения	7	17
Знакомлюсь с миром профессий и приобретаю возможность сделать правильный выбор своей будущей профессиональной деятельности	12	14
Имею возможность профессионально самореализоваться	12	17
Приобретаю материальную независимость	45	59
Улучшается отношение преподавателей из-за большей организованности	2	—

* Сумма больше 100 %, так как можно было выбрать несколько вариантов ответов.

Студенты, работающие по специальности, в качестве преимуществ совмещения учебы с работой выделяют, прежде всего, приобретение новых профессиональных знаний, умений и навыков (71 %), получение опыта работы, который поможет при дальнейшем трудоустройстве (60 %), возможность адаптироваться к рабочему ритму (57 %). И только на четвертом месте находится приобретение материальной независимости (45 %).

Неработающие по специальности студенты выделяют, прежде всего, приобретение материальной независимости (59 %), развитие чувства ответственности и исполнительности (46 %). Только на третьем и четвертом местах приобретение новых профессиональных знаний, умений, навыков (38 %) и привыкание к рабочему ритму (35 %).

Что касается основных проблем, с которыми сталкиваются студенты, совмещающие учебу с работой, то это нехватка свободного времени и физическая усталость.

Результаты исследования показали, что трудовая занятость студентов может способствовать их дальнейшему трудоустройству. 90 % студентов, работающих по специальности, считают, что полученный опыт работы поможет им устроиться на работу. Неработающие по специальности студенты также считают, что полученный опыт работы во время учебы поможет им при дальнейшем трудоустройстве (57 %). Однако увеличивается доля тех респондентов, которые так не считают или затрудняются с ответом (22 % и 21 % соответственно).

Трудовая занятость студентов не только позволяет приобрести материальную независимость, бесценный опыт работы, но и помогает в процессе обучения в вузе и способствует их профессионализации. Об этом свидетельствуют результаты исследования, представленные в таблице 4.

Таблица 4

Значение работы на производстве для учебы в университете
(% к числу опрошенных*)

Позитивный опыт трудоустройства для учебы в университете	Работа по специально- сти	Работа не по спе- циальности
Знания, умения, навыки, полученные на работе, помогают сдавать зачеты, экзамены	40	21
Позволяет получить информацию, необходимую для написания курсовых и дипломных работ и др.	36	14

Окончание табл. 4

Позитивный опыт трудоустройства для учебы в университете	Работа по специально- сти	Работа не по спе- циальности
Предоставляет возможность применения теории на практике	19	13
Дает возможность прохождения производственной практики	31	16
Позволяет приобрести новые знания, развить навыки работы в специальных программах (1С, AutoCAD, ЭТРАН и т.д.)	33	20

*Сумма больше 100 %, так как можно было выбрать несколько вариантов ответов.

40 % студентов, работающих по специальности, отметили, что трудовая занятость позволяет приобрести дополнительные профессиональные знания, умения и навыки, которые помогают им сдавать зачеты и экзамены в университете, а 36 % указали, что место работы служит источником получения эмпирической информации, необходимой для написания курсовых и дипломных работ. Среди студентов, не работающих по специальности, также популярно мнение, что трудовая деятельность способствует процессу обучения в вузе (21%) и позволяет приобрести новые знания и навыки работы в специальных компьютерных программах (20 %).

На вопрос «Возможно ли успешное совмещение работы с учебой?» абсолютное большинство (76 %) отвечает, что это реально, 10 % считают это невозможным и 14 % не могут дать однозначного ответа.

Залог успешного совмещения учебы с работой, по мнению студентов, заключается в следующем: свободный (гибкий) график работы; грамотное планирование дня; правильная расстановка приоритетов; личные и деловые качества студента (целеустремленность, ответственность, организованность, пунктуальность и т.д.). Важны также понимание со стороны преподавателей и начальника на работе, работа по профилю обучения и полноценный отдых.

Результаты многих известных нам исследований свидетельствуют, что вторичная занятость студентов (увеличение количества пропусков занятий, сокращение времени на самостоятельную работу) отрицательно сказывается на академической успеваемости. Данные, полученные в ходе проведенного нами опроса, частично подтвержда-

ют этот факт. В большинстве случаев успеваемость студентов не изменилась (так отметили 81 % студентов среди работающих по специальности и 54 % — неработающих по специальности). Однако среди тех, кто не работает по специальности, существенна доля тех, кто стал учиться хуже (31 %), так как связь работы не по специальности с профилем обучения ослабевает.

Подводя итоги исследования, можно сделать вывод, что феномен вторичной занятости студентов имеет достаточно сложную природу. В целом трудовая занятость является для студентов важным источником доходов, помогая им в первую очередь решать материальные проблемы, а также позволяет приобрести опыт работы, необходимый для успешного построения трудовой карьеры в будущем [4, с. 157].

Значение вторичной занятости для профессионального развития студентов в большой степени зависит от мотивов и характера их вовлечения в нее. Как показали результаты опроса, работа по профилю обучения сближает студента с профессией. Студент имеет подтвержденный документально опыт работы по профилю обучения и отрабатывает на практике полученные в рамках обучения в вузе, необходимые для осуществления профессиональной деятельности навыки, которые помогают ему успешно освоить программу обучения в вузе и быстрее состояться как профессионалу.

Работа не по специальности хотя и не существенно, но все же отдаляет студента от выбранной профессии. Стоит отметить, что определенная польза от вторичной занятости, не совпадающей с профилем обучения студента, тоже есть. В процессе работы студенты приобретают опыт трудоустройства и практику трудовых отношений в условиях рыночной экономики, имеют возможность профессионального самоопределения, развития качеств личности и навыков, полезных для выполнения любого вида трудовой деятельности.

В то же время работающим студентам надо помнить о недостатках совмещения учебы с работой и четко понимать, что трудовая деятельность даже по специальности не сможет заменить качественно-го профессионального образования, полученного в вузе.

Литература

1. Константиновский Д. Л., Вознесенская Е. Д., Чередниченко Г. А. Молодежь России на рубеже XX–XXI веков: образование, труд, социальное самочувствие. — М. : ЦСП и М, 2014. — 548 с. ISBN 978-5-90600-10-8.
2. Сафиуллина Ф. Р. Трудовая занятость студенческой молодежи как социальный фактор формирования профессиональных компетенций: дисс. ... на соиск. уч. ст. канд. соц. наук / Ф. Р. Сафиуллина; ГБУ «Центр перспективных экономических исследований» Академии наук Республики Татарстан. — Саратов, 2014. — 163 с.
3. Управление персоналом в инновационной среде : монография / под ред. д-ра социол. наук, проф. Н. И. Шаталовой. — Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2014. — 235, [1] с. ISBN 978-5-94614-275-5.
4. Управление персоналом в России: история и современность / под ред. А. Я. Кибанова : монография. — М. : ИНФРА-М, 2015. — 240 с. — (Научная мысль). ISBN 978-5-16-010226-9 (print).
5. Цылев В.Р. Вторичная занятость студентов вузов на пути к профессиональной деятельности // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). Красноярск : Научно-инновационный центр. 2012. №4 (12). URL: <http://sisp.nkras.ru/e-ru/issues/2012/4/tsylev.pdf> (дата обращения: 15.02.2016). ISSN 2218-7405 (Online).

УДК 69.002.5

К. В. Кручинина, магистрант

(научный руководитель – В.С. Хомякова, канд. философ. наук.),

Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

Совершенствование условий труда работников строительной отрасли за счет использования новых современных материалов

Проблема безопасности и охраны труда в строительстве затрагивает интересы каждого из 7 млн человек, работающих в этой отрасли, поскольку труд строителей не только сложный и напряженный, но и опасный. В ходе выполнения работником трудовых обязанностей формируются опасности разного уровня, которые могут стать причиной травм, заболеваний или гибели.

Анализ состояния производственного травматизма за последние пять лет в аспекте основных видов экономической деятельности показал, что строительство входит в число работ с наибольшей численностью травмированных. Так, в 2014 г. относительные показатели общего производственного травматизма в строительстве ($K_{\text{ч}} = 1,9$; $K_{\text{н.см}} = 0,193$) превышают средние показатели по Российской Федерации в 1,3 и 2,8 раза, а каждый четвертый несчастный случай (24,0 %) произошел в результате падения пострадавшего с высоты (из-за разности высот), что обусловлено спецификой работы строителей [1].

Высокие значения производственного травматизма свидетельствуют о неудовлетворительном состоянии условий труда в строительной отрасли, что становится следствием недостаточного внимания работодателей к вопросам безопасности на этапах подготовки производства и выполнения работ. По мнению специалистов, в строительном комплексе, как и в целом в России, критическое положение в области охраны труда сложилось в связи с переходом на рыночные отношения. В частных строительных компаниях получение экономической выгоды доминирует в сравнении с приоритетом сохранения жизни и здоровья работников, в результате прослеживается устойчивая тенденция роста производственного травматизма с летальным исходом.

Именно на строительную отрасль приходится наибольшее количество погибших: 24,1 % от общего числа пострадавших [1].

Вопрос охраны труда работников строительной сферы в процессе трудовой деятельности остается актуальным и требует особого внимания, поскольку статья 37 Конституции Российской Федерации закрепляет за каждым человеком право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены [2].

Для того чтобы выявить основные причины травмирования работников, занятых строительной деятельностью, был проведен анализ производственного травматизма за 2008–2014 г. в одной из крупных строительных компаний Екатеринбурга [3].

Анализ несчастных случаев на производстве первоочередной задачей имеет определение вида происшествия и выявление причин, в результате которых произошли чрезвычайные события (таблица 1).

Таблица 1

Виды происшествий, приведших к травмам сотрудников
строительной компании за 2008–2014 гг.

Вид происшествия	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Всего
ДТП	1							1
Падение на поверхности одного уровня в результате проскальзывания, ложного шага или спотыкания				2		1		3
Падение при разности уровней высот (с деревьев, мебели, ступеней, приставных лестниц, строительных лесов, зданий, оборудования, транспортных средств и т.д.) и на глубину (в шахты, ямы, рывины и др.)	4	3	1	1	1	5	3	18
Обрушение и осыпь земляных масс, скал, камней, снега и др.			1					1
Обвалы зданий, стен, строительных лесов, лестниц, складированных товаров и др.		1			1	1		3
Удары падающими предметами и деталями (включая их осколки и частицы) при работе (обращении) с ними				1	1			2

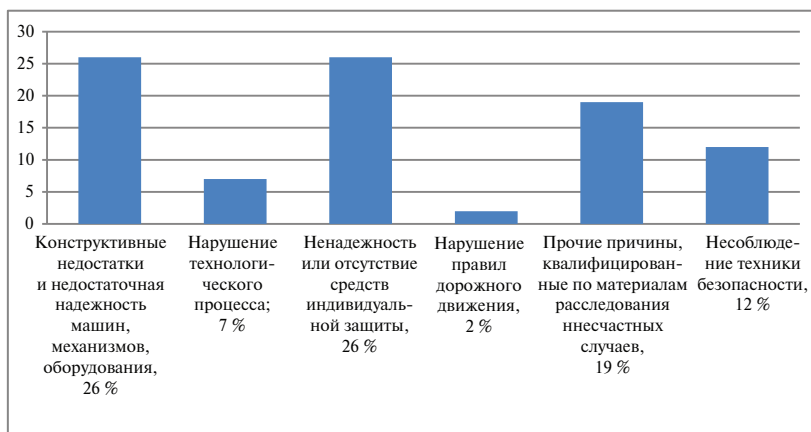
Окончание табл. 1

Вид происшествия	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Всего
Удары случайными падающими предметами						1	1	2
Контактные удары (ушибы) при столкновении с движущимися предметами, деталями и машинами (за исключением случаев падения предметов и деталей), в результате взрыва			1					1
Попадание инородного тела				1	2			3
Физические перегрузки и перенапряжения			1					1
Чрезмерные физические усилия при подъеме предметов и деталей							2	2
Повреждения в результате противоправных действий других лиц					1			1
Воздействие других неклассифицированных травмирующих факторов					1	2	1	4

Как показывают данные таблицы 1, основным видом происшествий на рабочих местах является падение с высоты (из-за разности высот) приставных лестниц, строительных лесов, зданий, оборудования, что обусловлено особенностями работы строителей.

Основные причины несчастных случаев на производстве с тяжелыми и легкими последствиями, при которых в 2008–2014 гг. пострадало наибольшее количество работников компании: конструктивные недостатки и недостаточная надежность машин, механизмов, оборудования (26 %); нарушение технологического процесса (7 %); ненадежность или отсутствие средств индивидуальной защиты (26 %); нарушение правил дорожного движения (2 %); прочие причины, квалифицированные по материалам расследования несчастных случаев (19 %); несоблюдение техники безопасности (12 %).

Проведенный анализ показал, что главной причиной травмирования работников становятся конструктивные недостатки и низкая надежность оборудования. Этот фактор – причина травм в 26 % несчастных случаев (рис.).



Основные причины травматизма в строительной компании
за 2008–2014 гг.

Одним из возможных вариантов устранения указанной причины и снижения травмирования работников можно рассматривать замену деревянных щитов настила для лесов и подмостей на другие современные материалы, которые устранят конструктивные недостатки и повысят надежность оборудования.

С появлением в строительной отрасли металлических щитов настила, которые намного надёжнее и долговечнее, многие строительные компании, отказались от деревянных, чтобы минимизировать риск падения строителей. Однако эксплуатация щитов настила показала их недостатки. Например, металлический настил тяжелее деревянного, что создаёт определённые неудобства при монтаже лесов, а в зимний период становится очень скользким. Стоит учесть и экономический аспект: цена такого настила гораздо выше, ведь металл дороже дерева.

Однако благодаря развитию технологий во многих отраслях стали использоваться искусственные материалы, одним из которых является древесно-полимерный композит.

Древесно-полимерный композит (ДПК), или так называемое жидкое дерево, является новейшей разработкой химической промышленности и сочетает в себе лучшие качества древесины и полимеров. В состав этого материала входит древесина, перемолотая

в пыль, и натуральный или искусственный полимер, являющийся связующим элементом [4].

Полимерная доска устойчива к изменениям внешней среды и обладает широким рядом преимуществ перед другими материалами.

Влагостойкость, в несколько раз превышающая этот показатель натуральной древесины. В условиях повышенной влажности полимерные составляющие, входящие в состав древопласта, отлично противостоят грибку, плесени и не становятся местом скопления насекомых.

Устойчивость к перепадам температур. Жидкое дерево способно выдерживать температуру от -50 до $+180$ °С, при этом сохраняя свою фактуру. Кроме того, ДПК является нескользящим материалом.

Прочность и износостойкость. Древесно-полимерный композит выдерживает огромную нагрузку и мало подвержен механическим повреждениям, на его поверхности не остаётся следов от ударов.

Легкость монтажа. В обработке материал полностью идентичен натуральной древесине: его можно пилить, строгать, шлифовать, сверлить отверстия, забивать гвозди, вкручивать саморезы.

Неприхотливость в уходе. В отличие от натуральной древесины, ДПК не требует периодической покраски или лакировки и не нуждается в циклевке и шлифовке.

Долговечность. Средний срок службы древесно-полимерного композита, по оценкам специалистов, составляет полвека, при этом особенно важно, что он не теряет своего первоначального вида, а щиты настила из натуральной древесины уже через 3–5 лет требует повторной пропитки специальными средствами [5].

Сравнительная характеристика свойств деревянных, металлических настилов и настилов из ДПК представлена в таблице 2.

Сравнительная характеристика материалов позволяет сделать вывод, что древесно-полимерные композиты можно рассматривать как альтернативный материал для замены деревянных или металлических щитов настила лесов и подмостей в целях совершенствования условий труда на рабочих площадках вспомогательных временных конструкций, используемых в строительной отрасли для организации работ на любой высоте.

Данное техническое решение будет способствовать сокращению производственного травматизма в строительных компаниях за счет снижения риска падения работников с высоты, поскольку позволит устранить многие факторы, обуславливающие несовершенство конструкции лесов и подмостей.

Таблица 2

Сравнительная характеристика свойств деревянных,
металлических настилов и настилов из ДПК.

Настил Свойства	ДПК	Дерево	Металл
Внешний вид	Естественный, с волнистыми узорами 	Натуральный 	Серебристый 
Конструктивная массивность	Облегченный	Тяжелый	Тяжелый
Воздействие влаги	Не подвержен	Разрушается	Подвержен корро- зии
Воздействие огня	Не поддерживает го- рение	Горит	Не поддерживает горение
Скользкие свойства	Отсутствуют	Возрастают при уве- личении влажности	Возрастают при увеличении влаж- ности и уменьше- нии температуры
Экологичность	Экологичный	Экологичный	Экологичный
Срок службы, лет	12–50	5–20	12–50
Цена, руб./ м ²	1990	990	4500

Литература

1. О реализации государственной политики в области условий и охраны труда в Российской Федерации в 2014 году. Официальный сайт Минтруда России. URL: www.rosmintrud.ru (дата обращения: 06.02.2016).
2. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12. 12. 1993 г.) // Собрание законодательства РФ 26.01.2009. № 4. гл. 1 ст. 445.

3. Кручинина К. В. Анализ производственного травматизма и методы его снижения : дипломная работа. Екатеринбург, УрГУПС, 2015.
4. Древесно-полимерный композит: применение, особенности и достоинства этого материала. URL: <http://stroisovety.org/>. (дата обращения: 06.02.2016).
5. Террасная доска полимерная — преимущества и область применения. URL: <http://doski-na-stroike.ru/>. (дата обращения: 06.02.2016).

Е. И. Миронова, магистрант

(научный руководитель – А. М. Асонов, д-р биолог. наук)

Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

Экспериментальная проверка эффективности химико-биологического метода глубокой очистки городских сточных вод от фосфатов

Вода как самый распространенный в биосфере планеты Земля минерал, как среда, в которой зародилась жизнь на Земле, как самое загадочное по своим физико-химическим свойствам вещество было, остается и будет объектом пристального внимания исследователей.

В. Н. Присяжнюк

Во все времена жизнедеятельность изменяла химические и физические свойства воды. Из-за чрезмерного сброса в водоемы жидких отходов жизнедеятельности, природные водоисточники становилась все опаснее для дальнейшего использования. В последние десятилетия мировое сообщество начало бить тревогу: экологическая ситуация выходит из под контроля. Начали интенсивно разрабатываться различные технологии и сооружения для очистки сточных вод, приниматься акты и законы, ограничивающие опасные и вредные выбросы и сбросы в окружающую среду.

Сегодня существует множество способов и методов очистки сточных вод. В их число входят биологические, химические, физические методы. Все они имеют свои преимущества и недостатки: одни слишком затратные, например, химические методы очистки подразумевают использование реагентов, которые, в свою очередь, очень дороги. Механический способ предназначен для удаления взвешенных и коллоидных веществ из сточной воды. Биологический способ недостаточно эффективно очищает воду от таких веществ, как азот, фосфор и т.д. Данный метод представляет собой сочетание аэробных и анаэробных процессов, а его применение позволяет удалять фосфаты лишь на 70–85 %.

Фосфор входит в состав фосфатов, которые интенсивно используются в составе моющих средств и стиральных порошков. Фосфаты

находят широкое применение в пищевой промышленности и в процессах водоподготовки. Они входят в состав сельскохозяйственных удобрений; являются следствием разложения остатков растений и животных. Фосфаты могут попадать в водоемы самыми различными путями, в частности, с бытовыми и промышленными стоками и вымываться с сельскохозяйственных угодий. Контроль за содержанием фосфатов в окружающей среде — важная составляющая комплексного изучения состава природных и питьевых вод. Хорошая растворимость фосфорорганических соединений в воде обуславливает несомненную опасность для окружающей среды и человеческого организма. Это вызвано способностью фосфорорганических соединений химически связывать и инактивировать биологические катализаторы различных реакций в организме. Фосфорорганические соединения обладают кумулятивными свойствами в живых организмах и это еще больше усиливает их токсическое воздействие. Фосфорорганические соединения входят в состав многих так называемых системных инсектицидов.

Проведенные исследования в разных странах указывают на разнообразные пути поступления фосфора в поверхностные водоемы. Так, в Китае общее поступление фосфатов в водные объекты составляет от 3,1 до 3,2 г/м³ в год. При этом 80 % фосфора поступило с канализационными стоками, а остальная часть — с атмосферными осадками. В Германии с бытовыми сточными водами в водоемы поступает около 38 % соединений фосфора. Лабораторией по охране природы в Бристоле (Великобритания) определены и исследованы источники поступления фосфатов в Темзу. Концентрация фосфатов, попадающих в реку с сельскохозяйственных полей, варьировалась в пределах 0,08—0,46 мг/дм³ [1].

Существенным источником поступления биогенных веществ в поверхностные водоемы могут быть животноводческие комплексы. В одной тонне навоза содержится около 5 кг азота, оксида фосфора и оксида калия. Значительное количество фосфора поступает в почву с навозом, а остальная часть его вымывается поверхностным стоком с водосбора в водоем. Мощным источником поступления фосфора в поверхностные водоемы служат также предприятия сельскохозяйственного производства. Установлено, что наибольшее количество фосфора (80—90 %) выносится сточными водами с обрабатываемой почвы сельскохозяйственных угодий, особенно осенью с распаханых под зябь полей.

Фосфор при совместном действии с азотсодержащими веществами вызывает эвтрофикацию водных объектов. Этот процесс характеризу-

ется активным ростом водорослей и высшей водной растительности. С каждым годом увеличивается концентрация растворенных фосфатов в бытовых стоках за счет интенсивного развития новых технологий в промышленности и в процессе жизнедеятельности человека, а также повсеместного применения фосфорсодержащих моющих средств. Растворимый фосфор является основным лимитирующим элементом, в большей степени воздействующим на процесс эвтрофирования [2].

Эвтрофирование водоема не наблюдается, если концентрация фосфора менее 0,2 мг/л.

Проблема эвтрофикации водных объектов усугубляется тем, что ежегодно без очистки в водные объекты России сбрасываются около 20 % от общего объема образующихся сточных вод. В процессе биологической очистки стоков концентрация фосфора в сточной воде снижается, однако, как показывает практика водоочистки, содержание фосфора в сточной воде после биологической очистки составляет 1,0–3,0 мг/дм³, что превышает значения предельно допустимой концентрации по фосфору для выпуска очищенных сточных вод в поверхностные водоемы в 2–5 раз [3].

Основная часть фосфора в виде полифосфатов находится в городских сточных водах в растворенной форме — около 50 %. Только примерно 15–20 % общего фосфора находится в нерастворенном виде и осаждается в первичных отстойниках без добавления реагентов. Традиционные методы очистки сточных вод от фосфора заключаются в переводе его из растворенной формы в нерастворенную, осаждении и удалении из системы.

Для извлечения фосфора из сточных вод могут быть использованы физико-химические, химические и биологические методы, а также их комбинации. Наибольшее распространение получил реагентный метод очистки сточных вод от ортофосфатов путем выделения их в виде нерастворимых солей кальция, железа или алюминия. Реагенты можно вводить перед первичными отстойниками, в аэротенки или на стадии третичной очистки. При введении реагентов на стадии механической очистки снижается нагрузка по БПК (биологическое потребление кислорода) и взвешенным веществам на сооружениях вторичной очистки. На стадии третичной очистки для выделения продуктов коагуляции могут быть использованы флотаторы, осветлители и фильтры [3].

Существует модифицированный биологический метод глубокой очистки сточных вод, содержащих фосфор, заключающийся

в чередовании аэробных и анаэробных условий пребывания активного ила. В аэробных условия активный ил интенсивно потребляет фосфаты из очищенной сточной воды, в анаэробных условиях связанный илом фосфор выделяется в жидкую фазу, которая после отстаивания ила сливается в отдельную емкость. Растворимые фосфаты затем могут переводиться в осадок известью. На эффективность высвобождения соединений фосфора из рециркулирующего активного ила влияют продолжительность его пребывания в анаэробных условиях, доза и возраст ила. По этой технологии достигаются остаточные концентрации фосфатов (в пересчете на фосфор) 0,3–0,4 мг/л при их исходном содержании 1,8–2,9 мг/л.

Из всех известных методов глубокой очистки биологически очищенных сточных вод чаще всего применяют биохимические и реagentные методы, позволяющие комплексно решить задачи очистки сточных вод от соединений фосфора, а также для снижения БПК. В биохимических методах химические вещества вводят на стадии биологической очистки, в reagentных их применяют до или после биологической очистки.

Сточные воды — это слабokonцентрированные эмульсии или суспензии, содержащие коллоидные частицы размером 0,002–0,1 мкм, мелкодисперсные частицы размером 0,1–10 мкм и частицы размером 10 мкм и выше. В качестве коагулянтов для их оседания используют соли металлов. Электролиты способны вызывать коагуляцию коллоидной системы, при этом она возрастает с увеличением заряда коагулирующего иона. Наибольшей коагулирующей способностью в сточных водах обладают двух- и трехвалентные катионы металлов, поэтому в качестве коагулянтов применяют соли алюминия и железа. При введении в сточную воду этих соединений в результате реакции гидролиза образуются малорастворимые в воде гидроксиды железа и алюминия, на развитой хлопьевидной поверхности которых сорбируются взвешенные, мелкодисперсные и коллоидные вещества. Параллельно с коагуляцией наблюдается образование нерастворимых фосфатов алюминия и железа, которые также сорбируются на поверхности гидроксидов и осаждаются.

В качестве reagentов чаще используются сульфат железа (II)* и хлорид железа (III)** . Соли железа предпочтительнее при очистке мутных жестких сточных вод с высоким значением pH. Соли позволяют

* Сульфат железа (II) — сульфат двухвалентного железа, FeSO_4 .

** Хлорид железа (III) — хлорид трехвалентного железа, FeCl_3 .

устранить запах и привкусы, обусловленные присутствием сероводорода, удалять соединения мышьяка, марганца, меди, способствуют окислению органических соединений и удаляют из сточной воды фосфаты. Образуется средняя соль FePO_4 . Оптимальная область pH для осаждения фосфата железа — 5–6. При этом также образуются соединения $\text{Fe}(\text{OH})_3$ и FeOON , и фосфаты необратимо сорбируются на этих осадках. Эти процессы приводят к очень низким значениям остаточного растворенного фосфата. Однако фосфат-ионы, сорбированные на поверхности частиц, могут стабилизировать осадок в виде фосфорсодержащего коллоидного раствора. При использовании в качестве коагулянтов солей железа (II)* необходимо вводить хлор для окисления железа до трехвалентного, в противном случае хлопьеобразование сильно замедляется.

Обработка сточных вод коагулянтами-осадителями и флокулянтами в процессе биологической очистки позволяет снизить содержание фосфатов до пределов, рекомендуемых санитарными нормами.

Добавление реагента перед первичными отстойниками равноценно коагуляции воды. Реагент взаимодействует с коллоидно-дисперсной системой, растворенными органическими веществами, фосфатами, восстановленными формами серы (сульфиды, сероводород) [1].

Подача реагента в анаэробно-аноксидную зону аэротенков для обработки иловой смеси определяется условиями взаимодействия с окружающей средой. По стехиометрии при образовании FePO_4 на 1 г фосфора расходуется 1,8 г железа, однако имеются сообщения о соотношении $\text{Fe}/\text{P} < 1$ (характерно для повышенного содержания остаточного фосфора (примерно 1–1,5 мг/л)). В анаэробной зоне биоблока благодаря вытеснению фосфора из клеток активного ила концентрация фосфора и фосфатов повышается до 6–9 мг/л, что способствует активному взаимодействию с реагентом, доза которого может быть снижена до 2,5–3 г/м³ по Fe^{+3} . Вынос фосфора при этом составит 0,5–0,8 мг/л. Образующиеся мелкокристаллические частички фосфата железа захватываются хлопьями активного ила, и процессы флокуляции и отстаивания этих примесей происходят автоматически. Содержание железа — 0,5–0,6 мг/л — в очищенной воде свидетельствует о некотором избытке реагента.

Рассматривается вариант добавки реагента в циркулирующий активный ил. Удобство этого способа заключается в постоянстве расхода ила и соответственно дозы реагента, возможности полного

* Железо (II) — двухвалентное железо.

использования его реакционной способности, повышении содержания фосфора в иле (включая связанные формы) до 4–6% массы сухого вещества. Способ был опробован в 2008 г. на станции аэрации г. Сестрорецка. В результате удалось добиться очистки сточных вод от фосфора до концентрации 0,2 мг/л в очищенной воде при концентрации исходной воды 4,5 мг/л.

Стабильное снижение концентрации фосфора до 0,2 мг/л может быть обеспечено равномерной подачей реагента дозой 1,5–2 г/м³ по Fe⁺³ в циркулирующий активный ил. При этом вынос общего железа с очищенной водой составит 0,1–0,2 мг/л.

С целью уточнения параметров химико-биологической технологии удаления фосфора из городских сточных вод мы начали исследования по изучению эффективности применения традиционных коагулянтов в виде двух- и трехвалентных солей железа (FeSO₄ и FeCL₃). Кроме того, исследования предусматривают уточнение наиболее эффективного места ввода коагулянтов в аэрационную систему (зоны: анаэробная, аноксидная и аэробная).

Известно, что имеются оптимальные параметры активации раствора коагулянта хлорида железа (III), при которых эффективность дефосфотизации сточных вод достигает наибольших значений. Так, при содержании растворенного железа 29,6–34,8 мг/дм³ содержание фосфатов в сточных водах составляет 0,4–0,52 мг/дм³, а при содержании железа 28,8 мг/дм³ содержание фосфатов в осветленной воде – 0,35–0,46 мг/дм³ [4].

В исследованиях предусматривается использование трехступенчатой биохимической схемы очистки сточных вод. Способ основывается на разделении биореактора на три зоны, в каждой из которых содержание кислорода и интенсивность аэрации будут разными. В первой и второй зонах в результате отмирания бактериальных клеток возвратного (рециркуляционного) активного ила в иловую смесь будет поступать дополнительное количество фосфатов [5]. При введении в эти зоны железосодержащего реагента [6], взаимодействующего с фосфатами, можно получить нерастворимые соединения фосфорнокислого железа (FePO₄), что будет способствовать процессу интенсификации выделения фосфора из сточной воды.

Чтобы подтвердить данную теорию химико-биологической очистки городских сточных вод от фосфора, мы планируем экспериментальные исследования по эффективной технологии вывода фосфатов из аэрационной системы.

Исследовательская экспериментальная часть включает в себя разработку модели биореактора по очистке сточных вод, методику проведения, а также последующую обработку результатов.

Научный эксперимент для определения эффективности биологических и химико-биологических методов очистки сточных вод от соединений фосфора выполняется на лабораторной модели биореактора. Он представляет собой резервуар, в котором имитируется процесс биологической очистки путем организации трех зон, с разным содержанием кислорода: анаэробная зона (бескислородная), аноксидная зона (переходная зона с небольшой подачей кислорода в биореактор), аэробная зона (зона с достаточной подачей кислорода). Биореактор представляет собой сооружение, в котором совмещены аэротенк и вторичный отстойник.

В эксперименте используется осветленная сточная вода, отобранная после первичных отстойников, а также возвратный рециркулирующий активный ил из вторичного отстойника Северной станции аэрации Екатеринбурга.

Методика исследований предусматривает проведение трех вариантов экспериментов.

Первый эксперимент — изучение возможности использования биологического метода очистки сточных вод от фосфорных соединений в результате естественных биохимических процессов, протекающих в иловой смеси в аэротенке.

Второй и третий эксперименты предусматривают изучение процесса интенсификации удаления фосфатов из сточных вод с помощью введения в анаэробную зону железосодержащих реагентов (FeSO_4 и FeCl_3).

Чтобы условия эксперимента были как можно ближе к реальным, регенерируемый возвратный активный ил вводится в анаэробную зону и смешивается с тремя литрами исходной сточной воды. Чтобы активный ил оставался во взвешенном состоянии, используется водяной насос, обеспечивающий турбулентный режим движения иловой смеси в биореакторе. Время пребывания — 1 ч.

В этот период пребывания смеси активного ила проходят процессы сорбции органических веществ активным илом и обогащение иловой смеси фосфором за счет отмирания старых клеток и их разрушения.

Для имитации аноксидной зоны дополнительно к погружному насосу подключается один аэратор. Поступление небольшого ко-

личества кислорода активизирует процессы окисления органических веществ, которые содержатся в сточной воде. Вместе с этим продолжается процесс выделения фосфора из активного ила. Время — 1 ч.

Переход в последнюю — аэробную — зону имитируется с помощью добавления в биореактор еще двух аэраторов. Это обеспечивает концентрацию растворенного кислорода в иловой смеси не менее 2 мг/дм³. Время — 2 ч.

По завершении пребывания иловой смеси в третьей зоне отключается насос и аэраторы, иловая смесь в течение двух часов отстаивается. Осветленная вода отводится из биореактора.

Второй и третий опыты предусматривают добавление в иловую смесь реагентов в анаэробную зону. Исследования проводятся по той же методике, что и в первом варианте, но с добавлением FeSO₄ и FeCL₃ соответственно во второй и третий варианты.

Необходимая доза реагентов определяется из стехиометрического соотношения.

Опыты должны показать правильность рабочей гипотезы о возможности интенсификации процесса удаления фосфорных соединений из сточных вод при добавлении железосодержащих реагентов.

С помощью химико-биологического метода мы надеемся добиться концентрации фосфатов в очищенной сточной воде, не превышающей ПДК, равной 0,2 мг/дм³.

В настоящее время биохимическая технология удаления фосфатов из сточных вод проходит испытания на экспериментальных биореакторах лаборатории университета.

Литература

1. Долина Л. Ф. Очистка сточных вод от биогенных элементов : монография. — Днепропетровск : ДНУЖТ, 2011. — С. 12–14; 140–141. ISBN 978-966-8733-07-3.
2. Амбросова Г. Т., Бойко Т. А., Ксенофонтова О. В. Изучение способа удаления фосфора из сточной жидкости // СтройПРОФиль. 2006, №8-06. URL: <http://stroyprofile.com/archive/2455> (дата обращения: 08.12.2015).
3. Чудинова Е. Исследования по расчетному удалению фосфатов из городских сточных вод. URL: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2012/thesis/s035/s035-011.pdf> (дата обращения: 28.11.2015).

4. Душкин С. С., Коваленко А. Н., Дегтярь М. В., Шевченко Т. А. Ресурсосберегающие технологии очистки сточных вод : монография. Харьков : ХНАГХ, 2011. — С. 17–19. ISBN 978-966-965-228-1.
5. Пупырев Е. И., Захватаева Н. В., Шеломков А. С., Кожушко А. Ю., Биогальванический метод удаления фосфатов из сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2009, №8. С. 55–59. ISSN 0321-4044.
6. Васильев Б. В., Мишуков Б. Г., Соловьева Е. А. Реагентное удаление фосфора из городских сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2009, №2. С. 58–60. ISSN 0321-4044.

М. С. Морева, магистрант

(научный руководитель — О.Р. Ильясов, д-р биолог. наук),

Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

Изучение влияния физиологических особенностей организма на внутреннее электрическое сопротивление тела человека

На железнодорожном транспорте по статистике поражение электрическим током занимает второе место среди травматизма со смертельным исходом — после наезда подвижного состава. Вопрос электробезопасности остается остроактуальной проблемой в разных отраслях народного хозяйства, в быту и особенно для электроспециальностей.

Тело человека является проводником электрического тока. Однако проводимость живой ткани в отличие от обычных проводников обусловлена не только ее физическими свойствами, но и сложнейшими биохимическими и биофизическими процессами, присущими лишь живой материи.

Сопротивление тела человека — один из ведущих факторов, от которого существенно зависит величина тока, протекающего через человека, и тем самым опасность его поражения.

Сопротивление тела человека — это переменная величина, имеющая нелинейную зависимость от множества факторов, в том числе от состояния кожи, параметров электрической цепи, физиологических факторов и состояния окружающей среды.

Общее электрическое сопротивление тела человека представляет собой сумму сопротивлений тканей, расположенных на пути протекания тока: наибольшей проводимостью обладают кровь, лимфа, мышечная ткань и особенно нейроны; наименьшей — кожные покровы, хрящи, жировая и костная ткани. Сопротивление тела человека колеблется в очень широких пределах (от десятков и сотен Ом до нескольких МОм) и зависит от напряжения, площади контактов, длительности протекания тока и других факторов [1–3].

Внутреннее электрическое сопротивление считается активным. Его величина зависит от длины и поперечного размера участка тела, по которому проходит ток.

Наружное электрическое сопротивление тела состоит как бы из двух параллельно включенных сопротивлений: активного и емкостного (рис. 1).

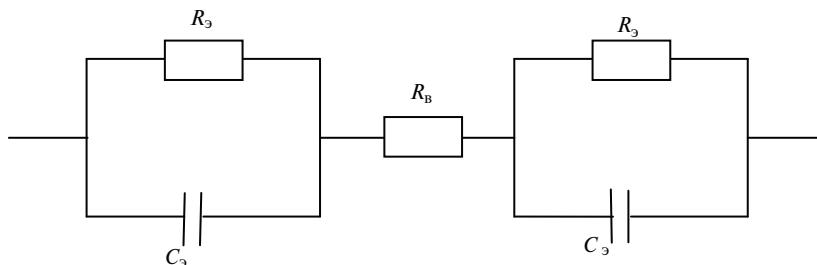


Рис. 1. Эквивалентная схема сопротивления тела человека
 $R_э$ — активное сопротивление эпидермиса; $R_в$ — сопротивление внутренних тканей; $C_э$ — емкость образовавшегося конденсатора [2, 4, 5]

Основной величиной, определяющей общее сопротивление тела при низких напряжениях, является сопротивление кожных покровов или, точнее, сопротивление верхнего рогового слоя кожи. Порезы, царапины, увлажнение кожи значительно уменьшают сопротивление кожного покрова и, следовательно, увеличивают вероятность поражения электрическим током. С повышением напряжения до 40–50 В происходит электрический пробой рогового слоя кожного покрова (сухая кожа) и уменьшение общего сопротивления тела [5–9]. При определенном напряжении (800–1000 В), когда завершится полный пробой, общее сопротивление организма будет равно сопротивлению внутренних тканей, которое не зависит от приложенного напряжения [2].

Сопротивление живого организма электрическому току отличается от любого линейного и нелинейного электрического сопротивления в неживой природе и зависит от множества факторов, часть которых даже не поддается точному учету или количественной оценке.

Существует ряд факторов, изменяющих величину сопротивления тела человека и усугубляющих исход электротравмы. К факторам электрического характера относятся параметры сети: род и частота тока, величина напряжения, путь протекания тока по телу человека, длительность протекания тока через тело человека [6].

К факторам неэлектрического характера, влияющим на электро-технические характеристики тела человека, относятся:

состояние организма,
место приложения электродов и топографический коэффициент,
момент включения электрической цепи в фазе кардиоцикла,
температура окружающей среды,
влажность окружающей среды,
внешние раздражители,
фактор внимания,
путь тока,
атмосферное давление и парциальный состав воздуха,
площадь контакта с токоведущей частью,
антропометрические данные,
возрастной фактор,
пол человека,
микрофлора,
магнитное поле,
электрическое поле.

Ранее мы определили еще один важный фактор — водный баланс в организме, оказывающий существенное влияние на изменение электрического сопротивления тела человека [10]. В этих экспериментах показан характер зависимости электрического сопротивления от потребления жидкости на примере изнурительной физической нагрузки, в ходе которой испытуемый терял большое количество влаги из организма. Такая потеря влаги существенно влияла на внутреннее сопротивление тела человека.

Содержание влаги в организме влияет на верхний роговой слой кожи — эпидермис. Сопротивление кожи при снятии эпидермиса у трупа падает с 200 кОм до 700 Ом. Сопротивление ткани зависит не только от толщины эпидермиса, но и от сухости — при смачивании кожи сопротивление ее падает на 40 %. Измерив электрическое сопротивление рогового слоя эпидермиса, ученые утверждают, что каждый квадратный сантиметр кожи имеет сопротивление от нескольких миллиардов до сотен миллиардов Ом [2]. Значительное — в несколько сот и даже тысяч раз — изменение электрического сопротивления эпидермиса оказалось связано с диффузией воды (причем непосредственно через кожу, а не через потовые железы) в процессе регулирования температуры тела. Транспортировка жидкости через кожу, благодаря которой организм может сбросить в окружаю-

щее пространство до 15 Вт своей тепловой мощностью, определяется тоном расположенных в коже кровеносных сосудов. Чем сильнее они наполняются кровью, тем интенсивнее испаряется влага через верхний роговый слой кожи. Заряд, естественно, станет стекать быстрее, а напряженность электрического поля при этом снизится.

В изученной литературе не указывался характер влияния водного баланса на электрическое сопротивление тела человека, поэтому в данном исследовании этому параметру уделяется особое внимание.

В процессе работы поставлена задача изучения влияния объема потребляемой жидкости и времени ее воздействия на электрическое сопротивление тела человека.

Электрическое сопротивление замерялось на экспериментальной установке УИС1. Электрическая схема эксперимента приведена на рис. 2. Измерения проводились при напряжении 7 В в диапазоне частот от 50 Гц до 20 кГц для определения величины емкостной составляющей от рогового слоя кожи и мембран клеток на высоких частотах тока из общего сопротивления тела. В течение всего эксперимента в помещении поддерживалась стабильная температура.

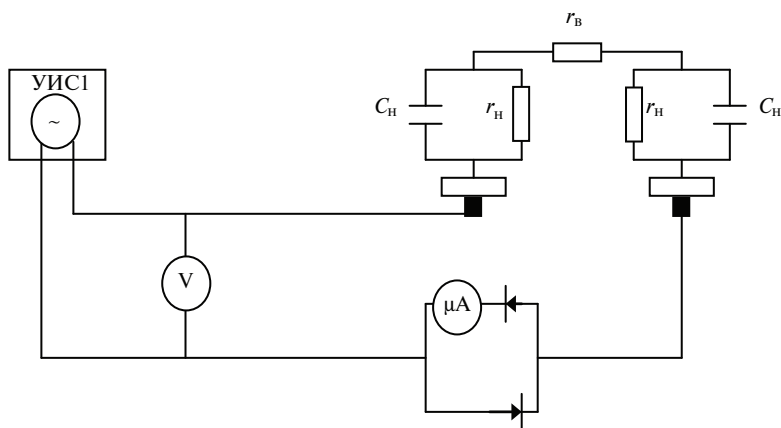


Рис. 2. Электрическая схема испытаний

C_n — наружная емкостная составляющая сопротивления кожи;

r_v — внутреннее активное сопротивление тканей и органов;

r_n — наружное активное сопротивление кожи

В ранее проводимых исследованиях установлено, что водный баланс оказывает влияние на электрическое сопротивление тела человека. Исследования проводились в условиях увеличения физической нагрузки человека, целью же настоящих исследований является определение влияния употребленной жидкости на электрическое сопротивление в течение времени.

Динамика изменения сопротивления тела испытуемого в логарифмической шкале в ходе эксперимента приведена на рис. 3. Для того чтобы количественно оценить, как меняется сопротивление тела испытуемого в течение эксперимента, на рис. 4 дан график, на котором начальный момент принят за 100 %.

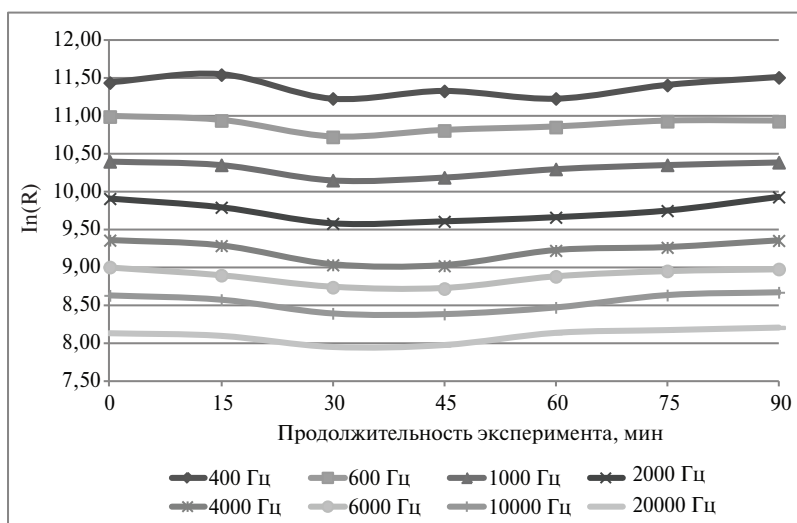


Рис. 3. Динамика изменения сопротивления тела с течением времени после употребления 500 мл воды при соответствующей частоте тока

В течение первых 30 мин после употребления 500 мл воды сопротивление тела падает, достигая своего минимума на уровне 70–80 % от контрольного значения (рис. 4). После 45 мин эксперимента сопротивление тела начинает постепенно увеличиваться, приближаясь к исходному значению на 90 мин эксперимента.

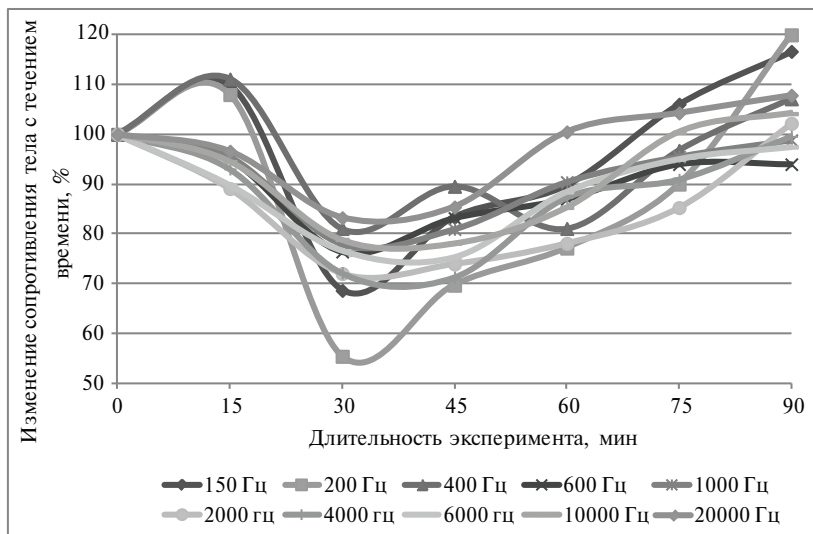


Рис. 4. Динамика изменения сопротивления тела с течением времени после употребления 500 мл воды при соответствующей частоте тока в процентном соотношении

Основываясь на данные содержания воды в пище (таблица) и учитывая, что среднесуточная норма потребления воды составляет 1,5–2 л, можно утверждать, что при употреблении пищи человек потребляет с ней достаточное количество воды. Также необходимо брать в расчет и обеденное время, основным блюдом которого являются супы. Однако если рассматривать время завтрака, то после приема пищи и началом работ существует лаг, в течение которого работник добирается от дома до работы, получает задание, проходит инструктаж и добирается до места непосредственного проведения работ.

Содержание воды в пище

Продукты	Содержание воды, %
Хлеб	50
Мясо	60
Бананы	76
Морепродукты	80
Картофель	80

Продукты	Содержание воды, %
Большинство овощей	90
Арбуз	93
Огурцы	96

В проведенных ранее экспериментах было выявлено, что на электрическое сопротивление тела человека оказывает большое влияние водный баланс организма [10]. В процессе изнурительных физических нагрузок без дополнительного приема воды сопротивление тела испытуемого увеличивалось в результате обезвоживания тканей и сгущения крови. При прочих подобных условиях, но с употреблением воды сопротивление также увеличивалось, однако на значительно меньшую величину, чем без употребления воды.

В настоящем исследовании выявлено, что в течение 30 мин после употребления воды электрическое сопротивление тела падает на 20–30 %, достигая минимума на 30–45 мин эксперимента. Восстановление сопротивления до исходного уровня происходило только через полтора часа после начала эксперимента. Это доказывает, что водный баланс оказывает влияние на электрическое сопротивление тела человека и показывает характер изменения сопротивления во времени.

Исходя из полученных данных можно дать следующие рекомендации.

Ограничить работу с риском получения электротравмы в течение полутора часов после приема пищи, особенно в послеобеденное время.

Избегать обильного потребления воды в процессе выполнения работы с риском получения электротравмы.

Таким образом, изучение электрического сопротивления тела человека является актуальным. Требуется особое внимание исследованию факторов, влияющих на электробезопасность.

Литература

1. Долин П. А. Основы техники безопасности в электроустановках : учебное пособие для вузов. — М. : Энергия, 1979. — 408 с.
2. Манойлов В. Е. Основы электробезопасности. — 5-е изд., перераб. И доп. — Л. : Энергоатомиздат. 1991. — 480 с. ISBN 5-283-04547-1.
3. Щуцкий В. И., А. М. Сидоров, Ю. В. Ситчихин. Электробезопасность на открытых горных работах — М. : Недра, 1996. — 219 с.

4. Долин П. А. Техника безопасности в электроэнергетических установках : справоч. пособие / под ред. П. А. Долина. — М. : Энергоатомиздат, 1987. — 400 с.
5. Королькова В.И. Электробезопасность на промышленных предприятиях. М. : Машиностроение, 1970. 520 с.
6. Манойлов В. Е. Проблемы электробезопасности. М.-Л. : Госэнергоиздат, 1961, 294 с.
7. Киселев А. П. Пороговые значения безопасного тока промышленной частоты // Труды МИИТ. 1963. — Вып. 171. — С. 47–58.
8. Киселев А. П. Тело человека как элемент электрической цепи // Труды МИИТ. 1966. — Вып. 226 — С. 51–62.
9. Freiburger H. Der elektrischen Widerstand des menschlichen Körpers gegen technischen Gleich und Wechselstrom. «Elektrizitäts wirtsch», 1933.
10. Крупенин Д. С. Баланс жидкости в организме при проведении исследований электрического сопротивления тела человека // Молодые ученые — транспорту-2009 : сб. научн. тр. : в 3-х ч. — Екатеринбург : Изд-во УрГУПС. 2009. 4.2 — С. 264–272. ISBN 978-5-94614-138-3.

УДК 625.04 : 004.942

М. М. Мыльников, 4 курс

(научный руководитель — Ю.М. Кравченко), Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

Моделирование поведения криволинейных участков пути в зависимости от эксплуатационных условий PathCurve

Криволинейные участки железнодорожного пути, в силу воздействия на них разного рода факторов, подвержены изменению планового положения относительно заданного проектом и нуждаются в дополнительных мероприятиях по их стабилизации*.

На кафедре «Путь и железнодорожное строительство» (УрГУПС) ведется разработка программного комплекса (ПК) PathCurve, который позволяет моделировать поведение рельсошпальной решетки (РШР), уложенной на криволинейных участках железнодорожного пути, при различных условиях эксплуатации. Настоящий ПК позволяет определить потенциально опасные участки пути, в которых возможно изменение поперечного положения РШР, то есть выделить места, где высока вероятность развития таких неисправностей пути, как рихтовка [1].

Впервые настоящая программа была представлена на студенческой научно-практической конференции под эгидой ПИИ «Транс-промпроект». К этому времени был подготовлен рабочий дистрибутив программы (оценка криволинейных участков звеньевого и бесстыкового пути на предмет стабильности для безопасного и бесперебойного движения поездов с установленной скоростью, обнаружение потенциально опасных сечений, в которых возможны изменения поперечного положения рельсовой колеи).

Тем не менее совершенствование настоящей программы продолжается. Авторы нацелены на расширение функциональности ПК и увеличение спектра решаемых задач.

*Материалы данного исследования легли в основу кандидатской диссертации Ю. М. Кравченко.

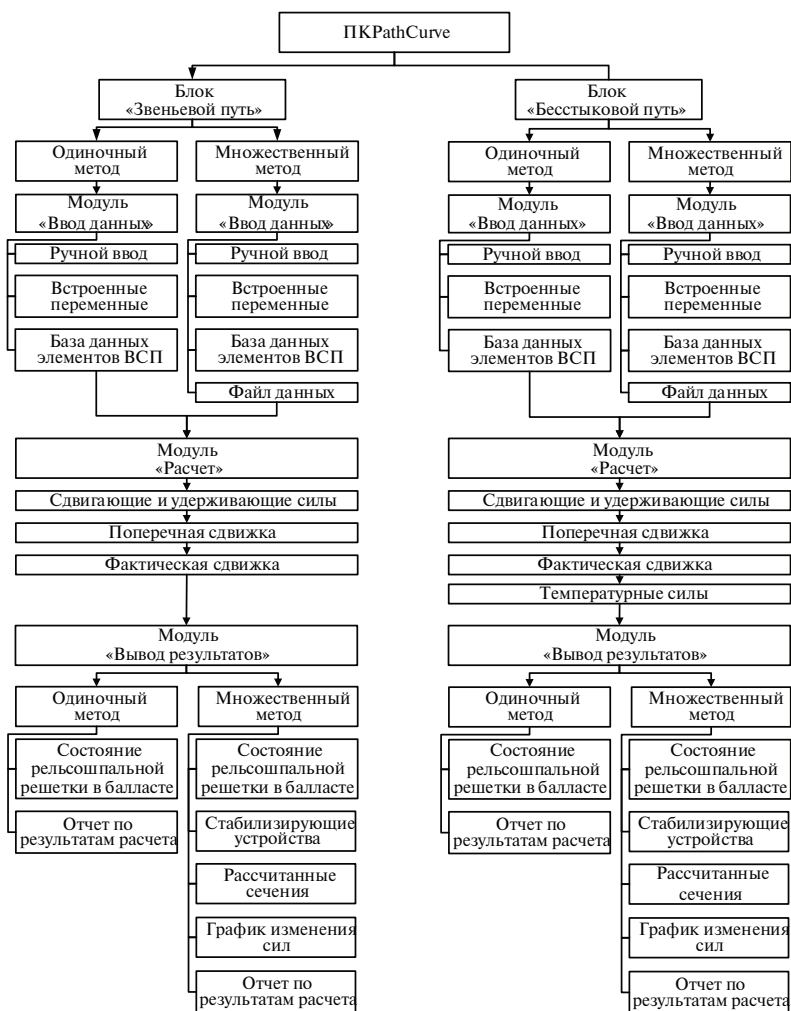


Рис. 1. Принципиальная схема работы ПК PathCurve

Принципиальная схема работы существенно не изменилась (рис. 1). По-прежнему настоящая программа предполагает разделение моделирования на два блока: «Звеньевой путь» и «Бесстыковой путь». Моделирование происходит одним из расчетных методов: первый —

одинокый — позволяет рассчитать отдельное потенциально опасное сечение криволинейного участка пути. Второй — множественный метод — заимствует данные силового взаимодействия из результатов промежуточного моделирования участка пути такими программными комплексами, как «Универсальный механизм», MSC ADAMS/Rail и др., подготовка исходных данных для которых происходит с учетом макро- и микрогеометрических неровностей рельсовой колеи по итогам прохода вагонов-путеизмерителей и вагонов-лабораторий.

Предлагается рассмотреть основные нововведения и дополнения реализованные в текущей версии ПК PathCurve.

В первую очередь изменился интерфейс программы, принцип работы которой представлен в [1]. Было решено отойти от концепции одного главного окна в пользу многооконного режима представления данных. Этот шаг предпринят, чтобы сделать процесс взаимодействия пользователя и ПК еще более понятным и простым. Основным постулатом при разработке интерфейса послужил метод снижения количества элементов управления, основанный на естественной интуитивности.

Диалоговое окно «Главное меню» (рис. 2) содержит меню управления проектами и кнопки управления модулями ПК.

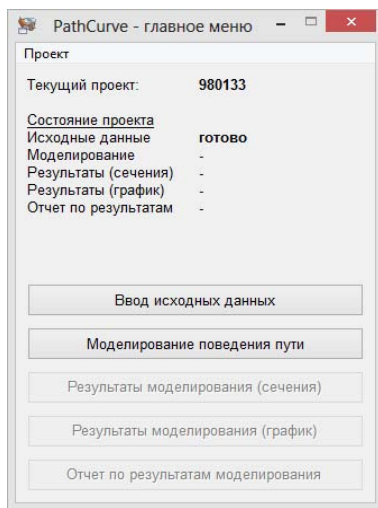


Рис. 2. Диалоговое окно «Главное меню»

Чтобы начать работу с программой, необходимо создать новый «Проект» или загрузить «Предыдущий», ранее созданный. Эту задачу решает диалоговое окно «Менеджер проектов» (рис. 3).

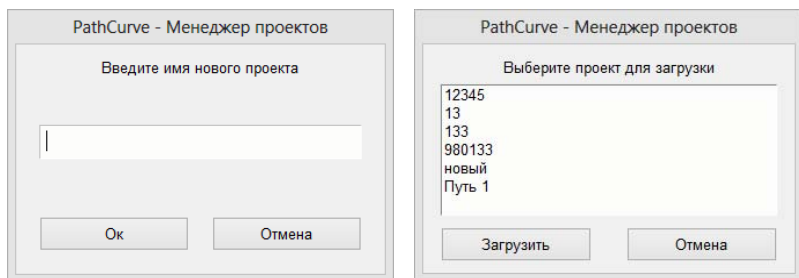


Рис. 3. Диалоговое окно «Менеджер проектов»

После того как проект создан или загружен, на диалоговом окне «Главное меню» активируется кнопка «Ввод исходных данных», которая запускает в работу модуль «Ввод данных» (рис. 4). Диалоговое окно настоящего модуля разбито на вкладки, активирующие соответствующие страницы с формами, которые необходимо заполнить пользователю. Как и в предыдущей версии программы, некоторые данные вводятся вручную, большинство же характеристик заполняется полуавтоматически из базы данных характеристик элементов верхнего строения пути (ВСП) на основании выбранных пользователем эксплуатационных условий.

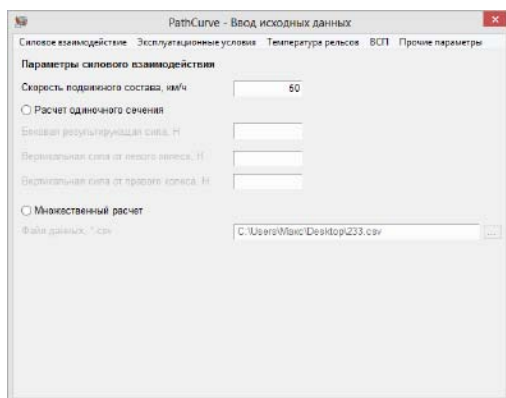


Рис. 4. Модуль «Ввод данных»

Если исходные данные заполнены не целиком или некорректно, пользователь увидит соответствующее предупреждение. После того как пользователь внес все необходимые исходные данные, диалоговое окно можно закрыть. В этом случае на диалоговом окне «Главное меню» активируется кнопка «Моделирование поведения пути», которая запускает модуль «Расчет» (рис. 5).

PathCurve - Моделирование поведения пути	
Состояние моделирования (множественный расчет, бесстыковой путь)	
Загрузка исходных данных	выполнено
Предварительные расчеты	выполнено
Обработка файла данных	выполнено
Расчет температурных сил	выполнено
Расчет сдвигающих и удерживающих сил	в процессе
Расчет сдвижки	не требуется
Расчет раскладки стабилизирующих устройств	-
Сохранение результатов расчета	-
Результаты расчетов	
Угол наклона рельсошпальной решетки, рад	0.06
Площадь поперечного сечения призмы, м ²	0.05
Объем балласта в призме волочения, м ³	0.01
Сила сопротивления от перемещения торцом шпалы балластной призмы, Н	80.62
Объемный вес призмы волочения, Н	161.24
Сила сопротивления от трения балласта при перемещении РШР, Н	80.33
Сила торцевого сопротивления сдвигу РШР в балласте, Н	160.95
Сила трения боковой поверхности шпалы о балласт, Н	1.08
Вес рельсошпальной решетки, Н	3525.32
Время сдвижки, с	0.04
Температурные силы, Н	-485.55
Сила трения подошвы шпалы о балласт, Н	54747.93
Результирующая удерживающая сила, Н	54885.68/47142.41
Результирующая сдвигающая сила, Н	5311.62/67161.42
Приведенная масса рельсошпальной решетки, кг	22494.40
Сдвигка рельсошпальной решетки, м	0.00
Состояние моделирования	
Количество сечений	30
Количество осей/сил	2/8
Текущее сечение в расчете	27
Текущая ось в расчете	1
Вертикальная сила от левого колеса, Н	110181.31
Вертикальная сила от правого колеса, Н	109822.86
Боковая результирующая сила, Н	1158.1592
Состояние выполнения моделирования, %	70.00000000000000
Оставшееся время моделирования	4 сек

Рис. 5. Модуль «Расчет»

Работа настоящего модуля самодостаточна. На основании введенных данных настоящий модуль понимает, какие подпрограммы необходимо выполнить, и оповещает пользователя о текущем прогрессе моделирования.

Модуль «Расчет» переработан и дополнен подпрограммой «Фактическая сдвижка» — продолжением подпрограммы «Поперечная сдвижка», которая позволяет в случае обнаружения нестабильного

сечения численно определить поперечные перемещения пути, вызванные упругими деформациями РШР. Благодаря подпрограмме «Фактическая сдвижка» пользователь может получить остаточные перемещения РШР, то есть величину фактической сдвижки в поперечном направлении при прохождении подвижного состава по участку пути.

База расчета настоящей подпрограммы – гипотеза винклеровского основания. Величина фактической сдвижки пути, т.е. остаточных перемещений РШР S_{ost_ft} , зависит прямо пропорционально от полученных в предыдущих расчетах мгновенных перемещений РШР X_{mgn_ft} , приращения сдвигающей и удерживающей сил del_F_ft , коэффициента постели плеча балластной призмы в горизонтальной плоскости k_ft , ширины подошвы торца шпалы b_ft , высоты торца шпалы h_ft и находится в обратно пропорциональной зависимости от площади торца шпалы A_ft и модуля общей деформации балластной призмы в горизонтальной плоскости E_ft .

В таблице представлены переменные, используемые в данной подпрограмме. На рис. 6 – блок-схема текущей подпрограммы, согласно [2].

Переменные, используемые в подпрограмме «Фактическая сдвижка»

Наименование	Размерность	Обозначение	Тип ввода
Мгновенные перемещения РШР	мм	X_{mgn_ft}	Рп
Приращение сдвигающей и удерживающей силы	Н	del_F_ft	Рп
Коэффициент постели плеча балластной призмы в горизонтальной плоскости	Н/м ³	k_ft	БД
Ширина подошвы торца шпалы	м	b_ft	БД
Высота торца шпалы	м	h_ft	БД
Площадь торца шпалы	м ²	A_ft	БД
Модуль общей деформации балластной призмы в горизонтальной плоскости	Па	E_ft	БД
Остаточные перемещения рельсошпальной решетки	мм	S_{ost_ft}	Рп

Примечание: К – константа, Р – ручной ввод, Ф – «Файл данных», БД – база данных, Рп – расчет в пределах подпрограмм.



Рис. 6. Блок-схема подпрограммы «Фактическая сдвигка»

По завершении работы настоящего модуля в диалоговом окне «Главное меню» активируется кнопка «Результаты моделирования (сечения)», которая вызывает соответствующее окно (рис. 7), а в случае расчета пути множественным методом дополнительно активируется кнопка «Результаты моделирования (график)», запускающая подпрограмму «График изменения сил» (рис. 8).

PathCurve - Результаты моделирования (сечения)

Печать Поиск

Красным обозначены потенциально опасные сечения, если таковые имеются

№ сечения	№ оси	Удерживающая сила, Н	Сдвигающая сила, Н	Сдвигка, мм
1	1	55346.75	4828.05	-
1	2	55346.76	4828.05	-
2	1	48670.16	4037.38	-
2	2	48548.91	4145.00	-
3	1	44794.09	3307.79	-
3	2	44291.51	3694.85	-
4	1	43474.98	2800.07	-
4	2	42521.80	3449.85	-
5	1	44251.64	2615.24	-
5	2	42967.83	3378.40	-
6	1	46051.65	2677.77	-
6	2	44621.12	3403.25	-
7	1	49423.78	3316.40	-
7	2	48322.06	3608.70	-
8	1	52780.63	4233.61	-
8	2	52300.97	3917.83	-
9	1	55707.02	5277.42	-
9	2	55983.86	4333.74	-
10	1	57898.12	6234.73	-

Рис. 7. Результаты моделирования (сечения)

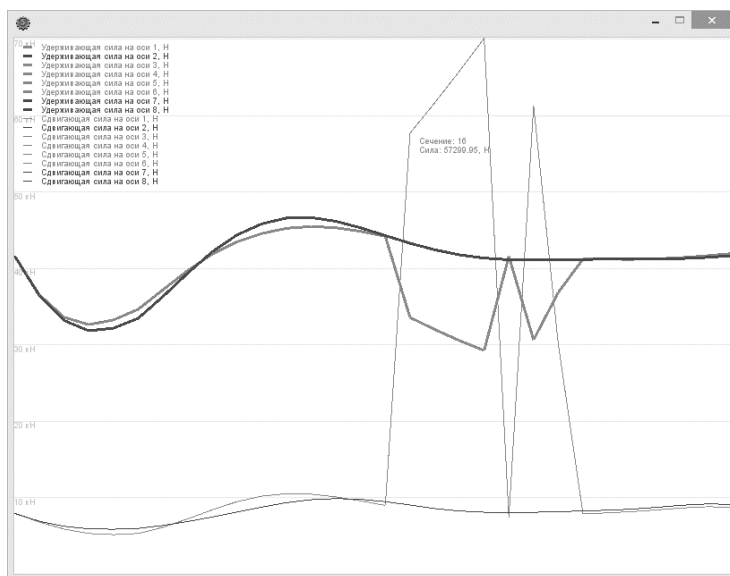


Рис. 8. Результаты моделирования (график)

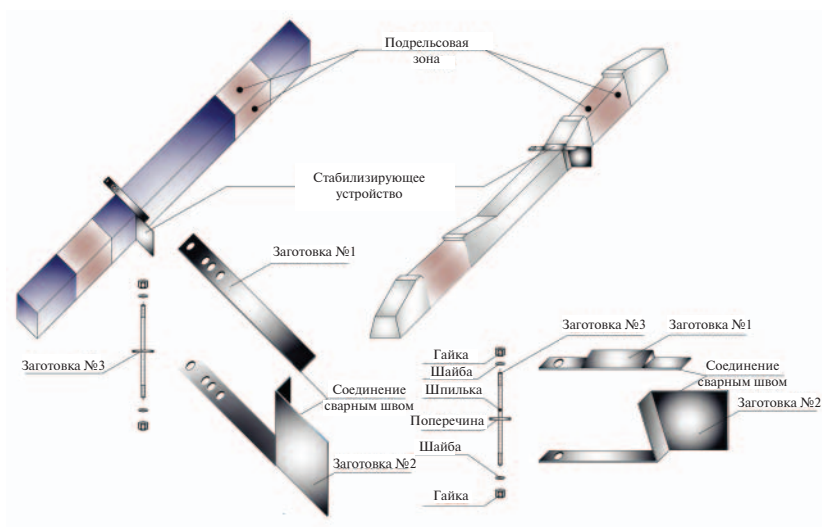


Рис. 9. Стабилизирующие устройства

Модуль «Вывод результатов» также переработан и дополнен подпрограммой «Стабилизирующие устройства». Настоящая подпрограмма имеет рекомендательный характер и позволяет в случае обнаружения потенциально опасных сечений криволинейных участков пути порекомендовать пользователю меры по устранению последних посредством применения «Стабилизирующих устройств» [3].

Стабилизирующие устройства (рис. 9) представляют собой дополнительный элемент верхнего строения пути, который устанавливается на шпалы, и предназначен для повышения значения величины удерживающей силы против сдвига РШР.

Настоящая подпрограмма работает по следующему алгоритму:

- 1) определяется наиболее неблагоприятное сечение пути, в котором разница между сдвигающей и удерживающей силой максимальна;
- 2) обуславливается целесообразность применения стабилизирующих устройств;
- 3) методом последовательного анализа определяется оптимальная эпюра расстановки стабилизирующих устройств.

На рис. 10 представлена блок-схема текущей подпрограммы.

Подпрограмма «Отчет» также претерпела изменения. Теперь пользователь может увидеть сформированный отчет в режиме предварительного просмотра. Кроме того, стали доступными функции печати напрямую из программы PathCurve с возможностью детального форматирования. Отчет по результатам расчета генерируется в файл *.htm, что позволяет открыть файл практически на любой платформе, вне зависимости от наличия офисного пакета приложений.

Перспективное направление разработки ПК PathCurve — повышение точности расчетов и достоверности результатов моделирования, в процессе которого из-за сложности взаимодействия системы «путь — подвижной состав» приходится использовать некоторые допущения и условности. Один из способов решения поставленной задачи — замена некоторых постоянных в расчетах характеристик переменными, которые имеют место в конкретных эксплуатационных условиях. Такая лимитирующая характеристика верхнего строения пути, как плечо балластной призмы, в настоящее время задается пользователем однократно для всего рассматриваемого участка. Предлагается получать значение данной величины в каждом расчетном сечении. Реализовать это можно благодаря современным методам лазерного и оптического сканирования посредством применения специальных программно-аппаратных комплексов для подвижного состава.

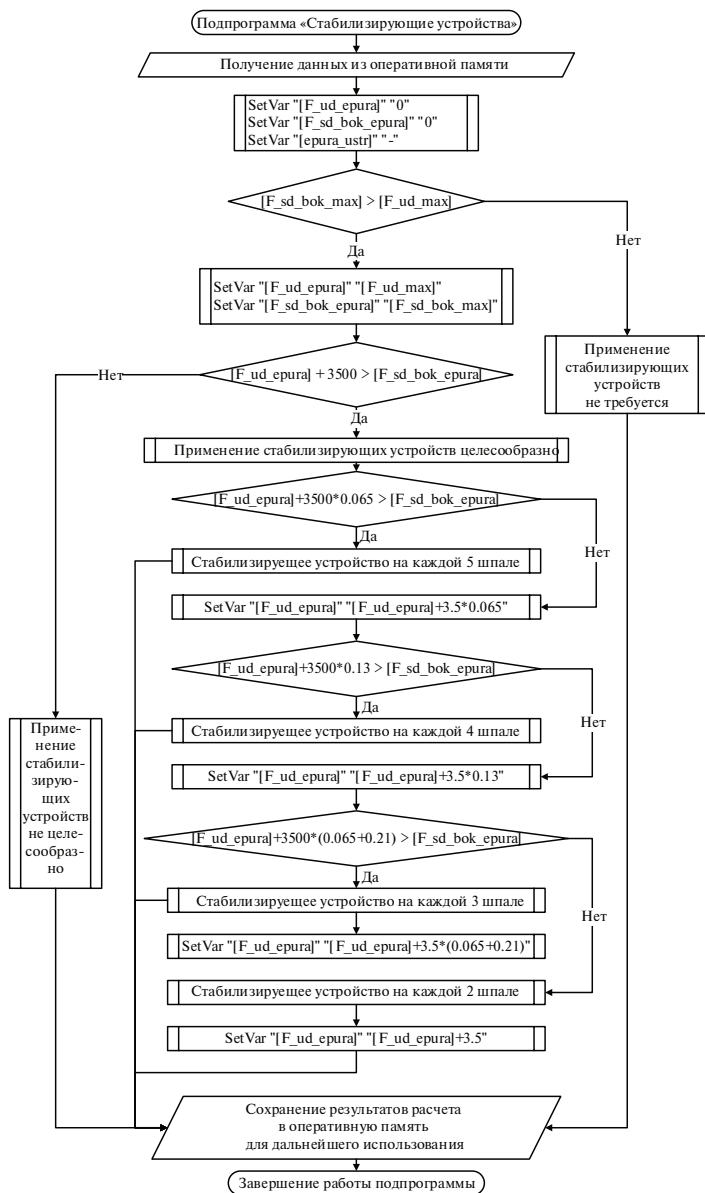


Рис. 10. Блок-схема подпрограммы «Стабилизирующие устройства»

Готовится к выходу версия программы, предназначенная для открытого тестирования, которая позволит учесть требования и пожелания конечных пользователей.

Программный комплекс PathCurve прост в обучении и использовании; расчеты производятся по действующей нормативной базе; визуализированы процесс и результаты расчета; предоставление рекомендаций по устранению потенциально опасных участков за счет применения инновационных разработок в сфере железнодорожного транспорта.

Применение настоящего ПК позволит повысить безопасность железнодорожных перевозок, а также снизить стоимость текущего содержания пути, посредством предупреждения развития неисправностей пути.

Литература

1. Мыльников М. М. Разработка программного комплекса моделирования поведения криволинейных участков пути в зависимости от эксплуатационных условий // Перспектива : сб. науч. тр. студентов / [под науч. ред. С. В. Бушуева, канд.техн.наук]. — Екатеринбург : УрГУПС, 2015. — Вып. 5 (210). С. 115—134.
2. ГОСТ 19.701—90. Единая система программной документации. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения. М. : Стандартинформ, 2010. 25 с.
3. Устройство для повышения поперечной устойчивости рельсошпальной решетки в балласте (варианты) : пат. 2339756 Рос. Федерации.

Н. Овсянников, С. Ревнивых, 2 курс

(научный руководитель – Н. Ю. Шумилова), филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения» в г. Тюмени

Повышение культуры обслуживания пассажиров на вокзале, в том числе маломобильных групп населения

Направленность железной дороги — это, в первую очередь, сокращение расходов и повышение доходности пассажирских перевозок за счет наибольшего привлечения пассажиров на железнодорожный транспорт. В условиях усиливающейся конкуренции между видами транспорта необходима реализация мероприятий, связанных с повышением качества и привлекательности железнодорожных пассажирских станций. Все условия и работы направлены на повышение культуры обслуживания пассажиров на вокзалах и в пути следования, увеличение объема сервисных услуг, совершенствование тарифной политики, в том числе и для маломобильной группы населения.

Мероприятия, улучшающие качество обслуживания

1. Автоматизация процессов жизнеобеспечения (интеллектуальное управление функционированием инфраструктуры и технических средств вокзала), при которой системы управления процессами жизнеобеспечения вокзального комплекса функционируют в едином информационном пространстве. Благодаря автоматизации достигается взаимодействие между системами с возможностью изменения режимов работы одних систем при получении соответствующей информации из других систем для обеспечения надёжности функционирования систем жизнеобеспечения, обеспечения комплексной безопасности на территории вокзала, эффективного потребления энергоресурсов вокзалом, продления срока службы технических средств, повышения уровня комфорта пассажиров и работников вокзала.

2. Возможность обеспечения дистанционного контроля из региональных ситуационных центров за функционированием систем жизнеобеспечения вокзалов и, при необходимости, возможность управления работой данных систем при возникновении нештатных ситуаций в целях оптимизации работы систем жизнеобеспечения данных вокзалов.

3. Применение инновационных технологий (в т. ч. нанотехнологий) и методов оптимизации инженерных и информационных систем для достижения максимального ресурсосберегающего эффекта, повышения комфорта пассажиров и работников вокзала, обеспечения требуемого уровня санитарно-гигиенических условий.

4. Применение технологий «Зеленое здание», отвечающих европейским стандартам Green Building.

«Зеленое здание» позволяет использовать технологии, минимизирующие отрицательное воздействие инфраструктуры вокзала на окружающую среду и повышающие уровень комфорта для посетителей.

5. Оптимизация процессов обслуживания пассажиров путём максимально удобного расположения объектов, связанных с обслуживанием посетителей и их информированием, с учетом требований энергоэффективности и создания максимального уровня комфорта для пассажиров и работников вокзала.

Автоматизированные системы управления жизнеобеспечением вокзала (АСУЖВ)

АСУЖВ уже внедрены на вокзале ст. Тюмень. Но все остальные мероприятия так и остаются на низком уровне развития.

Для реализации программы «Обустройство вокзалов для людей с ограниченными физическими возможностями» необходимо переоборудовать привокзальные площади, здания вокзалов, перроны вокзальных комплексов.

На данный момент в Тюменской области проживает около 109 тыс. инвалидов (8 % от общего числа населения). На Тюменском вокзале каждое информационное табло продублировано на азбуке Брайля, что позволяет слепым или слабовидящим пассажирам ориентироваться в здании железнодорожного вокзала. Также при входе в вокзал находятся специальные кнопки вызова сопровождения. Работники вокзала мгновенно помогут инвалиду любой группы добраться до платформы или до зала ожидания.

Через низко расположенные кассы человек на инвалидной коляске может без проблем купить билет на нужный ему поезд. У каждого человека существует потребность в передвижении, в том числе и у людей с ограниченными возможностями.

На железнодорожном вокзале ст. Тюмень переход пассажиров из зала ожидания на 2-ю, 3-ю и 4-ю платформы осуществляется через открытый пешеходный мост, который не позволяет передвигаться маломобильным группам населения и не отвечает требованиям транспортной безопасности — имеется возможность прохода на посадочные платформы и к поездам без проведения досмотровых мероприятий, отсутствует видеонаблюдение.

Пассажирский мост построен в 1978 г., его полная реконструкция требует немалых вложений. Поэтому нужно подумать о других альтернативных вариантах уже существующему сооружению.

Рассмотрим три варианта инженерных сооружений, которые могли бы маломобильным группам населения и населению в целом беспрепятственно попасть на любую из трех пассажирских платформ на ст. Тюмень. Первый — это строительство крытого пешеходного моста, соединяющего железнодорожный вокзал с каждой из платформ. Преимущества варианта: симметричное расположение по отношению к посадочным платформам и примыкание к вокзалу, что существенно увеличивает качества обслуживания пассажиров. Такой мост будет примыкать к вокзалу, что поможет инвалидам беспрепятственно выйти на нужную им платформу, не выходя на улицу. Недостатки этого проекта: требуется уширение междупутий станции, дороговизна (строительство и последующая эксплуатация моста — самые затратные среди других вариантов).

Второй вариант предусматривает строительство пешеходного моста рядом с уже существующим. Мост не будет примыкать к вокзалу, как предыдущий, что создает некие неудобства для людей, в том числе для маломобильной группы населения, но зато он менее затратен по строительству, содержанию и эксплуатации. Лучшая альтернатива уже существующему мосту. Недостатки в том, что сооружение будет располагаться несимметрично по отношению к посадочным платформам и будет находиться на удалении от места массового скопления пассажиров. Требуется уширение междупутий.

Третий вариант — продление тоннеля до третьей платформы. Данный проект является одним из самых привлекательных. Тоннель очень удобен из-за своего расположения. Он будет примыкать к вокзалу

и располагаться симметрично ко всем пассажирским платформам. Этот вариант менее затратен. Для строительства тоннеля не требуется уширения междупутий станции, как при строительстве мостов, есть возможность создания лифтового подъемника меньшего размера по сравнению с лифтами в мостовых устоях. Недостатками тоннеля можно считать высокие грунтовые воды и то, что он станет безальтернативным путем выхода на пути после демонтажа моста.

Все эти проекты имеют право на существование, каждый из них мог бы существенно повлиять на повышения качества комфорта пассажиров на вокзале, в том числе для маломобильных групп населения.

Ю. С. Панагушина, 4 курс

(научный руководитель – Н.В. Лугаськова, канд. биолог. наук),

Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

Автомобильный транспорт как источник загрязнения окружающей среды

Более 60 % загрязнений атмосферы в крупных городах вызвано работой автотранспорта [1]. Масштабы загрязнения и деградации окружающей среды достигают угрожающих размеров и представляют реальную опасность для здоровья населения. При эксплуатации автомобильных двигателей вырабатываются вещества, которые представляют собой сложную смесь из более чем двухсот компонентов, среди которых немало канцерогенных. На долю автотранспорта в России приходится 80 % выбросов свинца, 59 % оксида углерода, 32 % оксидов азота [2]. Рост уровня загрязнения происходит вследствие увеличения количества автомобилей и сжигания ими огромных объемов топлива, а также отсутствия на автомобилях современных средств снижения выбросов.

Екатеринбург относится к числу городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Наибольший вред причиняет автотранспорт, насыщающий воздух отработанными газами. Одна машина в год производит 750 кг вредных веществ, которые попадают в атмосферу. Выбросы от автотранспорта составляют более ста сорока тысяч тонн. Таким образом, загрязнение воздуха — это главная проблема экологии города [3]. В связи с этим перед нами поставлена задача: определить количество выбросов от автотранспорта на одной из улиц города. Самая неблагополучная экологическая обстановка наблюдается в Ленинском, Чкаловском и Верх-Исетском районах [4]. Для исследования количественной оценки уровня выбросов выхлопных газов выбрана магистральная ул. Черепановых (таблица 1, рис. 1).

Для расчета выбрана методика подсчета выбросов по видам используемого топлива, а также по наиболее опасным компонентам в выхлопных газах — оксиду углерода, углеводородам, диоксиду азота.

На первом этапе исследования проведены измерения интенсивности движения автомобилей в течение часа в утреннее время (10.00–11.00), дневное (14.00–15.00), вечернее (18.00–19.00). В качестве

объектов исследования учитывались: тяжелый грузовой транспорт – автобусы и грузовые машины, работающие на дизельном топливе, средний грузовой – микроавтобусы, а также легковые автомобили, работающие на бензиновом топливе.

Таблица 1

Характеристика ул. Черепановых

Застройка	Жилые многоэтажные здания по обеим сторонам проезжей части дороги
Протяженность, м	1900
Ширина проезжей части, м	8
Кол-во автоматических светофоров	2
Кол-во нерегулируемых пешеходных переходов	4
Кол-во остановок общественного транспорта	6
Кол-во перекрестков	2
Степень озеленения	Крайне низкая
Автомобильное движение по всей длине	Двухстороннее



Рис. 1. Ул. Черепановых

Для каждого вида транспорта рассчитывалось среднее количество проезжающих машин за час, а показатель интенсивности движения на исследуемой улице определялся их количеством за сутки (таблица 2).

Таблица 2

Интенсивность движения автомобилей на ул. Черепановых

Тип автомобиля	Время наблюдений, часы			Среднее кол-во авт./ч за три временных интервала	Среднее кол-во за сутки
	10.00–11.00	14.00–15.00	18.00–19.00		
Легкий грузовой	92	99	128	106	2563
Средний грузовой	80	91	104	92	2208
Тяжелый грузовой	3	15	15	11	278
Легковой	624	795	951	790	18969
Автобус	32	48	39	40	960
Общее количество	832	1050	1239	1040	24979

По результатам наблюдения установлено преобладание легковых автомобилей: 75 % по сравнению с другими видами автотранспорта. Наиболее интенсивное движение зафиксировано вечером. Согласно нормативным данным, интенсивность более 20 тыс. авт./сут соответствует высокому уровню [5].

На втором этапе рассчитан уровень загрязнения атмосферного воздуха в зависимости от вида сжигаемого топлива. Рассчитали количество топлива, сжигаемого транспортом на расстоянии, равном протяженности улицы, учитывая удельный расход топлива на 1 км пути. Для расчета общего пути, пройденного каждым видом транспорта по ул. Черепановых, использовали формулу:

$$L_i = N_i \cdot l, \quad (1)$$

где L_i – общий путь, пройденный каждым видом транспорта; N_i – количество автомобилей определенного типа за час; l – длина участка улицы, 1,9 км.

Количество топлива, сгораемого в двигателе автотранспорта за время проезда по улице:

$$Q_i = Y_i \cdot L_i, \quad (2)$$

где Q_i – количество топлива, л; Y_i – удельный расход топлива, л/км.

Результаты по расчету количества топлива, используемого автотранспортом за один час проезда по ул. Черепановых в зависимости от вида транспортного средства, представлены в таблице 3.

Таблица 3

Общий расход топлива каждого типа автотранспорта

Тип автотранспорта	Кол-во топлива, Q , л	
	бензин	дизельное топливо
Легкий грузовой	62,9	
Средний грузовой	54,2	
Легковой	180,3	
Тяжелый грузовой		7,2
Автобусы		32,3
Итого	297,5	39,5

По результатам расчётов, объем использованного бензина за это время составляет 297,5 л, а дизельного — 39,5 л., т.е. преобладание расхода бензинового топлива над дизельным оказалось более чем в семь раз.

Следующий этап работы — расчет объема выброса вредных веществ при сжигании бензинового и дизельного видов топлива. Наиболее опасное вещество, поступающее в атмосферный воздух при работе автомобильных двигателей, — это окись углерода, или угарный газ. Высокая концентрация газа в воздухе пагубно сказывается на здоровье человека, снижая доставку кислорода к органам и тканям организма. Симптомы отравления угарным газом проявляются в нарушении зрения, сильной головной боли, снижении работоспособности.

Под воздействием соединений группы углеводов происходит разрушение озонового слоя, расположенного в нижних слоях атмосферы. В результате у многих людей возникают такие проблемы со здоровьем, как затруднение дыхания, поражение легких и сердечно-сосудистой системы. Оксиды азота могут перемещаться на большие расстояния, нанося непоправимый вред здоровью людей и окружающей среде даже в удаленных от источника выбросов местах. Из-за задымления и смога у многих людей появляются проблемы с дыханием, возникают трудности с различением объектов на расстоянии [6].

Объем вредных веществ в воздухе исследуемой улицы рассчитывали с учетом эмпирического коэффициента, равного количеству

выбросов при сгорании топлива в двигателе за 1 км пути, с учетом общего количества израсходованного автомобилями топлива. Количество вредных веществ отдельно по каждому компоненту определяли по формуле

$$V_b = K_b \cdot Q_b, \quad (3)$$

где V_b — объем вредного вещества, выделяемого транспортом, л; K_b — эмпирический коэффициент; Q_b — количество израсходованного топлива, л.

Результаты расчетов представлены в таблице 4.

Таблица 4

Количество вредных веществ в воздухе

Вид топлива	Суммарный расход топлива, л	Кол-во вредных веществ, л		
		СО	C_5H_{12}	NO_2
Бензин	297,5	178,5	29,7	11,8
Дизель	39,5	3,9	1,17	1,6
Всего, V , л		182,4	30,8	13,4

Количество выбросов всех загрязняющих веществ существенно зависит от вида сжигаемого топлива. Наибольший выброс загрязняющих веществ поступает в атмосферный воздух от автомобилей, работающих на бензине. Как показали расчеты, основным загрязнителем атмосферного воздуха, независимо от типа двигателя автомобиля, является окись углерода. Теперь необходимо оценить концентрацию окиси углерода на ул. Черепановых с учетом интенсивности движения и ее основных характеристик:

$$K = (0,5 + 0,01 \cdot N \cdot K_r) \cdot K_a \cdot K_y \cdot K_c \cdot K_6 \cdot K_n, \quad (4)$$

где 0,5 — фоновое загрязнение атмосферного воздуха нетранспортного происхождения, мг/м³; N — суммарная интенсивность движения автомобилей за час (по нашим данным, это 1040,6 ед. автотранспорта); K_r — коэффициент токсичности автомобилей по выбросам СО, равный 1,38; K_a — коэффициент, учитывающий аэрацию местности, принятый нами 1,0; K_y — коэффициент, учитывающий продольный уклон улицы (уклон нашей улицы составляет примерно 2°, что соответствует коэффициенту 1,06); K_c — коэффициент, зависящий от скорости ветра (в период наблюдений скорость ветра составляла

6 м/с, что соответствует коэффициенту 1,0); K_6 — коэффициент, зависящий от относительной влажности воздуха (в период наблюдений влажность воздуха была 90 %, что соответствует коэффициенту 1,0); $K_{\text{н}}$ — коэффициент увеличения загрязнения воздуха у пересечения улиц, равный 17,5 [6]. Для вычисления значения этого коэффициента необходимо учитывать количество регулируемых и нерегулируемых пересечений.

В результате проведенных расчетов установили, что интенсивность движения автотранспорта на ул. Черепановых высокая с преобладанием легковых автомобилей, работающих на бензиновом топливе (75 % от общего количества). Наибольшее движение приходится на вечерний период. На улице выявлено преобладание автотранспорта, работающего на бензиновом топливе. За время учета общее количество выбросов угарного газа при сжигании бензинового топлива в 45 раз, углеводородов — в 25 раз, диоксида азота — в 7 раз выше, чем выбросы этих компонентов в окружающую среду при использовании дизельного топлива.

Концентрация окиси углерода на исследуемом участке составляет 358,4 мг/м³. Известно, что предельно допустимая концентрация окиси углерода в воздухе от автотранспорта равна 5 мг/м³, а значит, концентрация СО от выбросов автотранспорта превышена более чем в 70 раз.

Чтобы не допустить окончательного разрушения атмосферы, необходимо снижать уровень загрязненности в воздухе города. Это в первую очередь озеленение города, которое основано на самоочищении воздуха и не подразумевает масштабных градостроительных работ. Установлено, что в течение вегетационного периода древесной растительности, который на Урале составляет в среднем около полугода, одно дерево аккумулирует соединения свинца, поступающего в атмосферу при сжигании 130 л бензина [7]. Учитывая это исследование и применив его к результатам наших наблюдений, мы рассчитали, что количество зеленых насаждений, необходимых для нейтрализации вредных соединений от работы автотранспорта на ул. Черепановых, должно достигнуть 9887.

Литература

1. Справочник химика 21. Химия и химическая технология. URL: <http://chem21.info/info/2936/> (дата обращения: 15.01.2016).

2. Транспорт как источник загрязнения биосферы. URL: http://edu.dvgups.ru/METDOC/ENF/BGD/MONIT_SR_OBIT/METHOD/USH_POSOB/frame/2.htm (дата обращения: 22.01.2016).
3. Экология Екатеринбурга. URL http://www.dishisvobodno.ru/eco_ek.html (дата обращения: 23.01.2016).
4. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году».
5. ГОСТ Р 52033—2003. Автомобили с бензиновыми двигателями. Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния. М. : Госстандарт России.
6. Выхлопные газы. URL: http://www.breeeth.ru/knowledge_base/problems/exhaust/ (дата обращения: 23.01.2016).
7. Лугаськова Н.В., Сафронова Е.Б. Автомобильный транспорт — основной загрязнитель атмосферы больших городов : методические указания. — Екатеринбург, 2006 — 17 с.
8. Лес и атмосфера. URL: <http://www.activestudy.info/les-i-atmosfera/> (дата обращения: 2.02.2016).

А. Ревнивых, С. Ревнивых, 2 курс

(руководитель – И. Ю. Осипян), филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения» в г. Тюмени

Кто владеет запахом, тот владеет сердцами людей

В кругах маркетинга много работают над нахождением новых способов воздействия на потребителя. Ценовая политика, скидки, реклама, билборды, раздаточный материал — давно известные маркетинговые приемы — уже перестают работать, не привлекают большое количество покупателей в магазины. Поэтому производители товаров, продавцы ищут другие методы воздействия на потребителя. Для того чтобы клиент в магазине чувствовал себя хорошо и задерживался на длительное время с вероятностью совершения покупки, маркетологи стали использовать ароматы, звуки для улучшения эмоционального состояния покупателя. Такой маркетинг называют нейромаркетинг, или сенсорный брендинг. Сенсорный маркетинг — одно из наиболее перспективных направлений воздействия на поведение потребителя. Запахи побуждают к определенной мотивации, определенным действиям. Аромамаркетинг — это направление сенсорного маркетинга, которое основывается на использовании запахов с целью стимулирования продаж.

Ароматы оказывают влияние на принятие решения покупателем на покупку того или иного товара, тем самым улучшают покупательскую способность. Ароматы оставляют в памяти покупателя ассоциативный след, связанный с визуальными впечатлениями или с пережившими эмоциями, в результате происходит мотивирование потребителей к покупке. Человеческая память очень крепка, особенно если какой-то запах вызывает прекрасные воспоминания. Некоторые запахи могут побудить давние воспоминания из детства или напомнить о приятных эмоциональных моментах жизни. По запаху человек оценивает свежесть продукта. Запах должен быть мягким, тонким, не вызывающим отрицательных реакций у покупателей, таким, чтобы человек не мог сам догадаться, почему ему нравится именно здесь. Но каждый магазин, каждый отдел должен иметь свой аромат, поскольку разные запахи вызывают разные эмоции. Доро-

гие бренды создают аромат, который в сознании потребителя будет связан только с этим товаром.

Аромамаркетинг — один из наиболее популярных на сегодняшний день способов воздействия на покупателя, появился впервые в 1990-х гг. Ученые, проводя исследования о воздействии ароматов на состояние человека, разработали запахи для различных сфер деятельности. В результате правильно распыленные ароматы заставляют потенциальных покупателей покупать больше на 15–30 %. В ароматизированных магазинах покупателю нравится проводить время и делать на 6 % больше незапланированных покупок. По статистике, примерно 15–20 % покупателей задерживаются в магазинах, где применяют аромамаркетинг. Ароматизируют не только большие продуктовые гипермаркеты, но и различные бутики, ювелирные, а также ароматы используют в автомобильных компаниях.

К аромамаркетингу прибегают чаще всего гипермаркеты, особенно приурочивают это к праздникам, сезонным или другим специальным акциям. Новый год в магазинах наполняется ароматом елки, хлебобулочные отделы — запахом свежеевыпеченной булки. Но могут использоваться и несколько аромакомпозиций. Помещения кафе, баров наполняют ароматами свежемолотого кофе и шоколада, продуктовые магазины — запахом огурцов, арбуза, в магазинах одежды используют ароматы лаванды, сандалового и красного дерева.

Ароматехнологии могут быть использованы для нейтрализации неприятных запахов, снятия чувства страха и стресса. В магазинах, где продают рыбу, чаще стали использовать запах лимона, в стоматологических кабинетах — аромат ванили.

Исследования влияния запахов на водителя во время движения автомобиля показали, что запахи ромашки, жасмина, лаванды расслабляют, запах еды делают его раздражительным, с запахом травы, хвойного леса водитель впадает в тоску. Самыми благотворно действующими на водителя запахами являются мята, корица, лимон, кофе — концентрируют внимание, снижают раздражительность, а морской запах выравнивает дыхание и снимает стресс. Для ароматизации используют ароматные свечи, запахи распыляют с помощью пара, сухого воздуха.

Ароматы можно использовать не только в маркетинговых мероприятиях, но и для работы в организации. В Японии ароматы используют для увеличения производительности труда рабочих и уменьшения стресса: цитрусовый запах — чтобы зарядить энергией, перечной

мяты — повысить бдительность, лаванды — помочь расслабиться. Реакция человека на запахи представлена в таблице.

Запах	Реакция
Ромашка, жасмин, лаванда, сандаловое дерево	Расслабленность
Еда, свежий хлеб	Раздражительность
Хвоя, трава	Тоска
Кожа, машинное масло	Кураж
Мята, корица, ваниль	Снижение раздражительности
Лимон, кофе, запах новой машины, роза, гвоздика, древесный запах	Концентрация внимания
Морской воздух	Снятие стресса
Груша	Возбуждение аппетита

На общие для всех людей рефлексy восприятия запаха всегда накладывается специфика конкретной культуры. У людей различных культур один и тот же запах может вызывать разные ассоциации. Специалисты по сенсорному маркетингу утверждают, что россияне подвержены его воздействию больше, чем европейцы.

Аромамаркетинг является одним из эффективных приемов привлечения покупателей в торговую сеть, увеличивает объемы продаж, создает фирменный стиль заведения, формирует благоприятную атмосферу для покупателей. К сожалению, сложно использовать аромамаркетинг из-за огромной вариативности подбора ароматов и непредсказуемости реакции покупателей. Аромат можно сравнить с оружием, действующим на чувства человека, требующим осторожности и индивидуального подхода в каждом отдельном случае. Существуют секреты успешного применения ароматов в маркетинговых целях: применение ароматических воздействий не должно вызывать аллергию, должно быть безопасным, правильно подобранным, точно дозированным.

На Западе эффективность аромамаркетинга известна давно. В России эта технология только начинает внедряться, но совсем скоро она будет постоянной.

Е. М. Ревягина, 5 курс

(научный руководитель – Е. А. Малыгин, канд. техн. наук),

Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

Технические устройства и правила безопасного прохода людей через линии высокоскоростного движения

Ежегодно на железных дорогах России травмируется более трех тысяч граждан.

По статистике, большинство случаев травмирования граждан происходит из-за нарушения ими правил нахождения в зоне железной дороги, в том числе из-за перехода железнодорожных путей в неподходящем месте [1].

Вопрос устройства прохода на действующих линиях высокоскоростного движения решается путем создания безопасного пешеходного прохода граждан через железнодорожные пути в одном уровне с рельсами.

Размещение пешеходных переходов зависит от интенсивности потоков людей, если отсутствуют переходы в разных уровнях с железнодорожными путями (мосты, тоннели).

Пешеходные переходы включают в себя инженерные сооружения и информационные системы. К инженерным сооружениям относятся настилы и лестницы, ограждения, осветительные установки и другие элементы. Информационные системы, в зависимости от категории перехода, включают в себя предупредительные знаки, плакаты, указатели, устройства автоматической сигнализации. По месту расположения пешеходные переходы подразделяются:

- на вокзальные (предназначены для взаимосвязи платформ, пассажирского здания и привокзальной площади между собой (с учетом пересечения пассажирами и багажом перронных железнодорожных путей));
- станционные (пересекают пути железнодорожной станции для организации движения пассажиров на пассажирские платформы и населения через железнодорожные пути);
- перегонные (расположены на железнодорожных перегонах и служащие для организации движения пассажиров на пассажирские платформы и (или) населения через железнодорожные пути);
- совмещенные с автомобильными переездами.

Пешеходные переходы подразделяются на три категории. Пешеходные переходы 3-й категории состоят из настила, ограждения, искусственного освещения. Необходимость применения искусственного освещения, установки и конфигурации ограждения на подходах к пешеходному переходу этой категории определяются в каждом конкретном случае исходя из местных условий. Информационная система пешеходных переходов 3-й категории включает в себя предупредительные надписи, знаки (указатели, плакаты). Пешеходные переходы 2-й категории включают в себя абсолютно такие же инженерные сооружения, что и переходы 1-й категории. Отличием второй категории является применение устройств автоматической сигнализации о приближении поезда. Линии высокоскоростного движения относятся к 1-й категории (рис.1).

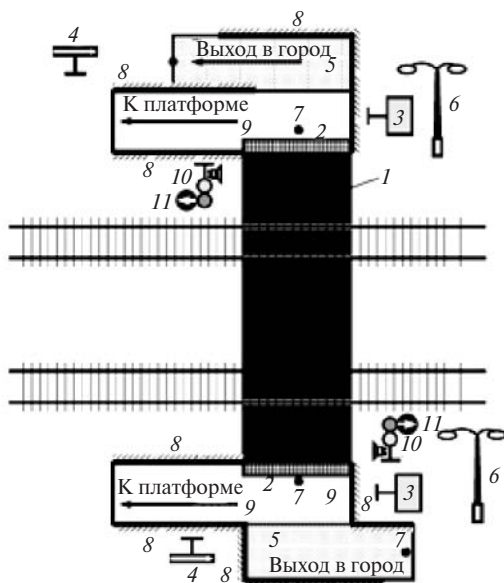


Рис. 1. Пешеходный переход 1-й категории [2]

- 1 – пешеходный настил; 2 – тактильный указатель; 3 – предупреждающий плакат; 4 – указатель места перехода через железнодорожные пути;
 5 – пешеходная дорожка; 6 – осветительная установка;
 7 – разделитель пассажирских потоков; 8 – заградительные барьеры;
 9 – зона накопления; 10 – светозвуковая сигнализация;
 11 – указатели направления движения поезда

Пешеходные переходы на высокоскоростных линиях состоят из настила, ограждения, искусственного освещения и зоны накопления пешеходов. Чтобы привлечь внимание пешеходов, при переходе линий высокоскоростного движения применяют предупредительные знаки (указатели, плакаты), а также устройства автоматической сигнализации о приближении поезда. Для повышения информированности пешеходов о направлении приближения поездов, номера пути, по которому проследует поезд, на пешеходных переходах могут применяться дополнительные технические средства (сигнальные знаки, синтезаторы речи, указатели направления движения поезда и т.д.).

Расстояние от настила перехода до элементов стрелочного перевода должно составлять не менее 20 м. Настилы пешеходных переходов укладываются перпендикулярно оси пересекаемого пути, что обеспечивает кратчайший и быстрый проход железнодорожных путей. Вид покрытия должен быть твердым, прочным, не допускать скольжения. При выборе покрытия необходимо ориентироваться на целевое назначение и учет возможных предельных нагрузок.

Во избежание перехода людей в неустановленных местах, в зонах накопления устанавливают направляющие ограждения. Они должны обеспечивать ориентацию потока пешеходов (пассажиров) таким образом, чтобы приближающийся поезд был в поле зрения в течение времени, достаточного (не менее 6 с) для принятия решения о возможности перехода. Ограждения должны быть окрашены в сигнальные цвета (чередование красных и белых полос).

Часть перехода, идущая вдоль железнодорожного пути, также имеет ограждение. При высокоскоростном движении расстояние от линии ограждения до крайнего рельса должно быть не менее 4 м. Минимальная допустимая ширина пешеходного перехода должна обеспечивать возможность безопасного перехода групп граждан при максимальной интенсивности пешеходного движения по всей длине пешеходного перехода. Ширина вокзального перехода Z_v выбирается в зависимости от пассажиропотока с учетом распределения по платформам пассажиров (в общем случае) как дальних, так и пригородных в соответствии с «Отраслевыми нормами технологического проектирования (ОНТП) железнодорожных вокзалов для пассажиров дальнего следования», принятыми и введенными в действие с 01.07.1998 указанием МПС России от 31.12.1997 № О-1 у.

Ширина поперечного сечения и пропускная способность пешеходных переходов других типов определяются по методике расчета

пропускной способности и основных планировочных параметров поперечного сечения в зависимости от расчетной интенсивности движения пешеходов в час пик по формуле:

$$Z_{01} = \frac{N_p}{P_0 r_0},$$

где P_0 — пропускная способность стандартной полосы пешеходного движения (измеряемая в чел.-ч) — предельно допустимое число пешеходов (суммарное в двух направлениях), которое может пропустить за 1 ч одна стандартная полоса движения (в основной зоне пешеходного движения) при нормативных условиях комфортности движения пешеходов. Для пешеходных переходов P_0 принимается равной 800 чел.-ч; N_p — расчетная интенсивность пешеходного движения.

Расчетная интенсивность движения N_p , чел.-ч, определяется по формуле:

$$N_p = N_{\text{набл}} K_1 K_2 K_3,$$

где $N_{\text{набл}}$ — интенсивность движения в час пик, установленная наблюдением, чел.-ч; K_1 — коэффициент сезонной неравномерности, принимаемый равным 1,1–1,3 в зависимости от сезона наблюдения. Для курортных городов коэффициент сезонной неравномерности должен учитывать сезонный прирост населения; K_2 — коэффициент, учитывающий прирост населения и увеличение его подвижности (обычно в пределах 1,2–1,4). В каждом случае K_2 следует определять по данным генплана (или ТЭО генплана) города, в котором имеются сведения о приросте населения и его подвижности; K_3 — коэффициент суточной неравномерности, учитывающий изменение суточных потоков пассажиров по двум наиболее загруженным дням недели, пятница + суббота, суббота + воскресенье — принимается равным не более 1,20.

Электроосвещение — обязательное условие для пешеходного перехода на высокоскоростных линиях. Светильники размещаются таким образом, чтобы исключать слепящее действие как на граждан при движении по пешеходному переходу и на подходах к нему, так и на машинистов при движении подвижного состава к месту размещения перехода. Включение и выключение искусственного освещения производится в автоматическом режиме.

Устройства автоматической сигнализации о приближении поезда на пешеходных переходах предназначены для извещения граждан

о приближении поезда к переходу с любого направления и включают в себя световую и звуковую сигнализацию.

К световой сигнализации относятся общепринятые светофоры с сигнальными головками (красного и зеленого цветов). Сигналом о приближении поезда для пешехода является красное показание светофора, сигналом разрешения для движения пешеходов — зеленое. Запрещающее показание сигналов светофора на пешеходных переходах (и отключение звукового сигнала) должно сменяться на разрешающее не позднее 15 с от момента полного освобождения поездом зоны пешеходного перехода [2].

Помимо светофоров, на пешеходных переходах применяется стрелочный указатель, который информирует людей о направлении движения приближающегося поезда. Для лучшей видимости стрелка горит красным цветом.

К звуковой сигнализации относится акустический извещатель с резервированием для железнодорожных переездов, в котором предусмотрено автоматическое переключение отказавшего извещателя на резервный. Данный извещатель предназначен для подачи звукового сигнала с целью оповещения о приближении поезда [3].

Звуковые сигнализаторы оповещения должны обеспечивать:

- превышение уровня звука формируемого сигнала над уровнем шума не менее 6 дБ для речевого информатора и не менее 10 дБ для мультитонального сигнала или звонка;

- уровень звукового давления формируемого сигнала на расстоянии 1 м от сигнализатора в направлении рабочей оси должен быть не менее 90 дБ в полосе частот 300–4000 Гц.

Звуковой сигнал сигнализатора подается для одно- и двухпутного участка мультитональным сигналом в диапазоне частот 300–4000 Гц с модуляцией по амплитуде с периодом 1–2 с.

Уровень звукового сигнала должен обеспечивать надежное восприятие в пределах всего пешеходного перехода. Звуковые сигнализаторы имеют регулировку уровня громкости день/ночь. Максимальный уровень звукового сигнала не должен нарушать санитарные нормы в ночное время.

В качестве средств формирования электрических сигналов, содержащих информацию о факте проследования осей подвижного состава и направлении движения, используются путевые электромагнитные парные датчики ДПЭП-М (рис. 2).

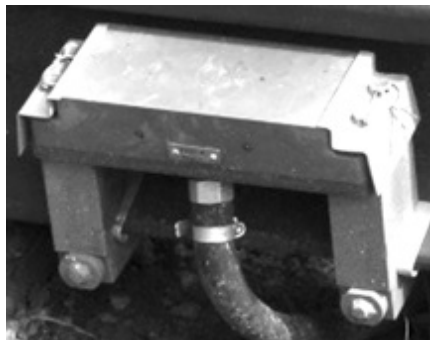


Рис. 2. Путьевой датчик типа ДПЭП-М [4]

Датчики крепятся к подошве рельса внутри колеи с помощью специализированных элементов крепления, которые должны соответствовать типу рельса [4].

Все технические устройства разработаны и установлены с целью обеспечения безопасных условий для людей, переходящих железнодорожные пути и охраны труда работников, занятых техническим обслуживанием высокоскоростных линий. Но не все относятся добросовестно к соблюдению правил нахождения и перехода через линии высокоскоростного движения, тем самым платят собственной жизнью.

Помимо технических устройств, немаловажным аспектом является соблюдение технологии работы станции.

Все операции, связанные с приготовлением маршрутов для пропуска ВСП, должны быть закончены за 10 мин до его проезда, кнопки «Скоростной поезд» нажаты. Не менее чем за 30 мин до прохода ВСП все съемные подвижные единицы (ремонтные вышки, путевые вагончики, съемные дефектоскопные тележки) должны быть сняты с путей, входящих в маршрут следования этого поезда, а также с путей, имеющих выход на маршрут его приема и оправления, и закреплены.

Запрещается выезд на перегон съемных единиц, а также моторно-рельсового транспорта несъемного типа, если до прохода ВСП остается менее 30 мин.

Не менее чем за 30 мин до прохода электропоезда работы по ремонту и текущему содержанию устройств по маршруту его пропуска должны быть прекращены, путь и другие устройства приведены в исправное состояние, материалы и инструменты с пути убраны, и не

позднее, чем за 10 мин до прохода электропоезда работники должны отойти в сторону поля на расстояние не менее 10 м от крайнего рельса. Возобновление работ разрешается только после прохода скоростного электропоезда.

При приближении ВСП к станции дежурный по вокзалу за 15 мин оповещает пассажиров по громкоговорящей связи путем трехкратного повторения текста сообщения с интервалом в 5 мин. При неисправности связи используется мегафон. На платформах, у билетных касс, на переездах должны быть вывешены объявления с указанием времени проследования поезда. Пассажиры должны отойти за ограничительный барьер. Проводники стоящих пассажирских поездов закрывают двери со стороны проходящего поезда. При следовании ВСП вблизи населенных пунктов машинист подает оповестительные сигналы большой громкости.

Все переезды на направлении должны быть оборудованы автоматической переездной сигнализацией, автоматическими шлагбаумами, заградительными устройствами (УЗП) и обязательно обслуживаться дежурными по переездам. При проходе поезда дежурные должны находиться в специально оборудованном безопасном укрытии. За 15 мин до прохода поезда автомобильное движение должно быть прекращено, плиты УЗП подняты, запасные шлагбаумы закрыты на замок.

Соблюдение вышеуказанных условий ведет к обеспечению безопасного прохода людей через линии высокоскоростного движения, но и к сокращению пропускной способности линии [5].

Литература

1. Горьковская железная дорога. URL: <http://gzd.rzd.ru/> (дата обращения: 12.12.15).
2. Распоряжение ОАО РЖД от 9 сентября 2010 г. № 1896р. URL: <http://files.stroyinf.ru/> (дата обращения: 12.12.15).
3. Транс-сигнал. URL: <http://www.trans-signal.ru/> (дата обращения: 13.12.15).
4. Пономарева В. М., Жукова В. И. Безопасность труда на железнодорожном транспорте. — М. : ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. Ч. 2. — 607 с.
5. Пегов Д.В., Ефстафьев А.М. Устройство и эксплуатация высокоскоростного наземного транспорта. — М. : ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. — 267 с.

УДК 625.042

И. Е. Рыбинцев, 4 курс

(научный руководитель — Ю.М. Кравченко), Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

Учет изменения температур закрепления рельсовых плетей на участках сварки машинами ПРСМ

Для восстановления рельсовых плетей используются два способа: алюминотермитная сварка методом промежуточного литья и путевыми рельсосварочными машинами ПРСМ с предварительным изгибом.

Алюминотермитная сварка рельсов при окончательном восстановлении плетей после вырезки дефектного места или сварки коротких и длинных плетей в сверхдлинные длиной до перегона должна производиться в соответствии с [1]. Окончательное восстановление плетей алюминотермитной сваркой производится при температуре закрепления $\pm 5^\circ\text{C}$. Разрешается восстанавливать плети алюминотермитной сваркой при температуре плетей выше или ниже их температуры закрепления с последующим перераспределением или разрядкой напругей способами, аналогичными после сварки машинами ПРСМ.

Окончательное восстановление плетей алюминотермитным способом промежуточного литья может производиться сразу после выявления опасного дефекта, требующего вырезки или после временного восстановления плети. Если плеть восстанавливается сразу после обнаружения дефекта, то при температуре рельсовой плети выше ее температуры закрепления из плети, в зоне обнаруженного дефекта, автогеном или бензорезом вырезается кусок рельса. Рельсорезный станок здесь не используется, так как при резке дефектного места сжимающие напряжения в плети заклинят рельсорезный диск. После этого обрезаются рельсорежными пилами концы плетей; создается расстояние, равное длине ввариваемого рельса (от 8 до 12,5 м), и два технологических зазора для алюминотермитной сварки. Каждому сваренному стыку присваивается порядковый номер, который наносится на расстоянии не менее 500 мм от сварного стыка. Дата сварки, темпера-

тура рельсов при сварке, расчетное и фактическое удлинение растягиваемого конца плиты записываются в журнал учета службы и температурного режима рельсовых плетей, а номер стыка, дата сварки и код предприятия в журнал учета алюминотермитной сварки. Каждый стык, сваренный алюминотермитным способом, отмечается белой несмываемой краской в виде двух вертикальных полос шириной по 10 мм, нанесенных на расстоянии 100 мм с обеих сторон сварного шва. Кроме того, полосы должны быть обязательно продублированы на накладке. При смене накладок полосы восстанавливаются.

При сварке методом предварительного изгиба машинами ПРСМ раскрепляется часть плиты согласно технологии [2]. На участке *BC* длиной 5 м для облегчения перемещения плиты гайки болтов креплений КБ-65 отвертывают на несколько оборотов, клеммы креплений типа ЖБР-65 переворачивают на 180° и затягивают усилием 100–150 Н·м, а монорегулятор креплений АРС-4 устанавливается на первую позицию. На участке *CD* длиной 40 м клеммы креплений КБ-65 и АРС-4 снимаются, а клеммы креплений типа ЖБР устанавливаются в монтажное положение.

Схема изгиба рельсовой плиты при сварке с предварительным изгибом показана на рис. 1.

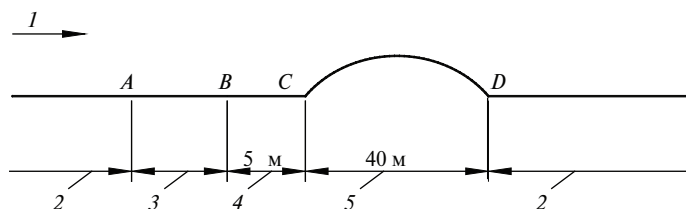


Рис. 1. Схема изгиба рельсовой плиты при сварке с предварительным изгибом машинами ПРСМ

A, B – места сварки; *C, D* – начало и конец изгиба плиты; *1* – направление движения ПРСМ; *2* – рельсовая плеть не раскрепляется; *3* – ввариваемый рельс; *4* – крепления ослабляются; *5* – крепления убираются

Рельсовую рубку сваривают с концами плиты в сечении *A* [2]. Раскрепленную часть плиты вывешивают и изгибают в горизонтальной плоскости на прямых участках в сторону оси пути или наружу, а на кривых – только в наружную сторону кривой. Изгиб плиты следует заканчивать, когда торец плиты совпадает с торцом приваренной ранее рель-

совой рубки. В процессе сварки изогнутая часть плети выпрямляется под действием продольного усилия, создаваемого сварочной машиной. По окончании сварки плетень не должен занимать исходного положения: стрела остаточного изгиба должна оставаться в пределах 0,15–0,25 м [2].

При сварке машинами ПРСМ методом предварительного изгиба в [2] не учитывается изменение температуры закрепления участка AD . В рамках данной работы предлагается произвести расчет и проанализировать значения удлинений участка CD и изменения за счет этого температуры закрепления локального участка.

Расчет удлинения локального участка за счет остаточной стрелы изгиба после окончания сварочных работ в нормативном диапазоне 0,15–0,25 м предлагается выполнить двумя способами и сравнить результаты между собой.

1. По формуле Гюйгенса. Расчетная схема участка изгиба рельсовой плети представлена на рис. 2.

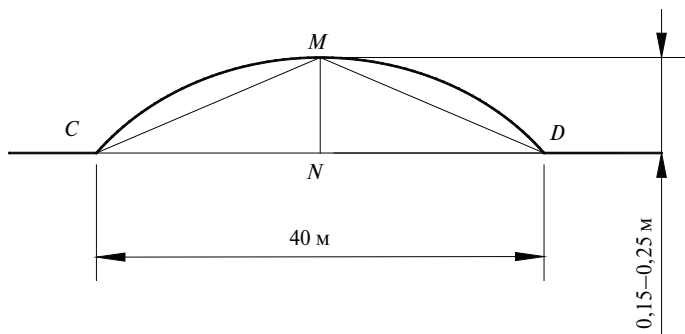


Рис. 2. Схема участка изгиба рельсовой плети

Точка середины дуги M лежит на перпендикуляре NM , проведенному к хорде CD через середину хорды N . Далее измеряют хорды CD и CM . Длина дуги выражается через формулу Гюйгенса [3] следующим образом:

$$K = 2 \cdot l + \frac{1}{3} \cdot (2 \cdot l - L), \text{ м} \quad (1)$$

где l – хорда CM , м; L – хорда CD , м.

Значение хорды CM можно определить из рис. 3.

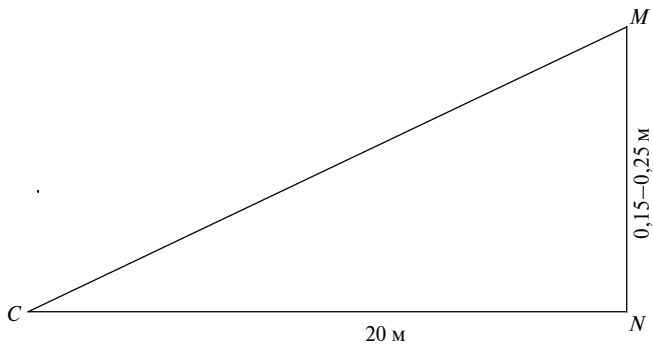


Рис. 3. Схема прямоугольного треугольника

1) Значение CM для стрелы изгиба 0,15 м: $CM = 20,00056$ м;

2) Значение CM для стрелы изгиба 0,25 м: $CM = 20,00160$ м.

После определения значения хорды CM при стреле изгиба 0,15 м и 0,25 м, определяется удлинение плети от изгиба по формуле (1).

1) При стреле изгиба 0,15 м: $K_1 = 2 \cdot 20,00056 + 1/3 \cdot (2 \cdot 20,00056 - 40) = 40,00150$ м.

Удлинение при данных значениях составит 1,50 мм.

2) При стреле изгиба 0,25 м: $K_2 = 2 \cdot 20,00160 + 1/3 \cdot (2 \cdot 20,00160 - 40) = 40,00417$ м.

При данных значениях удлинение составит 4,17 мм.

2. Вторым способом в качестве сравнения из рис. 4 можно определить удлинение плети через радиус и угол поворота дуги.

При значении стрелы изгиба f и длины участка L радиус R определяется:

$$OD^2 = ON^2 + ND^2,$$

$$R^2 = (R - f)^2 + (L/2)^2,$$

$$R^2 = R^2 - 2Rf + f^2 + L^2/4.$$

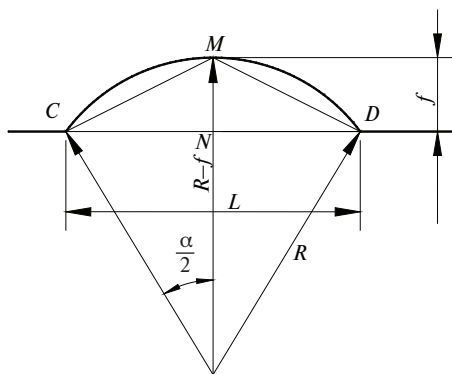


Рис. 4. Схема участка изгиба рельсовой плиты

Итоговая формула определения радиуса:

$$R = \frac{(L^2 + 4 \cdot f^2)}{8 \cdot f}, \quad \text{м} \quad (2)$$

Значение радиуса при стреле изгиба $f = 0,15$ м из формулы (2):

$$R = \frac{(40^2 + 4 \cdot 0,15^2)}{8 \cdot 0,15} = 1333,41 \text{ м.}$$

Зная радиус и длину хорды, определим угол α :

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{L}{2R} \Rightarrow \frac{\alpha}{2} = \arcsin \frac{40}{2 \cdot 1333,41} \Rightarrow \alpha = 1,718839009^\circ.$$

Тогда длина дуги будет равна:

$$K = R \cdot \alpha = 1333,41 \cdot 1,718839009 \cdot \frac{\pi}{180} = 40,00150 \text{ м.}$$

Удлинение составляет 1,50 мм.

Значение радиуса при стреле изгиба $f = 0,25$ м:

$$R = \frac{(40^2 + 4 \cdot 0,25^2)}{8 \cdot 0,25} = 800,125 \text{ м;}$$

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{L}{2R} \Rightarrow \frac{\alpha}{2} = \arcsin \frac{L}{2R} \arcsin \frac{40}{2 \cdot 800,125} \Rightarrow \alpha = 2,864639782^\circ.$$

Тогда длина дуги:

$$K = R \cdot \alpha = 800,125 \cdot 2,864639782 \cdot \frac{\pi}{180} = 40,00417 \text{ м.}$$

Удлинение составляет 4,17 мм.

С помощью вычислений первым и вторым способами определено окончательное значение удлинения локального участка после проведения сварочных работ плети при изгибе со значением стрелы 0,15 и 0,25 м. Теперь можно определить фактическое снижение температуры закрепления рельсовой плети после проведения сварочных работ по формуле, приведенной в [2]:

$$\Delta l = \alpha \cdot L \cdot \Delta t, \text{ м,} \quad (3)$$

где α — коэффициент температурного расширения рельсовой стали, равный $0,0000118 \text{ град}^{-1}$; L — длина плети, м; Δt — фактическое снижение температуры закрепления рельсовой плети после проведения сварочных работ, $^\circ\text{C}$.

На рассматриваемом участке (см. рис. 1) AD можно определить фактическое снижение температуры рельсовой плети при удлинении 1,5 мм, выразив Δt через формулу (3); тогда при значении $L = 40 + 5 + 12,5 = 57,5 \text{ м}$, $\Delta l = 1,5 \text{ мм}$ и $\alpha = 0,0000118 \text{ град}^{-1}$:

$$\Delta t = \frac{\Delta l}{\alpha \cdot L} = \frac{1,5 \cdot 10^{-3}}{11,8 \cdot 10^{-6} \cdot 57,5} = 2,2 \text{ } ^\circ\text{C},$$

при удлинении на 4,17 мм локального участка значение Δt составит:

$$\Delta t = \frac{\Delta l}{\alpha \cdot L} = \frac{4,17 \cdot 10^{-3}}{11,8 \cdot 10^{-6} \cdot 57,5} = 6,2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Из приведенных расчетов видно, что значение величины Δt для локального участка длиной 57,5 м при удлинении плети на 4,17 мм составляет 6,2 $^\circ\text{C}$.

Для наглядности изменения удлинения рельсовой плети на 40-метровом участке CD в зависимости от величины стрелы изгиба при нормативных значениях от 0,15 до 0,25 м построен график (рис. 5).

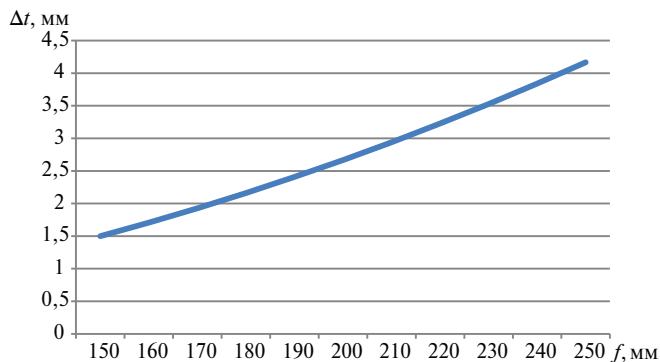


Рис. 5. График изменения удлинения рельсовой плети в зависимости от величины стрелы изгиба

Функциональная зависимость удлинения рельсовой плети от величины стрелы изгиба с коэффициентом корреляции, равным 1:

$$\Delta l = A \cdot f^2 + b \cdot f, \text{ мм}, \quad (4)$$

где $A = 6,6639 \cdot 10^{-5}$, $b = 1,6292 \cdot 10^{-5}$.

Так как просходит фактическое снижение температуры локального участка на участке изгиба, то изменяются температурные силы в плети, на которой происходит изгиб. На рис. 6 представлен график зависимости фактического снижения температуры локального участка Δt и температурных сил N_t , рассчитанных при условии длины участка 57,5 м.

Формула для расчета температурной силы:

$$N_t = \alpha \cdot E \cdot F \cdot \Delta t, \text{ кг}, \quad (5)$$

где α — коэффициент температурного расширения рельсовой стали, равный $0,0000118 \text{ град}^{-1}$; E — модуль упругости рельсовой стали, равный $2 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$; F — площадь поперечного сечения рельса (82,65 см² для рельсов типа Р65), см²; Δt — фактическое снижение температуры локального участка.

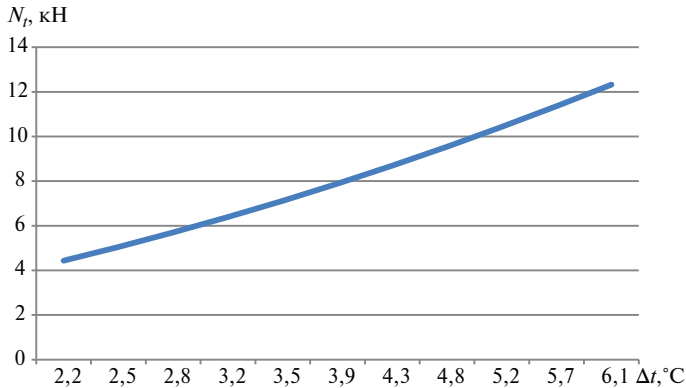


Рис. 6. График зависимости температурной силы N_t от фактического снижения температуры локального участка Δt

При изменении температурных сил происходит изменение коэффициента устойчивости пути $K_{\text{уст}}$ по формуле:

$$K_{\text{уст}} = \frac{[N_t]_{\text{уст}}}{N_t}, \quad (6)$$

где $[N_t]_{\text{уст}}$ – температурная сила по условию устойчивости, кг; N_t – температурная сила, кг.

На рис. 7 представлен график зависимости коэффициента устойчивости от температурных сил. Температурные силы рассчитаны для конкретных условий: фактическая температура рельса $t_{\phi} = 40^\circ\text{C}$, площадь поперечного сечения рельса типа Р65 $F = 82,65 \text{ см}^2$ и с учетом изменения температуры плети при изгибе Δt . В качестве примера расчета предлагается принять следующие значения: поперечное сечение рельса типа Р65 $F = 82,65 \text{ см}^2$, допустимое повышение температуры $[\Delta t_y] = 54^\circ\text{C}$ в прямом участке для рельсов типа Р65 и эпюры шпал 1840 шт./км, тогда температурная сила по условию устойчивости $[N_t]_{\text{уст}} = 111 \text{ кН}$.

В ходе расчета были определены значения снижения фактической температуры закрепления вследствие удлинения локального участка после сварки рельсовых плетей машинами ПРСМ методом предварительного изгиба, зависимость которых представлена на рис. 5

и формулой (4). Полученные значения фактического снижения температуры закрепления локального участка протяженностью 57,5 м изменяются от 2 до 6 °С при стреле изгиба от 0,15 до 0,25 м соответственно. График (рис. 6) показывает повышение температурных сил от фактического снижения температуры закрепления локального участка, что, в свою очередь, понижает коэффициент устойчивости. График зависимости коэффициента устойчивости от сжимающих температурных сил представлен на рис. 7. Так как из расчетов и графиков видно, что при увеличении остаточной стрелы изгиба происходит снижение коэффициента устойчивости, то локальный участок становится потенциально опасным. Температура закрепления этого локального участка не соответствует действительности, потому что не учтено значение фактического снижения температуры закрепления, поэтому существует опасность мгновенной потери устойчивости бесстыкового пути в летний период.

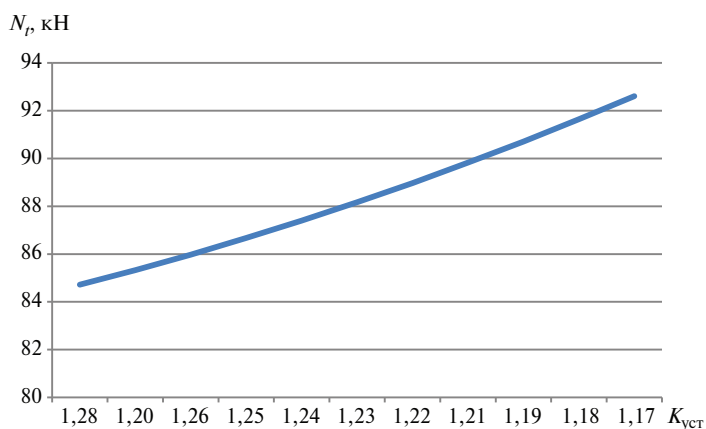


Рис. 7. График изменения коэффициента устойчивости $K_{уст}$ от температурных сил N_t

В качестве рекомендации предлагается осуществлять производство сварочных работ машинам ПРСМ методом предварительного изгиба, по возможности, при температуре выше температуры закрепления на величину 6–7 °С (± 5 °С).

Литература

1. ТУ 0921-127-01124323–2005. Сварка рельсов алюминотермитная методом промежуточного литья. М., 2005. 48 с.
2. Инструкция по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути. М., 2012. 138 с.
3. Веселовский И. Н. Христиан Гюйгенс. — М. : Учпедгиз, 1959. 112 с.

УДК 625.031.3

Д. Д. Сидоркин, 4 курс

(научный руководитель – Ю.М. Кравченко), Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

Численное определение фактических перемещений рельсошпальной решетки в плане при прохождении подвижного состава кривых участков пути

Прогнозировать появление и развитие неисправностей рельсовой колеи в плановом положении можно, если учесть мгновенные перемещения рельсошпальной решетки при прохождении подвижного состава по кривым участкам пути, возникающие от каждой отдельно взятой колесной пары, методика расчета которых представлена в работе [1]. Мгновенные перемещения рельсошпальной решетки в плане включают в себя упругие и остаточные деформации. Упругие деформации рельсошпальной решетки после прохождения подвижного состава исчезают, поэтому рельсошпальная решетка принимает свое первоначальное положение в плане. Остаточные деформации по мере их накопления и развития переходят в такую неисправность как рихтовка, которая может изменять свою степень отступления в плане от I–IV [5].

К степени I относятся отступления в плане, которые находятся в пределах норм устройства рельсовой колеи и не требуют выполнения работ по их устранению.

К степени II относятся отступления в плане, не требующие уменьшения установленной скорости движения поездов по данному направлению, но серьезно влияющие на плавность движения подвижного состава и интенсивность расстройств пути, особенно при частом повторении таких отступлений на километре. Они служат показателем необходимости проведения планово-профилактических работ по выправке и рихтовке пути, поэтому учитываются при расшифровке путеизмерительных лент, критерием для очередности проведения на километре планово-предупредительных работ. При большом количестве таких отступлений на километре планируется

сплошная выправка пути, при малом количестве — выборочная выправка (только в местах отступлений).

К степени III относятся отступления, которые при неустранении их после обнаружения могут за период до очередной проверки пути путеизмерительным вагоном достичь величин, значительно ухудшающих плавность движения поездов и повышающих интенсивность накопления остаточных деформаций пути, а некоторые из них могут даже перерасти в отступления, требующие уменьшения установленной скорости движения поездов. Поэтому такие отступления устраняются в первоочередном порядке (в течение двух-трех дней после обнаружения). При наличии на километре более шести (более трех при скоростях движения 60 км/ч и менее трех) отступлений степени III уменьшается установленная скорость движения поездов. В таких случаях работы по устранению отступлений степени III производятся без промедления.

К степени IV относятся отступления, вызывающие рост сил взаимодействия пути и подвижного состава до величин, которые при наличии неблагоприятных сочетаний с отступлениями в содержании и загрузке подвижного состава, нарушениях режима ведения поезда и др. могут привести к сходу его с рельсов. Поэтому при обнаружении отступлений степени IV уменьшается скорость или закрывается движение поездов (в зависимости от фактической величины отступления). Работы по устранению отступлений степени IV производятся без промедления.

В качестве расчетной модели численного определения остаточных деформаций предлагается применить гипотезу винклеровского основания.

Данная задача представляет собой статически неопределимую систему [2], в которой внутренние усилия не могут быть найдены без рассмотрения деформаций. Для определения внутренних усилий в сечении балки необходимо знать упругий отпор, который, в свою очередь, зависит от перемещения винклеровского основания.

Степень статической неопределимости такой системы теоретически можно считать равной бесконечности, поскольку эпюра отпора имеет бесконечно большое число ординат по длине основания.

В такой модели реальное основание в вертикальной и горизонтальной плоскостях заменяется бесконечным числом упругих, не связанных между собой пружин так, что реакция в каждой точке будет изменяться пропорционально перемещению данной точки.

В классическом виде величину интенсивности упругого отпора винклеровского основания можно определить следующим выражением:

$$r = k \cdot b \cdot v, \quad \frac{H}{m}, \quad (1)$$

где r — интенсивность упругого отпора, Н/м; k — коэффициент жесткости упругого основания (коэффициент постели), Н/м³; b — ширина подошвы рассматриваемого основания, м; v — перемещение подошвы основания, м.

Коэффициент постели k — физическая характеристика упруго-деформированных свойств основания. Экспериментально он определяется путем вдавливания в грунт жесткого штампа.

Пружины в винклеровском основании работают по закону Гука.

При деформации пружины возникает сила упругости, которая стремится восстановить прежние размеры.

Деформация называется упругой, если она исчезает после снятия вызвавшей ее нагрузки. Деформация считается пластической, если после снятия нагрузки она не исчезает или исчезает не в полной мере.

Адаптировав эти принципы к работе рельсошпальной решетки (РШР) в балластном слое в горизонтальной плоскости, силовое взаимодействие можно визуализировать в виде принципиальной расчетной схемы (рис. 1).

Мгновенные перемещения РШР включают в себя как упругие, так остаточные деформации, которые можно определить следующим выражением:

$$X_{\text{мгн}} = S_{\text{упр}} + S_{\text{ост}}, \text{ мм}, \quad (2)$$

где $S_{\text{упр}}$ — упругие деформации РШР, мм; $S_{\text{ост}}$ — остаточные деформации РШР, мм.

Состояние упруго-деформированного тела характеризуют механическим напряжением σ равно отношению модуля равнодействующей сил к площади поперечного сечения тела:

$$\sigma = \frac{\Delta F - r \cdot h}{A} = \frac{\Delta F - k \cdot b \cdot X_{\text{мгн}} \cdot h}{A}, \text{ Па}, \quad (3)$$

где ΔF — разность между сдвигающей и удерживающей силой, Н; r — интенсивность упругого отпора плеча балластной призмы, Н/м;

A — площадь торца шпалы, м^2 ; k — коэффициент постели плеча балластной призмы в горизонтальной плоскости, $\text{Н}/\text{м}^3$; b — ширина торца шпалы (осредненная по высоте), м ; $X_{\text{мгн}}$ — мгновенные перемещения РШР, мм ; h — высота шпалы в торце, м .

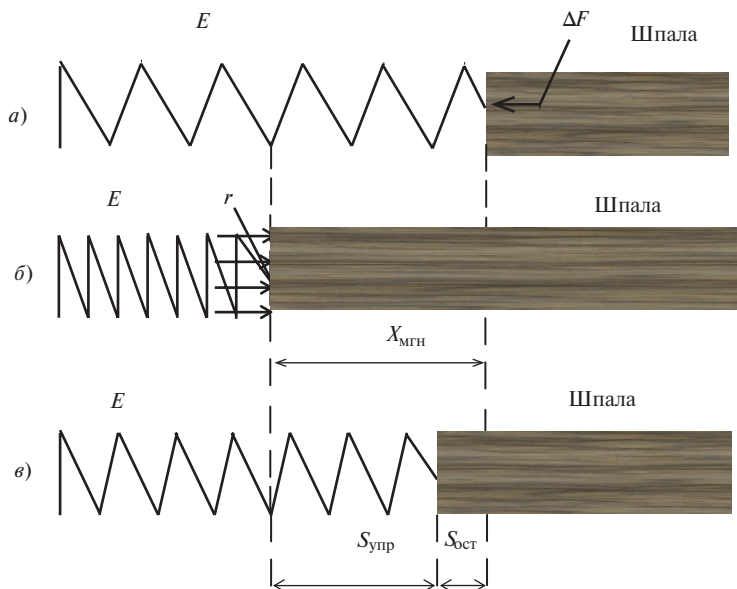


Рис. 1. Принципиальная расчетная схема

а — нарушение устойчивости РШР в балластной призме, когда возникает положительная разность между сдвигающей и удерживающей силой; *б* — мгновенные перемещения РШР в балластной призме от прохода конкретно взятой одиночной колесной пары; *в* — частичное отжатие РШР в свое первоначальное положение на величину упругого отпора и возникновение остаточной деформации от прохода конкретно взятой одиночной колесной пары; ΔF — разность между сдвигающей и удерживающей силой, Н ; E — модуль общей деформации плеча балластной призмы в горизонтальной плоскости, Па ; $X_{\text{мгн}}$ — мгновенные перемещения РШР, мм ; $S_{\text{упр}}$ — упругие деформации РШР, мм ; $S_{\text{ост}}$ — остаточные деформации РШР, мм , A — площадь торца шпалы, м^2 ; r — интенсивность реакции по торцу шпалы на винклеровском основании (упругий отпор), $\text{Н}/\text{м}$

Нормальное напряжение σ пропорционально относительной деформации ϵ плеча балластной призмы в горизонтальной плоскости:

$$\sigma = \varepsilon \cdot E, \text{ Па}, \quad (4)$$

где ε — относительная деформация плеча балластной призмы в горизонтальной плоскости; E — модуль общей деформации балластной призмы в горизонтальной плоскости, Па.

Система уравнений, описывающих зависимость мгновенных перемещений от остаточных деформаций, примет следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} \sigma &= \frac{\Delta F - k \cdot b \cdot X_{\text{мгн}} \cdot h}{A} \\ \sigma &= \varepsilon \cdot E \end{aligned} \right\}. \quad (5)$$

После преобразования системы уравнений (5) выражение примет вид

$$\frac{\Delta F - k \cdot b \cdot X_{\text{мгн}} \cdot h}{A} = \varepsilon \cdot E. \quad (6)$$

Относительная деформация балласта равна отношению остаточных деформаций к мгновенным:

$$\varepsilon = \frac{S_{\text{ост}}}{X_{\text{мгн}}}. \quad (7)$$

Подставив выражение (7) в формулу (6), получим:

$$\frac{\Delta F - k \cdot b \cdot X_{\text{мгн}} \cdot h}{A} = \frac{S_{\text{ост}}}{X_{\text{мгн}}} \cdot E. \quad (8)$$

Выразив из уравнения (8) остаточные перемещения РШР в кривых участках пути $S_{\text{ост}}$, получим:

$$S_{\text{ост}} = \frac{(\Delta F - k \cdot b \cdot X_{\text{мгн}} \cdot h) \cdot X_{\text{мгн}}}{A \cdot E}, \text{ мм}. \quad (9)$$

На отечественных железных дорогах все основные геометрические параметры рельсовой колеи измеряют с точностью до 1 мм, поэтому для получения остаточного перемещения необходимо ввести в выражение (9) переводной коэффициент.

$$S_{\text{ост}} = \frac{(\Delta F - 0,001 \cdot k \cdot b \cdot X_{\text{мгн}} \cdot h) \cdot X_{\text{мгн}}}{A \cdot E}, \text{ мм}. \quad (10)$$

Модуль общей деформации грунта E и коэффициент постели балласта k используются в качестве деформационных показателей и характеризуют упругие и остаточные деформации.

Модуль деформации или модуль Юнга является коэффициентом пропорциональности зависимости «деформация-напряжение».

Для оптимальной жесткости пути и минимальной интенсивности накопления остаточных деформаций РШР в горизонтальной плоскости балласт должен иметь модуль деформации в горизонтальной плоскости не менее 80 МПа [3]. При меньшем значении модуля деформации необходимо назначать дополнительные меры по укреплению или замене балласта.

Физико-механические характеристики балластных материалов, представлены в таблице.

Балластный материал	Фракция, мм	Модуль деформации E , МПа	Коэффициент постели k , МН/м ³
Щебень	25–70	80	250
	25–60	90	280
	5–40	120	375
Асбест	10–25	90	280
Гравийно-песчаный	3–60	100	313
	0,63–3	120	376

Ширина плеча балластной призмы должна обеспечивать устойчивость пути в кривых участках и обладать упругими свойствами. В кривых участках пути при прохождении подвижного состава возникают дополнительные поперечные силы. Поэтому в кривых участках ширина плеча балластной призмы с наружной стороны кривой должна быть уширена на величину, регламентированную действующими нормативными документами, в зависимости от реализуемых скоростей движения и радиуса кривой.

В качестве конкретного примера предлагается рассмотреть решение задачи по определению остаточных перемещений от прохода конкретно взятой одиночной колесной пары.

Дано: $F_{\text{сдвиг}} = 39930$ Н; $F_{\text{уд}} = 38140$ Н; $X_{\text{мгн}} = 0,012$ мм; щебеночный балласт фракции 25–70 мм с модулем деформации $E = 80$ МПа; $k = 250$ МН/м³; $h = 0,18$ м; $b = 0,25$ м; $A = 0,045$ м².

Определить: $S_{\text{ост}}$ — остаточные перемещения рельсошпальной решетки от прохода одной колесной пары.

$$S_{\text{ост}} = \frac{(\Delta F - 0,001 \cdot k \cdot b \cdot X_{\text{мгн}} \cdot h) \cdot X_{\text{мгн}}}{A \cdot E} =$$

$$= \frac{(39930 - 38140 - 0,001 \cdot 250 \cdot 10^6 \cdot 0,18 \cdot 0,012 \cdot 0,25) \cdot 0,012}{0,045 \cdot 80 \cdot 10^6} = 5,52 \cdot 10^{-6} \text{ мм.}$$

Методика численного определения фактических перемещений рельсошпальной решетки в плане при прохождении подвижного состава кривых участков пути нашла свое отражение в виде дополнительного расчетного блока в программном комплексе Patch Curve, разработанном на кафедре «Путь и железнодорожное строительство» ФГБОУ ВПО УрГУПС под руководством Ю. М. Кравченко. Расчетный блок подпрограммы «Расчет мгновенных и остаточных перемещений» представлен на рис. 2.

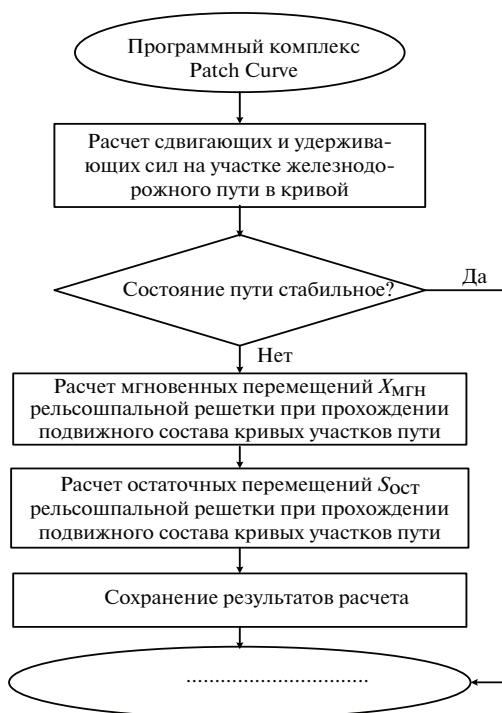


Рис. 2. Блок-схема подпрограммы «Расчет мгновенных и остаточных перемещений»

В программном комплексе Patch Curve реализуется возможность расчета перемещений РШР в плане в кривых как от отдельно взятой колесной пары, так и от прохождения бесконечного их множества [4].

Методика численного определения фактических перемещений рельсошпальной решетки в плане при прохождении подвижного состава кривых участков пути — принципиально новый подход в оценке возможного появления и развития неисправностей в плане. Учитывая остаточные перемещения рельсошпальной решетки, можно прогнозировать появление и развитие неисправностей рельсовой колеи в плановом положении и вовремя предупреждать их.

Литература

1. Сидоркин Д. Д. Перспектива : сб. науч. тр. студентов / [под науч. ред. П27 С. В. Бушуева, канд. техн. наук]. — Екатеринбург : УрГУПС, 2015. — Вып. 5 (210). — С. 195—203 с.
2. Александров А. В. Сопротивление материалов : учеб. для вузов. — М. : Высшая школа, 2003. — С. 560 с: ISBN 5-06-003732-0.
3. Дыдышко П. И. Руководство по определению физико-механических характеристик балластных материалов и грунтов : ОАО РЖД. Департамент пути и сооружений. ЦПИ-36. ВНИИЖТ, 2005. — 84 с. ISBN 5-94628-206-9.
4. Мыльников М.М. Перспектива : сб. науч. тр. студентов / [под науч. ред. П27 С. В. Бушуева, канд. техн. наук]. — Екатеринбург : УрГУПС, 2015. — Вып. 5 (210). — С. 115—134.
5. Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути ЦП-774/ МПС России. М. : Транспорт, 2013. 223 с. ISBN 5-277-02210-4.

Ю. Э. Смирнова, магистрант

(научный руководитель — О. Р. Ильясов, д-р биол. наук), Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

Оценка физиологического состояния работника с использованием стабิโลграфических исследований

Здоровье работающего населения и организация здоровой рабочей среды принадлежат к числу наиболее ценных активов общества, государства. Здоровый труд — это важная стратегия не только для обеспечения здоровья работников, но также для позитивного вклада в национальную экономику.

Актуальность современных проблем, связанных с обеспечением безопасности работ на предприятиях и в организациях гражданской авиации (ГА), обусловлена неудовлетворительным состоянием науки, образования и культуры в области безопасности жизнедеятельности человека. До сих пор исследования по проблемам производственной безопасности недостаточны из-за отсутствия единой, скоординированной методологии, объективных критериев ее оценки и др. факторов.

Транспортная стратегия РФ предусматривает поэтапное интегрирование базовых принципов устойчивого развития, согласно которым решение задач удовлетворения потребностей общества в перевозках не должно вступать в противоречие с приоритетами охраны труда и производственной безопасности. Анализ публикуемых статистических данных по травматизму в ГА показывает, что вопросы безопасности труда в авиационных предприятиях (АП) приобрели большое внимание на уровне государства и предприятий ГА [1–7].

ГА как отрасль, связанная с особыми условиями производственной деятельности, с высоким уровнем ответственности за принимаемые решения накопила большой опыт в использовании нормативных методов управления. Однако этого недостаточно, и отсутствие научного подхода к таким важным проблемам, как проведение анализа производственной и технологической безопасности, несколько сдерживают решение этой проблемы. Проведенные нами исследования позволяют усовершенствовать систему управления безопасно-

сти труда путем применения новых вероятностных критериев и методов оценки ее уровня.

Каждый работник, каждый руководитель любого ранга должны быть заинтересованы в организации работ по безопасности труда.

Безопасность труда — состояние условий труда, при котором исключено воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов.

Приобретение навыков для разработки мероприятий по снижению тяжести труда работников и как следствие — уменьшение рисков, связанных с травматизмом, использование простого, эффективного метода проверки физиологического состояния персонала.

Предложенные рекомендации могут быть внедрены в локальные нормативные акты предприятия как средство улучшений условий труда.

Результаты научно-исследовательской работы могут быть использованы в практической деятельности специалистов по охране труда, физиологии человека, в учебном процессе при чтении лекций, проведении лабораторно-практических занятий.

Цель экспериментальных исследований — проверка на практике возможности оценки физиологического состояния работников в процессе деятельности с помощью стабелографической платформы. Особенность разработки — возможность оценки ФС работника в процессе его профессиональной деятельности без необходимости отвлечения человека от работы. Оценка ФС производится в реальном времени, путем обработки стабелографических сигналов и выделения значимой информации. Все существующие средства оценки ФС сводятся либо к оценке физиологических, психофизиологических и психологических параметров испытуемого перед началом работы, либо к контролю физиологических показателей во время рабочей смены с обязательным креплением электрофизиологических электродов к поверхности тела испытуемого, что имеет следующие недостатки:

- а) физический дискомфорт, связанный с ограничением перемещений и движений тела человека в пространстве;
- б) психологический дискомфорт, создаваемый самой процедурой мониторингирования на фоне выполняемой деятельности;
- в) невозможность длительного ведения контроля из-за раздражения покровов тела наложенными на них датчиками;
- г) необходимость в периодическом восстановлении контакта между датчиками и поверхностью кожи (смена пасты, физраствора и т.п.).

Задачи экспериментального исследования

Отработка методики проведения экспериментальных исследований с использованием стабилографа «Стабилан-01».

Получение оценочной характеристики напряженности при увеличении нагрузок на испытуемого.

Набор и сравнение значимых данных стабилографических исследований испытуемых.

В экспериментах принимали участие две группы испытуемых. Исследования проводились с 12.30 до 13.00, три дня в один и то же день недели (рис.).

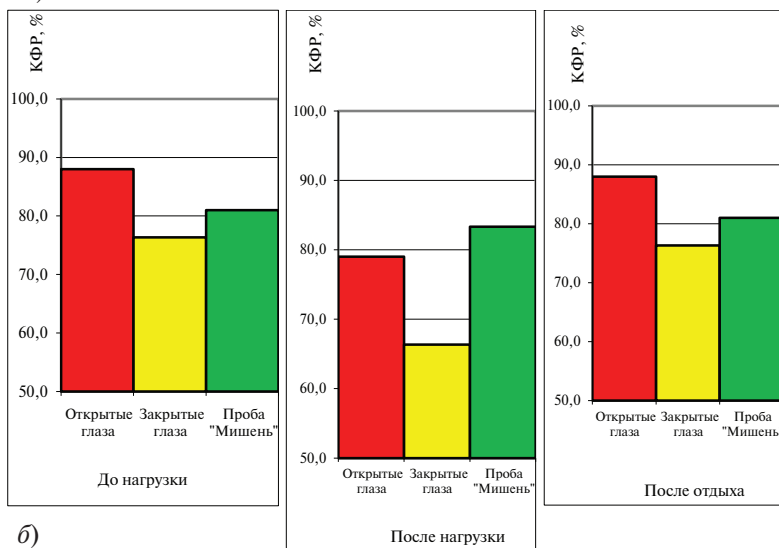
Ежедневные пробы состояли из трех исследований: а) до нагрузки, б) после нагрузки, в) после отдыха. Каждое исследование проводилось согласно методике.

Каждый эксперимент начинался до нагрузки, с пробы «Допусковый контроль» на стабилографе «Стабилан-01». Перед вторым исследованием испытуемые подвергались нагрузкам, энергетические затраты которых составляли приблизительно 60–75 ккал. После повторного проведения стабилографических исследований «Допусковый контроль» испытуемым предлагалось отдохнуть 20 мин и в третий раз проводились стабилографические исследования «Допусковый контроль». После исследований выведены результаты оценки, усредненные показания которых представлены на рис.

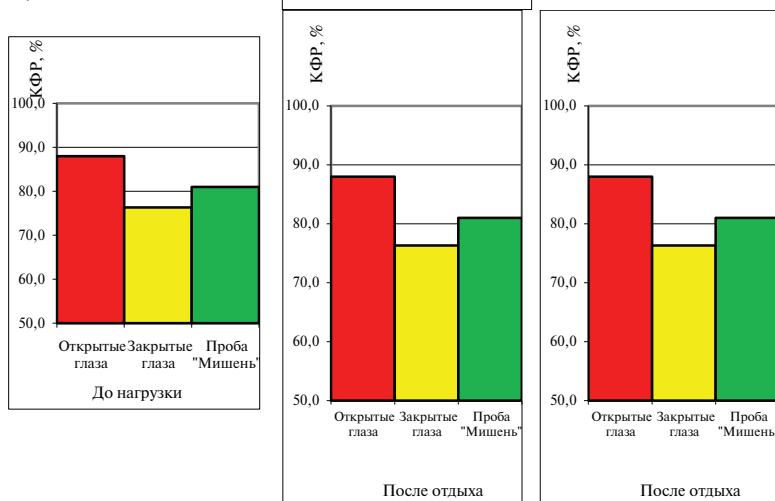
Выявлено, что значения показателя КФР перед началом эксперимента заметно лучше, чем при обследовании после нагрузок, и даже 20-минутного отдыха недостаточно для полного восстановления. Такая картина демонстрируется на каждом повторе эксперимента.

Обычно показатель КФР для первого этапа выше показателя для второго этапа, это объясняется тем, что человек привык в пространстве ориентироваться опираясь на зрение. Когда глаза закрываются, приходится ориентироваться опираясь на внутренние ощущения, которые не всегда оказываются верными. Третий этап пробы интересен тем, что в отличие от предыдущих этапов человеку приходится сосредоточиться на минимизации движений тела для выполнения задания теста. Общая усталость постоянно накапливается и отрицательно влияет на результат тестирования. Обычно после окончания смены результат теста ниже результата, полученного перед началом работы. Обратное значение данного показателя чаще встречается в результате недостаточного отдыха испытуемого перед третьим этапом эксперимента.

а)



б)



Усредненные показатели коэффициента физиологического
равновесия испытуемых

а – диаграмма первой группы испытуемых;

б – диаграмма второй группы испытуемых

Таким образом, применяя стабิโลграфическую пробу «Допусковый контроль», можно оценить изменения физического состояния испытуемого через снижение коэффициента физиологической устойчивости даже при очень незначительном повышении физических нагрузок испытуемых; после отдыха показатели восстанавливались практически до исходных значений.

В целях профилактики развития утомления и перенапряжения различных систем работающих, ускорение протекания восстановительных процессов, в т.ч. и в рабочее время, повышение профессиональной и общефизической подготовки должны сочетаться с восстановительно-профилактическими мероприятиями (производственная гимнастика и др.) в течение рабочего дня.

Проводимые оздоровительные мероприятия должны носить комплексный характер и учитывать специфику трудовой деятельности лиц различных профессий, быть максимально приближены к рабочим местам для использования как в рабочее время, так и после работы.

Исследования проводились по выбранным методикам, повторяемость эксперимента установлена трехкратными повторными исследованиями. Именно по этой причине было принято решение о построении диаграммы в среднестатистических значениях.

Внедрение рекомендаций по комплексной профилактике снизит риск развития функционального перенапряжения нервно-мышечной системы и опорно-двигательного аппарата спины и будет способствовать снижению числа профессиональных заболеваний спины, предупреждению развития тяжелых форм патологии с инвалидизацией, совершенствованию медико-социальной экспертизы, ускорению восстановительных и реабилитационных процессов после болезней и травм. В ходе стабิโลграфических исследований и обработки экспресс-оценки физического состояния человека в экспериментальных условиях получены зависимости изменения физического состояния испытуемого через снижение коэффициента физиологического равновесия и изменении ЧСС и артериального давления даже после очень незначительного повышении физических нагрузок.

Подтверждена правильность подхода по формированию индивидуальных норм физического состояния работников на основе методов и средств компьютерной стабิโลграфии.

Литература

1. Измеров Н. Ф. Профессиональные болезни : учебник для студентов учреждений высш. проф. образования. — М. : Академия, 2011. — 464 с.
2. Дрофа В. В. Анализ общего состояния и состояния кадров предприятий авиационной промышленности и воздушного транспорта в России / Социально-экономические проблемы трудовых отношений : м-лы Международн. науч.-практ. конф. / Омск, 2007. С. 21—28.
3. Измеров Н. Ф. Перспективные пути реализации охраны здоровья работающего населения в ближайшее десятилетие / М-лы 3-го Всероссийского съезда врачей-профпатологов / Новосибирск, 2008. — С. 8—21.
4. Измеров Н. Ф. Национальный проект «Здоровье»: роль медицины труда // Медицина труда и пром. экология. 2007. № 12. С. 4—8.
5. Медведев В. Т. Охрана труда и промышленная экология. М. : «Академия», 2010. 416 с.
6. Девисилов В. А. Охрана труда : учебник. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Форум ; ИНФРА-М, 2005. 448 с.
7. Марченко Д. В. Охрана труда и профилактика профессиональных заболеваний : учебное пособие. Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. 262 с.

С. А. Стаценко, 5 курс

(научный руководитель – Е. А. Малыгин, канд. техн. наук),

Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

Влияние человеческого фактора на безопасность движения на транспорте

Опасное состояние — состояние движения, при переходе в которое возникают поражающие факторы, создающие опасность для здоровья и жизни пассажиров, персонала железных дорог, населения, для грузов, объектов внешней среды и технических средств железных дорог [1]. Нарушения безопасности движения в поездной и маневровой работе на железных дорогах (рис. 1) классифицируются на крушения поездов, аварии, особые случаи брака в работе, случаи брака в работе.

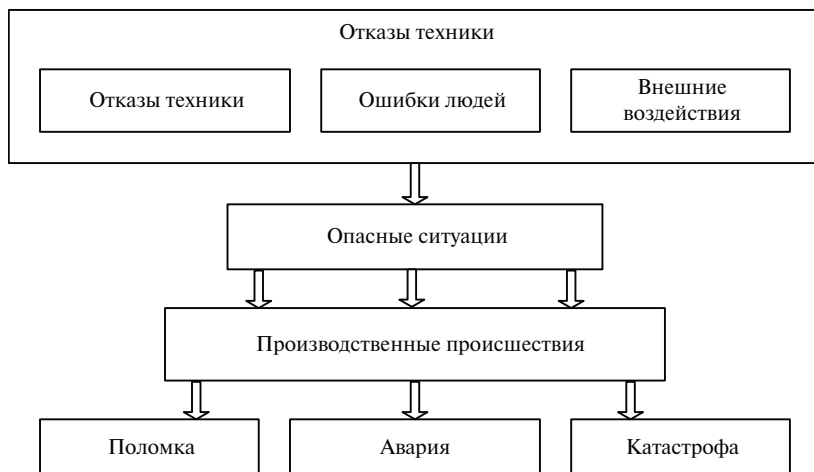


Рис. 1. Схема связи терминов безопасности

Человеческий фактор — многозначный термин, описывающий возможность принятия человеком ошибочных или алогичных решений в конкретных ситуациях. Выражение «человеческий фактор»

часто используется как объяснение причин катастроф и аварий, повлёкших за собой убытки или человеческие жертвы [2].

Понятие «человеческий фактор» характеризуется чрезвычайной многогранностью и сложностью. Это комплекс всех качеств человека, влияющих на безопасность жизнедеятельности, происхождение транспортных происшествий и аварий. Теоретически в это понятие также могут быть включены все явления в организации безопасности движения, так или иначе связанные с человеком. Основные моменты, которые определяют уровень надежности: физиологическое и психологическое состояние человека, инженерная психологическая и профессиональная подготовка, эргономика рабочего места, морально-волевые качества работника, медицинский и психологический отбор, контроль функционального состояния во время работы, медицинская и психологическая поддержка [3].

Основными причинами аварий и катастроф на железнодорожном транспорте являются неисправности пути, подвижного состава, технических средств управления, ошибки работников, отвечающих за безопасность движения поездов, и т.д. Более 40 % железнодорожных аварий и катастроф происходит по вине путейских рабочих. Среди катастроф и аварий различают: сход подвижного состава с рельсов, столкновения, наезды на препятствия на переездах, пожары и взрывы в подвижном составе на перегоне или станции. По виду подвижного состава выделяют транспортные происшествия с пассажирскими поездами, грузовыми поездами, одновременно с обоими поездами, крушения поездов в метрополитене.

Программа повышения безопасности движения, которая является неотъемлемой частью Стратегии развития, рассчитана на долгосрочную перспективу. Она предусматривает внедрение во всех хозяйствах отрасли технических средств, отвечающих возрастающим требованиям предупреждения аварийности, повышения надежности и безопасности железнодорожного транспорта. Имеются два основных направления снижения числа транспортных происшествий и, соответственно, уменьшения тяжести последствий происшествий такого рода. К первому относится разработка технических средств, которые бы не допускали несчастных случаев на транспорте. И хотя это направление неуклонно развивается и совершенствуется, его одного явно недостаточно. Что касается второго из упомянутых стратегических направлений, к нему относятся совершенствование отбора и подготовки операторов транспортных средств, а также улучшение

условий для их профессиональной деятельности. Несмотря на тесное взаимодействие между собой, каждое из направлений обладает собственной научной и технической спецификой. Конечная цель, которую преследуют оба направления, едина, но они различаются между собой по эффективности. Отсюда следует, что, не дожидаясь, пока будут созданы безопасные средства передвижения, необходимо обратить первостепенное внимание на кадры, систему их отбора и подготовки, а также на анализ их деятельности, в частности, на возникающие в процессе ее ошибки. Это направление, в свою очередь, можно разделить на две линии, связанные с определенной областью тех задач, которые требуют решений. Одна может быть обозначена как линия, направленная на то, чтобы исключить условия, способствующие опасному поведению, например, машинистов и локомотивных бригад. Это как внутренние факторы (болезнь, утомление, алкоголь, наркотические и лекарственные препараты), так и внешние факторы, способные провоцировать ошибочные действия (помехи в работе, стрессоры и пр.). Другая — это необходимость учитывать закономерности психики, действие и в нормальных условиях, и в аварийных ситуациях.

Для снижения роли человеческого фактора в транспортном процессе необходимо укрепление дисциплины и обеспечение строгого соблюдения технологии перевозочного процесса, а также проведение комплекса профилактических и социально-психологических мер, обеспечивающих безопасность поездной и маневровой работы:

- укомплектование и расстановка кадров в соответствии с установленными нормами и профессиональными требованиями, научно обоснованная организация труда и управления производством;

- профессиональный отбор кадров на должности, связанные с движением поездов;

- медицинское обследование работников;

- обучение кадров и повышение их квалификации;

- анализ состояния безопасности движения, выявление узких мест, разработка и осуществление мер по их устранению;

- материальные и моральные формы стимулирования обеспечения безопасности движения, материальная ответственность за причиненный ущерб от брака;

- расследование каждого случая нарушения безопасности.

Литература

1. Причины железнодорожных катастроф. Оценка потерь и ущерба от аварий на железных дорогах России. URL: <http://www.1520mm.ru/catastrophe/main.phtml> (дата обращения: 20.01.2016).
2. Влияние человеческого фактора на аварийность на транспорте. //URL:<http://refwin.ru/1629687973.html> (дата обращения: 17.01.2016).
3. Большая энциклопедия транспорта : В 8 т. Т. 4. Железнодорожный транспорт / гл. ред. Н. С. Конарев. — М. : Большая российская энциклопедия, 2003. — 1039 с. ISBN 5-85270-231-5.

Я. В. Сычева, 5 курс

(научный руководитель – Е.А. Малыгин, канд. техн. наук),

Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

Сравнительный анализ устройств закрепления составов в России и зарубежных странах

Один из наиболее важных вопросов, связанных с безопасностью движения поездов на железнодорожном транспорте, — обеспечение надежного закрепления подвижного состава для предотвращения его самопроизвольного выхода со станционных путей.

Причины самопроизвольного ухода подвижного состава со станционных путей: ускоряющий уклон, сила действия ветра и другие факторы.

В России вагоны закрепляют просто: укладывают под колеса стоящего вагона ручные тормозные башмаки (рис. 1). Эти башмаки обеспечивают тормозное усилие за счет того, что трение качения, которое образуется вследствие движения колесной пары по рельсам, заменяется трением скольжения системы «башмак тормозной» по рельсу. При этом сами колеса идут юзом, т.е. просто скользят по поверхности рельса. В зависимости от того, насколько тяжел подвижной состав, от состояния рельсов, колес и самого тормозного башмака, скорости и осевой нагрузки вагона, будет зависеть длина тормозного пути. Также на длину тормозного пути влияют погодные условия [1].



Рис. 1. Ручной тормозной башмак [2]

Более эффективное ручное устройство закрепления подвижного состава – упор УЗ-220 (рис. 2). Он предназначен для закрепления отдельных вагонов и групп вагонов массой до 1000 т на тупиковых путях, грузовых дворах, в депо и других местах длительного отстоя вагонов во всех температурных зонах сети железных дорог, на уклонах до 3,5 ‰ (таблица 1) [3].

Таблица 1

Эксплуатационно-технические характеристики упора УЗ-220 [3]

Показатель, ед.	Величина
Максимальное удерживающее усилие, тс при нагрузке на ось вагона 25 тс при нагрузке на ось вагона 6 тс	12 6,5
Масса, не более, кг	9,5
Возвышение над уровнем головки рельса, мм	220



Рис. 2. Общий вид упора УЗ-220 [4]

На железных дорогах других стран мира надежное закрепление подвижного состава обеспечивается применением различных видов упоров.

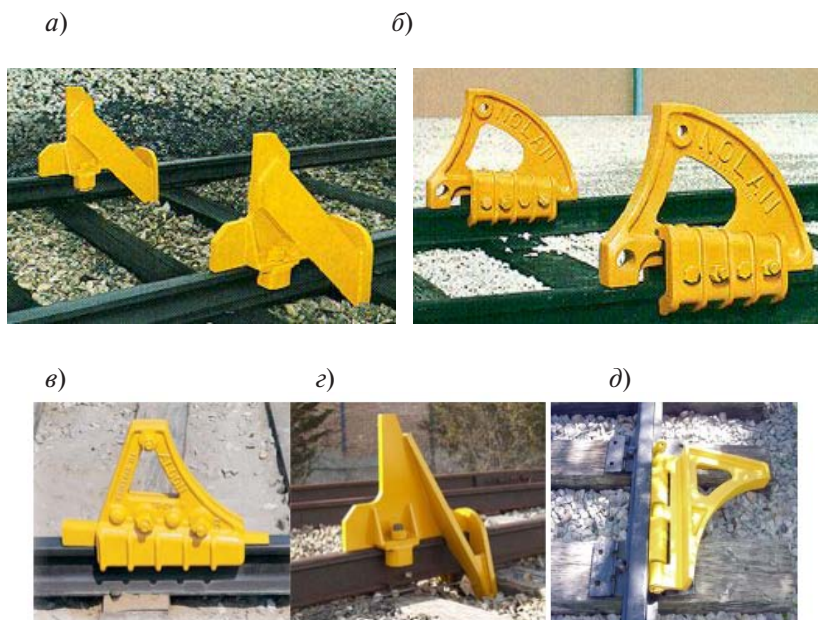


Рис. 3. Упоры, применяемые на железных дорогах других стран [5]
 а – CCS-2; б – CS50; в – CS-2; г – CS-4; д – CS60

Упоры, показанные на рис. 3, обеспечивают большее удерживающее усилие по сравнению с обычными тормозными башмаками, и их применение может быть экономически целесообразным и на отечественных железных дорогах.

Таблица 2

Эксплуатационно-технические характеристики упора CS-2

Показатель, ед.	Величина
Максимальное удерживающее усилие, тс при нагрузке на ось вагона 25 тс при нагрузке на ось вагона 6 тс	20 10
Масса, не более, кг	9,5
Возвышение над уровнем головки рельса, мм	220
Допустимый вертикальный износ головки рельса, max, мм	10
Тип рельсов	P50

Сравнение эксплуатационно-технических характеристик упора CS-2 (таблица 2) и УЗ-220 (см. таблицу 1) показывает, что максимальное удерживающее усилие CS-2 вдвое выше УЗ-220 [5].

Однако есть один общий и существенный недостаток ручных башмаков и упоров, устранить который невозможно, — необходимость применения ручного труда работников хозяйства перевозок, ответственных за закрепление подвижного состава. Работа по укладке и последующему снятию ручных средств закрепления требует значительных затрат малопроизводительного ручного труда и времени и не исключает ошибки работников, закрепляющих и раскрепляющих состав.

С целью сокращения ручного труда, ускорения и повышения надежности закрепления подвижного состава на путях станций используют стационарные устройства, приводимые в действие с помощью различных механизмов, устраняя ручной труд.

На российских железных дорогах основным типом механизированных устройств, применяемых для закрепления подвижного состава на станционных путях, стали упоры тормозные стационарные типа УТС-1-160 и УТС-380 (рис. 4).

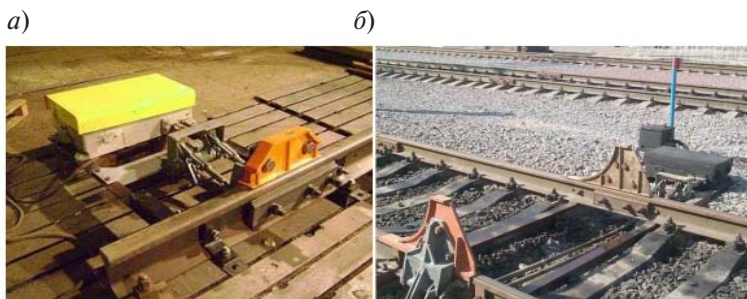


Рис. 4. Станционные тормозные упоры [1]
а – УТС-1-160; б – УТС-380

Тормозной упор УТС-380 предназначен для механизированного закрепления подвижного состава, стоящего на станционных путях. Упор УТС-380 представляет собой конструкцию, монтируемую на рельсах. В рабочем (защитном) положении тормозные колодки установлены на головке рельсов. При переводе упора в нерабочее состояние за счет движения рабочих тяг электроприводы рычажного механизма

и кронштейна колодки принимают горизонтальное положение вне уровня головки рельса. Для перевода из рабочего положения в нерабочее предусматриваются схемы местного и центрального управления [6].

В настоящее время на сети железных дорог ОАО «РЖД» эксплуатируются более 1500 комплектов упоров УТС-380 (таблица 3) [5].

Таблица 3

Эксплуатационно-технические характеристики упора УТС-380 [3]

Показатель, ед.	Величина
Удерживающее усилие упора при закреплении вагона, тс	
порожного	20
груженого	30
Возвышение колодок над уровнем головок рельсов, не более, мм	
при рабочем положении	380
при нерабочем положении	45
Габаритные размеры упора с электроприводом, Д×Ш, мм	795×3165
Время установки или снятия колодок, не более, с	3
Масса, кг	
без электропривода	340
с электроприводом	510

На базе упора УТС-380 разработан ряд модификаций устройства, имеющих специфические особенности и технические характеристики (таблица 4):

1. УТСП-380 – пружинный упор, наличие пружин у которого позволяет уменьшить в два-три раза силу удара колеса по колодке при закреплении;

2. УТС(1)-380 – однопиточная конструкция, применяемая на станционных путях с уклонами не более 2 ‰;

3. УТС-1-160 – упор стационарный однорельсовый для закрепления пассажирских вагонов [3].

Таблица 4

Эксплуатационно-технические характеристики
модификаций упора УТС-380

Показатель	УТС(1)-380	УТСП-380	УТС-1-160
Масса конструкции, т	0,24	0,45	0,20
Высота колодки, мм	380	380	160

Окончание табл. 4

Показатель	УТС(1)–380	УТСП-380	УТС-1-160
Удерживающее усилие, тс	10	20	6
Трудозатраты на ТО, чел.·ч/мес.	15	25	12
Стоимость к базовому упору УТС-380, %	~ 70	~ 160	~ 60

Еще одним устройством механизированного закрепления подвижного состава является УЗС-86Р, разработанное ДКТБ Свердловской железной дороги. Данное устройство используют для закрепления тяжеловесных грузовых поездов на путях с большими уклонами (таблица 5) [6].

Таблица 5

Эксплуатационно-технические характеристики УТС-380 и УЗС86Р [3]

Показатель	УТС-380	УЗС 86Р
Удерживающее усилие, тс	20–30	40
Масса с электроприводом, т	0,51	2,1
Время закрепления, раскрепления, с	3	20–24
Расход электроэнергии на 1 срабатывание, Вт·ч	0,2	1,6
Трудозатраты на обслуживание, чел.·ч/мес.	20	30

На зарубежных железных дорогах аналогов, близких УТС-380 и УЗС-86Р, нет. Однако из этого не следует, что подобные устройства там не применяются вообще.

Так, фирмой Windhoff (ФРГ) разработан опускающийся упор VP 600 (рис. 5). Он успешно используется на сортировочной станции Нюрнберг. Упор состоит из двух расположенных по обеим сторонам пути частей, смонтированных на восьми стальных шпалах, которые в месте размещения упора устанавливаются вместо обычных шпал пути. Рабочее состояние упора соответствует поднятому положению стопорных буферов, при опущенном положении буферов упор не препятствует прохождению подвижного состава. Упор приводится в действие электродвигателем через червячный привод. Недостатком в эксплуатации является высокая стоимость [1].

Применение упоров VP 600 фирмы Windhoff на железных дорогах России невозможно. Причиной тому является отсутствие на отече-

ственных вагонах буферов, с которыми данный упор взаимодействует в рабочем положении.

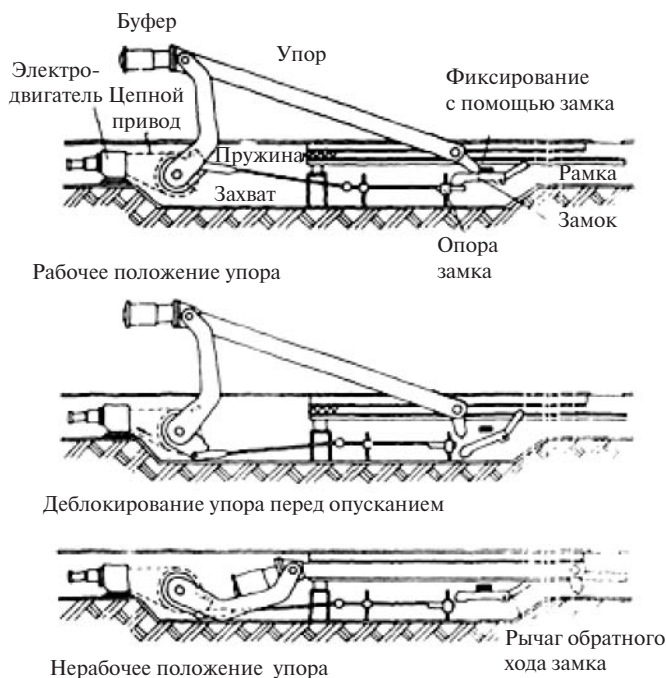


Рис. 5. Опускающийся упор VP 600 [1]

Среди зарубежных механизированных устройств для закрепления вагонов следует выделить упор с гидродемпферами Iron Python (США), применяемый на некоторых станциях в ФРГ и Швеции (рис. 6).

По конструкции упор Iron Python в целом схож с упорами типа УТС-380, но за счёт гидравлического демпфера позволяет предотвратить поломку упора или перекатывание колёс через него при производстве маневровой работы. Недостаток – высокая стоимость [7].

Устройства закрепления подвижного состава, применяемые в России, за последние годы нашли достаточно широкое распространение на сети железных дорог, что способствует систематическому снижению аварийности на железнодорожном транспорте.

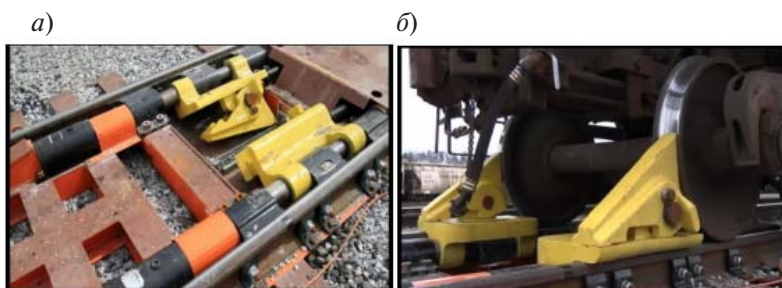


Рис. 6. Упор стационарный Iron Python [1]
 а – нерабочее положение; б – рабочее положение

Широкое внедрение устройств для механизированного закрепления составов на станционных путях позволяет частично отказаться от тяжелого ручного труда по закреплению вагонов с помощью тормозных башмаков, повысить надежность предотвращения ухода подвижного состава, сократить время нахождения работников, занятых на этих операциях, в опасной производственной зоне.

Полностью отказаться от ручного труда по закреплению вагонов тормозными башмаками невозможно, так как существуют типы вагонов, конструкция которых не позволяет установить упор (рис. 7–9).



Рис. 7. Вагон-минераловоз



Рис. 8. Думкар



Рис. 9. Рефрижераторный вагон

Литература

1. Технические средства обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте : конспект лекций / сост. Е.А. Несветова. — Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2015. — 104 с.
2. ukraina.oborudunion.ru (дата обращения: 1.03.2016).
3. Кобзев, В. А. Развитие технических средств обеспечения безопасности станционных процессов : учебное пособие / В.А. Кобзев. — М. : МИИТ, 2008.
4. <http://rudocs.exdat.com/docs/index-216864.html?page=2> (дата обращения: 8.03.2016).
5. <http://www.nolancompany.com/main/CarStops/CarStops.asp> (дата обращения: 1.03.2016).
6. Малыгин Е.А. Технические средства и технологии безопасности транспортного процесса : курс лекций : в 2 ч. Ч. 2 / Е.А. Малыгин. — Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2012. — 213 с.
7. 7AAA's Railroad Division. URL: <http://www.aaase.com> (дата обращения: 1.03.2016).

УДК 316.752

К. Торсунова, А. Патракеев, А. Анисимов,

И. Штейников, 2 курс

(научный руководитель – Т. О. Чусова, ст. преподаватель),
Пермский институт железнодорожного транспорта – филиал
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Уральский государственный
университет путей сообщения» в г. Перми

Ценностные ориентации и мотивы ценностных установок студентов 2 курса

Основное содержание социокультурной среды составляют ценности. «Ценность – объект разнообразных человеческих устремлений и желаний». «Совокупность сложившихся, устоявшихся ценностных ориентаций образуют своего рода ось сознания, обеспечивающую устойчивость личности; преимственность определенного поведения и деятельности, выраженную в направлении потребностей и интересов».

Система ценностных ориентаций определяет содержательную сторону направленности личности и составляет основу ее отношения к окружающему миру, к другим людям, к себе, основу мировоззрения и ядро мотивации жизнедеятельности, основу жизненной концепции и философии жизни.

Ценностная установка – своеобразная предваряющая программа деятельности и общения людей, связанная с возможностью выбора их вариантов. Осознание индивидом содержания ценностных установок образует мотив его поведения и деятельности. Мотив позволяет человеку соотносить конкретные ситуации, в которых он действует с системой ценностей, которыми он руководствуется в своем поведении.

Нами проведено микросоциологическое исследование ценностных ориентаций и мотивов ценностных установок студентов 2 курса факультета ВО ПИЖТ УрГУПС с целью определить ценностную ориентацию и мотивы ценностных установок.

В исследовании участвовали студенты 2 курса факультета ВО ПИЖТ УрГУПС (всего опрошено 53 чел. – 44 юноши и 9 девушек; средний возраст – 19 лет).

Мы считаем, что наибольшее распространение имеют терминальные ценностные ориентации, а также мотивы аффилиации, власти, и альтруизма, характерные для данного возраста и уровня образования.

Теоретическая интерпретация понятий исследования

При исследованиях такого рода чаще всего пользуются методикой изучения ценностных ориентации М. Рокича. Рокич различает два класса ценностей: терминальные — убежденность, что конечная цель индивидуального существования стоит того, чтобы к ней стремиться; инструментальные — убежденность, что какой-то образ действий или свойство личности являются предпочтительным в любой ситуации.

Это деление соответствует традиционному делению на ценности-цели и ценности-средства.

Терминальные ценности: активная, деятельная жизнь, жизненная мудрость (зрелость суждений и здравый смысл, достигаемые жизненным опытом), здоровье (физическое и психическое), интересная работа, красота природы и искусства (переживание прекрасного в природе и искусстве), любовь (духовная и физическая близость с любимым человеком), материально обеспеченная жизнь (отсутствие материальных затруднений), наличие хороших и верных друзей, общая хорошая обстановка в стране, в нашем обществе, сохранение мира между народами (как условие благополучия каждого), общественное признание (уважение окружающих, коллектива, товарищей по работе), познание (возможность расширения своего образования, кругозора, общей культуры, интеллектуальное развитие), равенство (братство, равные возможности для всех), самостоятельность как независимость в суждениях и оценках, свобода как независимость в поступках и действиях, счастливая семейная жизнь, творчество (возможность творческой деятельности), уверенность в себе (свобода от внутренних противоречий, сомнений), удовольствия (жизнь, полная удовольствий, развлечений, приятного проведения времени).

Инструментальные ценности: аккуратность (чистоплотность, умение содержать в порядке свои вещи, порядок в делах), воспитанность (хорошие манеры, вежливость), высокие запросы (высокие притязания), жизнерадостность (чувство юмора), исполнительность (дисциплинированность), независимость (способность действовать самостоятельно, решительно), непримиримость к недостаткам в себе

и других, образованность (широта знаний, высокая общая культура), ответственность (чувство долга, умение держать слово), рационализм (умение здраво и логично мыслить, принимать обдуманные, рациональные решения), самоконтроль (сдержанность, самодисциплина), смелость в отстаивании своего мнения, своих взглядов, твердая воля (умениестоять на своем, не отступать перед трудностями), терпимость (к взглядам и мнениям других, умение прощать им ошибки и заблуждения), широта взглядов (умение понять чужую точку зрения, уважать иные обычаи, вкусы, привычки), честность (правдивость, искренность), эффективность в делах (трудолюбие, продуктивность в работе), чуткость (заботливость).

Личность характеризуют такие мотивационные образования, как потребность в общении (аффилиация), мотив власти, мотив оказания помощи людям (альтруизм) и агрессивность. Это мотивы имеют большое социальное значение, так как они определяют отношение личности к людям.

Аффилиация — желание человека быть в обществе других людей, наладить с ними эмоционально-положительные добрые взаимоотношения.

Мотив аффилиации коррелирует со стремлением человека к одобрению со стороны окружающих людей, с желанием самоутверждения. Лица, у которых доминирует мотив аффилиации, лучше относятся к людям, они сами пользуются симпатией и уважением окружающих людей.

Мотив власти — стремление человека обладать властью над другими людьми, господствовать, управлять и распоряжаться ими. Люди с развитым мотивом власти более других склонны обращать на себя внимание других, выделяться, привлекать сторонников, сравнительно легко поддающихся влиянию, приобретать и накапливать престижные, пользующиеся модой вещи. У них, как правило, более высокий уровень социальной активности, проявляющейся в стремлении занимать руководящие посты, включаться в соревнование, организовывать работу других людей.

Альтруизм — стремление человека бескорыстно оказывать помощь людям. Альтруистическое, или просоциальное, поведение можно определить как поведение, которое осуществляется ради блага другого человека и без надежды на вознаграждение. По смыслу такое поведение диаметрально противоположно агрессии.

Агрессивность — желание человека нанести физический, моральный или имущественный вред другим людям, доставить им раз-

личные неприятности, это склонность индивида оценивать многие ситуации и действия людей как угрожающие ему и стремление отреагировать на них собственными агрессивными действиями.

Цель проведенного нами анкетирования — получение сведений о ценностных ориентациях и мотивах ценностных установок студентов 2 курса факультета ВО ПИЖТ УрГУПС; это позволяет получить информацию об особенностях личности опрашиваемых студентов. Анкетирование включает два раздела: «Приоритеты ценностных ориентаций» и «Мотивы, определяющие набор ценностных установок».

Раздел «Приоритеты ценностных ориентаций» охватывает следующий набор ценностей: жизненные ценности, материальные ценности, духовные ценности, нравственные ценности, профессиональные ценности, которые, в свою очередь, можно разделить на две группы: терминальные и инструментальные (таблица 1, рис. 1).

Таблица 1

Приоритеты ценностных ориентаций, %

Ценности, на которые студент ориентируется	Приоритетность ценностей		
	не согласен	отношусь равнодушно	согласен
Жизненные ценности (мир, семья, здоровье, друзья и др.)	10	21	69
Материальные ценности (деньги, одежда, собственность, благосостояние и др.)	26	37	37
Духовные ценности (красота, творчество, искусство, истина, добро, справедливость)	15	36	49
Нравственные ценности (совесть, честь и др.)	15	31	54
Профессиональные ценности (профмастерство, знание своего дела, самореализация, интересная работа и др.)	2	18	80

Раздел «Мотивы, определяющие набор ценностных установок», позволяет исследовать преобладание определенных видов мотивов, определяющих набор ценностных установок человека: агрессия, аффилиация, мотив власти, альтруизм.

Терминальные ценности являются основной целью, которую человек хочет, в конце концов, достичь в своей жизни. Терминальные ценности — это все, что может выступать смыслом жизни, то, ради чего живет человек. В свою очередь, инструментальные ценности — это альтернативные типы поведения или то, посредством чего чело-

век стремится достичь желаемого результата (терминальных ценностей).

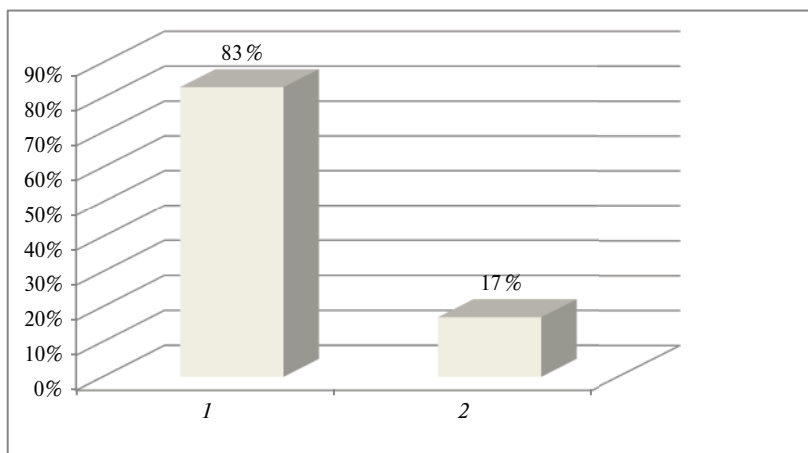


Рис. 1. Приоритеты ценностных ориентаций
1 – терминальные ценности; 2 – инструментальные ценности

В нашем исследовании приверженность к терминальным ценностям составляет 83 % опрошенных, инструментальных – 17 %, таким образом, преобладают терминальные ценности (ценности-цели) (таблица 2).

Таблица 2

Мотивы, определяющие набор ценностных установок

Вопрос	Ответ, %	Вывод
Какой юмор вы предпочитаете?		
1. Падения, подножки, пинки и т.д.	11	Большинство студентов (49 %) выбирают юмор, который несет в себе определенную идею, однако любят и тот, который связан с эротикой и деньгами (30 %)
2. С элементами эротики, про деньги, жизненные ситуации	30	
3. Про политиков, про Чапаева и Петю, армейский и т.д.	9	
4. Несущий в себе некую идею	49	

Продолжени табл. 2

Вопрос	Ответ, %	Вывод
Если у вас появилось свободное время, на что вы предпочтёте потратить его? 1. Займусь спортом или отдохну 2. Схожу на дискотеку, выпью с друзьями, проведу время в своё удовольствие 3. Займусь боевыми искусствами, само-совершенствованием 4. Почитаю книгу, займусь творчеством	45 26 8 21	Большинство студентов предпочитает проводить свое свободное время, занимаясь спортом (45 %), также многие (26 %) проведут его вместе с друзьями, не забывают и про книги и про творчество (21 %)
Выберите утверждение, которое, по вашему мнению, наиболее верно: 1. Закон — карающий меч, которого следует опасаться 2. Знание закона позволяет заработать много денег 3. Закон — средство управления людьми 4. Закон — средство обеспечения жизни общества	15 9 19 57	Большая часть студентов проявляет уважительное отношение к закону (57 %)
Представьте, что во время концерта объявили о заложенной в концертном зале бомбе. Что вы сделаете? 1. Спасусь сам(а) 2. Спасу себя, свою семью и друзей 3. Помогу всем, кто будет рядом 4. Организую вывод людей из здания	3 42 32 23	Здесь мнения студентов разделились. Большинство (42 %) возьмет ответственность во время опасной ситуации в первую очередь за тех людей, который им ближе всего, также среди опрошенных есть много тех, кто не останется равнодушным и поможет другим (55 %)
Как вы относитесь к изменениям в своей жизни и жизни общества? 1. Не принимаю, хочу, чтобы всё осталось таким, какое оно есть 2. Принимаю то, что мне выгодно 3. Принимаю то, что полезно обществу 4. Мир постоянно и неизбежно изменяется, принимаю всё и изменяюсь сам	0 23 9 68	Консерватизм студентам не свойственен (0 %), 68 % опрошенных принимают изменения мира как неизбежность, готовы к переменам в своей жизни
Насколько значимо для вас общественное мнение? 1. Куда все, туда и я 2. Мне важно, чтобы в обществе обо мне отзывались положительно 3. Окружающие должны не только выслушать моё мнение, но и уважать его 4. Меня не волнует мнение общества о чём-либо, я сам(а) формулирую свой взгляд на себя и мир	0 26 25 49	Здесь мнения разделились. Примерно половина (49 %) опрошенных утверждает, что для них общественное мнение не имеет никакого значения. Половина опрошенных (51 %) согласилась с тем, что для них важно уважение в обществе

Окончание табл. 2

Вопрос	Ответ, %	Вывод
Как вы относитесь к смерти?		Вопрос провокационный и довольно ярко раскрывает систему ценностей человека. 30 % опрошенных высказали свою боязнь смерти, в то же время большинство (57 %) воспринимают ее философски
1. Как к неизбежному концу, боюсь	4	
2. Боюсь и стараюсь не думать, но жизнь одна и прожить её надо на всю катушку	26	
3. Доблесть и честь важнее смерти	13	
4. Смерть — естественный процесс и в нём нет ничего страшного. Творчество и знания превыше смерти	57	
Как вы считаете, чему наиболее важно научить детей?		
1. Выживать в этом жестоком мире	9	Большинство (51 %) опрошенных считает, что главное — это научить ребенка быть культурным и интеллигентным. 32 % считают важными научить ребенка быть уважаемым в обществе и в семье
2. Зарабатывать для себя и семьи, заслужить уважение в обществе	32	
3. Кодексу чести и совести	8	
4. Быть интеллигентным, культурным, развить научное и творческое мировоззрение	51	

Преобладание терминальных ценностей может говорить о более высокой значимости для опрошенных целей достижения в конкретной сфере жизнедеятельности, чем способы достижения этих целей. Личность в этом случае ведет себя планомерно или в соответствии с ситуацией, проявляя выдумку и смекалку только ради достижения цели.

В деятельности человека присутствует, как правило, несколько мотивов, образуя иерархию в наборе ценностных установок.

Мотивы личности проявляются с разной силой (одни — сильнее, другие — слабее) в зависимости от обстоятельств, влияния других людей времени, возраста и т. д. Исследование показывает основные тенденции их проявления в данной фокус-группе.

Мотив агрессии среди опрошенных студентов практически отсутствует. Мотив аффилиации проявляется у большинства студентов в стремлении к общению, уважению в обществе. Они проявляют готовность быть интеллигентным, культурным, развивать научное и творческое мировоззрение. Мотив власти проявляется примерно у половины опрошенных, которые демонстрируют стремление реализовать себя в жизни, получить высокооплачиваемую и творческую работу. Мотив альтруизма проявляется у большинства студентов через желание оказать помощь другим, при этом они ставят свои собственные интересы ниже общественных.

М. Ю. Хужин, Я. А. Манжос, 3 курс
(научный руководитель – А. В. Диденко, заслуженный учитель),
Челябинский институт путей сообщения, г. Челябинск

Система контроля, измерения и передачи данных

Эффективность эксплуатации пассажирских вагонов зависит от времени простоя вагонов в текущем отцепочном ремонте.

В современных вагонах возрастает сложность оборудования, что отражается на времени поиска и устранения неисправностей. Время на поиск неисправностей зависит от количества информации, которое получает ремонтный персонал. Обычно эти данные поступают от поездных бригад, эксплуатирующих пассажирские вагоны. Эти сообщения несут информацию ремонтным бригадам о неисправностях в электрическом оборудовании, но не о режимах работы, вызывающих такие неисправности.

Сократить сроки простоя вагона в ремонте, улучшить качество ремонта можно путём предоставления ремонтным бригадам данных о режимах работы электрооборудования в рейсе.

Анализ неисправностей производился с целью выявления наиболее часто возникающих повреждений электрооборудования пассажирских вагонов. Учитывались неисправности электрической и механической части генераторов, высоковольтного электрооборудования вагонов, электромашинных преобразователей (умформеров), приточного вентилятора и циркуляционного насоса системы отопления вагона (объединены), аккумуляторной батареи, электрической и механической части кондиционеров, части кондиционеров.

Частота повторений неисправностей электрооборудования вагонов, вызвавших необходимость ТОР (данные 2002 г.)

Оборудование с неисправностью	Количество неисправностей	Простой вагонов в ремонте, ч
Электрическая часть генераторов	41	7694
Механическая часть генераторов	21	3132
Высоковольтное электрооборудование	39	7190
Умформеры и преобразователи люминесцентного освещения	8	957

Оборудование с неисправностью	Количество неисправностей	Простой вагонов в ремонте, ч
Вентиляторы и циркуляционные насосы	14	3018
Аккумуляторные батареи	28	2921
Электрическая часть кондиционеров	8	3448
Механическая часть кондиционеров	—	—

Анализ показывает, что большое количество неисправностей приходится на долю электрических машин. В связи с усложнением современного электрического оборудования, в новых поступающих вагонах соответственно возрастает доля неисправностей, приходящихся на систему управления и автоматики.

Рис. 1 демонстрирует отказы электрооборудования пассажирских вагонов в 2002 г. Наибольшее количество отказов приходится на электрооборудование, содержащее электрические машины. К неисправностям электрической части генераторов относятся неисправности электрических машин и отказы электронных регуляторов напряжения генераторов. Разделить эти два вида отказов не удалось из-за недостаточности данных.

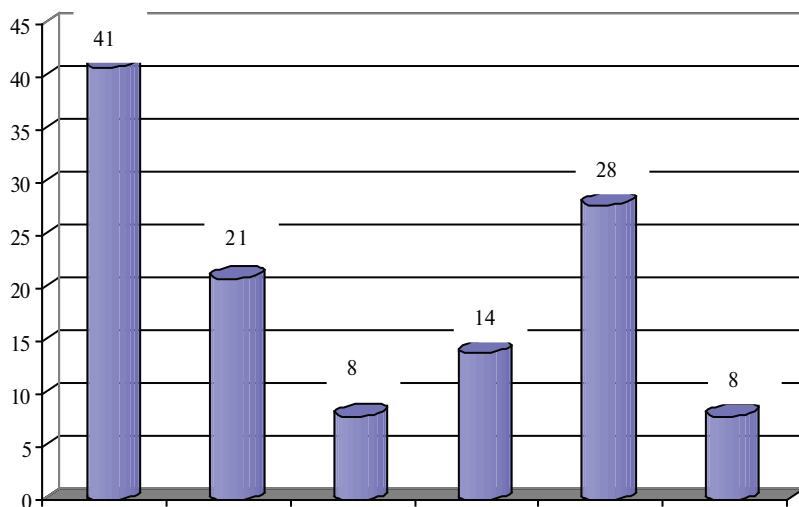


Рис. 1. Отказы электрооборудования пассажирских вагонов в 2002 г., вызвавшие постановку вагонов в текущий отцепочный ремонт

Поиск неисправности в системах управления и автоматики занимает много времени. Перемотка обмоток машин требует больших трудозатрат и вызывает длительные простои вагонов в текущем отцепочном ремонте (ТОР). В качестве критерия оценки выбиралось время простоя вагона в ремонте.

Время простоя в ремонте из-за неисправностей электрооборудования, содержащем электрические машины, составляет 54 % от общего времени простоя в ремонте вагонов. Действительно, длительные простои в 770 ч, 574 ч, 339 ч объясняются серьезными неисправностями электрических машин.

В настоящее время ситуация усугубляется появлением большого количества современных вагонов с установками кондиционирования воздуха, где наблюдается сложные неисправности в системах управления и автоматики. Возрастает доля неисправностей, приходящихся на электрические схемы вагонов. Для поиска таких неисправностей особенно требуются данные диагностики электрооборудования в рейсе.

Для анализа режима работы электрооборудования вагона необходимо измерять напряжение, токи, время работы источников электроэнергии и потребителей, температуру в вагоне и другие параметры. Например, необходимо измерять время работы аккумуляторной батареи в режиме заряда, разряда и токи, потребляемые от АБ.

Полученные в результате измерений данные удобнее всего перевести в цифровую форму. Для этого в современной электронике обычно используют аналого-цифровые преобразователи (АЦП) (рис. 2).

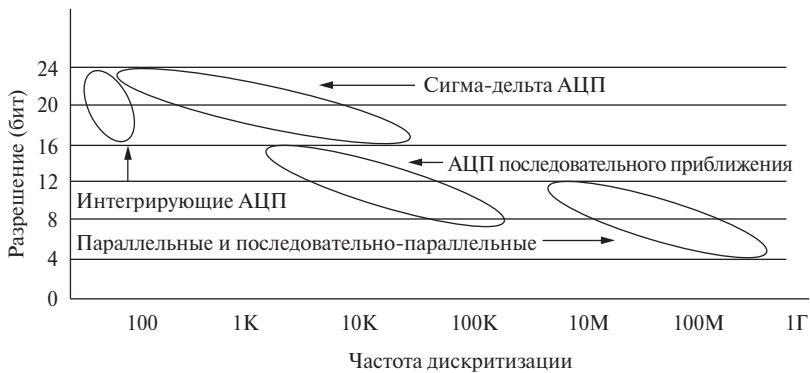


Рис. 2. Сравнение разрешения и дискретизации различных АЦП

АЦП классифицируются по скорости дискретизации (преобразования аналогового сигнала в цифровой дискретный код) на быстродействующие преобразователи и АЦП медленного преобразования. Для поставленной задачи быстродействие не имеет значения, поскольку изменение напряжений в электрической схеме вагона происходит достаточно медленно. Например, изменение напряжения генератора — это достаточно медленный процесс. Не нужно и большого разрешения АЦП (количество разрядов, перерабатываемых за одну выборку), потому что количество перерабатываемой информации невелико и достаточно максимального количества разрядов — 8. Измерение напряжений производится с точностью до десятых долей В.

Наилучший вариант (с учетом невысокой стоимости) — простой АЦП параллельного типа (или другого типа), разрядностью не менее 8 бит. Частота дискретизации может быть задана до 1 МГц.

Параметры энергосистемы (ток АБ, напряжение АБ, ток генератора и др.) изменяются с небольшой скоростью. Для получения данных, необходимых для анализа работы электрической схемы, можно записывать параметр один раз в 1-2 мин. Оптимальное время замера — один раз минуту.

Произведем ориентировочный расчет памяти накопителя. Рассчитаем объём сохраняемой информации для одного канала «датчик — АЦП — процессор».

Основными параметрами АЦП являются дискретизация, квантование и кодирование.

Дискретизация заключается в том, что из непрерывного во времени сигнала $U(t)$ выбираются отдельные его значения, соответствующие тактовым моментам.

Диапазон аналогового сигнала по амплитуде разбивается на участки. Квантование состоит в округлении значений аналогового напряжения, выбранных в тактовые моменты времени, до ближайшего уровня квантования. Уровни квантования сдвинуты друг относительно друга на величину K . Каждому уровню квантования присваивается порядковый номер: $K + 1, K + 2, \dots K + n$. Квантование определяет точность преобразования аналогового сигнала в цифровой.

Кодирование заключается в представлении полученных при квантовании чисел в виде двоичного кода.

Для поставленной задачи принимаем период дискретизации равным 1 минуте. При восьми разрядах АЦП получают достаточная разрешающая способность и точность измерения напряжений. При

максимально возможных напряжениях 200 Вт в схеме вагона получается точность измерения напряжения до 0,1 В.

Таким образом, в канале «датчик — АЦП — процессор» потребуется ежеминутно сохранять 8 бит измеряемой информации (1 байт). В течение часа потребуется сохранить данные одного канала в объеме 60 байт. В течение суток объем сохраняемой информации увеличивается до 86,4 кб. В устройстве СКИП предусматривается измерения с помощью системы из 10 каналов, которые сохраняют 860 кбайт информации в сутки (около 1 МГб). Таким образом, за самый длительный рейс (5 сут) потребуется записать и сохранить всего около 5 МГб информации.

Современные накопители данных обладают достаточной памятью для обеспечения хранения и накопления информации. Периоды считывания данных ремонтными бригадами можно установить в 20 дн., что потребует объема памяти 100 МГб. Можно использовать простой флеш-носитель.

Данные от устройства СКИП ремонтным бригадам можно передавать проводным или беспроводным способами. Беспроводной упрощает и ускоряет передачу. Прокладка же проводов требует изменения электрической схемы вагона, что по условию задачи недопустимо.

Если же учесть объёмы информации, которую нужно будет передать, то достаточно будет скорости 500 кб/с, что удешевит устройство и обеспечит передачу данных за 20 сут в течение 3 мин. В схеме вагона имеется много электромагнитных устройств, создающих помехи. Кроме того, вагон сам по себе является стальной коробкой, то есть экраном для радиоволн.

Передача информации по беспроводной связи

Технология WiMAX: радиус действия — около 50 км, скорость — 28 Мб/с.

Технология Bluetooth предназначена для устранения кабельных соединений между компьютерами, периферийными устройствами и другими электронными устройствами. Она позволяет устройствам связываться как только они появляются в зоне действия друг друга, причем устройства не требуют настройки — они всегда включены и работают в фоновом режиме. Устройства Bluetooth могут работать сквозь препятствия, не требуя прямой видимости. Недостаток — узкая полоса пропускания радиоканалов, что не позволяет обеспечить большую скорость передачи данных. Однако у этих устройств низкая стоимость.

IR-передача, или передача по ИК-порту, имеет инфракрасный луч, падающий под определённым углом, с помощью которого передаётся информация. Недостатки — малая степень мобильности и проблема препятствий, поэтому для создания систем управления информационной поддержки имеет смысл рассматривать технологии беспроводной радиосвязи. Из-за этого несколько лет назад этот способ передачи был устранен на мобильных устройствах.

Wi-fi (Wireless Fidelity). Популярная технология для организации беспроводного доступа настоящее время. Разработана в 1991 г. Широко применяется при подключении различных устройств не только между собой, но и к Интернету. Почти все современные планшеты, ноутбуки, смартфоны имеют возможность подключения к сети wi-fi. Основные недостатки: помехи при работе нескольких устройств в спектрах соседних частот. Поэтому для уменьшения помех сигнала лучше всего не задавать соседние частоты.

Wi-fi больше подходит для стационарных объектов, для устройства СКИП применять его нецелесообразно. Сложно организовать локальную сеть — требуется сервер (главный компьютер) либо подключение к Интернету с помощью провайдера.

Нелицензированные частоты. Эта технология применяется в промышленности. Разрешены для использования частоты, МГц: 169/315/433/868/915/920.

Преимущества устройств передачи на нелицензированных частотах: рынок богат устройствами, основанными на этом способе передачи, уже имеющими организованную систему сбора и передачи данных, устройства обладают достаточной скоростью для передачи от 128 Кбит/с и более, устройства обладают низким энергопотреблением в режиме сна, сами формируют пакеты данных для передачи. Радиус действия в условиях металлических конструкций — около 15 м, что вполне удовлетворяет нашим условиям.

Недостатки: работа в пакетном и потоковом режиме, данные могут не дойти до адресата, при передаче данных по эфиру вносятся задержки. В потоковом режиме внешнее устройство должно обладать устройством против радиопомех и уметь отбрасывать «лишние» байты. Максимальная длина пакета ограничена несовпадением скорости передачи в эфире и в последовательном порту, расхождения номиналов и температурным уходом частоты кварцевых резонаторов.

ZigBee. Надёжный протокол, с большой зоной покрытия, которая образуется благодаря ретрансляции данных от крайних точек сети

к главному координатору. ZigBee являются самоорганизующимися и самовосстанавливающимися сетями, что значительно облегчает установку системы, т.к. узлы способны самостоятельно определять и корректировать маршруты доставки данных.

Стандарт оптимален для построения крупных сетей разнообразных устройств в масштабах предприятий и офисных зданий, а также локально распределенных объектов: загородные поселки, спорткомплексы, склады, базы, рынки и т. д. Для железнодорожного транспорта это способ передачи данных подходит меньше всего.

Таким образом, наиболее целесообразной технологией передачи информации по беспроводной связи являются нелицензированные частоты.

Несмотря на то, что вагон является экраном для радиоволн, внутри вагона их распространению практически ничего не мешает, даже если передача информации будет осуществляться во время стоянки, когда отключены мощные источники электромагнитных помех.

Расположение СКИП и его эксплуатация

Наиболее удобное место для расположения и эксплуатации СКИП (в пластмассовой коробке, где также располагаются электронная плата с устройствами АЦП, памяти и передатчика с антенной) – боковая стенка пульта управления.

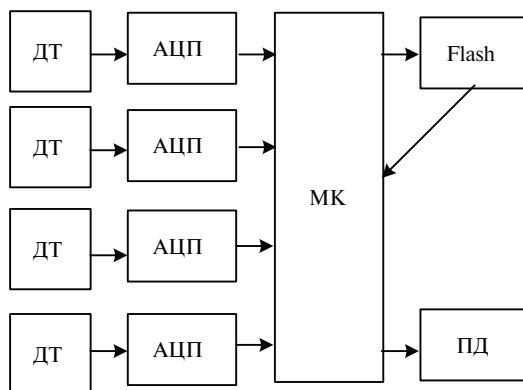


Рис. 3. Структурная схема системы контроля и передачи данных (СКИП)

Для считывания данных и обработки информации необходимо использовать терминал.

Возможный вариант структурной схемы системы контроля и передачи данных представлен на рис. 4, 5; данные от ДТ (датчик температуры), ДУ (датчик напряжения), ДІ (датчик тока) и ДД (датчик давления) поступают на АЦП (аналого-цифровые преобразователи). Преобразованные в цифровую форму данные считываются микроконтроллером МК и передаются в память (flash) для хранения. При необходимости передачи накопленных данных МК считывает пакеты данных из памяти flash и направляет их в передатчик данных ПД.

Необходимость контроля параметров энергосистемы пассажирского вагона

Система контроля и передачи (СКИП) позволяет измерять и преобразовывать различные электрические параметры энергосистемы вагона в цифровую форму, запоминать и передавать их беспроводным способом для анализа.

Почти все комплекты электрооборудования имеют модификации для вагонов с экологически чистыми туалетами (ЭЧТ) или без них, купейных или плацкартных и т. д.

По принципу работы системы электроснабжения подразделяются на две группы: вагоны с установками кондиционирования воздуха (УКВ), вагоны без установок кондиционирования воздуха.

В вагонах используются комплекты электрооборудования ЭВ-26, ЭВ-29, ЭПВ-10, ЭВ-24, ЭВ-32 и их модификации в зависимости от года выпуска.

В вагонах с УКВ – Э-12 Экспресс, ЭВА-110 Кросна, ЭВ-44 Латво, ЭПВ-110 ЭЛСИЭЛ, Э-12, ЭПВ-110-04 «Промтехмонтаж».

В современных вагонах с комплектами ЭПВ-110 ЭЛСИЭЛ, Э-12 Экспресс, ЭПВ-110 «Промтехмонтаж» есть системы непрерывного контроля параметров энергосистемы и запоминания результатов контроля. Эти системы выводят результаты контроля на дисплеи пультов управления.

Вагоны старых моделей вообще не имеют систем запоминания параметров работы энергосистемы в эксплуатации, что затрудняет анализ работы электрических схем при обслуживании и текущем ремонте, увеличивает простои вагонов в ТОР.

СКИП предназначена для устранения этого недостатка в вагонах устаревших и современных моделей. СКИП позволяет непрерывно

контролировать основные параметры энергосистемы и потребителей вагона, преобразовывать эти аналоговые сигналы в цифровую форму, запоминать полученные данные и передавать их беспроводным способом.

Контроль параметров энергосистемы вагона

Для уменьшения простоев вагонов в ремонте необходима информация об основных режимах работы электрооборудования вагона в рейсе. Информация позволяет произвести анализ работы электрической схемы, обнаружить неисправность и быстро ее устранить.

Можно определить основные параметры, необходимые для непрерывного контроля и запоминания. Количество и характер параметров, подлежащих контролю, зависит от моделей вагонов и применяемых комплектов электрооборудования.

В вагонах без УКВ с комплектами ЭВ-29, ЭВ-26, ЭПВ-10, ЭВ-24, ЭВ -32 необходимо контролировать напряжение генератора, ток генератора (ток сети), напряжение заряда аккумуляторной батареи (АБ), ток заряда АБ, моменты включения БРЧ, срабатывание РМН, срабатывание РПН, момент включения центральной вентиляции на разные скорости вращения, преобразователя люминесцентного освещения, кипятильника.

СКИП может запоминать и передавать гораздо больше параметров, но это требует дополнительного анализа.

В вагонах с УКВ с комплектами Э-12, ЭВА-110, ЭВ-44, ЭПВ-110 необходимо контролировать напряжение генератора, ток генератора, заряда АБ, напряжение АБ, момент включения генератора в работу, температуру воздуха снаружи и в купе, момент подачи команды на включение кондиционера и высоковольтного отопления, срабатывание РПН1, РПН2 и РМН.

Параметры для контроля были выбраны таким образом, чтобы ремонтные бригады ПТО имели возможность анализировать работу электрической схемы на стоянке, при движении вагона, в моменты подключения генератора в работу, включения мощных электрических потребителей. Такой анализ позволяет обнаруживать причины выхода из строя АБ, перегрузки генератора, неправильной работы РНГ, причин срабатывания РМН и РПН и т.д.

Контрольные точки подключения СКИП

Электрические схемы вагонов с УКВ или без УКВ принципиально работают одинаково, но, разумеется, эти схемы имеют свои особенности.

Электрическая схема ЭВ-29, где указаны точки подключения СКИП для контроля и запоминания параметров работы электрической схемы вагона, представлена на рис. 4.

Точки 1–2. Измеряя напряжение в этих точках, можно контролировать напряжение генератора во время движения вагона, напряжение АБ на стоянке, целостность предохранителей F1 и F2 аккумуляторной батареи, целостность предохранителей F1, F2, F3 генератора, работоспособность диодов V1-V6 выпрямителя генератора.

Точки 3–4. Измеряя напряжение между этими точками, можно контролировать ток генератора (ток сети без тока заряда АБ), проходящего через шунт E2, можно контролировать качество штепсельного разъема подключения последовательной обмотки возбуждения O1-O2 генератора.

Точки 5–6. Измеряя напряжение между этими точками, можно контролировать ток заряда или разряда АБ с помощью шунта E1.

Точки 6–7. Измеряя напряжение между этими точками, можно контролировать напряжение АБ или напряжение заряда АБ.

Точка 8. Анализируя напряжение на катушке реле K9, можно определить момент возбуждения генератора в начале движения вагона.

Точка 9. Напряжение в этой точке сообщает ремонтным бригадам о моменте срабатывания БРЧ, когда АБ отключается от потребителей, в работу включается генератора и начинает заряжать АБ.

Точка 10. Напряжение поступает на катушку K5 при включении кипятильника (включение мощного потребителя).

Точка 11. Напряжение на катушку K18 поступает при включении вентиляции на низкую скорость.

Точка 12. Напряжение на катушку K20 поступает при включении вентиляции на полную скорость (включение мощного потребителя).

Анализ параметров работы схемы ЭВ-29 по перечисленным точкам значительно облегчит поиск и устранение неисправностей при обслуживании и ремонте вагонов на ПТО.

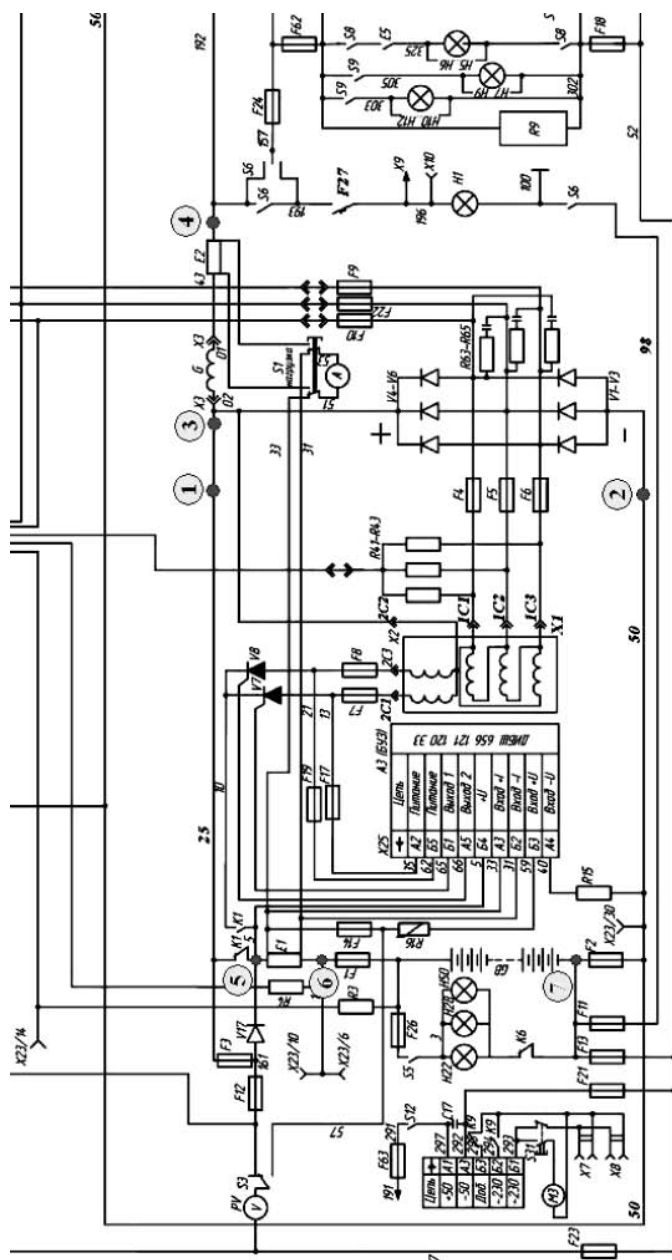


Рис. 4. Контрольные точки в схеме комплекта ЭВ-29

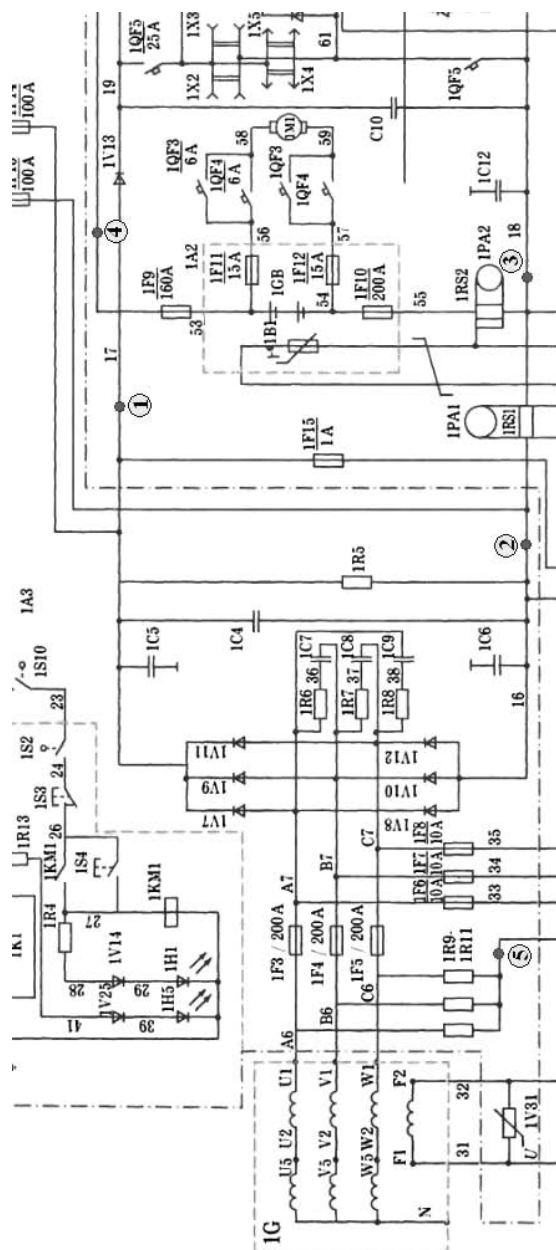


Рис. 5. Контрольные точки подключения СКИП
в схеме комплекта ЭВ-44

Подключение СКИП в вагоне с комплектом «ЭВ-44 Латво» представлено (рис. 5).

Рассмотрим анализ работы схемы по контрольным точкам.

Точки 1–2. Напряжение между этими точками показывает напряжение генератора во время движения, целостность диодов выпрямителя и напряжение заряда АБ.

Точки 2–3. Падение напряжения на шунте 1RS1 показывает величину тока генератора, а значит суммарных ток потребителей и заряда АБ.

Точки 4–2. Напряжение между этими точками равно напряжению разряда АБ и показывает целостность предохранителей 1F9 и 1F10.

Точка 5. Напряжение в этой точке появляется при обрыве фаз генератора или при перегорании предохранителей 1F3, 1F4, 1F5.

Анализ по этим точкам показывает работу основной схемы системы энергоснабжения вагона.

На рис. 6 показаны контрольные точки подключения в цепях управления.

Точки 1–2. Напряжение между этими точками сообщает ремонтным бригадам, когда было включено электрооборудование в работу, когда сработала защита РМН.

Точки 1–3. Напряжение между этими точками говорит о моменте включения электрооборудования в работу и включения реле 1K5, которое разрешает работу силовых мощных потребителей вагона.

Точки 1–4. Напряжение между этими точками говорит о моменте включения РНГ.

Точки 1–5. Напряжение между этими точками говорит о моменте включения реле 1K8 по команде РПН1.

Точки 1–6. Напряжение между этими точками говорит о моменте включения реле 1K9 по команде РПН2.

Анализ работы схемы по перечисленным точкам позволяет определить неисправности, связанные с переходными процессами в схеме вагона. Установить контрольные точки можно и в других частях схемы вагона.

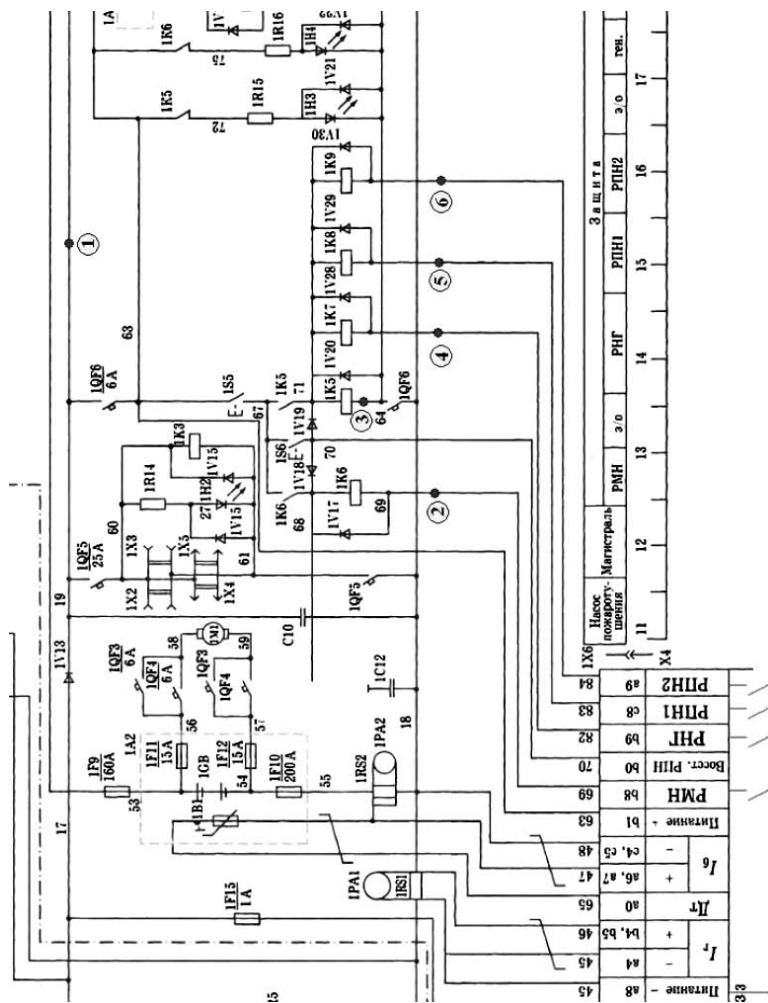


Рис. 6. Контрольные точки подключения СКИП в цепях управления ЭВ-44

Экономическая эффективность внедрения СКИП

Непрерывная эксплуатация одного вагона приносит прибыль около 10 тыс. руб./сут (по данным 2002 г.). В настоящее время в связи с ростом тарифов эта цифра увеличилась. Уменьшение времени простоев вагонов в ремонте будет приносить вполне конкретную прибыль. Повышенные простои вагонов в ТОР приносят очевидные убытки и, кроме того, требуют еще дополнительных расходов на охрану, электрическое высоковольтное отопление (в зимний период). В срок ремонта ТОР часто входит время на выявление и устранение неисправностей. Система СКИП позволит уменьшить сроки простоя в ремонте и получить дополнительную прибыль по сравнению с ныне существующими условиями эксплуатации и ремонта.

Э. А. Хусаинова, магистрант

(научный руководитель – В. В. Бондаренко, д-р техн. наук),

Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

Обезвреживание почвогрунтов объектов железнодорожного транспорта, загрязненных аварийными разливами нефтепродуктов

Тяжелые нефтепродукты (мазуты, битумы и пр.) перевозятся исключительно железнодорожным и водным видами транспорта.

Ежегодно российские компании железнодорожным транспортом экспортируют более 40 млн т нефти. Среди грузов доля нефтепродуктов составляет около 20 % (примерно 300 млн т). По данным ОАО «РЖД», в настоящее время 61 % объема нефтепродуктов и нефти перевозится частными вагонами, находящимися под управлением независимых операторов.

Перевозки нефтепродуктов сопряжены с опасностью возникновения аварийных ситуаций, результатом которых могут быть проливы различного масштаба, а при неблагоприятном стечении обстоятельств — пожары и взрывы. Аварийные ситуации при перевозке по железным дорогам опасных грузов приводят к значительным разрушениям, заражению местности и поражению токсичными веществами больших масс людей.

Как и любой сложный технологический комплекс, железнодорожный транспорт опасен для природной среды и населения, особенно при аварийных ситуациях, например, во время перевозки опасных грузов. Несмотря на проводимые ОАО «РЖД» работы по повышению безопасности движения, угроза железных дорог продолжает сохраняться.

По результатам анализа МЧС России, определяющим фактором, влияющим на безопасность движения на железнодорожном транспорте, остается изношенность технических средств.

Критическая обстановка сложилась на железных дорогах и с состоянием мостов, тоннелей и других искусственных сооружений. В результате их длительной эксплуатации (25 % мостов почти в два раза превысили нормативный срок службы), в их конструкциях в

последние годы резко возросло количество дефектов (всего на сети 7 513 дефектных искусственных сооружений, или 9,1 % от общего количества сооружений) [1].

Ликвидация последствий аварийных ситуаций, возникающих при перевозке опасных грузов, требует значительных средств для уменьшения воздействия на окружающую среду (атмосферу, водные бассейны, подземные воды и почву).

Мероприятия по ликвидации аварийных ситуаций должны проводиться исходя из создавшейся обстановки с учетом свойств перевозимых грузов, их взрывопожарной опасности, опасности для людей и животных, а также с соблюдением мер безопасности и предосторожности, предусмотренных правилами перевозок грузов и указанных в аварийных карточках.

Наиболее распространенный алгоритм технологии ликвидации аварийных нефтеразливов: обвалование местности, откачка нефтепродуктов и сбор их сорбентами с подстилающей поверхности с последующей срезкой почвогрунта и его захоронением или рекультивацией. Процесс рекультивации нефтезагрязненного грунта может выполняться и без срезки грунта посредством внесения органических и минеральных удобрений с их запашкой и последующим периодическим рыхлением почвогрунтов. Кроме того, технологии предусматривают обязательное внесение искусственно созданных штаммов бактериальной микрофлоры для окисления нефтепродуктов, что небезопасно для окружающей природной среды и в целом для человечества [2].

Мы провели исследования по изучению интенсификации процессов деструкции углеводородов нефти аборигенной микрофлорой почв при внесении в загрязненные почвогрунты таких структураторов, как опил сосновый, торф и мох сфагнум. Объем структуратора составлял 10 % от объема почвогрунта. Исследования выполнялись с почвогрунтами, загрязненными сырой нефтью, при моделировании аварийных разливов в объемах 5 л и 10 л на 1 м².

В результате трех месяцев исследования динамики снижения концентрации углеводородов нефти в почвогрунтах установлены различия в интенсивности снижения углеводородов нефти по исследуемым вариантам (рис. 1, 2).

В исследованиях по трансформации нефти при разливе 5 л/м² и исходной концентрации углеводородов нефти в почвогрунтах 4,2 г/кг за весь период экспозиции — 90 сут — в первом контрольном вариан-

те (без внесения структураторов) и без периодического взрыхления почвогрунта для создания оптимальных условий для аэрации конечная концентрация составила 3,6 г/кг, т.е. снизилась на 14,3 % (рис. 1).

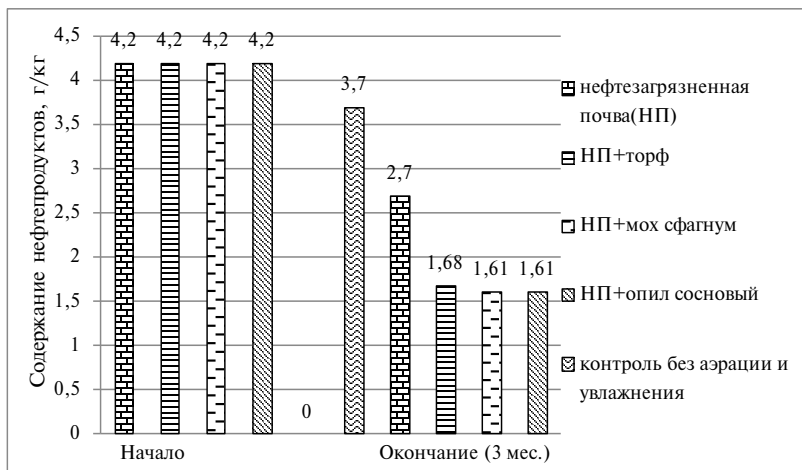


Рис. 1. Динамика снижения концентрации углеводородов нефти в почвогрунтах при нефтеразливах до 5 л/м²

Во втором контрольном варианте, также без внесения структураторов, но при оптимальных условиях аэрации и увлажнения почвогрунта динамика снижения концентрации углеводородов нефти существенно отличается от предыдущего варианта, а конечная концентрация составляет 2,27 г/кг, т.е. снижение достигает 46 %. Очевидно, что благоприятный водно-воздушный режим загрязненных почвогрунтов в определенной степени снижает отрицательное воздействие токсических соединений нефти на аборигенную микрофлору, а соответственно, на процессы деструкции углеводородов.

При таком же воздушно-водном режиме, но с внесением углеводородсодержащего структуратора (торфа) как легкодоступного источника питания и увеличения численности аборигенной микрофлоры интенсивность снижения содержания углеводородов нефти в почвогрунтах возрастает до 60 %, а остаточная концентрация составляет 1,68 г/кг. Несколько выше степень снижения содержания углеводородов нефти при внесении в загрязненные почвогрунты таких угле-

родсодержащих структураторов, как опил сосновый и мох сфагнум. Показатели эффективности снижения концентраций в исследуемых вариантах равнозначны и составляют 61,7 %, а остаточные концентрации – 1,61 г/кг.

Динамика снижения концентрации углеводородов нефти во времени в почвогрунтах с исходной концентрацией около 4 г/кг описывается уравнением

$$C_t = C_0 \cdot e^{-0,30t},$$

где C_t – концентрация к периоду времени, г/кг; C_0 – исходная концентрация, г/кг; t – время, сут.

В почвогрунтах, загрязненных в расчете 10 л на 1 м², и исходной концентрации углеводородов нефти в почвогрунтах, равной 8,4 г/кг, за три месяца исследований также наблюдалась положительная динамика снижения содержания углеводородов нефти (рис. 2).

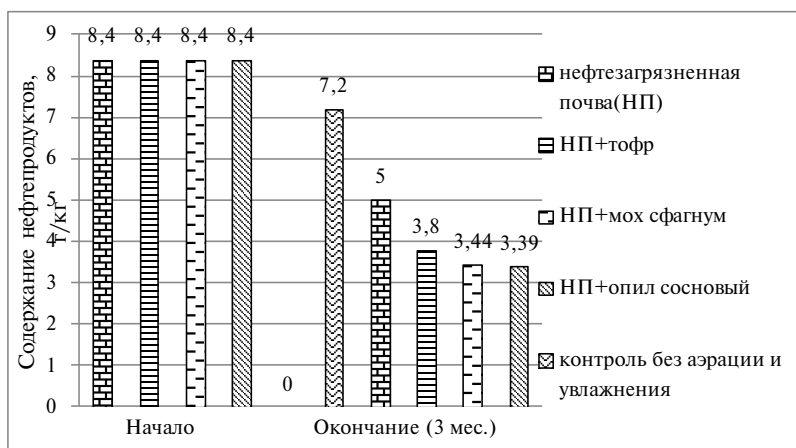


Рис. 2. Динамика снижения концентрации углеводородов нефти в почвогрунтах при нефтеразливах до 10 л/м²

Более эффективное снижение концентрации отмечено в варианте с добавлением в качестве структуратора торфа с 8,4 г/кг до 3,33 г/кг, т.е. на 60,4 % за 3-месячный период исследований. Несколько ниже интенсивность снижения концентрации в вариантах с использова-

нием в качестве структураторов опила соснового и мха сфагнома, %: 59,1 и 54,8 соответственно. Что касается контрольных вариантов, то в варианте без внесения структураторов, но при оптимальных условиях аэрации и увлажнения почвогрунта, снижение концентрации углеводородов нефти составило 40,8 %, а в почвогрунтах контрольного варианта без рыхления и аэрации — 9,86 %. В целом абсолютные значения снижения концентрации по вариантам с внесением структуратора достаточно высоки: 5 г/кг за 3-месячный период экспозиции.

Динамика снижения концентрации углеводородов нефти во времени в почвогрунтах с исходной концентрацией около 8 г/кг описывается уравнением:

$$C_t = C_0 \cdot e^{-0,27t},$$

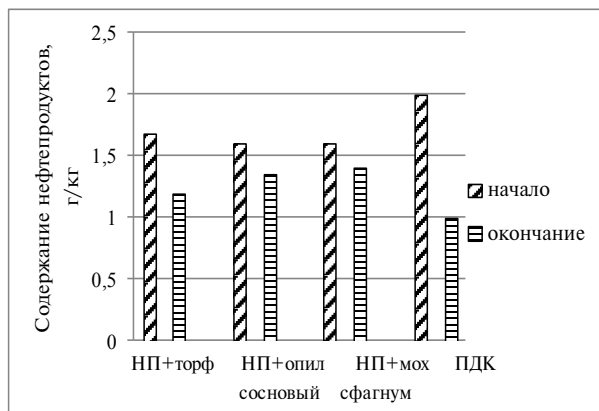
где C_t — концентрация к периоду времени, г/кг; C_0 — исходная концентрация, г/кг; t — время, сут.

Использование метода биоремедиации, в частности внесение в почвогрунты углеродсодержащих структураторов для увеличения численности аборигенной нефтеокисляющей микрофлоры обеспечивает восстановление сильнозагрязненных почв и грунтов с последующей возможностью их дальнейшего хозяйственного использования. Этот метод интенсификация процессов увеличения численности аборигенной микрофлоры абсолютно безопасен для почвенного биоценоза и биосферы в целом, позволяет перерабатывать нефтяное загрязнение непосредственно на месте, без выемки и транспортировки почвогрунтов.

Для достижения очистки почвогрунтов от нефтяного загрязнения до уровня ПДК проведены дополнительные исследования по применению фиторемедиации. Фиторемедиация — это применение специально подобранных растений, которые «работают» своеобразными насосами, выкачивающими загрязнение с помощью своей корневой системы [3]. В качестве мелиоранта использовалась горчица обыкновенная. Время выращивания горчицы обыкновенной от момента посева в образцы загрязненных почвогрунтов до окончания исследований составило 15 дней.

Результаты исследований по применения метода фиторемедиации приведены на рис. 3.

а)



б)

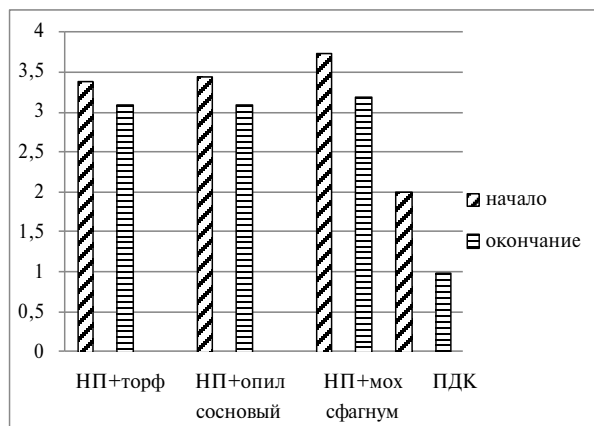


Рис. 3. Уменьшение остаточного содержания нефтепродуктов в почвогрунтах при использовании метода фиторемедиации
 а – изменение содержания концентрации нефти в слабозагрязненных почвогрунтах при использовании метода фиторемедиации;
 б – в сильнозагрязненных почвогрунтах

При использовании метода фиторемедиации деградация нефтяного загрязнения ускоряется. К концу второй недели после начала фиторемедиации содержание остаточной нефти в образцах составляет

29,5 % в слабозагрязненных почвогрунтах и 37 % — в сильнозагрязненных. Ясно, что применение фиторемедиации создает более благоприятные условия для жизнедеятельности микрофлоры и позволяет значительно ускорить процесс деструкции нефтяного загрязнения.

Таким образом, включение органических структураторов в состав загрязненных нефтью почвогрунтов, при поддержании определенного водного и воздушного режима позволяет добиться практически полной деструкции нефтяного загрязнения вследствие активизации жизнедеятельности аборигенной почвенной микрофлоры. Учитывая полученные результаты исследований, можно сделать вывод о перспективности использования предлагаемых методов очистки, основанных на интенсификации жизнедеятельности

аборигенной микрофлоры с последующим применением фиторемедиации.

Основным элементом системы снижения содержания углеводородов загрязненных почвогрунтов служит углеродосодержащее вещество, необходимое для формирования окисляющей углеводороды гетеротрофной микрофлоры.

Алгоритм действий по снижению содержания углеводородов в загрязненных почвогрунтах представлен на рис. 4.

Мониторинг обстановки и окружающей среды при возникновении аварийных разливов нефти, включающий в себя визуальный контроль и количественные измерения, выполняется оперативной группой эколого-аналитической лаборатории с момента возникновения АРН (аварийных разливов нефтепродуктов) и до окончания работ по ЛАРН (ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов) и предусматривает:

- определение места выхода нефти на поверхность земли;
- установление места утечки нефти;
- оценку параметров разлива нефти (объем, линейные размеры, формы, а также динамика их изменений);

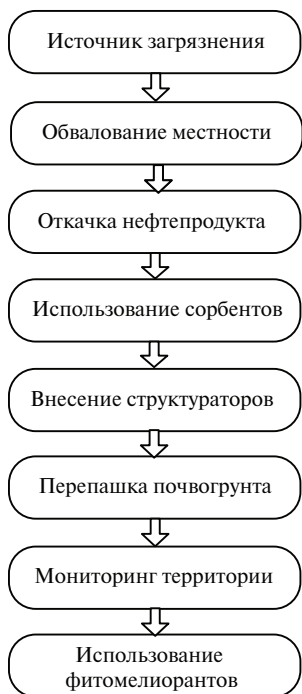


Рис. 4. Алгоритм действий по снижению содержания углеводородов в загрязненных почвогрунтах

- определение и контроль направления и скорости распространения нефтяного пятна;

- определение и контроль параметров окружающей среды.

Наблюдение за обстановкой и окружающей средой при возникновении чрезвычайной ситуации должны вестись непосредственно на месте разлива.

Локализация и сбор нефти с поверхности почвы во время аварийных разливов предусматривает реализацию целого набора задач, использование различных способов и применение технических материалов и средств. Независимо от величины и специфики аварийного распространения нефти, первые действия по её устранению должны быть направлены на купирование пятен для предотвращения дальнейшего загрязнения новых территорий и уменьшения участков засорения.

Локализирующими орудиями при разливе нефтепродуктов на почве служат разнообразные постройки земляных амбаров, траншеи, запруды для устранения нефти и нефтепродуктов. Применение конкретного типа строений зависит от целого ряда факторов (масштаб разлива, размещение на участках, времени года и т. д.) [4].

Для утилизации остатков нефти, которые оказалось невозможно закачать в аварийные емкости (нефтезагрязненный грунт), могут быть предложены следующие способы, условно разделенные на шесть видов: механические, термические, химические, биологические, сорбционные и фитомелиоративные.

На сегодняшний день 20 % загрязнений нефтяными продуктами удаляются самым неэффективным и трудозатратным способом — механическим, ещё 20 % — с применением современных сорбирующих веществ, а 60 % не ликвидируются вовсе.

Наиболее распространен сорбционный метод сбора, который предусматривает использование сорбирующих материалов (песка, опилок, торфа и др.). Материал, на поверхности или в объёме пор которого происходит концентрирование поглощаемого вещества, называют сорбентом, а само вещество — сорбатом. Сорбционные явления основаны на физическом и химическом взаимодействии сорбата и сорбента.

Нефтесорбенты должны обладать высокой нефтеёмкостью, флокуруемостью (плавучестью), низким водопоглощением и высокопористой поверхностью.

В качестве природных сорбентов используются материалы на основе угля, торфа.

После внесения структураторов в почвогрунт для обеспечения благоприятных условий развития углеводородоксилирующей микробиоты производят перепашку грунта. Рыхление почвенных горизонтов положительно влияет на микробиологическую и ферментативную активность, так как способствует улучшению оптимальных условий жизнедеятельности аэробных микроорганизмов, которые количественно и по интенсивности метаболизма доминируют в почвах и являются основными деструкторами углеводородов. Рыхление и перепашка нефтезагрязненных горизонтов, с одной стороны, увеличивают диффузию кислорода в почвенные агрегаты, снижают концентрацию углеводородов в почве, обеспечивают разрыв поверхностных пор, насыщенных нефтью; с другой стороны, способствуют распределению компонентов нефти и нефтепродуктов в почве и увеличению активной поверхности [5, 6].

Оптимизация процессов трансформации углеводородов возможна при выращивании на загрязненных почвогрунтах фитомелиорантов. В целях равномерного формирования биологической загрузки почвогрунтов, то есть равномерного распределения численности бактерио- и микоценоза по массе почвогрунта необходимо равномерное распределение углеродосодержащего вещества при его внесении. Пополнение микробоценоза почвогрунтов фитоценозом (фитомелиорантом) позволит снизить концентрацию углеводородов до уровня ПДК.

На основе выполненных исследований:

- 1) установлено, что наиболее эффективный и дешевый структуратор при обезвреживании аварийных разливов нефтепродуктов – опил древесных пород;
- 2) получены зависимости снижения концентрации нефтепродуктов при использовании структураторов;
- 3) доказана эффективность использования метода фиторемедиации как заключительного этапа обезвреживания нефтезагрязненных почвогрунтов;
- 4) использование технологии биорегенерации грунтов и почв с помощью активации аборигенной микрофлоры, адаптированной к нефтепродуктам, позволяет реализовать процесс регенерации грунтов непосредственно на месте аварийного разлива. Это позволяет уменьшить расходы на утилизацию загрязненного и закупку нового грунта, а также улучшить экологическую обстановку на железной дороге.

Литература

1. Годовой отчет ОАО «РЖД», 2011. URL: http://annrep.rzd.ru/?layer_id=5182&STRUCTURE_ID=4200/ (дата обращения: 21.02.2016).
2. Рекомендации по использованию биопрепарата «Деворойл» для очистки объектов железнодорожного транспорта от загрязнения нефтепродуктами. — М. : МИИТ; ВНИИЖТ, 1999. — 8 с.
3. Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв : учебник. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Изд-во МГУ, 1989. — 336 с.
4. Бондаренко В.В., Шигапов А.М. Биосферосовместимые технологии защиты окружающей среды от нефтепродуктов. Современное российское общество: проблемы развития : материалы Всероссийской научно-практической конференции. — М., 2013. — С. 235–242.
5. Локализация и сбор нефти с поверхности почвы. URL: <http://www.neftegaz-expo.ru/ru/articles/lokalizaciya-i-sbor-nefti-s-poverhnosti-pochvy/> (дата обращения: 16.02.2016).
6. Микробиологические исследования способов рекультивации нефтезагрязненных земель. URL: <http://nsportal.ru/ap/library/nauchno-tehnicheskoe-tvorchestvo/2015/01/28/mikrobiologicheskie-issledovaniya-sposobov/> (дата обращения: 16.02.2016).

Т. А. Шестюк, 2 курс

(научный руководитель – И.Л. Полянская, канд. техн. наук),
филиал Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Уральский государственный
университет путей сообщения» в г. Тюмени

Микроструктура стали при деформационном старении

Явление старения сплавов известно давно. Современное представление о процессах старения связано с развитием технологии производства алюминиевых сплавов. В 1919 г. установлено, что существенным условием старения служит выделение в твердой фазе, которое становится возможным при уменьшении растворимости в твердом состоянии с понижением температуры. Проведенные исследования показали, что при дальнейшем упрочнении происходит разупрочнение сплавов, иначе говоря, перестаревание.

Изучение старения Fe-C сплавов показало, что общая закономерность распада пересыщенного раствора аналогична закономерностям, которые наблюдаются в цветных сплавах, хотя в этих сплавах старение идет за счет примесей внедрения (углерода и азота).

Различают два вида старения: а) старение после закалки. Это явление связано с распадом пересыщенного твердого раствора. Скорость распада твердого раствора определяется температурой старения, химическим составом стали и количеством дефектов кристаллического старения; б) деформационное старение. Это явление связано с изменением свойств во времени после холодной и пластической деформации. Различают два вида деформационного старения: статическое и динамическое. При статическом деформационном старении перераспределение атомов углерода и азота в твердом растворе происходит после холодной деформации. При динамическом старении – в процессе деформации.

Отличие деформационного старения от обычного (закалочного) обусловлено тем, что в стали появляется большое количество «свежих» дислокаций, способных взаимодействовать с атомами углерода и азота в условиях достаточной подвижности дислокаций.

Различают следующие стадии деформационного старения.

1. Увеличение количества атомов углерода и азота на дислокациях, росту текучести и упрочнению.

2. Образование устойчивой фазы выделения; эта стадия характеризуется значительным повышением предела текучести и охрупчиванием.

3. Коалесценция частиц устойчивой фазы, выделившихся на предыдущей стадии. Эта стадия отличается снижением прочности. Именно эта стадия имеется в виду, когда говорят о перестаривании.

При длительном старении, наряду с коалесценцией, происходит смена мест преимущественного расположения частиц в связи с неизбежным различием уровня свободной энергии системы. В общем случае повышение длительности старения приводит к смене мест расположения частиц (карбидов железа) в последовательности:

матрица → дислокации → границы зерен.

Эффекты деформационного старения могут наблюдаться при очень малых концентрациях примесных атомов. Деформационное старение наблюдается при концентрациях $C + N \approx 10^{-4} \%$ (по массе). При значительной концентрации примеси и небольшой степени деформации происходит совмещение деформационного и закалочного старений; чем ниже температура старения, тем большей может быть доля закалочного старения.

Поскольку при строительстве железных дорог имеет место холодная деформация, то при дальнейшей эксплуатации должно иметь место и деформационное старение. В связи с этим представляет интерес оценить склонность исследуемых сталей к деформационному старению.

Оценку склонности стали к деформационному старению проводили по ГОСТ 7268—82. Суть метода заключается в определении работы удара или ударной вязкости стали, подвергнутой холодной пластической деформации и искусственному старению, и сравнением с работой удара или ударной вязкости стали в исходном состоянии с определением показателя склонности стали к старению (C), который определялся по формуле:

$$C = \frac{KC - KCA}{KCA} \cdot 100,$$

где КС — среднее арифметическое значение ударной вязкости в исходном состоянии; КСА — среднее арифметическое значение ударной вязкости стали после старения.

Сравнивали между собой только те результаты, которые получены при одном и том же способе деформации заготовок на одинаковых типах образцов. Искусственное старение проводили при температуре $(250 \pm 10)^\circ\text{C}$ в течение одного часа с последующим охлаждением на воздухе.

Данные, полученные в результате проведенных экспериментов, подтверждаются исследованиями микроструктуры, так как изменения проходят на уровне тончайших микроскопических структур.

Для оценки изменений применяли качественный и количественный анализ.

Качественный анализ микроструктуры включал в себя оценку таких показателей как форма, размер и границы зерен карбидной фазы.

Количественный структурный анализ включал определение процентного содержания этих зерен путем вычисления занимаемой ими площади методом точечного счета. Исследования проводились в пяти партиях образцов. Подсчет проводили в пяти полях зрения шлифах из каждой опытной партии (рис. 1).

В результатах этих исследований установлено, что структурная архитектура стали изменяется.

При длительном старении происходит смена мест выделений карбидных частиц. На рис. 1, а представлена структура стали после старения в течение 100 ч. Как видно из рис. 1, а, в объеме зерен имеются отдельные черные точки (карбиды железа). На границах зерен карбида железа практически нет.

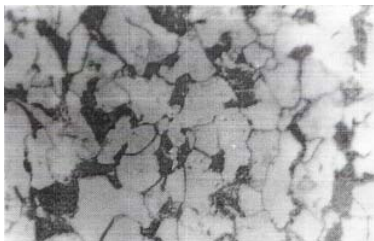
На рис. 1, б показана структура стали после старения в течение 500 часов. Как видно из рис. 1, б, количество цементитных частиц в объеме зерен возросло. Возросло и количество выделений на границах зерен.

Карбидные частицы, видимые на рис. 1 в объеме зерен, на самом деле находятся на дислокациях. Просто дислокации в данном увеличении не видны. Увеличение карбидных частиц при старении в течение 500 ч по сравнению со старением в течение 100 ч — кажущееся явление.

Обусловлено оно увеличением размеров карбидов (коалесценцией), в результате чего невидимые ранее частицы становятся видимыми. В целом же плотность выделений при увеличении длительности ста-

рения уменьшается, так как коалесценция происходит за счет растворения более мелких частиц.

а)



б)

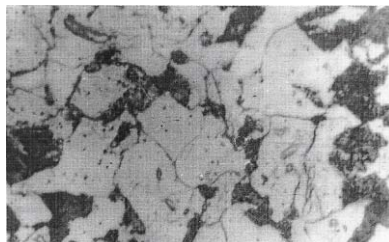


Рис. 1. Микроструктура стали после старения в течение 100 ч (а) и 500 ч (б)

Об уменьшении плотности выделений свидетельствует снижение прочности стали.

Результаты испытаний на динамический изгиб приведены в таблице.

Значения ударной вязкости KVC^{-40} / см²

№ испытания	Длительность старения, ч					
	0	1	10	100	500	1000
1	24,0	1,25	1,25	3,75	1,75	13,1
2	19,8	1,25	1,50	1,25	2,75	14,9
3	21,6	3,75	4,75	1,25	1,50	8,5

Как видно из данных, приведенных в таблице, старение приводит к охрупчиванию стали. Причем величина KVC^{-40} практически не зависит от длительности старения до 500 ч. При дальнейшем старении стали ударная вязкость возрастает.

Снижение прочности не только повышает вероятность разрушений, но и создает проблемы при ремонте стальных конструкций, поскольку они теряют устойчивость при нагрузках.

Полученные результаты говорят, что при длительной эксплуатации трубопроводов возможны два вида негативных изменений свойств сталей: охрупчивание и снижение прочности.

Снижение прочности трубы обусловлено утоньшением толщины металлических конструкций в результате коррозионных процессов и перестареванием металлической конструкции.

Оба этих фактора оказывают большое влияние на прочность металлических; повышается вероятность разрушений, возникают проблемы при их ремонте.

Чтобы минимизировать потери разрушений в результате перестаревания, необходимо после 20-летнего срока эксплуатации проводить периодическую аттестацию металлических конструкций с целью определения изменения механических свойств металла и соответствие их нормативным документам.

УДК 656.2.072

А.О. Шмидт, 4 курс

(научный руководитель – К. Е. Герасимчук, канд. техн. наук),
Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

Применение нового подвижного состава для городских и пригородных перевозок в Пермском крае

ОАО «РЖД» осуществляет перевозки пассажиров в пригородном сообщении на территории 73 субъектов РФ. Железнодорожные перевозки в пригородном сообщении отличаются внутрисетевой и территориальной неравномерностью по многим группам показателей: протяженность маршрутов, график движения, населенность вагонов, тарифная политика, количество и структура льготных категорий пассажиров и др. Большая трудоемкость и, соответственно, высокие расходы на организацию и осуществление данных перевозок приводят к высокой их себестоимости. В целом ряде регионов России власти субъектов оказались не в состоянии компенсировать выпадающие доходы пригородных пассажирских компаний, которые возникают из-за установления тарифов на проезд пассажиров ниже их фактической себестоимости. Кроме этого, выросла ставка по оплате за пользование инфраструктурой ОАО «РЖД» с 1 до 25 %. Это привело в начале 2015 г. к массовой отмене поездов в целом ряде субъектов. Одним из регионов, на котором в незначительной степени отразилась данная ситуация, стал Пермский край. Маршрутная сеть в Прикамье на протяжении четырех лет остается стабильной при полной компенсации выпадающих доходов компании-перевозчику.

Пригородное сообщение в Прикамье имеет ряд характерных особенностей [1]:

- высокий уровень вынужденных поездок из-за возросшей трудовой миграции населения;

- резкое падение пассажиропотока по мере удаленности от головной станции (Пермь II);

- низкие скорости движения поездов на Горнозаводском направлении (участковая скорость не превышает 39 км/ч);

ярко выраженная неравномерность перевозок по направлениям (Западному, Главному и Горнозаводскому);

отсутствие тактового движения в пределах городской зоны;

монопольный характер деятельности на отдельных направлениях, где отсутствует прямая связь автомобильными дорогами;

отсутствие нового подвижного состава, отвечающего современным требованиям сервиса.

Среди общих негативных моментов функционирования пригородных перевозок по всей стране в целом и по Пермскому краю в частности можно выделить: неудовлетворительное состояние пассажирских обустройств; неудовлетворенность пассажиров уровнем сервиса; отток пассажиров на автомобильный транспорт; низкий уровень добровольных поездок; низкая населенность электропоездов в дневное время по будним дням.

В некоторых районах Пермского края железная дорога — это единственный вид транспорта. В большей степени это касается жителей северо-восточных районов региона. Кроме железнодорожного транспорта, жители региона имеют возможность воспользоваться автомобильным и водным видами транспорта. По результатам маркетингового исследования, проведенного в рамках научно-исследовательской работы, более половины пассажиров, в частности, Горнозаводского направления не имеют возможности пользоваться альтернативными видами транспорта [2]. Необходимо также принять во внимание неблагоприятные тенденции в социально-экономическом положении северо-восточных районов. Так, например, в Чусовском районе из-за ликвидации мощностей металлургического завода увеличилась безработица, произошло снижение объёма отгруженных товаров промышленной продукции [3]. Темпы инфляции превышают темпы роста номинальной заработной платы, поэтому реальные доходы населения сокращаются. Именно поэтому относительно дешевые и доступные пригородные железнодорожные перевозки представляют собой социальную услугу населению. А значит, отменить пригородные поезда и прекратить регулярное железнодорожное сообщение невозможно.

Если пригородные перевозки носят ярко выраженный социальный характер, то основная роль городских перевозок в пределах Перми заключается в обеспечении транспортных корреспонденций между отдаленными районами города. В настоящее время в городе существуют три основных вида общественного транспорта: автобус,

трамвай, троллейбус. В качестве четвертого вида выделяют «городскую электричку», маршрут которой пролегает через промышленный пояс левобережья Камы, а также соединяет отдаленные микрорайоны с центром города (рис. 1).

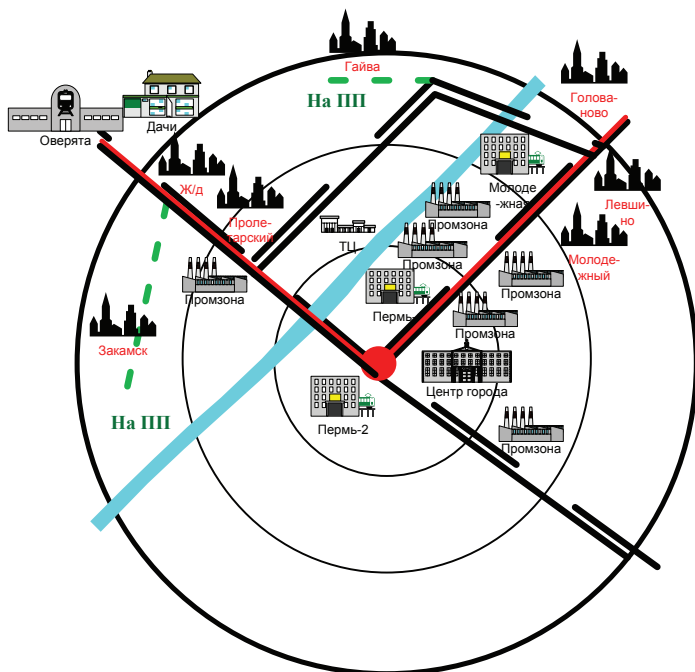


Рис. 1. Схема зон обслуживания городскими электропоездами с учетом перспективного развития

Преимущества данного вида транспорта заключаются в большой провозной способности и вместимости электропоездов, быстрой доставке пассажиров в центр города или из центра в жилые микрорайоны. Но, к сожалению, за последнее время количество городских электропоездов, а также пригородных, которые обслуживают городскую агломерацию, сократилось практически в два раза (на участке Пермь II – Левшино). В пользу актуальности развития городских перевозок на железнодорожном транспорте говорят неуклонно растущие расходы на содержание автодорожной инфраструктуры (рис. 2). Кроме этого,

по данным Пермьстата, количество личных автомобилей у жителей края за последние десять лет выросло практически в три раза [3], что привело к росту заторов в центральной части города Перми и на некоторых развязках с низкой пропускной способностью.

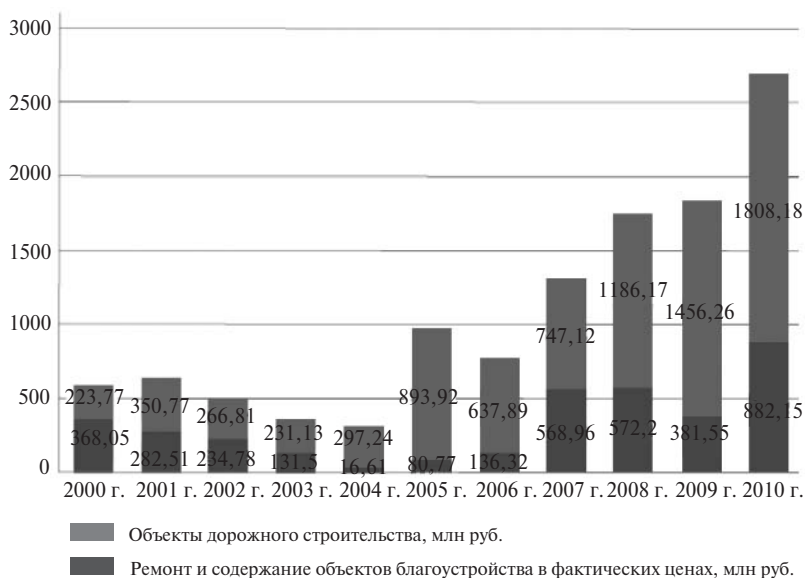


Рис. 2. Динамика расходов средств бюджета г. Перми на строительство и ремонт дорожной сети [4]

Дальнейшее развитие пригородных и городских перевозок в Пермском крае невозможно без роста пассажиропотока. В Транспортной стратегии развития региона поставлена задача увеличения объемов перевозок по всем железнодорожным направлениям при различных сценариях развития социально-экономического положения региона. Однако на сегодняшний день пассажиропоток стабилен и увеличивается не намного. Обеспечению дальнейшего прогрессивного темпа роста пассажиропотока и, следовательно, росту доходных поступлений от пригородных перевозок, в Пермском крае должна способствовать клиентоориентированность железнодорожного транспорта. Самым важным ее аспектом можно назвать обеспечение пассажирских перевозок современным подвижным составом.

В качестве позитивного примера можно привести организацию пригородных перевозок новыми электропоездами ЭС2Г в Свердловской области, в результате чего пассажиропоток на полигонах эксплуатации «Ласточек» только за первую декаду вырос почти на треть [5].

Стоимость одного электропоезда ЭС2Г очень высока. Средняя стоимость электропоезда, заказанного для перевозок по время Олимпиады в Сочи, составила около 7 млн евро. Альтернативой для субъектов России могут стать аналогичные электропоезда отечественного производства, например, ЭГ2Тв.

В сентябре 2015 года был представлен электропоезд для городских и региональных перевозок ЭГ2Тв 001 (рис. 3, таблица 1).



Рис. 3. Электропоезд ЭГ2Тв («Иволга») [6]

Таблица 1

Технические характеристики электропоезда ЭГ2Тв

Характеристика	Значение
Род тока, кВ	Постоянный, 3 кВт
Конструкционная скорость, км/ч	160
Среднее ускорение до скорости 60 км/ч, м/с ²	0,9
Высота уровня пола в таре, мм	1260
Ширина дверного проема, не менее, мм	1400

Окончание табл. 1

Характеристика	Значение
Длина поезда в основной составности, м	159,6
Основная составность	5 ваг.
Расчетная вместимость поезда основной составности	1250 пасс.
Срок службы	40 лет
Общая мощность, кВт	5200
Наличие сквозного прохода	Да
Максимальная нагрузка на ось, тс, немоторного/моторного вагона	19/21,5

Электропоезд ЭГ2Тв — первый представитель перспективного семейства электропоездов, разработанных Трансмашхолдингом для обеспечения городских, тактовых, пригородных и местных перевозок пассажиров. Базовая платформа разработана с учетом возможности производства модификаций для максимальных скоростей движения 120 и 160 км/ч, а в перспективе — до 250 км/ч. Основная составность поезда — 5 ваг., существует возможность формировать составы длиной от 3 до 12 ваг., а также сдвоенные поезда длиной до 14 ваг. с управлением по системе многих единиц [7].

Конструктивные особенности электропоезда: новая система пассивной безопасности (крэш-модули), тележки с пневмоподвешиванием, возможность размещать крупногабаритные вещи, наличие герметичных межавантных переходов, экологически чистые биотуалеты.

Тяговые электродвигатели электропоезда асинхронные, они простоты в обслуживании и эксплуатации, имеют несложную конструкцию, низкую стоимость и высокую надежность. Электродвигатели ЭГ2Тв обладают повышенной мощностью, приближенно равную 433 кВт, в то время как у электропоезда ЭД4М — всего 235 кВт. А значит, при сохранении основных режимов ведения шестивагонного электропоезда по участку вместо трех моторных вагонов можно использовать только два.

Новый скоростной электропоезд способен быстрее набирать скорость, что повышает участковую скорость пригородных поездов. Так, время разгона ЭГ2Тв до 60 км/ч составляет 18,5 с, а у ЭД4М — 24 с. Это особенно важно в условиях эксплуатации электропоезда в крупном городе с небольшими средними расстояниями между остановочными пунктами. В Перми среднее расстояние составляет 2,38 км [1].

Одним из преимуществ ЭГ2Тв можно назвать его модульную конструкцию. Это позволяет, по сути, собирать салон электропоезда

в том исполнении, в котором его желает видеть перевозчик, а, в конечном итоге, и сами пассажиры. Салоны вагонов электропоезда могут различаться количеством дверей, наличием или отсутствием туалета, багажных полок, устройств для перевозки велосипедов, а также количеством посадочных мест.

Несмотря на то, что последний электропоезд поступил в ТЧПРИГ-2 в 2008 году, часть подвижного состава морально и физически устарела. Так, например, поезда серий ЭР2Т, ЭД2Т были выпущены в конце 1980 — начале 1990-х гг., то есть их возраст приближается к 25 годам. Из-за невозможности полного отказа от пригородного железнодорожного сообщения очень скоро встанет вопрос об обновлении парка подвижного состава. Почему им должен стать новый ЭГ2Тв?

При изучении и анализе пригородных перевозок на Горнозаводском направлении проведены натурные исследования пассажиропотока, показавшие, что в будние дни населенность пригородных поездов (особенно в осенне-зимний период) достаточно низкая. Четырехвагонный электропоезд ЭД4М (а это его минимальная составность) имеет 400 сидячих мест. Населенность поезда, например, от ст. Чусовская до ст. Пермь II, отправляющегося в 18.00, составляет максимум до 150 чел. в течение первых 40 мин следования, а затем падает до 50—60 чел. [2]. Получается, что населенность поезда меньше, чем вместимость одного вагона, доходы от перевозок намного меньше платы перевозчика за использование инфраструктуры ОАО «РЖД».

Минимальная составность электропоезда ЭГ2Тв равна трем вагонам. За счет сокращения количества вагонов в составе поезда можно увеличить среднюю населенность вагона, прежде всего из-за сокращения вагоно-километров пробега. В стандартном исполнении электропоезд имеет 58 мест в моторном и по 25 мест в прицепных головных вагонах, что обеспечивает посадочными местами 108 чел. Этого может быть недостаточно, однако этот вопрос позволяет решить модульная конструкция электропоезда. При сокращении количества сидячих мест и замене традиционных лавок комфортабельными креслами повысится удобство для пассажиров.

В случае увеличения пассажиропотока по каким-либо причинам электропоезд ЭГ2Тв может эксплуатироваться с одним моторным вагоном при четырехвагонной составности. На каждый моторный вагон приходится четыре электродвигателя. Мощность одного пригородного состава определяется по формуле

$$N_{\text{пр}} = n_{\text{мв}} \cdot n_{\text{дв}} \cdot N_{\text{дв}}, \quad (1)$$

где $n_{\text{мв}}$ — количество моторных вагонов в составе (для ЭД4М — 2 вагона, для ЭГ2Тв — 1); $n_{\text{дв}}$ — количество двигателей на одном моторном вагоне (4 двигателя); $N_{\text{эд}}$ — мощность одного электродвигателя (для ЭД4М — 235 кВт, для ЭГ2Тв — 433 кВт).

Мощность пригородного состава ЭГ2Тв с одним моторным вагоном равна

$$N_{\text{пр}} = 1 \cdot 4 \cdot 433 = 1732 \text{ кВт.}$$

Мощность пригородного состава ЭД4М с двумя моторными вагонами равна

$$N_{\text{пр}} = 2 \cdot 4 \cdot 235 = 1880 \text{ кВт.}$$

Но чтобы окончательно определить лучший вариант, сравним удельную мощность составов, которая определяется по формуле:

$$n = \frac{N_{\text{пр}}}{m_{\text{пв}} \cdot n_{\text{пв}} + m_{\text{мв}} \cdot n_{\text{мв}}}, \quad (2)$$

где $m_{\text{пв}}$ — масса одного прицепного вагона (для ЭД4М — 44,2 т, для ЭГ2Тв — 49,1 т); $n_{\text{пв}}$ — количество прицепных вагонов (для ЭД4М — 2 вагона, для ЭГ2Тв — 2 вагона); $m_{\text{мв}}$ — масса одного моторного вагона (для ЭД4М — 57,8 т, для ЭГ2Тв — 54,9 т).

$$n_{\text{ЭГ2Тв}} = \frac{1732}{49,1 \cdot 2 + 54,9 \cdot 1} = 11,31 \text{ кВт/т;}$$

$$n_{\text{ЭД4М}} = \frac{1880}{42,2 \cdot 2 + 57,8 \cdot 2} = 9,22 \text{ кВт/т.}$$

Даже с одним моторным вагоном новый электропоезд развивает большую удельную мощность, что позволяет значительно экономить на обслуживании мотор-вагонных секций, ремонте тяговых электродвигателей, а также реализовывать высокие скорости движения, быстрый разгон и торможение.

Повысить эффективность работы пригородного железнодорожного транспорта за счет применения нового подвижного состава можно

и иными способами. Так, например, при следовании пригородных поездов в непиковые периоды (днем и поздним вечером) на Горнозаводском направлении есть возможность использовать модульный электропоезд ЭГ2Тв по системе многих единиц. Ст. Левшино представляет собой узловую станцию: одна железнодорожная ветка проложена до г. Соликамска, другая — до ст. Чусовская и далее до Нижнего Тагила. В соответствии с действующим графиком движения поездов, с разницей в 30–40 мин следуют два электропоезда: №6204 Пермь II — Левшино — Чусовская и №6266 Пермь II — Левшино — Кизел. По результатам натурального обследования пассажиропотоков, в рассматриваемое время (14 ч) в основном передвигаются группы пассажиров, которые не предъявляют особых высоких требований к скорости движения поезда (пенсионеры, домохозяйки и др.) [2]. Ведение двухгруппного пригородного поезда до ст. Левшино с последующим разделением составов позволит перевозчику сэкономить денежные средства (за счет сокращения количества кассиров, оплаты услуг по использованию инфраструктуры), уменьшит нагрузку на движущий аппарат, на машинистов. Электропоезд оборудован самыми передовыми системами безопасности и контроля, что позволяет вести электропоезд машинисту в одно лицо.

Произведем расчет экономии платы за инфраструктуру ОАО «РЖД» при организации эксплуатации модульных поездов. В общем случае формула расчета платы за инфраструктуру составит [8]

$$T_i = I1 + n_{\text{ваг}} \cdot (I2 + I3), \quad (3)$$

где i — условное обозначение направления (в нашем случае Ч — Чусовское, К — Кизеловское); $I1$ — базовая ставка платы инфраструктурную составляющую, руб./поезд; $I2$ — базовая ставка платы за вокзальную составляющую, руб./ваг.; $I3$ — базовая ставка платы за мотор-вагонную составляющую, руб./ваг.; $n_{\text{ваг}}$ — количество вагонов в составе (для ЭД4М — 4 вагона).

От Перми II до Чусовской плата за услуги по использованию инфраструктурой при существующей схеме обслуживания четырехвагонными электропоездами ЭД4М составляет

$$T_{\text{ч}} = 14163,6 + 4 \cdot (319,5 + 63,3) = 15694,8 \text{ руб./рейс};$$

от Перми II до Кизела

$$T_{\text{к}} = 19568,1 + 4 \cdot (441,4 + 63,3) = 21586,8 \text{ руб./рейс}.$$

При расчете затрат по новой схеме будут использоваться другие формулы; от Перми II до Левшино ($n_{\text{ваг}} = 6$ вагонов, так как поезд двухгруппный):

$$T_{\text{л}} = И1 + 6 \cdot (И2 + И3), \quad (4)$$

где $T_{\text{л}}$ — плата за услуги по использованию инфраструктуры на участке Пермь — Левшино при движении модульного электропоезда ЭГ2Тв;

от Левшино до Чусовской и до Кизела (после разделения модулей)

$$T'_{\text{ч(к)}} = И1 + 3 \cdot (И2 + И3), \quad (5)$$

где $T'_{\text{ч(к)}}$ — плата за услуги по использованию инфраструктуры на Чусовском (Кизеловском) направлении при движении электропоезда ЭГ2Тв.

Итого плата за услуги по использованию инфраструктуры ОАО «РЖД» по новой схеме обслуживания составит

$$T' = T_{\text{л}} + T'_{\text{ч}} + T'_{\text{к}}; \quad (6)$$

$$T_{\text{л}} = 1733,1 + 6 \cdot (270,7 + 63,3) = 2347,5 \text{ руб.};$$

$$T'_{\text{ч}} = 12001,7 + 3 \cdot (392,7 + 63,3) = 12814,7 \text{ руб.};$$

$$T'_{\text{к}} = 17406,3 + 3 \cdot (392,7 + 63,3) = 18774,3 \text{ руб.};$$

$$T' = 2347,5 + 12814,7 + 18774,3 = 33936,5 \text{ руб./рейс.}$$

Ежегодную экономию для всех видов расходов будем определять по формуле

$$\Delta \mathcal{E} = (\mathcal{E} - \mathcal{E}') \cdot 365 \cdot 2, \quad (7)$$

где \mathcal{E} — затраты при работе по существующей схеме обслуживания; \mathcal{E}' — затраты при работе по новой схеме обслуживания; 365 — кол-во дней в году; 2 — кол-во рейсов в сутки.

Ежегодная экономия на оплате за услуги по использованию инфраструктуры ОАО «РЖД» равна

$$\begin{aligned} \Delta \mathcal{E} &= (\mathcal{E} - \mathcal{E}') \cdot 365 \cdot 2 = (15694,8 + 21586,8 - 33936,5) \cdot 365 \cdot 2 = \\ &= 2440123 \text{ руб./год.} \end{aligned}$$

Ощутимая экономия денежных средств, безусловно, свидетельствует о возможности эксплуатации модульных электропоездов. Однако необходимо иметь в виду технологические особенности соединения или разъединения модулей, которые могут привести к увеличению времени в пути и неудобству пассажиров.

Согласно Типовому технологическому процессу пассажирской станции (таблица 2), после разъединения первый электропоезд отправится через 11,5 мин, а другой — через 14,5 мин после прибытия.

В примечании к данному процессу [9] отмечено, что время на операции может зависеть от конкретных условий. Опыт Октябрьской железной дороги позволил сократить время соединения и разъединения до 4 мин [10]. С учетом того, что подвижной состав более совершенный, автоматизированный, а также из-за его малого линейного размера (длины) время на операции будет сокращено. Если первым отправится поезд №6204 Пермь II — Чусовская, то горловина станции будет свободна уже через 1,5 мин, так как поезд №6266 Пермь II — Кизел следует на другое направление.

С 2017 г. планируется передача мотор-вагонного подвижного состава в собственность компании-перевозчику в пригородном сообщении, значит, она будет вынуждена заниматься всеми видами планово-предупредительных ремонтов вагонов. Снижая потребный парк вагонов, перевозчик сможет сэкономить и на их обслуживании, уборке, ремонте и т.п. Таким образом, уменьшится нагрузка на региональный бюджет, вызванная субсидированием пригородного движения.













Эксплуатация электропоезда ЭГ2Тв более целесообразна на маршруте городской электрички. Городскими электропоездами по будням пользуется более 2000 пасс./сут [1]. Пригородными поездами, следующими на более дальние зоны, передвигается практически такое же количество пассажиров. К 2030 г. прогнозируемое количество пассажиров вырастет практически в два раза [11].

В целом по краю и в Перми произошел бурный рост личного автотранспорта. Руководство Перми уже предпринимает активные шаги по ограничению въезда автотранспорта в центр города, например, устраиваются платные парковки, оптимизируется маршрутная сеть автотранспорта. Проект строительства транспортно-пересадочного узла на станции Пермь II [12] предполагает также и перенос автовокзала, однако центр города уже перегружен автотранспортом, автобусам будет сложно выехать из города. Растущие дорожные заторы вызывают дискомфорт у горожан, загрязняют городской воздух, ведут

к значительному росту расходов на содержание и строительство автодорожной инфраструктуры.

Таблица 2

Технология разъединения модульного электропоезда [9]

Операция На операцию		Время, мин				Исполнители
		0	5	10	15	
Прием соединенного состава электропоезда на путь, полное служебное торможение		До начала высадки пассажиров				ДСП
Высадка-посадка пассажиров	Первый электропоезд	5,5+3,5				
	Второй электропоезд	14,5				
Выключение системы УСАВП, отпускание токоприемников		1				ТЧМ1, ТЧМП1
Выключение системы РИДОП		1				ТЧМ1, ТЧМП1 ТЧМ2, ТЧМП2
Разъединение тормозных магистралей, автосцепок, низковольтных соединительных кабелей		3,5				ТЧМП1
Подъем токоприемников, закрывание автоматических дверей, предупреждение пассажиров о производстве маневров, закрытие автоматических дверей на первом электропоезде		1,5				ТЧМ1
Расцепка и продвижение первого электропоезда в пределах свободы пути, но не менее чем на 10 м, открытие автоматических дверей		1				ТЧМ1, ТЧМП1
Доклад машиниста первого э/поезда ДСП о готовности к отправлению		0,5				
Сокращенное опробование тормозов первого электропоезда		3				ТЧМ1, ТЧМП1
Сокращенное опробование тормозов второго электропоезда		6				ТЧМ2, ТЧМП2
Общая продолжительность		14,5				

Повысить привлекательность городских перевозок железнодорожным транспортом позволит замена подвижного состава на новые электропоезда ЭГ2Тв в сочетании с грамотной тарифной политикой региональных и городских властей. Организация тактового движения ускоренных городских электропоездов новой конфигурации и планировки позволит привлечь дополнительный пассажиропоток, а также повысить привлекательность железнодорожного транспорта у пассажиров дальних зон за счет увеличения скорости движения. Эти проекты могут быть реализованы только при комплексном взаимодействии и участии всех сторон перевозочного процесса в пригородном сообщении (властей города и региона, ОАО «РЖД» и ОАО «ППК»). Это позволит в дальнейшем увеличить размеры движения, предложив жителям города качественно новый транспортный продукт, сделав перемещение между отдаленными районами города быстрым и безопасным.

Для жителей Перми актуальна возможность перевозки велосипедов, особенно для молодого поколения, проживающего в спальных районах. Во время летней акции, объявленной компанией-перевозчиком в пригородном сообщении, пермяки активно пользовались возможностью бесплатной перевозки личных транспортных средств. Модульная конструкция ЭГ2Тв позволяет решить и этот вопрос, повысив удобство размещения велосипедов в салоне вагонов (рис. 3).

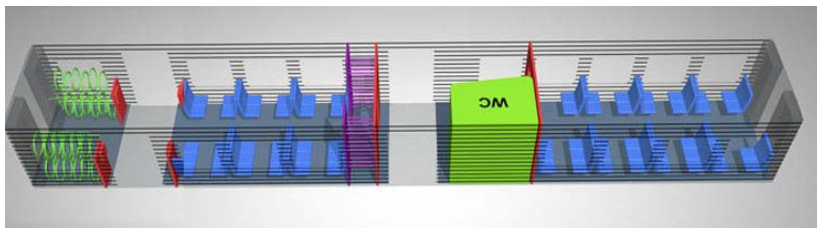


Рис. 3. Планировка вагона с возможностью перевозки велосипедов и дополнительной ручной клади [6]

Часть площади вагона выделяется для перевозки велосипедов на специальных держателях, в другой части предусматривается стеллаж для дополнительной ручной клади. При интенсивном входе-выходе пассажиров на остановочных пунктах имеется возможность (по желанию заказчика) увеличить число дверных проемов до трех (в промежуточных вагонах).

Пригородные и городские перевозки пассажиров — это не единственная сфера применения нового подвижного состава. Эксплуатация новых электропоездов серии ЭГ2Тв целесообразна и на маршрутах туристической направленности. Туристы, пассажиры, сплавающиеся по рекам в летнее время, путешественники, горнолыжники смогут беспрепятственно провозить в электропоездах свое снаряжение, не загромождая при этом посадочные места, проходы и багажные полки.

Наиболее популярными маршрутами являются Кишертъ, Шумково, Кордон (для сплава по реке Сылве), Чусовой — Кын (для сплава по реке Чусовой), Губаха (горнолыжный курорт) и другие. Следует также отметить туристический потенциал Кын-завода, Чусовского этнографического парка, Каменного города, г. Кунгура. Возле всех перечисленных объектов проходят маршруты пригородных поездов. Новым направлением для Пермского края является велотуризм, который на сегодняшний день бурно развивается. Молодые и активные горожане совершают велосипедные прогулки не только по гористым местностям северо-востока края, но и изучают природу региона, заброшенные поселения, катакомбы, «кладбище паровозов» и другие объекты. Карта Пермского края с указанием популярных туристических объектов, мест для велосипедных экспедиций и прогулок, зимнего досуга и отдыха представлена на рис. 4.

Применение нового подвижного состава на наиболее востребованных направлениях может повлечь за собой значительный рост пассажиропотока. С другой стороны, технические возможности и модульность конструкции электропоезда ЭГ2Тв позволят привести размеры движения поездов в соответствие с пассажиропотоком. В Пермском крае электропоезда «Иволга» можно эксплуатировать как в пригородном движении, так и на маршрутах городской электрички. Технические характеристики нового поезда (мощность, среднее ускорение и др.) будут способствовать сокращению времени хода между близко расположенными остановочными пунктами за счет быстрого разгона и замедления, а также снижению негативной нагрузки на окружающую среду. Кроме этого, электропоезд более комфортабелен и приспособлен под конкретные нужды горожан.

Целесообразность эксплуатации ЭГ2Тв продемонстрирована нами в пригородном движении при организации движения модульных электропоездов в непииковые периоды суток. Рассчитанная годовая экономия только на оплате услуг по использованию инфра-

структуры ОАО «РЖД» на одном маршруте составила более 2 млн руб. При этом технология разъединения модулей электропоезда с учетом конкретных особенностей и передового опыта не вызовет ощутимого увеличения времени в пути. Таким образом, расчетный экономический эффект и возможность роста пассажиропотока за счет повышения качества обслуживания дают основания утверждать, что электропоезд ЭГ2Тв – перспективный подвижной состав в городском и пригородном сообщениях Пермского края.

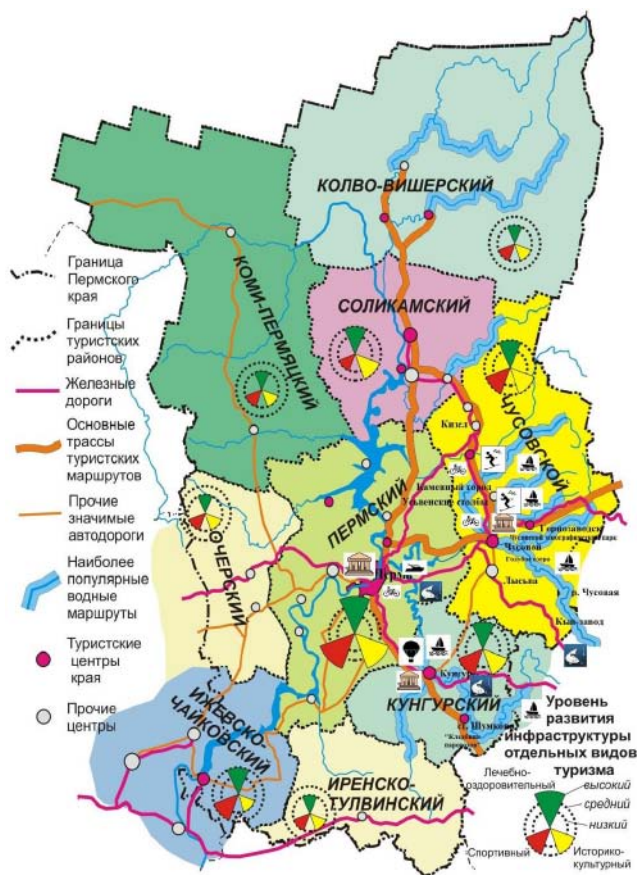


Рис. 4. Туристические и досуговые объекты Пермского края, расположенные возле маршрутов пригородных поездов [13]

Литература

1. Организация движения городских электропоездов в пределах Пермского железнодорожного узла в условиях возрастания пассажиропотока : Отчет по НИР (научный руководитель — К. Е. Герасимчук, канд. техн. наук; коллектив : А.О. Шмидт). — Екатеринбург : УрГУПС, 2015. — 54 с.
2. Пригородные перевозки железнодорожным транспортом в Пермском крае: проблемы и перспективы развития : Отчет по НИР (научный руководитель В.В. Гаврилова, канд. философ. наук, коллектив : А.О. Шмидт). — Пермь : ПИЖТ УрГУПС, 2014. — 40 с.
3. Пермьстат» — служба государственной статистики. URL: <http://permstat.gks.ru/> (дата обращения: 11.11.2015).
4. Материалы по обоснованию проекта Генерального плана г. Перми. URL: <http://www.permgenplan.ru/> (дата обращения: 10.07.2015).
5. Пассажиры оценили скорость. В регионах Уральского федерального округа сохранили все электропоезда. URL: <http://www.rg.ru/> (дата обращения: 15.01.2016).
6. Электропоезд ЭГ2Тв. URL: <http://www.tvz.ru/> (дата обращения: 11.11.2015).
7. Журнал для партнеров ЗАО «Трансмашхолдинг» : электрон. журн. 2015. №1. URL: <http://www.tmholding.ru/> (дата обращения: 11.11.2015).
8. Приказ ФСТ России от 27.07.2010 № 156-т/1 (ред. от 09.11.2012, с изм. от 24.06.2015). URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 10.07.2015).
9. Распоряжение ОАО «РЖД» от 20.10.2008 № 2194р «Об утверждении Типового технологического процесса работы пассажирской станции». URL: <http://scbist.com/> (дата обращения: 11.11.2015).
10. Свыше 55 миллионов рублей в год составит экономия эксплуатационных расходов на Октябрьской железной дороге — филиале ОАО «РЖД» при реализации пилотного проекта по организации модульного движения. URL: <http://www.ozd.rzd.ru/> (дата обращения: 11.11.2015).
11. Транспортная стратегия Пермского края на период 2010—2030 г. URL: <http://www.prigorod.perm.ru/> (дата обращения: 14.07.2015).
12. Транспортно-пересадочный узел «Пермь-2» создается на основе одноименного ж/д вокзала «Пермь II». URL: <http://rv-proekt.ru/projects/29/29> (дата обращения: 11.11.2015).

13. Развитие туризма и рекреации в Ильинском районе Пермского края : отчет по НИР (научный руководитель — профессор А. И. Зырянов, канд. техн. наук), г. Пермь : ПГУ, 2007. — 182 с.
14. Служебное расписание движения пригородных поездов по Свердловской железной дороге на 2014—2015 гг. — Екатеринбург : Трансиздат, 2014. — 319 с.
15. Годовой отчет 2014 открытого акционерного общества «Пермская пригородная компания». Утвержден годовым общим собранием акционеров ОАО «Пермская пригородная компания» протокол № 31 от 16.06.2015 г. URL: <http://www.prigorod.perm.ru/> (дата обращения: 14.07.2015).
16. Правила тяговых расчетов для поездной работы. — М. : Транспорт, 1985. — 287 с.
17. Резер С.М. Логистика пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте. М. : ВИНТИ РАН, 2007. — 516 с.
18. Туристический портал Пермского края. URL: <http://www.visitperm.ru/> (дата обращения: 10.11.2015).
19. Постановление правительства от 25 февраля 2015 года № 166 «О внесении изменения в постановление Правительства Российской Федерации от 17 октября 2011 года № 844». URL: <http://government.ru/> (дата обращения: 10.11.2015).

Н.К. Штыков, 3 курс

(научный руководитель – Ю.М. Кравченко), Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

Определение основных геометрических параметров поперечного сечения верхнего строения пути с помощью программного комплекса

В процессе эксплуатации у верхнего строения пути (ВСП) могут трансформироваться положение и конфигурация, что приводит к изменению конструктивных параметров балластной призмы. Это связано с воздействием на путь динамической нагрузки от подвижного состава, несоблюдением технологии производства ремонтов и текущего содержания пути, образованием сколов и уменьшения объема (при уплотнении) балластного материала. Кроме того, в кривых участках пути может возникать непогашенное ускорение, негативно сказывающееся на сохранности стабильного положения подрельсового и подшпального оснований [1].

Определить параметры балластной призмы в поперечном сечении можно установкой дополнительного оборудования на торцах путеизмерительных вагонов типов ЦНИИ-4, КВЛ-П, СПЛ-ЧС200 и др., отличающихся частой периодичностью проходов [2]. К дополнительному оборудованию данных средств относится видеокамеры высокой четкости, при помощи которых происходит видеосъемка ВСП при движении вагона-путеизмерителя с установленной скоростью для дальнейшей обработки видеоряда и получения геометрических параметров и характеристик. Видеокамеры устанавливаются на торцах вагона-путеизмерителя для поочередного включения в зависимости от стороны прицепки локомотива. Принципиальная схема вагона-путеизмерителя, оснащенного видеокамерой, представлена на рис. 1.

Для численной оценки геометрических характеристик конструкции верхнего строения пути в поперечном сечении разработан программный комплекс (ПК). Основная задача ПК – построение трехмерного изображения участка пути на основании информации с видеокамер. Это позволит определять основные параметры балластной призмы в поперечном сечении по полученным координатам. Определение основных параметров поперечного сечения верхнего

строения пути с помощью ПК с практической точки зрения полезно для организаций и структурных предприятий, осуществляющих текущее содержание, ремонт и реконструкцию железнодорожного пути.

В качестве основной среды разработки ПК выбран объектно-ориентированный язык программирования Java, основным преимуществом которого является простой синтаксис, дающий возможность работать с графикой, анимацией, визуализацией и интерактивными приложениями. ПК состоит из отдельных объектов, которые отвечают тем или иным действиям пользователя. ПК поддерживается операционной системой Microsoft Windows.

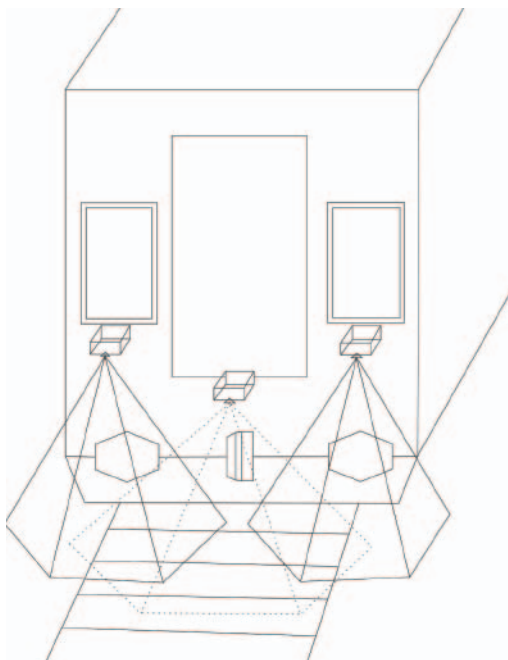


Рис. 1. Принципиальная схема оснащения вагона-путеизмерителя видеокамерой

Теоретическая основа [3], реализованная в программном коде, базируется на законах зависимости освещенности от силы света и обратных квадратов. Согласно этим законам, освещенность прямо пропорциональна силе света источника. При удалении его от освещ-

щаемой поверхности ее освещенность уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния [4].

Освещенность E определяется следующей зависимостью:

$$E = \frac{I}{r^2} \cdot \cos a, \text{ Лк}, \quad (1)$$

где I — сила света, Кд; r — расстояние до источника света, м; a — угол падения лучей света относительно нормали к поверхности, град.

В данном ПК с матрицы видеокамеры считывается параметр освещенности каждого пикселя с интенсивностью (0, 255, 0) и выносятся перпендикулярно плоскости изображения полученного с матрицы видеокамеры. На основании зависимости (1) можно вычислить расстояние от матрицы до исследуемого предмета.

Расстояние r определяется следующей зависимостью:

$$r = \sqrt{\frac{I \cdot \cos \alpha}{E}}, \text{ м}. \quad (2)$$

Основные принципы реализации построения стереоскопического изображения представлены на рис. 2.

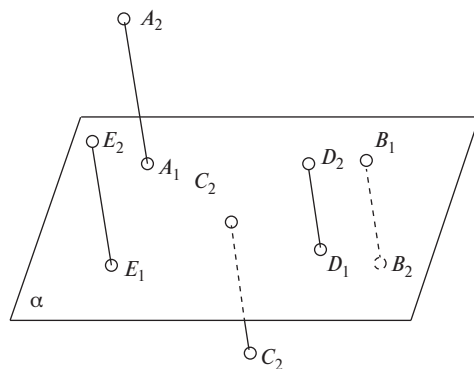


Рис. 2. Основные принципы реализации стереоскопического изображения

Преимущество получения изображения этим методом заключается в минимальном количестве дополнительного оборудования, уста-

навливаемого на специальный подвижной состав. К недостаткам можно отнести зависимость от погодных условий и времени суток.

На основе экспериментальных измерений в бытовых условиях была определена средняя погрешность измерений. Тестирование проводилось на макете, представляющем собой три уголка с фиксированными расстоянием. Измерения производились при разном расстоянии видеокамеры (матрицы) от макета: 0,5; 1,0 и 1,5 м. Результаты тестирования представлены на графике зависимости погрешности от расстояния между видеокамерой и макетом (рис. 3).

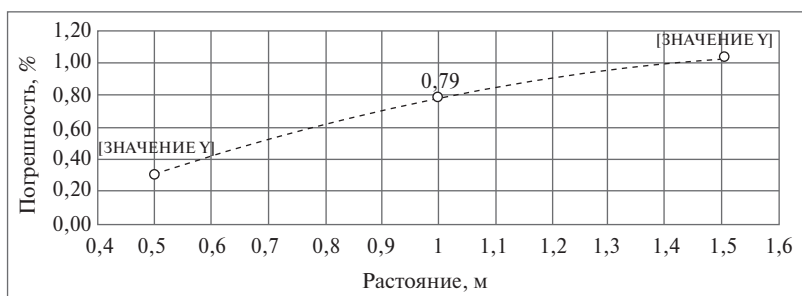


Рис. 3. Зависимость погрешности от расстояния между видеокамерой и макетом

Погрешность измерений зависит от расстояния расположения видеокамеры. Зависимость погрешности от расстояния до видеокамеры линейная: с увеличением расстояния погрешность увеличивается.

Зависимость погрешности от расстояния до:

$$y = 0,71 \cdot r - 0,025, \%, \quad (3)$$

где y — погрешность, %; r — расстояние до источника света, м.

Полученные математические модели нашли свое отражение в программном коде, который применяется при совместной работе смонтированных видеокамер на вагонах-путеизмерителях.

Установка видеокамеры на подвижной состав должна производиться по определенным правилам. Объектив видеокамеры (матрица) должна быть строго перпендикулярно оси пути. Такие характеристики видеокамеры, как разрешающая способность и тип светочувствительных элементов — ключевые параметры, влияющие на точность измерений.



Рис. 4

яющие на качество получаемой стереоскопической модели. Они устанавливаются по экономическим соображениям и производительности ЭВМ при обработке данных. Рекомендуется использовать HD-камеры с CCD-матрицей. Данные с камеры передаются на компьютер СПС с установленным ПК, где происходит их обработка и конечная запись координат точек верхнего строения пути.

Для определения геометрических характеристик поперечного сечения верхнего строения на участке пути пользователь должен задать разрешение камеры, промежуток времени, через который будет производиться запись данных с камеры в файл, а также настроить выборку точек по освещенности. Каждый этап настройки очень важен для построения геометрически точных сечений пути. Разрешение камеры определяет степень детализации изображения. Временной цикл устанавливается по техническому заданию при обследовании пути.

Калибровка освещенности изменяет процедуру отбора отрисовывания пикселей по принципу: $E \pm x$. В зависимости от погодных условий, пе-

ременная x может быть разной. Ярким днем показатель $x < 0$ и наоборот. Запись будет происходить в программный комплекс Microsoft Excel, с расширением базы данных *.csv.

Последовательность действий (алгоритм), описывающих процесс преобразования данных с видеокамеры в координаты точек, представлена на рис. 4.

Чтобы программный комплекс произвел видеозапись и расчет параметров ВСП, пользователю необходимо внести исходные данные. Взаимодействие пользователя и программной среды осуществляется посредством интерфейса.

При запуске программы пользователь видит главное окно, в котором необходимо прописать параметры: разрешение камеры, количество кадров в секунду, размер экрана и частота записи (рис. 5).

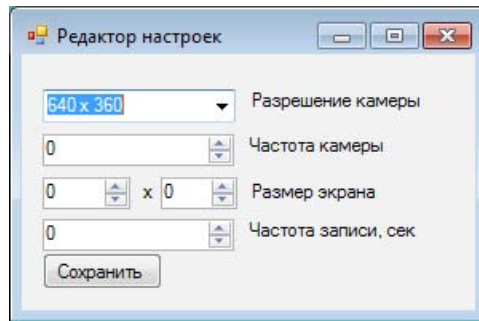


Рис. 5. Главное окно программы

При запуске и настройке приложения появится изображение, получаемое с камеры (рис. 6).

По завершении обследования участка на компьютере пользователя в папке с программой находятся базы данных координат точек сечения ВСП. Для работы с координатами предлагается использовать программный комплекс Autocad Civil 3D. Для корректного отображения координат необходимо произвести настройку импорта точек. Для этого требуется создать новое правило отображения системы координат (СК), в котором необходимо указать разделитель «,» (запятая), формат *.csv, последовательность координат: восточное положение, северное положение, отметка точки. По окончании настройки и загрузки базы данных можно производить измерения в сечении (рис. 7).

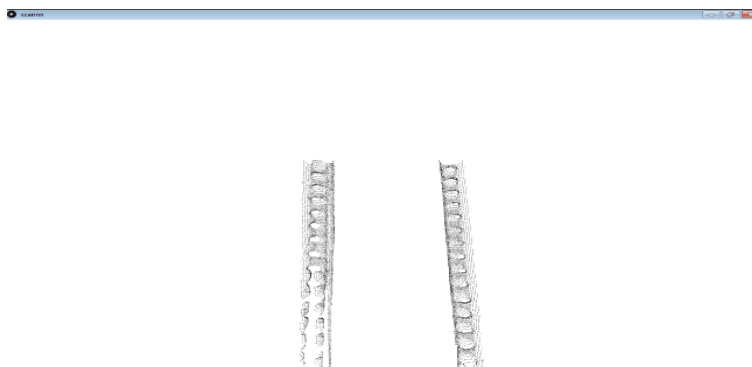


Рис. 6. Рабочее окно программы

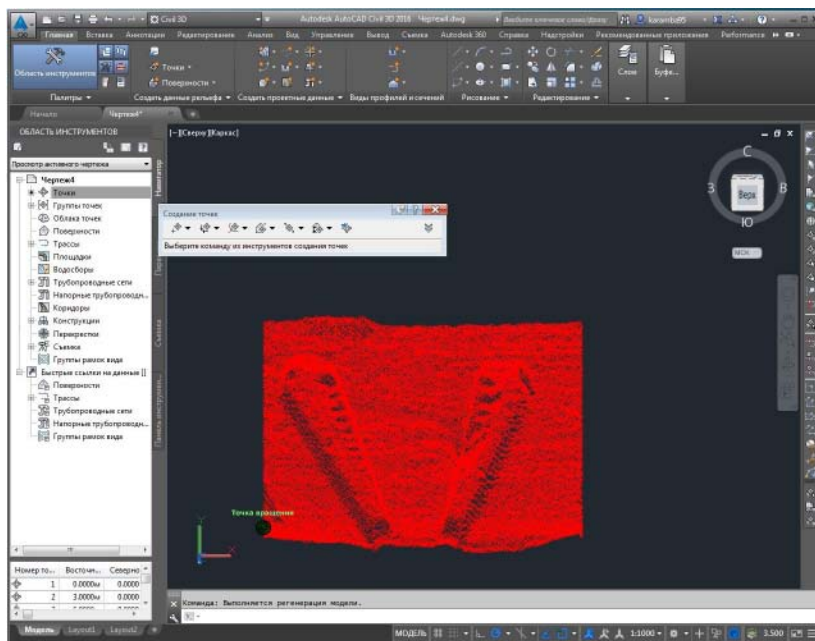


Рис. 7. Работа в AutoCad Civil 3D с базой координат точек

Настоящий программный комплекс позволяет определить основные параметры балластной призмы в поперечном сечении по полученным координатам. Он служит инструментом компьютерного анализа и может использоваться при обследовании и текущем содержании пути для получения общей картины изменения ВСП.

Литература

1. ЦП–774. Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути, утвержденная распоряжением ОАО «РЖД» от 21.12.2012 № 2791р. М., 2012. 54 с.
2. ГОСТ Р 55526–2013. Специальный подвижный состав путеизмерительный и дефектоскопный. Общие технические требования. М. : Стандартинформ, 2014. 16 с.
3. 3D сканер из камеры, но без лазера v 0.1. URL: <http://geektimes.ru/post/244814/> (дата обращения: 23.01.2016).
4. Освещенность. URL: [https:// http://electricalschool.info/main/lighting/1154-svetotekhnicheskie-velichiny-svetovojj.html](https://http://electricalschool.info/main/lighting/1154-svetotekhnicheskie-velichiny-svetovojj.html) (дата обращения: 07.03.2016).

Н. К. Штыков, 3 курс

(научный руководитель – Н. М. Иванова, канд. техн. наук),

Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

Технологический процесс восстановления боковой рамы автомотрисы 1АДМ-1.3

Увеличение срока службы оборудования железнодорожного транспорта – важная экономическая задача.

Эксплуатация машин в тяжелых условиях приводит к появлению дефектов, износу и разрушению. Технологический процесс восстановления позволяет существенно продлить период службы. Часто восстановленная деталь бывает в несколько раз дешевле новой детали и при правильно выбранной технологии ремонта не уступает ей по работоспособности.

Назначение и условие работы конструкции боковой рамы автомотрисы

Рама боковая (рис. 1) профильная является деталью рамы «Автомотрисы монтажно-восстановительной 1АДМ-1.3» для службы пути. Автомотриса используется при выполнении строительно-монтажных и ремонтных работ, а также работ по текущему содержанию контактной сети. Машина имеет климатическое исполнение У-1 по ГОСТ 15150–69 [1].

Рама боковая эксплуатируется в умеренном климате при среднегодовой температуре $\pm 25^\circ\text{C}$, в котором средняя из ежегодных абсолютных максимумов $+40^\circ\text{C}$ и минимальная -45°C ; подвержена длительному воздействию окружающей среды, знакопеременным нагрузкам и тяжело нагружена [2].

В ходе эксплуатации автомотриса испытывает статические и динамические нагрузки. Вертикальные и горизонтальные нагрузки определим по формуле:

$$Q_{\text{ст(в)}} = \frac{F_{\text{грузопод}} + F_{\text{брутто}}}{2} = \frac{4,5 + 35,5}{2} = 20\text{т (200кН)} ;$$

* Качество иллюстраций соответствует качеству предоставленных оригиналов.

$$F_r = F_{\text{нагруз.прицеп}} = 300\text{т} (3000\text{кН}),$$

где $Q_{\text{ст(в)}}$ — вертикальная нагрузка; $F_{\text{грузопод}}$ — грузоподъемность собственной платформы; $F_{\text{брутто}}$ — масса конструктивная; F_r — горизонтальная нагрузка; $F_{\text{нагруз.прицеп}}$ — нагрузка прицепная.

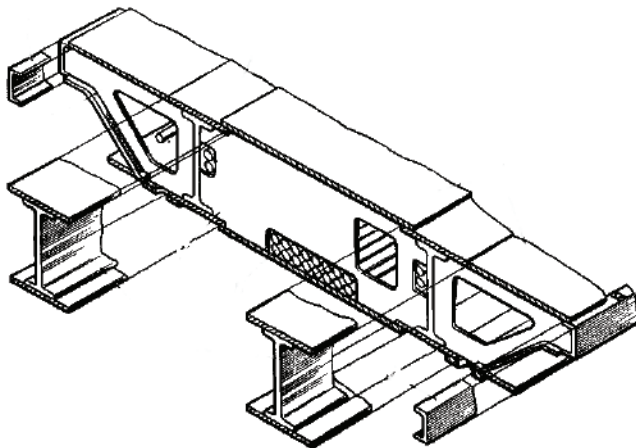


Рис. 1. Поперечный профиль рамы боковой автомотрисы 1АДМ-1.3 [2]

Динамические нагрузки возникают при движении автомотрисы. При проектировании динамические нагрузки принимают распределенными по схеме приложения вертикальных статических нагрузок, умножая на динамический коэффициент.

Дефекты, возникающие в раме при эксплуатации

Основные дефекты рам: перекосы, деформация и трещины, ослабление заклепочных соединений. Деформации и трещины деталей рамы происходят в результате неправильной эксплуатации автомотрисы, чрезмерной жесткости рессор, усталости металла, вызываемой длительной работой автомотрисы в тяжелых дорожных условиях. Дефекты боковой рамы автомотрисы 1АДМ-1.3 представлены в таблице 1[3].

Таблица 1

Виды дефектов

Наименование	Допуск, мм	Метод	Мероприятие
Износы направляющих плоскостей	Не более 342	Штангенциркуль ШЦ-Ш-400-0,1	Без ремонта
	Более 342		Ремонтировать
Канавкообразный износ опорных поверхностей	Не более 2	Шаблон Т914.009 ПКБ ЦВ	Без ремонта
	Более 2		Ремонтировать
Износы боковых рам в челюстных проемах	Менее 155	Шаблон Т914.009 ПКБ ЦВ	Ремонтировать
	Не менее 155		Без ремонта
Износ отверстия для валика подвески	Не более 36	Штангенциркуль ШЦ-Ш-400-0,1	Без ремонта
	Более 36		Ремонтировать
Трещина бурта кронштейна	Не более 32	Дефектоскопия установка ДФ-103	Ремонтировать
	Более 32		Без ремонта
Трещины в ограничителе под клин в отверстие крепления фрикционных планок	Не допускается	Дефектоскопия установка ДФ-103	Ремонтировать
Откол буртика, ушка	Не допускается	Внешний осмотр	Ремонтировать
Трещины буксового проема	Не допускается	Дефектоскопия установка ДФ-103	Заменить
Ослабление заклепки	Не допускается	Внешний осмотр	Ремонтировать
Износ фрикционной планки	Не более 3	Внешний осмотр	Без ремонта
	Более 3		Ремонтировать
Трещина продольная	Не допускается	Дефектоскопия установка ДФ-103	Заменить

Применение высокопрочных сталей — один из основных способов повышения несущей способности рам и снижения их массы. Основные требования, предъявляемые к материалу для изготовления автотрисных рам: достаточно высокая статическая прочность; устойчивость к вибрационным нагрузкам и понижение чувствительности к различным концентрациям напряжений; достаточная высокая пластичность к механическому старению; высокая вязкость, обуславливающая низкий порог хладноломкости; хорошая свариваемость, необходимая для высокой ремонтоспособности рам; в составе стали не должны содержаться дорогие и дефицитные легирующие элементы или их количество должно быть сравнительно небольшим. Химиче-

ский состав стали марки 10ХСНД и ВСт3сп приведен в таблицах 2 и 4 [4]. Механические свойства стали 10ХСНД и ВСт3сп указаны в таблицах 4 и 5.

Таблица 2

Химический состав стали 10ХСНД, %

C	Mn	Cr	Ni	Cu	P	Si	S	N	As
0,12	0,5–0,8	0,6–0,9	0,5–0,8	0,4–0,6	0,035	1,1–0,8	0,04	0,008	0,08
	0,65	0,75	0,65	0,5		0,95			

Определим свариваемость стали 10ХСНД по углеродистому эквиваленту по формуле:

$$C_{\text{экв}} = C + \frac{\text{Mn}}{6} + \frac{\text{Si}}{24} + \frac{\text{Cr}}{5} + \frac{\text{Ni}}{40} + \frac{\text{Cu}}{13} + \frac{\text{V}}{14} + \frac{\text{P}}{2};$$

$$C_{\text{экв(сред)}} = C + \frac{\text{Mn}}{6} + \frac{\text{Si}}{24} + \frac{\text{Cr}}{5} + \frac{\text{Ni}}{40} + \frac{\text{Cu}}{13} + \frac{\text{P}}{2} =$$

$$= 0,12 + \frac{0,65}{6} + \frac{0,95}{24} + \frac{0,75}{5} + \frac{0,65}{40} + \frac{0,5}{13} + \frac{0,035}{2} = 0,49 \%;$$

$$C_{\text{экв(средн)}} = 0,49 \%;$$

$C_{\text{экв}} > 0,45 \%$ – сталь плохосвариваемая.

Таблица 3

Химический состав стали ВСт3сп, %

C	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S	As	Si
0,12–0,22	0,12–0,3	0,3	0,3	0,3	≤ 0,004	≤ 0,05	0,08	0,12–0,3
0,18	0,53							0,21

Определим свариваемость стали ВСт3сп по углеродистому эквиваленту по формуле:

$$C_{\text{экв}} = C + \frac{\text{Mn}}{6} + \frac{\text{Si}}{24} + \frac{\text{Cr}}{5} + \frac{\text{Ni}}{40} + \frac{\text{Cu}}{13} + \frac{\text{V}}{14} + \frac{\text{P}}{2};$$

$$C_{\text{эkv(средн)}} = C + \frac{\text{Mn}}{6} + \frac{\text{Si}}{24} + \frac{\text{Cr}}{5} + \frac{\text{Ni}}{40} + \frac{\text{Cu}}{13} + \frac{\text{P}}{2} =$$

$$= 0,18 + \frac{0,53}{6} + \frac{0,21}{24} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3}{40} + \frac{0,3}{13} + \frac{0,004}{2} = 0,39 \%;$$

$$C_{\text{эkv(средн)}} = 0,39 \%$$

$C_{\text{эkv}} > 0,45 \%$ – сталь хорошо свариваемая.

Таблица 4

Механические свойства стали 10ХСНД

Сортамент	$\sigma_{\text{в}}$, МПа	$s_{\text{т}}$, МПа	$s_{\text{с}}$, %
Лист, ГОСТ 19282–73	540	400	19
Прокат, ГОСТ 6713–91	510–685	390	19

Таблица 5

Механические свойства стали ВСт3сп

Сортамент	$\sigma_{\text{в}}$, МПа	$s_{\text{т}}$, МПа	$s_{\text{с}}$, %
Лист, ГОСТ 19282–73	370–480	245	26
Прокат, ГОСТ 6713–91	370–480	–	20

Применение низколегированной стали 10ХСНД вместо углеродистой обыкновенного качества ВСт3сп, используемой в раме автотомотрисы, значительно повышает прочность и увеличивает срок службы рамы.

Способы восстановления конструкции

Ручная дуговая сварка

С помощью ручной дуговой сварки выполняется большой объем сварочных работ при производстве сварных конструкций. Является универсальной технологией дуговой сварки. Наибольшее применение находит ручная дуговая сварка покрытыми электродами. Рациональная область применения дуговой сварки покрытыми электродами – изготовление конструкций из металлов с толщиной соеди-

няемых элементов более 2 мм при небольшой протяженности швов, расположенных в труднодоступных местах и различных пространственных положениях. Все сварные швы в зависимости от их длины условно разбивают на три группы, мм: короткий — до 250, средней длины — от 250 до 1000, длинный — от 1000 и более.

Для образования и поддержания электрической дуги к электроду и свариваемому изделию (рис. 2) от источника питания подводится сварочный ток (переменный или постоянный).

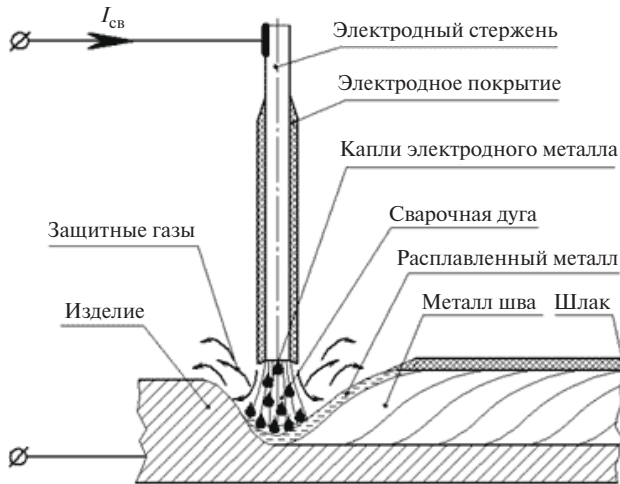


Рис. 2. Схема сварки покрытым металлическим электродом [5]

Под действием дуги расплавляются металлический стержень электрода (электродный металл), его покрытие и металл изделия (основной металл). Электродный металл в виде отдельных капель, покрытых шлаком, переходит в сварочную ванну, где смешивается с основным металлом, а расплавленный шлак всплывает на поверхность. Расплавляющееся покрытие электрода образует вокруг дуги и над поверхностью сварочной ванны газовую атмосферу, которая, оттесняя воздух из зоны сварки, препятствует взаимодействиям его с расплавленным металлом. В газовой атмосфере присутствуют пары основного и электродного металлов. Шлак, покрывая капли электродного металла и поверхность металла сварочной ванны, защищает

их от взаимодействия с воздухом. Затвердевающий шлак образует на поверхности шва шлаковую корку, которая впоследствии легко отделяется от изделия.

Основными преимуществами способа являются универсальность, простота и малая стоимость оборудования, возможность сварки во всех пространственных положениях. Недостаток — невысокая производительность и применение ручного труда. Поэтому при изготовлении и ремонте целесообразно отказаться от этого способа.

Автоматическая и полуавтоматическая сварка в активных газах

Сварка в защитных газах нашла широкое применение в промышленности. Этим способом можно соединять полуавтоматически или автоматически в различных пространственных положениях разнообразные металлы и сплавы. При сварке и наплавке в среде защитных газов в зону горения дуги под небольшим давлением подается газ, который вытесняет воздух из этой зоны и защищает сварочную ванну от кислорода и азота воздуха.

В зависимости от применяемого газа, сварка разделяется на сварку в активных (CO_2 , H_2 , O_2 и др.) и инертных (He, Ar, Ar+He и др.) газах. Сварку (наплавку) можно осуществлять как плавящимся, так и неплавящимся электродами.

Наибольшее распространение при восстановлении деталей подвижного состава получили сварка и наплавка в среде углекислого газа CO_2 — это сварка плавящимся электродом (проволокой) с защитой сварочной ванны от воздуха углекислым газом. Такой способ является самым дешевым при сварке углеродистых и низколегированных сталей. Поэтому по объему производства он занимает одно из первых мест среди механизированных способов сварки плавлением.

При сварке (наплавке) в среде углекислого газа (рис. 3) из сопла горелки, охватывающей поступающую в зону горения дуги электродную проволоку, вытекает струя защитного газа, оттесняя воздух из сварочной ванны.

В процессе сварки углекислый газ под действием высоких температур диссоциирует: $2\text{CO}_2 \leftrightarrow 2\text{CO} + \text{O}_2$. Поэтому сварка идет не в чистом углекислом газе, а в смеси газов CO_2 , CO и O_2 . В этом случае обеспечивается практически полная защита расплавленного металла от азота воздуха, но сохраняется почти такой же окислительный характер газовой смеси, каким он был бы при сварке голой проволокой без защи-

ты от атмосферы воздуха. При сварке и наплавке в среде CO_2 необходимо предусматривать меры по раскислению наплавляемого металла.

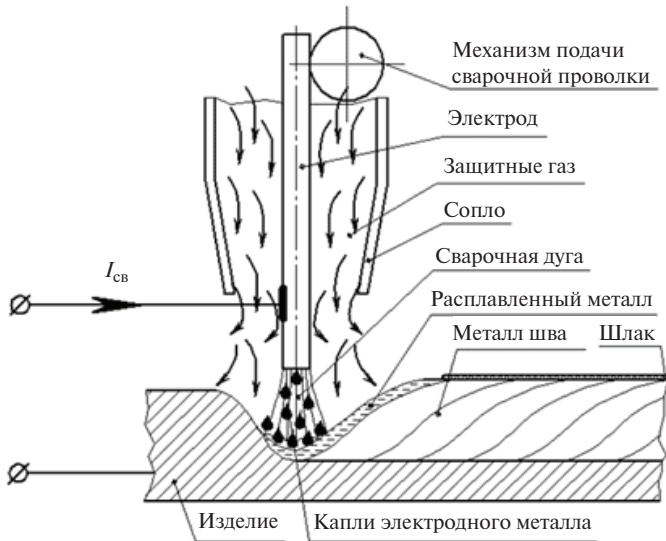


Рис. 3. Дуговая сварка в защитном газе плавящимся электродом [6]

Однако необходимо иметь в виду и её недостатки: сильное разбрызгивание металла при токе больше 500 А, что требует постоянной защиты и очистки сопла горелки; для уменьшения разбрызгивания целесообразно использовать смесь углекислого газа с кислородом, сварочная проволока должна содержать большее количество раскислительных элементов; открытая мощная дуга дает интенсивное излучение и требует защиты сварщика; при значительных токах необходимо предусматривать охлаждение горелки; сварка осуществляется практически только на постоянном токе; требуется специальная проволока.

Использование сварки в защитном газе плавящимся электродом осуществляется методом полуавтоматической и автоматической сварки. В условиях необходимого ремонта автотранспорта вне ремонтного цеха целесообразно отказаться от автоматической сварки в пользу полуавтоматической, так как отсутствует необходимость операций по засыпке и уборке флюса и удалению шлака; низкая стоимость при использовании активных защитных газов.

Технология восстановления рамы автомотрисы

Параметры полуавтоматической сварки

Для сварки будем использовать проволоку марки Св-08Г2С.

Основные параметры полуавтоматической сварки в смеси 50 % CO_2 , 47 % O_2 и 3 % Ar :

- диаметр сварочной проволоки $d_{\text{пр}}$;
- сила сварочного тока I_g ;
- напряжение на дуге U_g ;
- скорость сварки $V_{\text{св}}$;
- расход защитного газа $q_{\text{з.г}}$.

Принимаем диаметр сварочной проволоки $d_{\text{пр}} = 1,6$ мм.

Полуавтоматическая сварка ведется на постоянном токе обратной полярности. Это обеспечивает снижение потерь электродного металла на разбрызгивание.

Сила сварочного тока определяется и принимается такой, чтобы обеспечить заданную глубину проплавления:

$$I_g = F_{\text{пр}} \cdot j,$$

где $F_{\text{пр}}$ – площадь поперечного сечения проволоки, мм^2 ; j – допустимая плотность тока.

Допустимая плотность тока стыковых швов зависит от диаметра проволоки [8]. При $d_{\text{пр}} \leq 2\text{мм}$, $j = 65 - 200 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2}$.

$$I_g^{\min} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot j = \frac{\pi \cdot 1,6^2}{4} \cdot 65 = 130,62 \text{ А};$$

$$I_g^{\max} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot j = \frac{\pi \cdot 1,6^2}{4} \cdot 200 = 401,92 \text{ А}.$$

Принимаем $I_g = 270 \text{ А}$.

Напряжение на дуге зависит от длины дуги и силы сварочного тока:

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3} \cdot I_g}{\sqrt{d_{\text{пр}}}} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3} \cdot 270}{\sqrt{1,6}} = 30,67 \text{ В}.$$

Скорость сварки — показатель производительности процесса — можно вычислить из следующего выражения:

$$V_{\text{св}} = \frac{a_n \cdot I_g}{j_m \cdot F_n} = \frac{15 \cdot 270}{7,85 \cdot 50} = 10,31 \frac{\text{м}}{\text{ч}},$$

где a_n — коэффициент наплавления. Для полуавтоматической сварки в защитных газах применяем $a_n = 1,5 \frac{\text{г}}{\text{А} \cdot \text{ч}}$; j_m — плотность металла, $7,85 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$; F_n — площадь поперечного сечения наплавленного металла. По ГОСТ 14771–76 применяем $F_n = 50$.

Расход защитного газа определяется по следующему выражению:

$$q_{\text{з.г}} = 16 - 18 \frac{\text{л}}{\text{мин}}.$$

Технология восстановления рамы автомотрисы

Существует два вида выявления дефектов: внешний осмотр и применение специальных устройств, приборов и приспособлений, измерительных инструментов.

Внешний осмотр деталей дает возможность определить значительную часть дефектов, трещины, пробоины, вмятины, обломы, сорванные резьбы болт, шпилек и гаек. В случае невозможности обнаружения дефекта внешним осмотром применяются дефектоскопы.

Боковая рама автомотрисы 1АДМ-1.3 подлежит замене в результате скручивания на прокатную балку из стали 10ХСНД. Так же кроме сварки новой рамы в зоне сварки установят стенки для лучшей работы на скручивание.

Для подготовки изделия к восстановлению используют механическую обработку дефектов изделия; к ней относят рассверливание, газовую резку и зачистку краев резания и рассверливания. Чтобы в наплавленном металле не было пор, кромки сварных соединений необходимо зачищать от ржавчины, грязи, масла и влаги.

Сборка и прихватка осуществляется на сборочно-сварочном кондукторе. Собранная рама не должна иметь перекосов в горизонтальной плоскости и должна отвечать требованиям технических условий. Контроль качества сварных соединений стальных конструкций про-

изводится внешним осмотром с проверкой геометрических размеров и формы швов в объеме 100 % и неразрушающими методами (радиографирование или ультразвуковой дефектоскопией).

Увеличение срока службы автомотрисы монтажно-восстановительной 1АДМ-1.3 можно достичь заменой дефектной боковой рамы из обычной углеродистой стали ВСтЗсп на низколегированную сталь 10ХСНД, обладающей лучшими механическими свойствами. Эффективно осуществлять восстановление полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа с примесью аргона. Предложенный технологический процесс позволит снизить расходы на оборудование железнодорожного транспорта.

Литература

1. ГОСТ 15150–69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды. М., 2006. IV, 55 с.
2. Кузьмич В.Д. Тепловозы. Основы теории и конструкция : учеб. для вузов. – 2-е изд. – М. : Транспорт, 1982. – 317 с.
3. Типовой технологический процесс деповского ремонта тележек грузовых вагонов ТК-250. М., 2000. С. 86–96.
4. ГОСТ 19282–73 (Сталь низколегированная толстолистовая и широкополосная универсальная) М., 1987. 16 с.
5. Ручная дуговая сварка. URL: <http://svarkainfo.ru/rus/technology/dugsvar/> (дата обращения: 23.12.2015).
6. Технология сварки MIG/MAG. URL: http://svarkaua.com.ua/сварка/дуговая_сварка.html (дата обращения: 23.12.2015).
7. Акулов А.И., Бельчук Г.А. Технология и оборудование сварки плавлением : учеб. для вузов. – 2-е изд. – М. : Машиностроение, 1977. – С. 221–275.

К. С. Щенникова, 5 курс

(научный руководитель – Т.А. Несенюк, канд. техн. наук), Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург

Устройства защиты от перенапряжений электрифицированной железной дороги

Перенапряжение – это увеличение уровня электрического напряжения до такого значения, которое ведет к ухудшению механических свойств и уменьшению электрической прочности изоляции электрооборудования электроустановки.

Перенапряжения подразделяют на грозовые (атмосферные) и коммутационные (внутренние) (таблица 1).

Вследствие перенапряжений изоляция повреждается либо стареет и раньше гарантированного срока выходит из строя. Поэтому значительно повышается вероятность аварийных ситуаций.

Таблица 1

Виды перенапряжений

Внешние		Внутренние			
индуктированные	перенапряжения прямого удара	квазистационарные			коммутационные
При ударе молнии в землю вблизи линии	При прямом ударе молнии непосредственно в трос или в опору линии	режимные	резонансные	феррорезонансные	При переходных процессах и быстрых изменениях режима работы сети
		При несимметричных коротких замыканиях на землю	При возникновении резонансных явлений в линиях (одностороннее питание), в электрических цепях с реакторами	В цепях с катушками с насыщенным магнитопроводом	

Аварийность в электрических сетях различных классов напряжения электрифицированной железной дороги

Сети электрифицированной железной дороги условно могут быть подразделены на сети низкого напряжения (0,22 и 0,38 кВ), сети среднего напряжения (2,5–35 кВ) и высокого напряжения (110–220 кВ). Грозовые повреждения изоляции электрооборудования и линий в сетях среднего и высокого напряжения имеют место при ударах молнии на питающие воздушные линии, на конструкции тяговых подстанций, провода контактных сетей различных классов напряжения, в сетях низкого напряжения — при переходе грозовых (импульсных) волн через трансформаторы 10/0,4 или 6/0,4 кВ, индуцировании в сетях сигнализации, управления и блокировки при между облачных разрядах молнии и при ее ударах на другие возвышенные объекты вблизи этих сетей [1].

При существующих средствах и мероприятиях по защите от перенапряжений показатель надежности грозозащиты (число лет безаварийной работы в расчете на один объект) сетей низкого, среднего и высокого классов напряжения электрифицированной железной дороги, по статистическим данным, представленным в [2, с. 5], составляет невысокую величину и не отвечает требованиям надежности различных объектов железной дороги.

Надежность работы изоляции электрооборудования при внутренних перенапряжениях тоже невысока. На тяговых подстанциях постоянного тока 3 кВ на 100 объектов установленного оборудования на выходы из строя (в год) приходится 1,15 выпрямителей 0,89 быстроедействующих выключателей, 0,3 разрядников постоянного тока, 2,6 сглаживающих устройств [2].

Причинами низкого показателя надежности защиты электрооборудования сетей низкого, среднего и высокого напряжений электрифицированной железной дороги стало то, что эти сети до сих пор не имеют средств защиты от внутренних перенапряжений. Кроме того, в ряде случаев причиной повреждения изоляции электрооборудования являются блуждающие токи в земле и токи несимметричных замыканий [2].

Электрические сети электрифицированной железной дороги состоят из подстанций и линий воздушного и кабельного исполнения. Основная часть электрооборудования электрических сетей главным образом сосредоточена на подстанциях и имеет самовосстанавливающуюся изоляцию.

Воздушные линии, в том числе провода контактных сетей, на оборот, имеют самовосстанавливающуюся изоляцию и поэтому от их повреждения негативные явления значительно меньше, чем ущербы при выходе из строя подстанционного оборудования.

Мероприятия по грозозащите электрооборудования сведены на обеспечение надежной защиты подходов линий к подстанциям и самой подстанции от прямых ударов молний с помощью выбора оптимального числа и места установки стержневых молниеотводов и вентильных разрядников [1].

В настоящее время подстанции 6, 10, 35, 110, 150 и 220 кВ постоянного тока защищают трубчатыми и роговыми разрядниками (РВМГ, РВС, РВО, РВП), а также вентильными разрядниками типа РВКУ-3,3 и РМБВ-3,3, выпрямители тяговых подстанций – ограничителями типа ОПН-3,3.

Защитные средства сетей 110–220 кВ устанавливаются на открытой части подстанции с наибольшим приближением к силовым трансформаторам. Для сетей 6–35 кВ место установки зависит от типа распределительного устройства: в открытых распределительных устройствах (РУ) разрядники устанавливаются на шинах вблизи присоединения кабелей, в закрытых РУ разрядники устанавливаются в отдельных камерах либо в одной камере с трансформаторами напряжения.

В свою очередь, защита сетей электрифицированной железной дороги от внутренних перенапряжений сведена к схемным мероприятиям (ограничение числа режимов, в которых могут возникать опасные перенапряжения), например, использование схем без выключателей со стороны высокого напряжения, в ряде случаев к установке дугогасящих реакторов (в сетях 6–35 кВ). В этих сетях до последнего времени не применялись аппаратные способы защиты от внутренних перенапряжений [1].

Установка современных аппаратов защиты от перенапряжений ведет к значительному улучшению состояния защиты от перенапряжений тяговых подстанций. К примеру, применение нелинейных ограничителей перенапряжений на ОРУ–220 кВ улучшает показатель надежности грозозащиты в 2,0–2,3 раза, а замена устаревших вентильных разрядников в сетях низкого напряжения улучшает показатели надежности грозозащиты электрифицированной железной дороги от 2 до 11 раз [2].

Таким образом, состояние защиты от перенапряжений тяговых подстанций нуждается в усовершенствовании системы защиты от внутренних и внешних перенапряжений.

Применяющиеся устройства защиты от перенапряжений

Для защиты линий и оборудования подстанций от перенапряжений используют следующие устройства:

- тросы и молниеотводы;
- искровые промежутки, разрядники и ОПН для защиты отдельных точек на линии;
- тросы и заземления опор на линиях;
- роговые разрядники, трубчатые разрядники на контактной сети;
- разрядники и ОПН на подстанциях;
- в отдельных случаях — конденсаторы для снижения грозовых перенапряжений.

Защитное действие тросов и молниеотводов основано на отводе тока молнии от защищаемого оборудования. Остальные защитные устройства выполняют две функции: а) присоединение защищаемой цепи к заземлителю при воздействии перенапряжения (непосредственная защитная функция) и б) отключение защищаемой цепи от заземления при окончании действия перенапряжения, что часто связано с отключением возникшего короткого замыкания в защищаемой цепи.

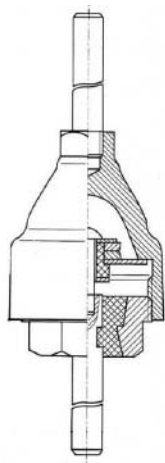


Рис. 1. Схема искрового промежутка [3]

Искровые промежутки и роговые разрядники

Для предупреждения перекрытия или пробоя изоляционной конструкции параллельно ей присоединяют искровой промежуток (ИП) (рис. 1).

В сетях напряжением 3–35 кВ ИП могут выполняться в виде рогов, способствующих растягиванию и гашению дуги из-за электродинамических сил и тепловых потоков.

Роговые разрядники выполняются либо с одним искровым промежутком, либо с двумя искровыми промежутками (рис. 2). Действующие «Правила устройства и технической эксплуатации контактной сети» требуют применения роговых разрядников с двумя искровыми промежутками [4].

Искровые промежутки обладают целым рядом недостатков, вследствие которых могут воз-

никнуть короткие замыкания. Для роговых разрядников характерны такие недостатки искровых промежутков, как резкий подъем в области малых времен вольт-секундной характеристики искрового промежутка (рис. 3) из-за резкой неоднородности поля (изоляция может оказаться незащищенной) и большой статистический разброс пробивных напряжений (затрудняет координацию изоляции). К тому же, способность гашения дуги роговым разрядником сильно зависит от скорости и направления ветра (дуга гаснет быстрее при направлении ветра перпендикулярно плоскости разрядника).

Вольт-секундная характеристика рогового разрядника (искрового промежутка) представлена на рис. 3.

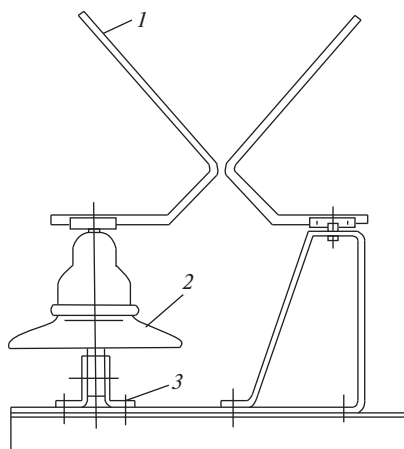


Рис. 2. Роговой разрядник [5]
1 — электроды в форме рогов;
2 — изолятор;
3 — крепежная арматура

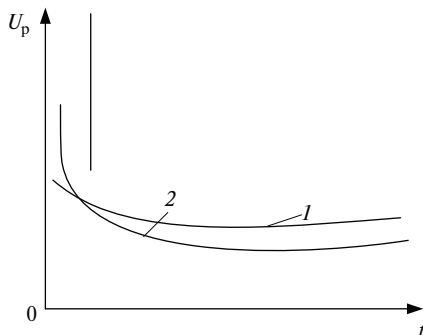


Рис. 3. Вольт-секундная характеристика рогового разрядника (искрового промежутка)
1 — изоляции оборудования; 2 — искрового промежутка

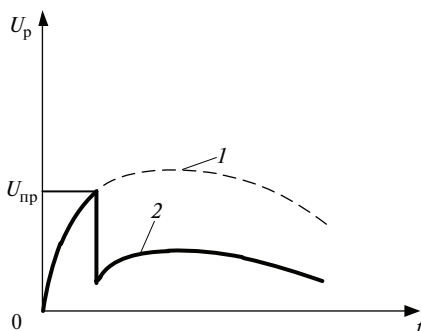


Рис. 5. Вольт-секундная характеристика трубчатого разрядника
 1 — кривая напряжения переходного процесса;
 2 — кривая тока, протекающего через разрядник

Основные недостатки трубчатых разрядников — наличие зоны выхлопа и крутая вольт-секундная характеристика. Однако благодаря своей простоте и дешевизне трубчатые разрядники широко применяются в качестве вспомогательного средства защиты подходов к подстанциям, а также для защиты маломощных подстанций 3–10 кВ и отдельных участков линии [7].

Вентильные разрядники

Другая разновидность искровых промежутков, отличающихся слабой неоднородностью электрического поля и нелинейным резистором для гашения дуги, — это вентильные разрядники.

Защитная функция вентильным разрядником выполняется так же, как и простым искровым промежутком, но в связи с однородностью электрического поля вольт-секундная характеристика разрядника существенно лучше, чем у трубчатого, и меньше статистический разброс пробивных напряжений.

Отключение возникшего короткого замыкания производится с помощью нелинейного резистора, включенного последовательно с искровым промежутком; сопротивление этого резистора велико при рабочем напряжении и резко снижается при повышенном напряжении [8].

На рис. 6 представлены кривые протекания тока через вентильный разрядник при переходном процессе (а) и принципиальная схема его подключения (б) для защиты изоляции электроустановки (ИЭУ).

Когда мгновенное значение напряжения на разряднике достигает пробивного напряжения ($U_{пр}$) искрового промежутка (ИП), происходит подключение его нелинейного сопротивления (R_p) к фазному проводу (точка a). При прохождении напряжения и тока разрядника через нуль искровой промежуток обрывает ток. В следующий полупериод разрядник может сработать вновь (точка b), если напряжение на нем растет быстрее, чем восстанавливающаяся прочность его искрового промежутка. При этом напряжение всех последующих пробоев меньше, чем в первый полупериод [9].

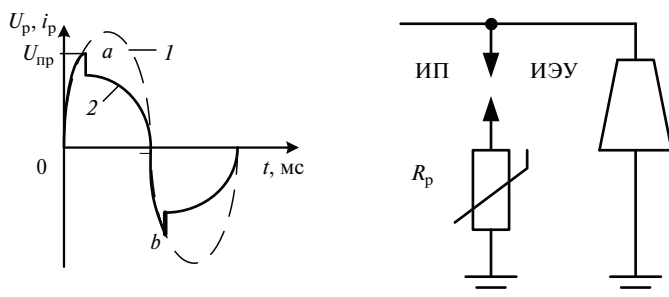


Рис. 6. Работа вентильного разрядника

a — характеристика вентильного разрядника при коммутационных перенапряжениях; 1 — кривая напряжения переходного процесса;

2 — кривая тока, протекающего через разрядник;

$б$ — принципиальная схема

Принцип действия вентильного разрядника состоит в последовательном пробое искровых промежутков и гашением дуги сопровождающего тока.

Простейший единичный промежуток вентильного разрядника показан на рис. 7. Промежуток состоит из двух латунных электродов, разделенных миканитовой шайбой.

Единичные промежутки включаются последовательно друг с другом для улучшения гашения дуги, которая нестабильна в небольшом промежутке с холодными электродами [8].

Защитная функция разрядника зависит от искровых промежутков и нелинейного резистора.

Пропускная способность нелинейного сопротивления зависит от величины и длительности тока, протекающего через разрядник.

В грозовом режиме максимальное значение импульсного тока достигает единиц килоампер при малой длительности импульса (около десятков микросекунд). При внутренних перенапряжениях, наоборот, токи имеют порядок сотен ампер, а длительность — нескольких миллисекунд. Поэтому пропускную способность вентиляных разрядников принято характеризовать максимальными значениями импульсов тока: аperiodических 20/40 мкс и прямоугольных с длительностью 2 мс (или аperiodических 3/8 мс). Каждое из этих воздействий они должны выдерживать не менее 19 раз [1].

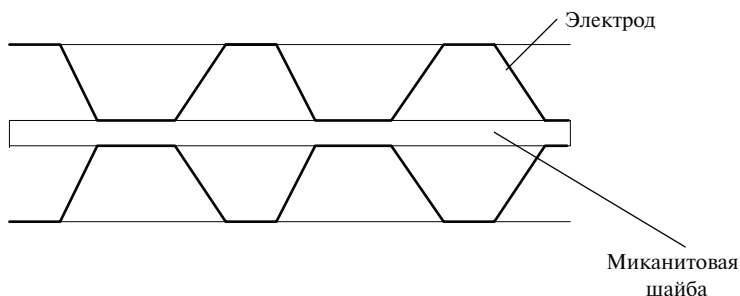


Рис. 7. Единичный искровой промежуток с неподвижной дугой

Энергия, рассеиваемая нелинейным сопротивлением при коммутационном перенапряжении, значительно больше, чем при грозовом. Также условия гашения дуги в разрядниках при коммутационных перенапряжениях получаются более тяжелыми, чем при грозовых. Поэтому необходимо более глубокое ограничение коммутационных перенапряжений в линиях и на подходах к подстанциям. Это требует применения нелинейных сопротивлений с повышенной пропускной способностью.

Требования к дугогасящей способности искровых промежутков при коммутационных перенапряжениях оказываются также более жесткими, поскольку наиболее опасные перенапряжения наблюдаются на разомкнутом конце линий, где вследствие емкостного эффекта возникает повышенное напряжение. Поэтому для надежного гашения дуги необходимо ограничивать ток через разрядник, т.е. использовать большое количество резисторов [1].

Сравнение применяющихся на электрифицированной железной дороге разрядников приведено в таблице 2.

Таблица 2

Сравнительная таблица защитных устройств

Параметр	Роговый разрядник (искровой промежуток)	Трубчатый разрядник	Вентильный разрядник
Стоимость	Низкая	Средняя	Высокая
Обслуживание	Необходим регулярный осмотр и диагностика разрядника (особенно в грозовой период)	Необходим регулярный осмотр и диагностика разрядника со своевременной заменой дугогасящей трубки	Необходим регулярный осмотр и устранение загрязнений, образующихся на крышке разрядника
Гашение дуги	Высокая зависимость от погодных условий и внешних воздействий	Конструкция разрядника рассчитана на 7-8 срабатываний, после которых необходима замена трубки разрядника	Самый надежный среди разрядников, но возможно перекрытие разрядника при загрязнении крышки
Установка	Требуется установка дополнительных воздушных зазоров для исключения закорачивания защитных промежутков птицами	Специальная подготовка опоры, необходимо исключение попадания и разрядников проводов других фаз в зону выхлопа	Подготовка места установки разрядника путем изолирования основания разрядника от земли
Вольт-секундная характеристика	Худший показатель среди разрядников	Средний показатель среди разрядников	Лучший показатель среди разрядников

Ограничители перенапряжения

Значительное улучшение защитных характеристик разрядников может быть достигнуто при отказе от использования искровых промежутков. Это оказывается возможным при переходе к резисторам с резко нелинейной вольт-амперной характеристикой и достаточной пропускной способностью. Таким требованиям отвечают варисторы из полупроводникового материала на базе окиси цинка. Защитные аппараты, изготовленные из таких резисторов, носят название нелинейных ограничителей перенапряжений (ОПН).

Ограничители перенапряжений, собранные на базе варисторов, можно подключить под рабочее напряжение. При таком напряжении проводимость ничтожно мала, и ток через ОПН находится в преде-

лах доли миллиампера. С появлением перенапряжений проводимость и ток через ОПН в течение одной-двух наносекунд увеличивается в пять-шесть раз. Это позволяет успешно рассеивать избыточную энергию перенапряжений, после чего аппарат также быстро восстанавливает свое исходное положение [1].

Преимуществами ОПН также являются возможность глубокого ограничения перенапряжений, в том числе междофазных и малые габариты, позволяющие использовать их в качестве опорных изоляционных колонн.

Ограничители перенапряжений (ОПН) представляют собой нелинейные активные сопротивления без искровых промежутков (рис. 8). ОПН изготавливают путем спекания оксидов цинка и других металлов. В полученной после спекания поликристаллической керамике кристаллы окиси цинка имеют высокую проводимость, а междокислительные промежутки, сформированные из оксидов других металлов, имеют высокое сопротивление. Точечные контакты между кристаллами окиси цинка, возникающие при спекании, являются микроваристорами, т. е. имеют $p-n$ переходы.

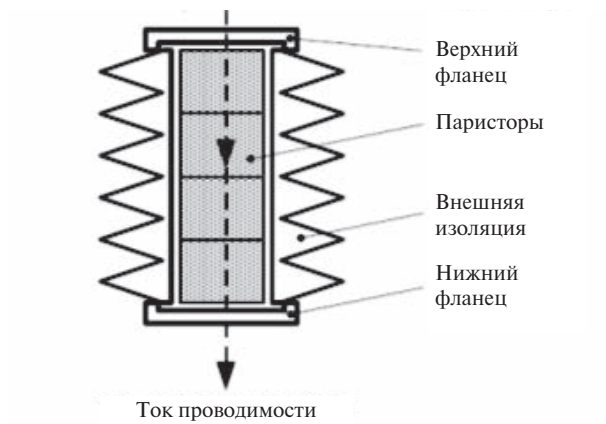


Рис. 8. Конструкция ограничителя перенапряжений [9]

Влияние длительного воздействия резонансных перенапряжений, связанных с прохождением через ОПН больших токов, которое может нарушить тепловую устойчивость аппарата и привести к аварии, — это главный недостаток ограничителей перенапряжений.

Поскольку варисторы ОПН в течение всего срока службы аппарата находятся под напряжением, возникла проблема обеспечения надежной работы аппарата в районах с повышенным загрязнением атмосферы. При увлажнении загрязненной поверхности возникает ток утечки, который может достигать нескольких десятых долей ампера. Это приводит к подсушке поверхности покрышки с образованием узких поперечных зон, ширина которых ограничивается межреберным расстоянием. Увеличение сопротивления подсушенных зон вызывает перераспределения напряжения поверхности и повышение напряжения на подсушенных зонах. Это приводит к возникновению разности потенциалов между наружными поверхностями покрышки и варисторов до нескольких киловольт, к протеканию токов смещения между поверхностями покрышки и варисторов, что вызывает увеличение тока через варисторы, их дополнительный нагрев и ускоренное старение [11].

Именно прохождение токов короткого замыкания, а также рабочих токов непосредственно через защитный аппарат является основной проблемой действующих на электрифицированной железной дороге средств защиты от перенапряжений.

Эту проблему можно решить применением особого нового типа разрядников — длинно-искровых разрядников (РДИ).

Конструкция РДИ разработана с тем расчётом, чтобы при грозовых перенапряжениях вместо электрической дуги, возникающей между элементами воздушной линии, возникал длинный искровой разряд вдоль поверхности разрядника. Большая длина искры обеспечивает щадящий для оборудования режим сброса перенапряжения — ущерб не наносится ни конструктивным компонентам линии, ни самому разряднику. Применение РДИ дополнительно позволяет экономить ресурс срабатывания высоковольтных выключателей [12].

Принцип работы разрядника основан на использовании эффекта скользящего разряда, который обеспечивает большую длину импульсного перекрытия по поверхности разрядника, и предотвращении за счет этого перехода импульсного перекрытия в силовую дугу тока промышленной частоты. Использование длинно-искровых разрядников исключает возникновение дуговых разрядов как при прямом ударе молнии в конструктивные элементы линии, так и при наведении индуцированного напряжения [13].

Применение РДИ предотвращает отключение воздушных линий вследствие грозowych индуктированных перенапряжений и не до-

пускает пережога проводов. Но главным достоинством длинно-искрового разрядника является его неподверженность разрушениям и повреждениям грозовыми и дугowymi токами, поскольку эти токи протекают вне конструкции разрядника.

Разрядники длинно-искровые производят в трех исполнениях: РДИП петлевого типа, РДИМ модульного типа и РДИШ шлейфового типа.

Разрядник длинно-искровой петлевого типа защищает ВЛ от грозовых перенапряжений и их последствий [13].

Разрядник устанавливается на воздушной линии напряжением 10 кВ, физически представляет собой петлю (согнутого в виде петли металлического стержня, покрытого слоем изоляции из полиэтилена высокого давления), концы которой прикрепляются к штырю изолятора (рис. 9). Средняя часть петли с помощью особой арматуры закрепляется на проводе воздушной линии [13].

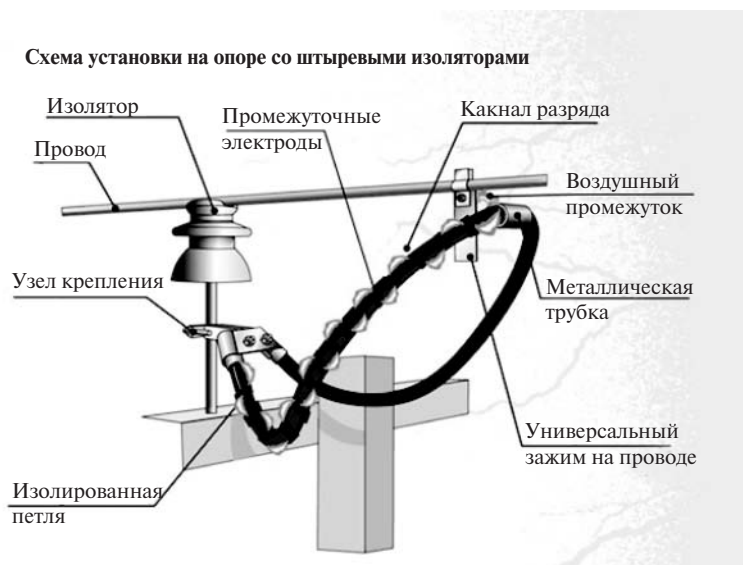


Рис. 9. Разрядник РДИП-10-IV УХЛ1[12]

Для ограничения тока двухфазного замыкания на землю целесообразно устанавливать по одному разряднику на опору с чередова-

нием фаз, например, на первой опоре разрядник устанавливается на фазу А, на второй — на фазу В, на третьей — на фазу С и т. д.

Разрядные характеристики РДИП-10 обеспечивают то, что ни один из изоляторов всех трех фаз в данной схеме не перекрывается, поскольку каждый из них защищен разрядником, установленным электрически параллельно ему и расположенным либо непосредственно рядом с изолятором, либо на соседней опоре [13].

Разрядник РДИМ длинно-искровой модульный в отличие от петлевого разрядника РДИП является не целостным физическим телом, а состоящим из нескольких полиэтиленовых отрезков, внутри которых содержится особый резистивный наполнитель (рис. 10).

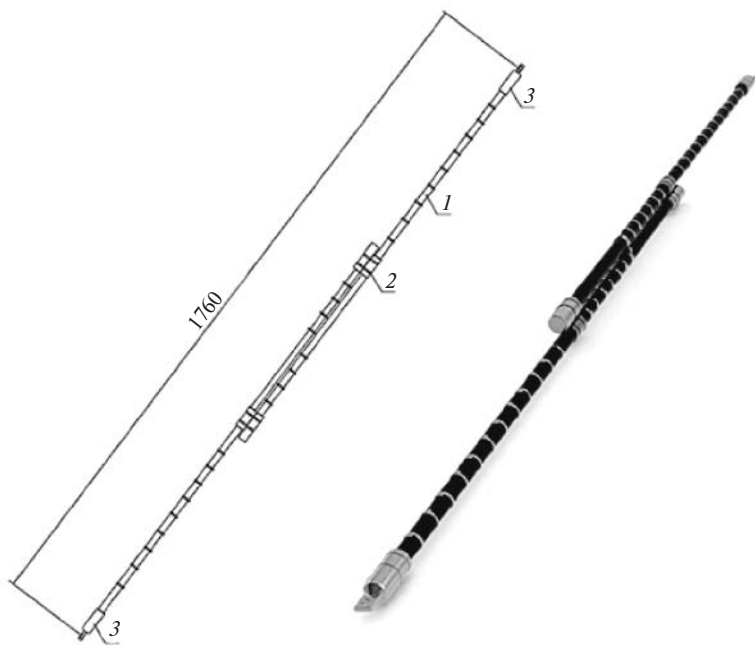


Рис. 10. Конструкция РДИМ [13]

1 — кабель; 2 — хомут; 3 — оконцеватель

РДИМ-10 предназначен для защиты от прямых ударов молнии и индуктированных грозовых перенапряжений воздушных линий

электропередачи и подходов к подстанциям напряжением 6, 10 кВ трехфазного переменного тока с неизолированными и изолированными проводами. Данный вид РДИ обладает наилучшими вольт-секундными характеристиками, именно поэтому его целесообразно применять для защиты участков линии, подверженных прямым ударам молнии, а также для защиты подходов к подстанциям ВЛ [13].

РДИМ состоит из двух отрезков кабеля с корделем, выполненным из резистивного материала. Отрезки кабеля сложены между собой так, что образуются три разрядных модуля 1, 2, 3 (рис. 11).

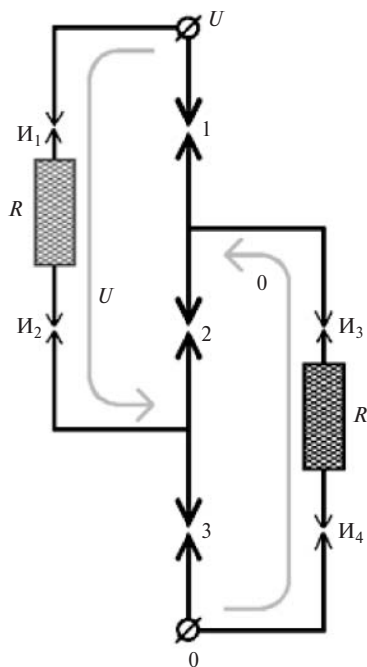


Рис. 11. Разрядные модули РДИМ [13]

Отрезки резистивного корделя подсоединяются к металлическим оконцевателям через внутренние искровые промежутки И1, И2, И3, И4. При воздействии импульса грозового перенапряжения они перекрываются и резистивный кордель верхнего отрезка кабеля,

имеющий сопротивление R , выносит высокий потенциал U на поверхность нижнего отрезка кабеля в его средней части. Аналогично, резистивный кордель нижнего отрезка кабеля, имеющий также сопротивление R , выносит низкий потенциал 0 на поверхность верхнего отрезка кабеля в его средней части. Таким образом, к каждому разрядному модулю одновременно приложено полное напряжение U и для всех трёх разрядных модулей 1, 2, 3 созданы условия для одновременного начала развития скользящих разрядов, которые, при перекрытии соответствующих модулей создают единый, длинный канал перекрытия [13].

Для защиты подходов к подстанции от набегающих волн грозовых перенапряжений необходимо устанавливать комплект их трех разрядников РДИМ-10 на каждую из четырех ближайших опор к подстанции.

Установка комплектов РДИМ на ближайших к подстанции опорах позволяет предотвратить близкие к подстанции короткие замыкания из-за грозовых перенапряжений, приводящих к пагубному электродинамическому удару по обмоткам трансформаторов, что значительно увеличивает надежность их работы и срок службы.

Разрядник РДИШ предназначен для защиты ВЛ напряжением 6, 10 кВ трехфазного переменного тока с защищёнными и неизолированными проводами от индуцированных грозовых перенапряжений и их последствий в тех случаях, когда необходимо применять двойное крепление проводов (рис. 12).

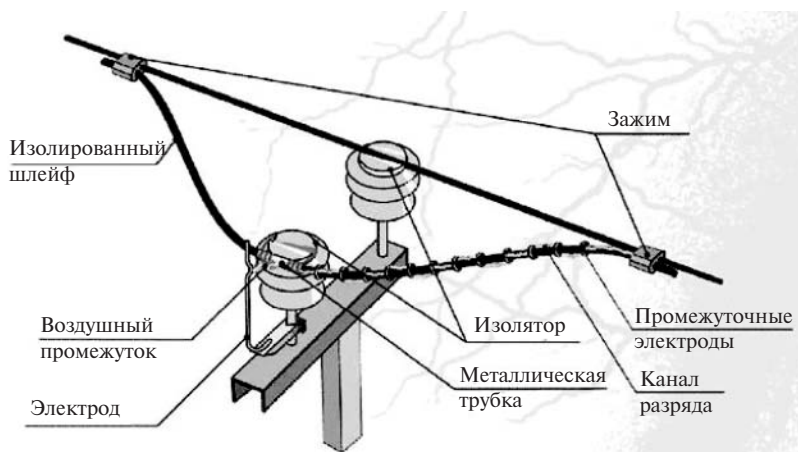


Рис. 12. Конструкция разрядника РДИШ [13]

Конструкция данного разрядника сложнее, чем рассмотренных выше, поскольку изготавливается он из специального кабеля с трёхслойной изоляцией. Способ установки разрядников РДИШ практически не отличается от монтажа петлевого и модульного разрядников [13].

В ряде случаев на подстанциях всех классов напряжения, в том числе средних, одновременно на работе находятся вентильные разрядники и нелинейные ограничители перенапряжений.

Обычно при установке одновременно на подстанциях вентильных разрядников и ограничителей перенапряжений основную нагрузку на себя берут последние ввиду их лучшей вольтамперной характеристики, по этой причине ОПН могут повредиться, поэтому в подобных случаях должен быть особый подход к каждому конкретному случаю «смешанной» установки защитных аппаратов различных типов [2].

На сегодняшний день сети почти всех классов напряжения электрифицированной железной дороги практически не имеют аппаратных способов защиты от перенапряжений. Имеют место только общепринятые схемные мероприятия.

Нами предлагается взамен устаревшим устройствам защиты от перенапряжений установить новый класс длинно-искровых разрядников на всем протяжении воздушных линий и на подходах к подстанциям и кабельным вставкам, что позволит полностью исключить перекрытия изоляции на ВЛ и все негативные сопровождающие последствия как при индуцированных грозовых перенапряжениях, так и при прямом ударе молнии.

Использование длинно-искровых разрядников совместно с нелинейными ограничителями перенапряжений для защиты подстанций и подходов к ней принесет большой экономический эффект для электрифицированных железных дорог и повысит показатели надежности и защиты от перенапряжений как внешних, так и внутренних до приемлемых значений.

Литература

1. Халилов Ф. Х. Необходимость ограничения перенапряжений в электрических сетях железных дорог Российской Федерации : техническая записка. — СПб : Позитрон, 2004. 23 с.
2. Халилов Ф. Х., Журавлев П. В., Шевцов И. В. Вопросы перенапряжений и их ограничения в сетях низкого, среднего и высоко-

- го напряжения электрифицированных железных дорог России : техническая записка. СПб : Позитрон, 2005. 16 с.
3. Искровой промежуток многократного действия типа ИП-3. URL: <http://www.vosemz.ru/prod.php?r=6&s=1> (дата обращения: 24.01.2016).
 4. Правила устройства и технической эксплуатации контактной сети : сб. правил и инстр. по экпл. — М. : Энергосервис, 2001. 188 с.
 5. Защитные промежутки. URL: <http://helpiks.org/4-1477.html> (дата обращения: 24.01.2016)
 6. Защитные промежутки. Трубчатые разрядники. Их назначение, конструкции. URL: <http://www.lektsiopedia.org/lek2-110750.html> (дата обращения: 24.01.2016).
 7. Трубчатые разрядники и их применение для защиты линий. URL: <http://helpiks.org/2-49616.html> (дата обращения: 10.01.2016).
 8. Защита от перенапряжений. URL: http://www.ros-electro.ru/articles/articles_916.html?template=85 (дата обращения: 05.01.2016).
 9. Внутренние перенапряжения и защита от них. URL: <http://eef.marsu.ru/doc/14.doc> (дата обращения: 24.01.2016).
 10. Эксплуатация ограничителей перенапряжения ОПН. URL: http://tk-runo.org/dop_opn_ukovodstvo.html (дата обращения: 24.01.2016).
 11. Нелинейные ограничители перенапряжений. URL: <http://lektsii.com/2-21538.html> (дата обращения: 24.01.2016).
 12. Разрядники РДИП, РМК, РДИМ, РДИШ. URL: http://velsnab.ru/catalog/elektrooborudovanie/razryadniki/razryadniki_rdip/ (дата обращения: 04.01.2016).
 13. Молниезащита линий электропередач : каталог. — СПб : ОАО-НПО «Стример», 2012. 37 с.

Раздел 2

Путь в науку: начало

Т. Р. Давлетшин, 4 курс, В. Ф. Рафиков, 3 курс
(научный руководитель – И. И. Бевз, канд. техн. наук),
ГБПОУ «Челябинский дорожно-строительный техникум», г. Челябинск

Модернизированная электродрель для электроэрозионной прошивки отверстий труднообрабатываемых деталей

Затраты на запчасти от общих затрат на ремонт машин составляют от 48 до 70 %; проверка, проведенная в Челябинской области, показала, что из всех выбракованных деталей для ремонта годны до 45 %, восстановления – 40–60 %, не пригодных для использования (окончательный брак) – 9–12 %. Эти показатели относятся главным образом к таким деталям, как коленчатые валы, ролики гусеничных тракторов и др. детали.

Металла и материалов на восстановление деталей нужно в 20–30 раз меньше, чем на изготовление новых. Изготовление детали из металлолома загрязняет окружающую среду плюс к этому большой расход воды, кислорода и т.д.

Дорожно-строительная техника — одна из основных отраслей экономики. При работы дорожно-строительная техника испытывает большие нагрузки и интенсивно изнашивается. Как правило, изношенные узлы не восстанавливают, а заменяют новыми. Многие дорожно-строительные предприятия несут большие расходы (убытки).

Наиболее распространены при восстановлении деталей электрофизические методы: дуговая наплавка под флюсом, наплавка порошковыми электродами, вибродуговая наплавка и др.

При обработке наплавного металла даже невысокой твердости лезвийный инструмент изнашивается намного сильнее, чем при обработке конструкционных сталей и чугуна.

Для проведения исследовательских работ по определению оптимальных факторов потребовалось спроектировать и изготовить экспериментальную установку.

Экспериментальная установка для проведения лабораторных и исследовательских работ создана на базе машины ручной электрической современной дрели с электронным регулированием частоты вращения (схема показана на рис. 1, а устройство — на рис. 2).

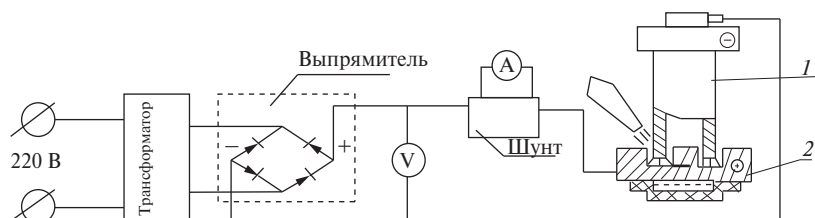


Рис. 1. Принципиальная схема модернизированной электродрели для электроэрозионной прошивки отверстий



Рис. 2. Установка для электроэрозионной прошивки отверстий

Переоборудование станка: а) патрон ПСБ-13 изолирован от вращающихся частей и электрооборудования, б) смонтировано токопроводящее устройство к детали и инструменту.

Схема обработки похожа на сверление, но инструментом здесь служат полые трубки (медь, латунь), а «резцом» — низкотемпературная плазма дугового разряда. Электрическая дуга горит в зазоре между инструментом (катод) и деталью (анод) и в результате выделенного джоулевого тепла расплавляет как деталь, так и инструмент. Так как скорость инструмента большая, а скорость обрабатываемой детали равно нулю ($U_d = 0$), то износ инструмента небольшой.

Результаты проведенных исследований позволили разработать технологию ЭЭП труднообрабатываемых наплавленных отверстий восстановления шеек коленчатых валов автотракторных двигателей.

На производительность, экономичность и качество процесса ЭЭП влияют правильно выбранный режим обработки и выбор припусков для обработки, исключающих снятие слоя металла.

При внедрении ЭЭП, кроме серийного оборудования, требуется источник питания (трансформатор, выпрямитель), токопроводы для подачи электрической энергии к детали и инструменту.

В результате выполненной работы разработана и изготовлена экспериментальная установка для исследования режимов ЭЭП; проведены исследования с ее использованием (выявлены закономерности ЭЭП, установлены режимы). Устройство используется в учебном процессе при подготовке специалистов техникумов-механиков.

Затраты на реализацию для одного инновационного проекта — 1500–2000 руб., срок окупаемости — 2 мес. Ожидаемый экономический эффект — 150000 руб.

А. Дрогова, А. Терешко, 8 класс
(научный руководитель – Т.Е. Чемезова), частное общеобразовательное
учреждение «Школа-интернат №12 среднего общего образования
ОАО «РЖД», г. Пермь

Факторы экологического риска в профессии железнодорожника

Любая железная дорога представляет собой отчужденную Лу природной среды полосу, искусственно приспособленную к движению поездов с заданными техническими и экологическими показателями. Для экологической системы, для природного ландшафта железная дорога является чужеродным элементом.

Железнодорожный транспорт как источник электромагнитного излучения

Железнодорожный транспорт занимает ведущее место как загрязнитель окружающей среды электромагнитным излучением (ЭМИ). Персонал транспортных предприятий работает в условиях повышенной интенсивности шума, пыли, вибраций и других вредных воздействий.

По характеру биологического воздействия источники ЭМИ разделяются на две группы. К первой относятся источники крайне низких и сверхнизких частот. Под их воздействием происходит нарушение электрофизических процессов в центральной нервной и сердечно-сосудистых системах, функций щитовидной железы и систем гипофиза. При нахождении людей и животных под таким полем в теле возникают тепловые разряды.

К сожалению, до сих пор не установлены предельно допустимые уровни (ПДУ) экспозиции ЭМП, а существующие нормативы не учитывают вероятные отдаленные последствия длительных воздействий малых доз ЭМИ, обладающих кумулятивным биологическим эффектом.

Источники шума и вибрации

Шум — громкие звуки, слившиеся в нестройное звучание. Акустические расчеты шума представлены в таблице 1, виды нарушений здоровья под воздействием транспортного шума — в таблице 2.

Таблица 1

Адрес	Расстояние до жилого дома, м	Шум, дБ	Район замеров
Шоссе Космонавтов, 90	90	60	

Интенсивное движение поездов вблизи линий жилой застройки, в черте города, посёлка заметно ухудшает акустический климат населённых пунктов и жилых помещений. Распространённым источником шума является локомотив.

Источниками вибрации на железнодорожном транспорте остаются движущиеся поезда, механические колебания, которые они возбуждают. Вредное шумовое влияние усиливается под действием вибрации, загазованности и других видов воздействия.

Персонал транспортных предприятий работает в условиях повышенной интенсивности шума.

Сильный шум вредно отражается на здоровье и работоспособности людей. Человек, работая при шуме, привыкает к нему, но продолжительное действие сильного шума вызывает общее утомление, может привести к ухудшению слуха, а иногда и к глухоте, нарушается пищеварение, происходят изменения объема внутренних органов.

На уровень шума наиболее влияние оказывают наличие зеленых насаждений и ограждения. Воздействие шума на живые организмы отличается степенью его восприятия. Показателями шумового воздействия являются интенсивность, высота звуков и характеризует величину звукового давления, которое оказывают звуковые волны на барабанную перепонку уха человека.

Железнодорожный транспорт как источник загрязнения снега

Снег является хорошим индикатором распространения загрязнений вокруг населенных пунктов. В снежном покрове может находиться во много раз больше загрязняющих веществ, чем в атмосфере. Снежный покров загрязняется поэтапно. Сначала отдельные снежинки вбирают в себя загрязняющие вещества из атмосферы, особенно сильно загрязнен снег, который выпал в промышленных районах, а также рядом с автомобильными трассами, железными дорогами.

Естественно, что наиболее чувствительны к воздействию атмосферного загрязнения органы дыхательной системы. Токсикация организма происходит через альвеолы легких, площадь которых (способная к газообмену) превышает 100 м². В процессе газообмена токсиканты поступают в кровь. Твердые взвеси в виде частиц различных размеров оседают в различных участках дыхательных путей. Наибольшую опасность для здоровья человека представляют тон-

кие частицы, которые способны пройти через естественную защитную оболочку в легкие.

Длительное воздействие химического загрязнения рассматривается как один из факторов, вызывающих повышенную заболеваемость.

Показатели загрязнения — прозрачность, цвет воды, интенсивности и характера запаха, содержание взвешенных частиц.

Факторы экологического риска в работе железнодорожников

Шум, вибрации от проходящих составов.

Погодные условия: холод, снег, дождь, ветер.

Наличие кровососущих насекомых и клещей.

Запах выхлопных газов, загрязнение отходами масла мазута и смазочных материалов.

Опасность наезда и травмы.

Длительные пешие переходы.

Наиболее вредное воздействие железной дороги

Загрязнение атмосферы токсичными газами.

Отвод земель под путевую инфраструктуру.

Уничтожение лесополос и замусоривание территорий порубочными остатками, отработанными шпалами.

Нарушение гидрогеологических условий, в результате которых произошло заболачивание плодородного слоя почвы.

Слив загрязнённых вод.

Изменение фитоценоза.


Интенсивность шума от основных транспортных средств, получаемая бригадой за один рабочий день, представлена в таблице 3.

В зависимости от скорости движения, шум возрастает в среднем для пассажирских поездов на 0,37 дБ, для грузовых — на 0,3 дБ и для локомотивов — на 0,23 дБ при увеличении скорости на 1 км/ч.

Мы произвели математический анализ полученных значений шума, возникающего при движении транспортных средств, которому подвергаются люди, оказавшиеся в зоне воздействия движущегося транспорта.

При движении поезда высота звуков обычно составляет 500–800 Гц.

Таблица 3

Железнодорожный состав (в 7 м от ко- леи)	Кол-во составов проходящих мимо бригады с 9.00 до 16.00	Интенсивность шума, движение по- езда со скоростью 70–80 км/ч	Интенсивность шума, скорость дви- жения 50–60 км/ч	Продолжитель- ность воздей- ствия	Радиационный фон (норма)
Электропоезд 4–8 вагонов	35	82 дБ		35 раз по 82 дБ	
Пассажирский 8–12 вагонов	4	83 дБ		4 раза по 83 дБ	
Грузовой более 30 вагонов	25	125–130 дБ	90–92 дБ	25 раз по 92дБ	

Важный показатель шумового воздействия — его продолжительность. Длительное шумовое воздействие рассматривается как один из факторов, вызывающих повышенную заболеваемость.

Как видно из таблицы 3, железнодорожный транспорт характеризуется высокими уровнями шумового воздействия, уступая лишь авиационному транспорту.

Уровень вибраций и электромагнитного излучения, получаемый бригадой от 32 проходящих составов, тоже достаточно высок.

Воздействие шума на человека в течение 8 ч снижает работоспособность в 1,5 раза.

Методика определения физических свойств талого снега

Мы произвели математический анализ полученных значений загрязнений, определили загрязненность снега в микрорайоне Лёвшино на основании исследования физических свойств талого снега.

Показатели загрязнения снега: прозрачность, цвет воды, интенсивность и характер запаха, содержание взвешенных частиц.

Отбор проб снега провели пластмассовой трубкой, которую врезают на всю толщину снежного покрова. Проба снега из трубки высыпается в стеклянную пробирку, подписывается номер пробы и снег оставляется до полного таяния. Проба готова к проведению анализа.

Содержание взвешенных частиц в испытуемой воде определяется подсчетом при увеличении фотографии в 800 раз (рис. 1, таблица 4).

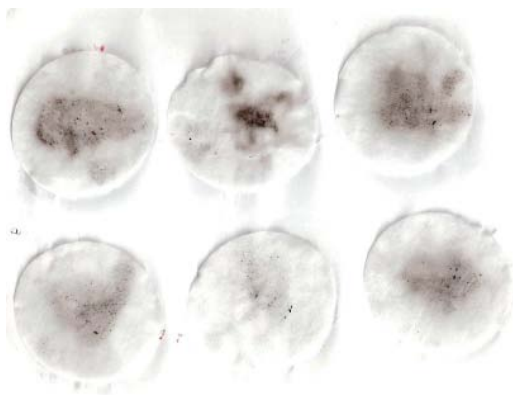


Рис. 1

Таблица 4

Результаты определения физических свойств талого снега

Проба, №	Прозрачность	Цветность	Запах	Кол-во частиц
1	Мутная	Серая	Нефтепродуктов	122
2	Мутная	Черная	Нефтепродуктов	85
3	Мутная	серая	Неотчетливый	143
4	Слабомутная	Светло-серая	Неотчетливый	48
5	Слабомутная	Светло-серая	Нефтепродуктов	50
6	Мутная	Серая	Нефтепродуктов	163

Анализ физических свойств пробы талого снега показал, что близких к дистиллированной воде по прозрачности и запаху проб нет. Запах копоти и нефтепродуктов и осадок в пробах №1–3 объясняется движением большегрузного железнодорожного транспорта. Осадок присутствует во всех пробах, особенно велик в пробе № 2.

Работники железнодорожного транспорта при выполнении служебных обязанностей постоянно подвергаются воздействию интенсивного шума, который помимо вредного действия маскирует информационные звуковые сигналы. Это затрудняет восприятие подаваемых подвижным составом сигналов и сообщений диспетчера и повышает опасность производственного процесса. Поэтому снижение шума и профилактика профессиональных заболеваний является одной из задач охраны труда и окружающей среды.

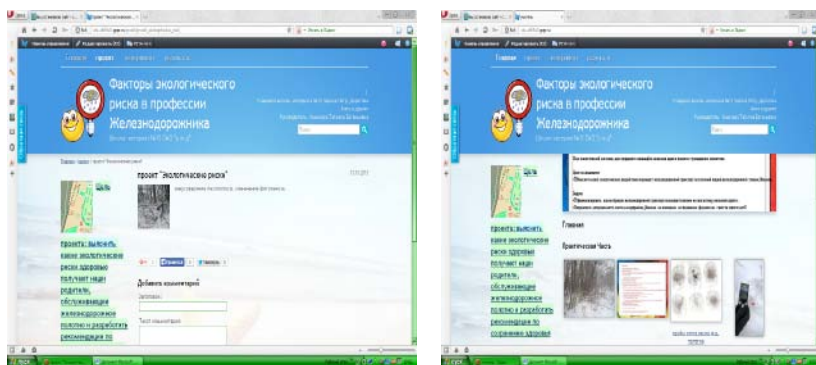


Рис. 2

Эффективный метод борьбы с загрязнением — создание защитных лесополос. Эти меры существенно сокращают шумовое и химическое воздействие подвижного состава на окружающую среду.

В результате проведённых исследований разработаны рекомендации по сохранению здоровья для бригады ПЧ-4 Лёвшинской дистанции пути, обслуживающей железнодорожное полотно, и создан веб-сайта с соответствующей базой данных (рис. 2).

Я. Р. Кибардин, 8 класс

(научный руководитель – М.В. Сивкова, учитель физики высшей категории), МБОУ СОШ № 24, г. Нижний Тагил, Свердловская область

Динамо-машина

Нас повсюду окружают автономные устройства – портативные компьютеры, телефоны, цифровые фотоаппараты, планшеты, навигаторы, средства связи. Все эти устройства требуют периодической подзарядки, которую не всегда можно обеспечить в условиях передвижения. Поэтому обеспечение автономными электрическими генераторами с приводом от мускульной силы, ветра или велосипеда становится актуальной задачей.

Энергия, которая возникает при движении предмета, одушевленного или неодушевленного, называется механической. Но не только движение рождает энергию: она существует во множестве форм. Например, при нагревании чего-либо возникает тепловая энергия. В ходе химической реакции высвобождается химическая энергия, а при распаде атомов – ядерная. Есть и другие виды энергии: электрическая, гравитационная, солнечная и т.д.

Энергия не исчезает и не появляется вновь, а только переходит из одной формы в другую. Энергия движения может быть преобразована в тепловую, тепловая – в световую и электрическую энергию и наоборот. Но общее количество энергии при этом не меняется. Это легко понять на примере воды. Когда вода замерзает, то превращается в лед. Когда закипает – в пар. Становится ли воды больше или меньше при переходе из одного состояния в другое? Нет. То же самое можно сказать и про энергию: какие бы превращения с нею ни происходили, сумма мировой энергии остается неизменной.

Электроэнергия

Электрическая энергия широко известна человеку из повседневной жизни. Это энергия, заключенная в электромагнитном поле. В рамках электродинамики, электромагнитная энергия включает в себя и такие виды энергии, как электрическая и магнитная.

Электрический ток как явление переноса электромагнитной энергии широко применяется в современной цивилизации для передачи энергии на расстояния. Эта передача осуществляется в рамках единой энергосистемы, поскольку, хотя выработка электрической энергии относительно стабильна по объемам, поставляемым в сеть, потребность в ней серьезно колеблется в зависимости от области страны и времени.

Использование свойств электрического тока, электрических и электромагнитных полей лежит в основе большей части современных технологий. Именно поэтому большинство преобразований энергии, получаемой человеком из различных источников, сводится к получению «универсальной» электрической энергии.

Однако до сих пор не существует эффективных методов хранения больших запасов электрической энергии. В связи с этим использование электрической энергии, например, в автомобилях, оказывается значительно менее выгодным, чем применение химической энергии углеводородного топлива.

Стандарт качества электрической энергии, принятый в нашей стране, регулирует такие параметры электрического тока, как отклонение напряжения от нормы, размах напряжения, коэффициент искажения синусоидальности напряжения и т.п. Для контроля качества электрической энергии применяют специальные приборы — анализаторы качества электрической энергии.

Природное электричество

Если потереть эбонитовой палочкой по шерсти, то она приобретает электрический заряд. Правда, пользы от такого электричества мало, разве только притягивать маленькие кусочки бумаги. Чтобы таким способом получить большой заряд, необходимо, чтобы он где-то накапливался. В электрофорной машине (рис. 1) заряд накапливается в небольших конденсаторах. Когда разность потенциалов (напряже-

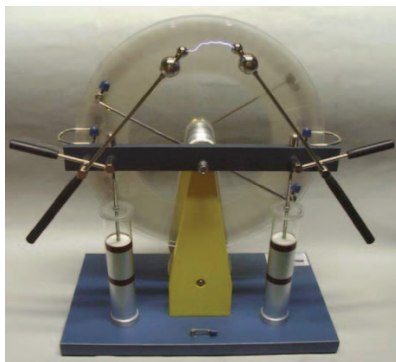


Рис. 1

ние) становится достаточно большим, между двумя пластинами проскакивает искра.

Природное электричество является статическим и не пригодно для питания различных устройств.

Химические источники тока

Если два электрода из различных проводников поместить в раствор определённых химических веществ, то на электродах возникает разность потенциалов, т.е. электрическое напряжение. Если цепь замкнуть, то через неё потечёт электрический ток. Впервые это явление открыл Луиджи Гальвани, итальянский учёный. Однако Гальвани так до конца и не понял природу химического электричества. Одним из его последователей стал Алессандро Вольта.

В 1800 году Алессандро Вольта опустил в банку с кислотой две пластинки — цинковую и медную — и соединил их проволокой. После этого цинковая пластинка начала растворяться, а на медной стали выделяться пузырьки газа. Вольта предположил и показал, что по проволоке протекает электрический ток (рис. 2).

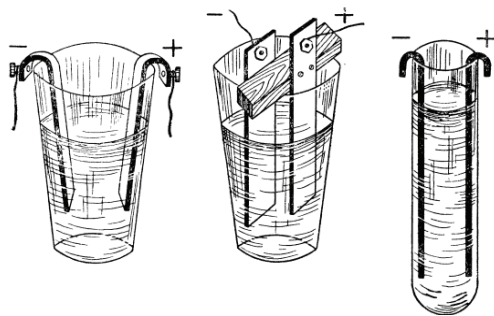


Рис. 2

Что такое динамо-машина?

Динамо-машина была первым электрическим генератором, который стал применяться в промышленности. В дальнейшем её вытеснили генераторы переменного тока, так как переменный ток поддается трансформированию.

Динамо-машина, или генератор электрического тока — это устройство, которое преобразует в электрическую энергию другие состояния энергии: тепловую, механическую, химическую. Динамо-машина генерирует электрическую энергию благодаря принципу электромагнитной индукции. Обычно такое устройство конвертирует именно механические воздействия прямо в электрические импульсы (рис. 3).



Рис. 3

Первая динамо-машина была изобретена А. Йедликом в 1827 г. Он сформулировал концепцию динамо на шесть лет раньше, чем она была озвучена Сименсом, но не запатентовал её. Сименсу первому стало совершенно очевидным значение открытия динамоэлектрического принципа, или принципа самовозбуждения. Если первоначальной целью Сименса было получение более высокого напряжения для передачи сообщений, то с изобретением динамо-машины появился источник энергии, обеспечивавший намного большую силу тока, которую можно было использовать для освещения и привода механизмов.

Понимая это, Сименс должен был последовательно и интенсивно заниматься разработкой практического использования сильно-точной техники.

В 1878 г. динамо-машина была построена и внедрена в практику. В эти годы разработаны не только теоретические основы открытия, но пройден первый, самый трудный период становления; повсеместно нача-

ли проводиться практические работы, создавшие основу для значительных конструктивных усовершенствований созданного аппарата (рис. 4).

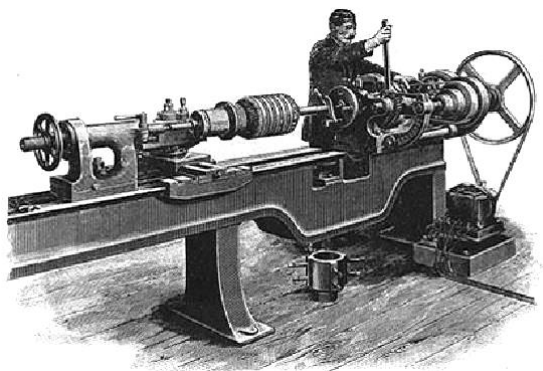


Рис. 4

Динамо-машина состоит из катушки с проводом, вращающейся в магнитном поле, создаваемом статором. Энергия вращения, согласно закону Фарадея, преобразуется в переменный ток, но поскольку в XIX веке не умели практически использовать переменный ток, то они использовали щёточно-коллекторный узел для того, чтобы инвертировать изменяющуюся полярность (получить постоянный ток на выходе). В результате получался пульсирующий ток постоянной полярности.

Динамо-машина часто используется в качестве маленького электрического динамо-генератора для питания велосипедных фар (рис. 5) или зарядки аккумуляторов электронных устройств, включая мобильные телефоны и GPS-приёмники (рис. 6).



Рис. 5



Рис. 6

На автомобилях устанавливаются динамо-машины исключительно шунтовые и постоянного тока. Якорь динамо-машины приводится в действие от двигателя. Динамо-машина в автомобилях необходима для зарядки аккумулятора. Одновременно ее используют для зажигания, освещения и прочее.

Конструкция бесконтактной динамо-машины

Роль ротора выполняет колесо, на которое крепится «обруч» из 28-ми попеременно-полюсных магнитов, а статором служит обычная индукционная катушка со встроенной аккумуляторной батареей. Плюсы этой системы: отсутствие какого-либо трения и, как следствие, полная бесшумность в работе; срок эксплуатации ограничен лишь качеством встроенной АКБ.

К недостаткам можно отнести разве что резерв АКБ — всего 4 мин, но при наличии кое-каких деталей, познаний в радиотехнике и прямых рук это несложно исправить.

Динамо-машина будущего выглядит настолько фантастично, что верится с трудом. Для ее работы не требуется ни контакта с колесом, ни каких-либо магнитов.

Изготовление динамо-машины

Оборудование и материалы

Инновационное: ПК с установленным ПО «PROLog», модуль сопряжения USB-200, измерительный модуль «Ток», измерительный модуль «Напряжение», кабель В/М -mini-A/М.

Традиционное: лампочка от карманного фонарика (3,5 В), амперметр, вольтметр, силовой измеритель, секундомер.

Порядок проведения работы

Собрать цепь по схеме (рис. 7).

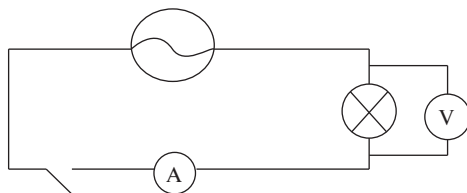


Рис. 7

Измерить силу тока, напряжение, время и силу, плечо (таблица 1).

Таблица 1

I, A	U, B	t, c	F, H	$L, м$
0,5	3,5	4,1	2,4	0,29

Находим затраченную работу:

$$A_3 = M\varphi = 0,696 \cdot 50,24 = 34,972 \text{ Дж};$$

$$M = F \cdot L = 2,4 \cdot 0,29 = 0,696 \text{ Нм};$$

$$A_n = IUt = 0,5 \cdot 3,5 \cdot 4,1 = 7,181 \text{ рад.}$$

Находим полезную работу:

$$A_n = IUt = 0,5 \cdot 3,5 \cdot 4,1 = 7,181 \text{ Дж.}$$

$$\text{Вычисляем КПД: } \eta_{\text{тр}} = \frac{A_n}{A_3} \cdot 100\% = \frac{7,181}{34,972} \cdot 100\% = 20,5\%.$$

Собрать установку; для этого подключить кабель В/М mini-A/М к модулю сопряжения USB-200, подключить модуль сопряжения USB-200 к измерительному модулю «Ток», а затем – к измерительному модулю «Напряжение», подключить модуль сопряжения USB к ПК.

Запустить программу «PROLog» и убедиться, что измерительный блок определён.

Собрать цепь по схеме рис. 8.

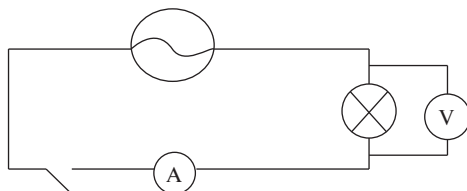


Рис. 8

Измерить силу тока, напряжение, время и силу, плечо (таблица 2).

Таблица 2

I, A	U, B	t, c	F, H	L, m
0,6	3	3	2,6	0,29

Находим затраченную работу:

$$A_3 = M\varphi = 0,52 \cdot 37,68 = 19,593 \text{ Дж};$$

$$M = F \cdot L = 2,6 \cdot 0,29 = 0,52 \text{ Нм};$$

$$\varphi = 2\pi N = 2 \cdot 3,14 \cdot 6 = 37,68 \text{ рад}.$$

Находим полезную работу:

$$A_{\text{п}} = IUt = 0,6 \cdot 3 \cdot 3 = 5,4 \text{ Дж}.$$

$$\text{Вычисляем КПД: } \eta_{\text{ин}} = \frac{A_{\text{п}}}{A_3} 100\% = \frac{5,4}{19,593} \cdot 100\% = 27,5 \text{ \%}.$$

$$\text{Вывод: погрешность измерений } \Delta \frac{\eta_{\text{ин}} - \eta_{\text{тр}}}{\eta_{\text{ин}}} = \frac{0,275 - 0,205}{0,275} = 25 \text{ \%}.$$

Разность измерений связана с использованием цифровых модулей системы «PROLog», каждый из которых может быть рассмотрен как самостоятельный регистратор данных, позволяющий записывать и хранить значения измеряемых величин независимо друг от друга.

Созданная нами динамо-машина может быть использована для выработки электричества для фар велосипеда, а также для зарядки мобильных телефонов.

Проведенное нами исследование и анализ полученных результатов подтверждают, что возможно построить динамо-машину с КПД более 20 %.

Сегодня на рынке можно найти разные зарядные устройства, в частности на солнечных батарейках. Но, как правило, солнечные батареи имеют низкий КПД (не более 15–17 %) и не успевают заряжать даже мобильный телефон, а иногда процесс зарядки занимает до 6 часов. Созданное нами устройство можно использовать и для зарядки телефона.

Е. Ю. Котюнин, 8 класс

(научный руководитель – Р. А. Чистогова), МБОУ СОШ №75, Екатеринбург

Электромагниты и их применение

Электромагниты используются в электродвигателях, электромагнитных реле, динамиках и других электрических приборах. Силовые электромагниты используются в трамваях, троллейбусах, портовых кранах и т.д. Поскольку КПД электродвигателей может достигать 98 % и они не загрязняют окружающую среду, то их применение составляет очень перспективное направление в технике.

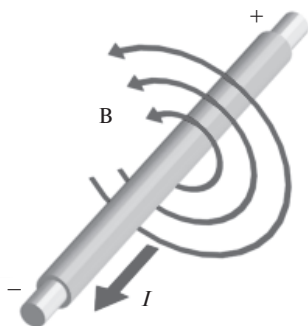


Рис. 1. Вид магнитного поля проводника с электрическим током

Электромагнит – электротехническое устройство, состоящее из токопроводящей обмотки и ферромагнитного сердечника, который намагничивается (приобретает свойства магнита) при прохождении по обмотке электрического тока (рис. 1).

Прямой провод с током. Ток (I), протекая через провод, создаёт магнитное поле (B) вокруг провода. В электромагнитах провод наматывается на сердечник из магнитного материала в виде множества витков. При этом магнитные поля отдельных витков суммируются, а сердечник обеспечивает концентрацию магнитного поля. За счет этого можно получить магнитное поле большой напряженности (рис. 2).

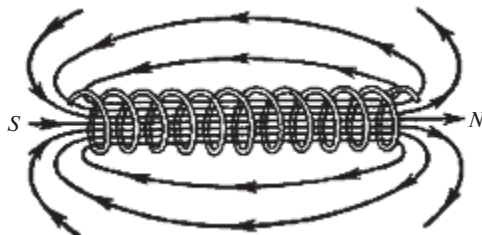


Рис. 2. Вид магнитного поля катушки электромагнита

Электромагнит используют в основном для создания магнитного потока (в электрических машинах) и магнитного усилия (в приводных механизмах). Несмотря на конструктивное разнообразие, электромагниты обычно состоят из следующих частей, имеющих одинаковое назначение, — катушки с токопроводящей обмоткой; намагничивающегося сердечника (неподвижной части магнитопровода); якоря (подвижной части магнитопровода), передающего усилие деталям приводимого в действие механизма.

Обмотки электромагнита выполняются из изолированного алюминиевого или медного провода (существуют также электромагниты с обмоткой из сверхпроводящих материалов). Магнитопроводы изготовляют из магнитно-мягких материалов (обычно из электротехнической или качественной конструкционной стали, литой стали и чугуна, железоникелевых и железокобальтовых сплавов). Для снижения потерь на вихревые токи магнитопроводы выполняют из набора листов.

В зависимости от способа создания магнитного потока и характера действующей намагничивающей силы, электромагниты подразделяют на три группы: 1) постоянного тока — нейтральные; 2) постоянного тока — поляризованные; 3) переменного тока.

У нейтральных электромагнитов сила притяжения зависит только от величины магнитного потока и не зависит от направления тока в обмотке; при отсутствии тока в обмотке магнитный поток, а следовательно, сила притяжения практически равны нулю.

У поляризованных электромагнитов создаются два независимых магнитных потока: поляризующий, который образуется обычно полем постоянного магнита (иногда другого электромагнита), и рабочий магнитный поток, который возникает под действием намагничивающей силы рабочей или управляющей обмотки. Если ток в них отсутствует, то на якорь действует сила притяжения, созданная поляризующим магнитным потоком. Действие такого электромагнита зависит как от величины магнитного потока, так и от направления электрического тока в рабочей обмотке.

В электромагнитах переменного тока питание обмотки осуществляется от источника переменного тока, а магнитный поток периодически изменяется по величине и направлению, в результате чего сила притяжения пульсирует от нуля до максимального значения с удвоенной частотой по отношению к частоте питающего тока.

Электромагниты различают также по ряду других признаков: по способу включения обмоток — с параллельными и последователь-

ными обмотками; по характеру работы — работающие в длительном, прерывистом и кратковременном режимах; по скорости действия — быстроедействующие и замедленного действия и т.д.

Наиболее широкая и важная область применения электромагнитов — электрические машины и аппараты, входящие в системы промышленной автоматики, в аппаратуру регулирования, защиты электротехнических установок. В составе различных механизмов они используются в качестве привода для осуществления необходимого поступательного перемещения (поворота) рабочих органов машин или для создания удерживающей силы.

Примером таких электромагнитов могут служить электромагниты грузоподъёмных машин, муфт сцепления и тормозов, электромагниты, применяемые в различных пускателях, контакторах, выключателях, электроизмерительных приборах и т. п.

В зависимости от назначения, электромагниты могут весить от долей грамм до сотен тонн, потреблять электрическую мощность от долей Вт до десятков МВт.

История изобретения электромагнитов

В 1820 г. датский физик Эрстед (1777—1851) обнаружил действие электрического тока на магнитную стрелку.

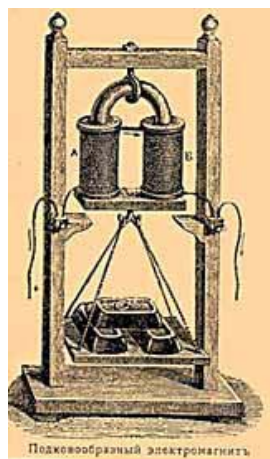


Рис. 3. Первые электромагнит В. Стержена

Но магнитное поле отдельного проводника было довольно слабым. Более мощным магнитным действием обладал проводник с током, свернутым в виде спирали, если в центр ее вставлен металлической сердечник. Катушка со стальным сердечником получила название электромагнита. Электромагниты создают сильнейшие магнитные поля.

Первый электромагнит был изготовлен в 1825 г. английским изобретателем Вильямом Стерженом (1783—1850). Он имел вид подковы из мягкого железа, на который был намотан изолированный медный провод. С помощью этого электромагнита, подключаемого к химическому источнику тока, поднимали до трех килограмм железа. Первые электромагниты, когда ещё не умели изго-

тавливать изолированную проволоку, делали так: железный стержень обматывали шелком, поверх него наматывали проволоку так, чтобы витки не соприкасались (рис. 3).

Более массивные подковообразные электромагниты сконструировал американский физик Джозеф Генри в 1828 г. Он применил многослойную обмотку из изолированной проволоки, обеспечив при этом грузоподъемность электромагнита до одной тонны (рис. 4).

В настоящее время электромагниты могут поднимать груз от долей грамма до сотен тонн, потребляя электрическую мощность от долей ватт до десятков мегаватт.

Крупнейший в мире электромагнит используется в Швейцарии. Электромагнит восьмиугольной формы состоит из сердечника, изготовленного из 6400 т низкоуглеродистой стали, и алюминиевой катушки весом 1100 т. Катушка состоит из 168 витков, закреплённых электросваркой на раме. Ток силой 30 тыс. А, проходящий по катушке, создает магнитное поле мощностью 5 килогауссов. Размеры электромагнита, превосходящие высоту 4-этажного здания, составляют $12 \times 12 \times 12$ м, а общий вес равен 7810 т. На его изготовление ушло больше металла, чем на постройку Эйфелевой башни.

Самый тяжёлый в мире магнит имеет диаметр 60 м и весит 36 тыс. т. Он сделан для синхрофазотрона мощностью 10 ТэВ, установленного в Объединённом институте ядерных исследований (г. Дубна).

Принцип действия и основные свойства электромагнитов

Рабочий цикл электромагнита

Работа электромагнита в электромагнитном механизме носит циклический характер. Это определяется тем, что якорь электромагнита, используемого в качестве привода, совершает поступательное или вращательное перемещение в ограниченных пределах, следовательно, необходимо обеспечивать его возврат в исходное положение. Зависимость положения якоря от времени и зависимость тока в обмотке электромагнита от времени иллюстрирует рис. 5.



Рис. 4. Электромагнит Джозефа Генри

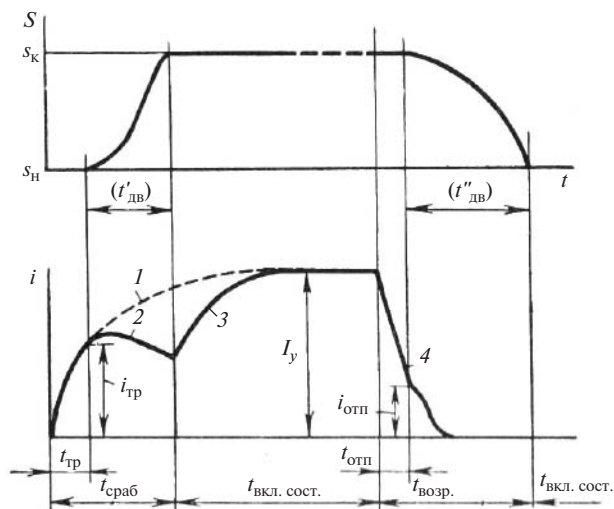


Рис. 5. Зависимость положения якоря от времени и зависимость тока в обмотке от времени

Первым этапом рабочего цикла является процесс срабатывания электромагнита. Он начинается с момента подачи питания на обмотку электромагнита, когда якорь переходит из своего начального положения S_H в конечное S_K и подразделяется на период трогания и период движения. В период трогания ток в обмотке электромагнита нарастает до $i_{тр}$, обеспечивая равенство электромагнитной силы силам, противодействующим движению. После этого якорь приходит в движение. Время трогания $t_{тр}$, в течение которого ток нарастает до тока трогания, определяется как схемой включения обмотки электромагнита и условиями ее питания, так и параметрами самого электромагнита и его нагрузки. Для одного и того же электромагнита при разной нагрузке (противодействующих движению силах) время трогания будет различно. Характер движения зависит от соотношения движущих (электромагнитных) и противодействующих сил, а также массы движущихся частей, трения и т.д. В период движения при срабатывании совершается та работа, которую должен произвести электромагнит. Ток в обмотке электромагнита в процессе движения якоря, как правило, изменяется (кривая 2 на рис. 5). Его измене-

ния связаны как с процессом установления тока в обмотке, который имел бы место при неподвижном якоре (кривая I на рис. 5), так и возникновением противо-ЭДС, связанной с движением якоря. Период движения определяет время движения при срабатывании $t'_{\text{дв}}$, которое совместно с временем трогания составляет время срабатывания. После окончания перемещения якоря следует период включенного состояния, в течение которого система находится в покое, а обмотка остается во включенном состоянии. В начальной стадии этого периода ток в обмотке электромагнита нарастает до установившегося значения (кривая I на рис. 5), после чего, если не изменяются напряжение питания и сопротивление обмотки, ток остается неизменным.

Длительность включенного состояния зависит от требований эксплуатации электромагнита. Температура нагрева, которой достигает обмотка электромагнита в процессе включенного состояния, не должна превосходить допустимого значения. Процесс возврата якоря в исходное состояние, как и срабатывание, происходит двумя ступенями. Сначала при отключении обмотки ток падает до величины тока отпущения $i_{\text{отп}}$, при котором электромагнитная сила становится равной силе, стремящейся вернуть якорь в исходное положение. Длительность этого процесса характеризуется промежутком времени $t_{\text{отп}}$, зависящим от нагрузки, условий отключения обмотки и от задерживающего действия вихревых токов в массивных частях электромагнита и короткозамкнутых контурах, если такие имеются. Перемещение подвижных частей в исходное положение происходит в течение времени $t''_{\text{дв}}$, которое зависит от ряда факторов и, в первую очередь, от величины отбрасывающих якорь усилий. Время отпущения и время движения в процессе возврата составляют время возврата $t_{\text{возвр}}$.

Цикл работы электромагнита завершается периодом отключенного состояния, в течение которого обмотка электромагнита остается обесточенной и происходит ее охлаждение.

Основные параметры и характеристики электромагнитов

Наиболее общими являются динамические характеристики, которые учитывают изменение намагничивающей силы электромагнита в процессе его срабатывания за счет действия ЭДС самоиндукции и движения, а также учитывают трение, демпфирование и инерцию подвижных частей. Для некоторых типов электромагнитов (быстродействующие приводы выключателей, электромагнитные вибраторы

и т.д.) знание динамических характеристик является обязательным, так как только они характеризуют рабочий процесс такого электромагнита. Однако получение динамических характеристик сопряжено с большим объемом вычислений. Поэтому во многих случаях, особенно когда не требуется точного определения времени срабатывания, ограничиваются рассмотрением статических характеристик. Последние получаются, если не учитывать влияние на электрическую цепь движущегося якоря электромагнита, а также не учитывать изменения потокосцепления по времени, то есть считать, что ток в обмотке электромагнита неизменен.

Электромеханическая характеристика электромагнита

Представляет зависимость электромагнитной силы F_y от положения якоря S для различных постоянных значений напряжения, подведенного к обмотке, или тока в обмотке.

$$F_y = f(S) \text{ при } U = \text{const},$$

$$F_y = f(S) \text{ при } I = \text{const}.$$

Она должна быть такой, чтобы в любом положении якоря электромагнитная сила была больше противодействующей.

Нагрузочная характеристика

Связывает значение электромагнитной силы и величину напряжения, подведенного к обмотке, или тока в ней при различных положениях якоря для $S = \text{const}$.

$$F = f(U), F = f(i).$$

Условная полезная работа

Определяется как произведение электромагнитной силы, соответствующей данному положению якоря, на величину его возможного хода $(W_n)y = F_y(S_k - S_n)$ при $i = \text{const}$.

Значение условной полезной работы для данного электромагнита является функцией начального положения якоря и величины тока в обмотке электромагнита.

Время срабатывания электромагнита

Функция начальной силы, противодействующей перемещению якоря: $t_{\text{сраб}} = f(F_n)$ при $U = \text{const}$.

Характеристика нагрева

Температура нагрева обмотки электромагнита зависит от продолжительности включенного состояния.

Показатель добротности электромагнита

Отношение веса электромагнита к величине условной полезной работы:

$$Д = \frac{\text{вес электромагнита}}{(W_n)_y} = f(S).$$

Показатель экономичности

Отношение потребляемой обмоткой электромагнита мощности к величине условной полезной работы:

$$\Theta = \frac{\text{потребляемая мощность}}{(W_n)_y} = f(S).$$

Все эти характеристики позволяют установить пригодность электромагнита к определенным условиям его работы.

Мощность, потребляемая электромагнитом

Предельная мощность, потребляемая электромагнитом, может ограничиваться как величиной допустимого нагрева его обмотки, так и условиями питания цепи обмотки электромагнита. Для силового электромагнита, как правило, ограничением служит его нагрев за время включенного состояния. Выбор рациональной конструкции как в магнитном и механическом отношении, так и в смысле тепловых характеристик позволяет при заданных условиях получить кон-

струкцию с минимальными габаритами и весом, а следовательно, и наименьшей стоимостью. Применение более совершенных магнитных материалов и обмоточных проводов также способствует увеличению эффективности конструкции.

В некоторых случаях электромагниты (для реле регуляторов и др.) проектируют из расчета получения максимального усилия, т. е. минимального потребления мощности при заданной полезной работе. Такие электромагниты характеризуются сравнительно небольшими электромагнитными силами и ходами и легкими подвижными частями. Нагрев их обмоток бывает обычно значительно ниже допустимого. Теоретически мощность, потребляемая электромагнитом, может быть сколь угодно снижена путем соответствующего увеличения размеров его катушки. Практически предел этому создают увеличивающаяся длина среднего витка обмотки и длина средней линии магнитной индукции, вследствие чего увеличение размеров электромагнита становится малоэффективным.

Коэффициент запаса

В большинстве случаев намагничивающую силу трогания можно считать равной намагничивающей силе срабатывания электромагнита. Отношение намагничивающей силы, соответствующей установившемуся значению тока, к намагничивающей силе срабатывания (критической намагничивающей силе) носит название коэффициента запаса:

$$K_3 = \frac{IW_y}{(IW)_{\text{ср}}} = \frac{I_y}{I_{\text{ср}}}.$$

Для получения минимального времени трогания, при определенной конструкции электромагнита, ток трогания должен составлять примерно 70 % установившегося тока, т. е. $K_3 = 1,4$.

Коэффициент возврата

Отношение намагничивающей силы, при которой происходит возврат якоря в первоначальное положение, к намагничивающей силе срабатывания называется коэффициентом возврата электромагнита. Коэффициент возврата имеет наибольшее значение при

максимальном приближении противодействующей характеристики к тяговой характеристике электромагнита. Уменьшение хода электромагнита также повышает коэффициент возврата.

Применение электромагнитов

Большинство технических применений магнитов основывается на их способности притягивать и удерживать железные предметы. И в этих применениях электромагниты имеют огромные преимущества перед постоянными магнитами, ибо изменение силы тока в обмотке электромагнита позволяет быстро изменять его подъемную силу. Сила, с которой магнит притягивает железо, резко убывает по мере увеличения расстояния между магнитом и железом. Поэтому для определенности подъемной силой магнита условились называть силу, с которой магнит удерживает железо, расположенное в непосредственной близости к нему; другими словами, подъемная сила магнита равна той силе, которая необходима, чтобы оторвать от магнита притянутый к нему кусок чистого мягкого железа.

Чтобы получить электромагнит с возможно большей подъемной силой, нужно увеличить площадь соприкосновения полюсов магнита с притягиваемым железным предметом (который носит название якоря) и добиться того, чтобы линии магнитного поля проходили только в железе, т. е. устранить всякие воздушные зазоры или щели между якорем и полюсами магнита; для этого необходимо хорошо шлифовать друг к другу их поверхности. Этим требованиям хорошо удовлетворяет конструкция так называемого горшкообразного магнита (рис. 6). Такой электромагнит, питаемый аккумулятором или батареей от карманного фонаря, удерживает груз 80–100 кг.

Электромагниты с большой подъемной силой применяются в технике для весьма различных целей. Например, электромагнитный подъемный кран применяется на металлургических и металлообрабатывающих заводах для переноски железного лома и готовых изделий. На металлообрабатывающих заводах часто применяют также станки с так называемыми магнитными столами, на которых обрабатываемое железное или стальное изделие закрепляется притяжением сильных электромагнитов. Достаточно включить ток, чтобы надежно закрепить изделие в любом положении на столе; достаточно выключить ток, чтобы освободить его. При отделении магнитных материалов от немагнитных, например, при отделении кусков железной руды от пустой поро-

ды (обогащение руды), применяют магнитные сепараторы, в которых очищаемый материал проходит через сильное магнитное поле электромагнитов, вытягивающее из него все магнитные частицы.

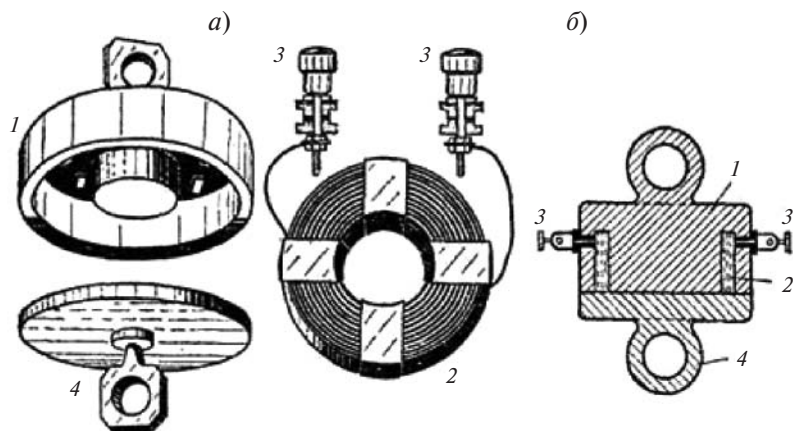


Рис. 6. Горшкообразный электромагнит
в разобранном виде (а) и в разрезе (б)

1 — тело электромагнита, на выступ которого надевается обмотка 2;
3 — зажимы обмотки; 4 — якорь

В последние годы мощные электромагниты с огромной площадью полюсов применяются при конструировании ускорителей, т. е. специальных устройств, в которых электрически заряженные частицы — электроны и протоны — разгоняются до огромных скоростей, соответствующих энергии, равной сотням миллионов и миллиардам электрон-вольт. Пучки таких частиц, летящих с огромной скоростью, являются основным средством исследования атомного ядра. Электромагниты, применяющиеся в таких устройствах, представляют собой грандиозные сооружения.

Когда нужно получить очень сильное магнитное поле, хотя бы и в небольшом пространстве, применяют электромагниты с полюсными наконечниками в виде усеченных конусов; тогда в небольшом пространстве между ними можно легко получать поле с магнитной индукцией до 5 Тл. Такие электромагниты применяются преимущественно в физических лабораториях для опытов с сильными магнитными полями.

Для специальных целей строят электромагниты и других типов. Врачи, например, применяют электромагниты для удаления из глаза случайно попавших в него железных опилок.

Электромагнитный подъёмный кран переносит железный груз или груз, состоящий из веществ, подобных железу по магнитным свойствам. Этот кран поднимает железные предметы и тогда, когда они находятся в деревянных ящиках, т.к. магнитные силы действуют через различные немагнитные материалы. Однако прослойки из таких материалов очень ослабляют действие магнита, т.к. магнитные линии магнитного поля крана, идущие от одного полюса к другому, замыкаются через притягиваемый железный груз. Поэтому электромагнитный кран, способный поднять сплошные стальные плиты весом до 16 т, принимает за один раз не более 200 кг железной стружки.

Непрерывное движение звонкового ударника взад-вперед в электрическом звонке создается автоматически. Стоит включить ток, и электромагнит притягивает ударник. Он ударяет по колоколу звонка и одновременно отходит от одного из контактов, тем самым замыкая цепь. Электромагнит прекращает притягивать ударник — и он возвращается в первоначальное положение. Тогда контакт снова замыкается — снова идет ток, и все повторяется вновь.

В мощных электрических двигателях, применяемых в прокатных станах, шахтных подъемниках, насосах, сила тока достигает нескольких тысяч ампер. Так как в последовательно соединенных проводниках сила тока одинакова, то такая же сила тока будет во всех соединительных проводах этой цепи. Это очень неудобно, особенно если потребитель тока находится на большом расстоянии от пульта управления, где включается ток. Такие цепи можно включать при помощи электромагнитного реле, приводя его в действие малой силой тока.

Магнитные сепараторы применяют в сельском хозяйстве для отделения семян клевера, льна, люцерны от семян сорняков. Инженеры воспользовались здесь «оружием врага» и обратили его против него самого. Дело в том, что семена сорняков (горчака, плевела), как правило, шероховаты, их поверхность покрыта миниатюрными зацепками, позволяющими этим семенам прикрепляться к коже животных, одежде и т. д., что помогает сорнякам в их быстром распро-

странении и в борьбе за существование. Если засыпать загрязненные сорняками семена мелкими железными опилками, на семенах сорняков скопится их большое количество, в то время как гладкие семена злаков останутся чистыми. Теперь можно с легкостью очистить зерно от сорняков в устройстве типа магнитного сепаратора.

Мечта человечества о быстрой передаче информации на большие расстояния была воплощена благодаря изобретению электромагнитного телеграфа. Первый такой аппарат с самопишущим прибором был изобретен в 1837 году американцем Морзе. Морзе был по профессии художник. В 1832 году во время долгого плавания из Европы в Америку он ознакомился с устройством электромагнита. Тогда же у него появилась идея использовать его для передачи сигналов. К концу путешествия он уже успел придумать аппарат со всеми необходимыми принадлежностями: электромагнитом, движущейся полоской бумаги, а также своей знаменитой азбукой, состоящей из системы точек и тире. Но потребовалось еще много лет упорного труда, прежде чем Морзе удалось создать работоспособную модель телеграфного аппарата. Принцип работы телеграфного аппарата таков: ключ на передающей станции замыкает цепь, в которой находится и электромагнит принимающей станции. В результате электромагнит притягивает якорь, на котором укреплено пишущее устройство, оставляющее в этот момент след на движущейся ленте. В зависимости от длительности нажатия ключа след будет коротким (точка) или длинным (тире).

Магнитные замки получили большую популярность в качестве запирающе-запирающего оборудования для дверей в системах управления и контроля за доступом. Главным и отличительным свойством электромагнитных от электромеханических замков является быстрота установки, легкость в эксплуатации, надежность, длительность работы и относительно недорогая стоимость. Принцип действия магнитного замка для дверей состоит в удерживании массива дверей в замкнутом состоянии благодаря сильному электрическому магниту, который, притягивая к себе закрепленную на дверной створке железную пластину, не позволяет им открыться. Надежность — главное качество магнитного замка.

Электромагнитные замки состоят из двух частей — ответной пластины из металла для дверей, которая крепится непосредственно на

само дверное полотно, и электрического магнита, который фиксируется на торцевую часть дверной коробки. Схема действия проста: в режиме рабочего состояния на обмотку магнита непрерывно поступает электрический ток, благодаря чему электромагнит образует сильное электромагнитное поле, притягивающее железную пластину, находящуюся на дверной створке. Входная дверь надежно замыкается доводчиком и прочно удерживается магнитным замком в замкнутом режиме. Чтобы выйти наружу или зайти внутрь, следует нажать на кнопку входа/выхода, что срабатывает на сброс электрического напряжения с электромагнитного запирающего устройства. С исчезновением электрического тока электромагнит перестает образовывать сильное магнитное поле, и дверь переходит в режим свободного входа/выхода.

В некоторых специальных поездах электромагниты используют вместо колес. Магнитная сила электромагнитов удерживает поезд над дорогой на высоте нескольких сантиметров и толкает его вперед. Эти поезда не касаются дороги. Поэтому не возникает трение, и они могут двигаться очень быстро.

Поезд на магнитной подушке, или «Маглев» (от англ. *magnetic levitation* — магнитная левитация) — это поезд, удерживаемый над полотном дороги, движимый и управляемый силой электромагнитного поля. Такой состав, в отличие от традиционных поездов, в процессе движения не касается поверхности рельса. Так как между поездом и поверхностью движения существует зазор, трение исключается, и единственной тормозящей силой является аэродинамическое сопротивление.

Скорость, достигаемая поездом на магнитной подушке, сравнима со скоростью самолёта и позволяет составить конкуренцию воздушному транспорту на ближне- и среднена магистральных направлениях (до 1000 км). Хотя сама идея такого транспорта не нова, экономические и технические ограничения не позволили ей развернуться в полной мере: для публичного использования технология воплощалась всего несколько раз. В настоящее время «Маглев» не может использовать существующую транспортную инфраструктуру, хотя есть проекты с расположением магнитных элементов между рельсами обычной железной дороги или под полотном автотрассы.

Установка по демонстрации свойств электромагнита

На рис. 7–9 представлен стенд для демонстрации работы электромагнитов.

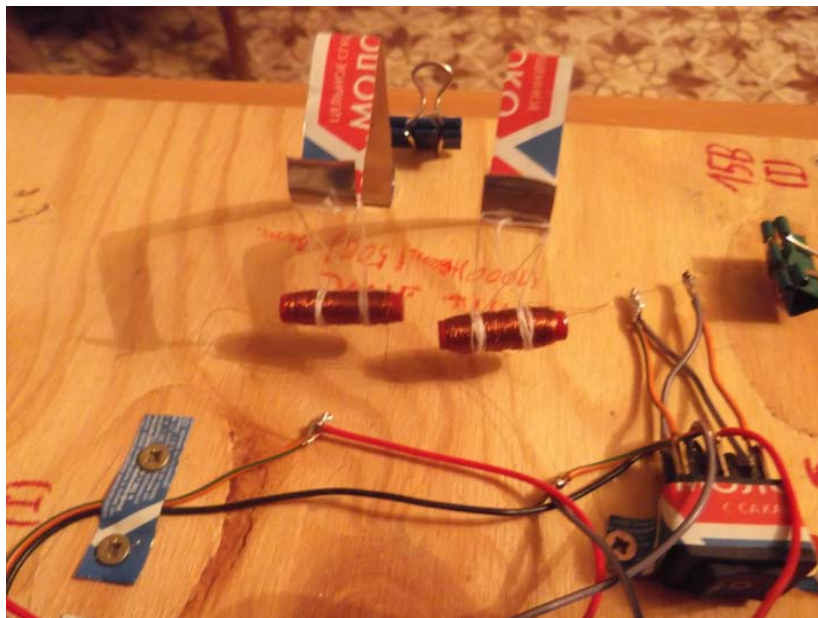


Рис. 7. Общий вид установки

Установка состоит из двух электромагнитов, выполненных в виде катушек, намотанных на ферритовых стержнях и подвешенных на нитках к опорам, закрепленных на деревянной основе. Кроме электромагнитов в установку входит переключатель направления тока в одной из катушек.

На катушки подается напряжение 15 В, при этом возникает электрический ток силой около 1 А. Ток, протекая по катушкам, создает магнитное поле и намагничивает сердечники катушек. С помощью переключателя можно менять направление тока в одной из катушек на противоположное. При этом меняется направление магнитного поля в одной из катушек, вследствие чего они или притягиваются или отталкиваются.

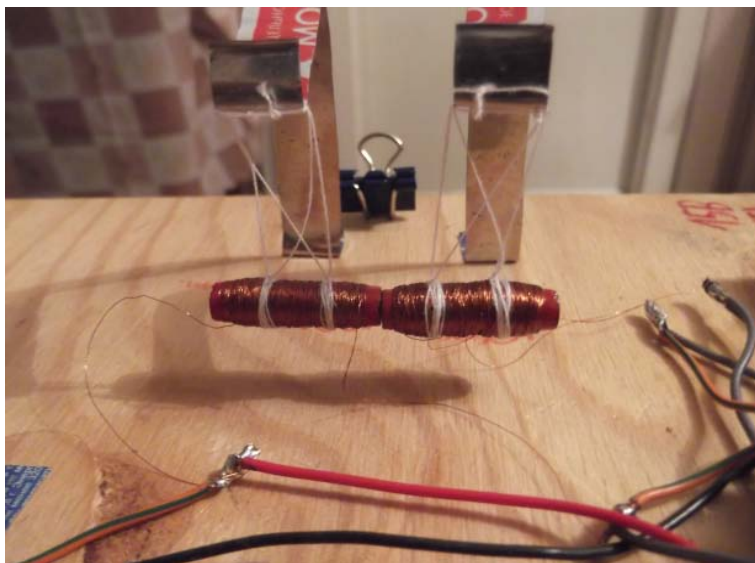


Рис. 8. Работа катушек на притяжение

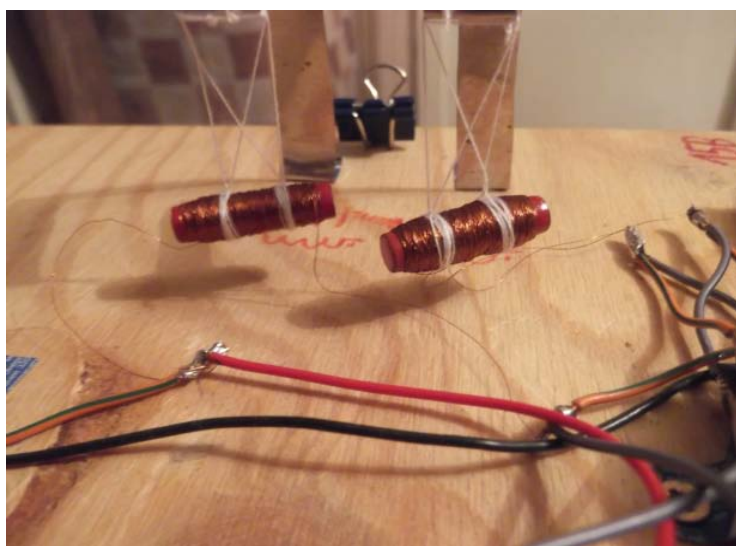


Рис. 9. Работа катушек на отталкивание

Установка во многом сделана из подручных материалов. Это многофункциональная установка. Помимо той части, которая предназначена для изучения электромагнитных явлений, она содержит простейшую схему для изучения основ электротехники.

Дополнительно на этой установке можно показать работу простейшей электрической цепи, состоящей из параллельно соединенных лампочки, вентилятора и реостата, соединенного последовательно с ними. С помощью реостата можно регулировать электрическое сопротивление цепи, а соответственно и силу тока. С помощью этой части установки можно наглядно продемонстрировать действие закона Ома для участка цепи.

Эта работа дает возможность познакомиться с основами электротехники и магнитными явлениями, а также получить практические навыки в создании электромагнитов.

Е. А. Нестерова, 7 класс

(научный руководитель – Т. Г. Лебедева, учитель физики), МКОУ СОШ №8,
г. Шадринск, Свердловская область

Калейдоскоп

*Смотрю — и что же в моих глазах?
В фигурах разных и звёздах
Сапфиры, яхонты, топазы,
И изумруды и алмазы,
И аметисты и жемчуг,
И перламутр — все вижу вдруг!
Лишь сделаю рукой движение —
И новое в глазах явление!*

А. Измайлов

Калейдоскоп — оптический прибор — игрушка, чаще всего в виде трубки, содержащая два или более продольных, сложенных под углом зеркальных стекла; при поворачивании трубки вокруг продольной оси цветные элементы, находящиеся между зеркалами, отражаются и создают меняющиеся симметричные узоры. Различное взаимное расположение зеркал позволяет получить разное количество дублированных изображений.

Калейдоскоп известен ещё с давних времен. В Древнем Египте существовал прообраз калейдоскопа. Египтяне наблюдали за симметричными фигурами, возникающими во время движений танцоров между расставленными в круговую отшлифованными плитами известняка. Через много веков устройство для получения симметричных изображений с помощью зеркал назвали калейдоскопом.

Калейдоскоп создан в 1816 г. Дэвидом Брюстером во время проведения эксперимента с поляризацией.

Позднее Брюстера американский оптик Чарлз Буш разработал «калейдоскоп для гостиной». Калейдоскоп представлял собой продолговатый цилиндр, закрепленный на деревянном штативе. Цилиндр мог поворачиваться на 360°, имел на конце медный барабан со спицами, за которые его вращали. Барабан был самой примечательной деталью в калейдоскопе Буша. В нем располагались 35 стекляшек, треть из них была заполнена жидкостью. Внутри жидкости

плавали воздушные пузырьки, которые продолжали двигаться даже после остановки барабан. Стекляшки имели блестящие, хорошо подобранные друг к другу цвета и создавали узоры, недоступные ни одному другому калейдоскопу 19 в.

В России же калейдоскоп появился в конце 18 в. благодаря М. В. Ломоносову.

Калейдоскоп — это оптический прибор, в основе действия которого лежит принцип отражения света от зеркал, образующих между собой угол. Внутри цилиндрической трубки, параллельно ее оси, расположены две и более зеркальные пластины, обращенные отражающими поверхностями друг к другу.

Различное взаимное расположение зеркал позволит получить разное количество дублированных изображений одного предмета: при углах между зеркалами в 45° — восемь, при 60° — шесть, при 90° — четыре.

Обыкновенные лучи света или испускаемые искусственным источником света, например, электролампой, поляризуются после отражения от зеркала под углом полной поляризации. При применении искусственного света между источником света и зеркалом помещается матовое стекло. Пройдя через прозрачные листочки, пластинки и кристаллики двупреломляющих элементов, дающих изображения, каждый поляризованный луч в общем случае разделится на два луча, которые приобретут некоторую оптическую разность хода. С этой разностью хода лучи отразятся от зеркала трубки калейдоскопа и, сведенные к одной плоскости колебаний, будут давать в зависимости от приобретенной ими оптической разности хода различные цвета. Эти цвета можно будет менять, не меняя рисунка изображения, вращением трубки калейдоскопа.

Внутри трубки, между зеркалами, помещают несколько кусочков цветного стекла. Кроме стеклышек, в качестве дополнительных компонентов используют металл, пластик, бисер, перламутр, камни, перышки и другие разноцветные предметы. Один конец трубки, с отверстием большего диаметра, закрыт матовым стеклом, другой, с отверстием меньшего диаметра — прозрачным. Повернув прибор матовым стеклом к свету, можно видеть через прозрачное стекло симметричные, красивые цветные узоры, форма которых меняется при вращении калейдоскопа.

Когда мы поворачиваем или встряхиваем камеру, то стекляшки внутри нее начинают падать в различных положениях и освещаются

при этом естественным или искусственным путем. Количество узоров при перемещении кусочков бесконечно.

Устройство калейдоскопа основано на трёх принципах, которые обеспечивают четкий и симметричный узор. Первый: два зеркала должны быть расположены под таким углом, чтобы он делил круг на целое количество частей, лучше использовать зеркала с передней отражающей поверхностью или же металлические. Оптимально, если длина зеркал будет в пять-семь раз больше ширины. Второй: объект должен быть расположен перед отражающими поверхностями, а для разглядывания удаленных предметов предлагается дополнить конструкцию калейдоскопа линзой. Третий: самая лучшая точка для наблюдения орнамента — точка, расположенная максимально близко к стыку зеркал. Попадающие в пространство между двумя зеркалами объекты отражаются в этих зеркалах, отражаются их отражения и отражения этих отражений, образуя симметричный круговой узор, оживающий при движении объектов относительно калейдоскопа.

Калейдоскоп К. Пектунаса

В этом калейдоскопе узоры создаются не только прозрачными кусочками стекла, но и мелкими кольцами, цепочками и т. д. Конец трубки закрыт прозрачным оргстеклом, а торец — сменной непрозрачной крышкой. Мелкие предметы внутри калейдоскопа освещаются только боковым светом и отражаются зеркалами. В таком калейдоскопе узоры получаются более красочными и разнообразными.

Масляный калейдоскоп

Такой вид калейдоскопа заполняется масляной жидкостью, в которой плавают маленькие кристаллы, а картинки в этом калейдоскопе меняются плавно.

Пневматический калейдоскоп

Вместо обычных стекляшек у него внутри разноцветные перышки. К этому калейдоскопу присоединена груша, с помощью которой в него накачивается воздух.

Талейдоскоп

Вместо стеклышек стоит линза, благодаря которой можно смотреть на окружающие предметы. Предметов многократно отображаются в зеркалах, создавая красивую картину из реального мира.

Модификация калейдоскопа с талейдоскопом

В этом виде калейдоскопа узор создается из отражений окружающих предметов и стеклышек, находящихся внутри калейдоскопа.

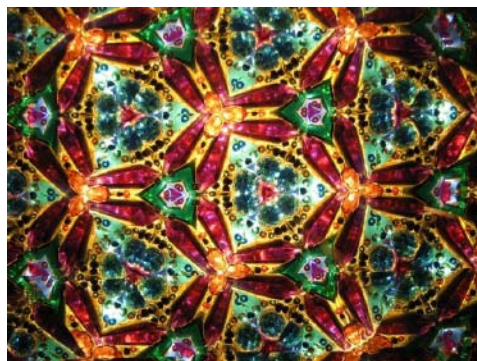
Калейдоскоп — это не только известная всем детская игрушка, но и прибор, применяющийся в разных сферах жизни человека. Калейдоскоп используется в медицине — разглядывание узоров калейдоскопа успокаивает нервы, снимает напряжение и стресс.

Калейдоскопы используют музыканты и композиторы, настроиваясь на игру или улавливая новую, появившуюся в мыслях мелодию. Он влияет и на развитие головного мозга в раннем возрасте. В человеческом мозге есть различные центры, которые отвечают за те или иные функции: логику, эмоции, анализ зрительных образов, слуховые впечатления. У детей эти центры только учатся «договариваться» между собой. Когда ребенок рассматривает узоры в калейдоскопе, его мозг воспринимает мир более полно и красочно. Это положительно влияет на развитие маленькой личности.

Для создания калейдоскопа в домашних условиях нужны: банка из-под чипсов, зеркала, два стекла, бусины, стеклышки, блески.

Бусины, стеклышки и цветная бумага, заложенные в калейдоскоп, создают различные узоры. Если повернуть калейдоскоп, то узоры будут меняться и создавать различные орнаменты. Причем повторяющихся нет. Просматривание узоров показало, что мы изготовили модификацию калейдоскопа с талейдоскопом, потому что в созданном нами устройстве были видны не только узоры из заложенных в калейдоскоп предметов, но и часть окружающих объектов.

При разном освещении, например, белом и красном узор остается прежний, а оттенок орнамента и отражения в калейдоскопе существенно изменяются. Ясно, что при смене освещения цветность узора в калейдоскопе меняется, значит, на цветность влияет не только расположение калейдоскопа.



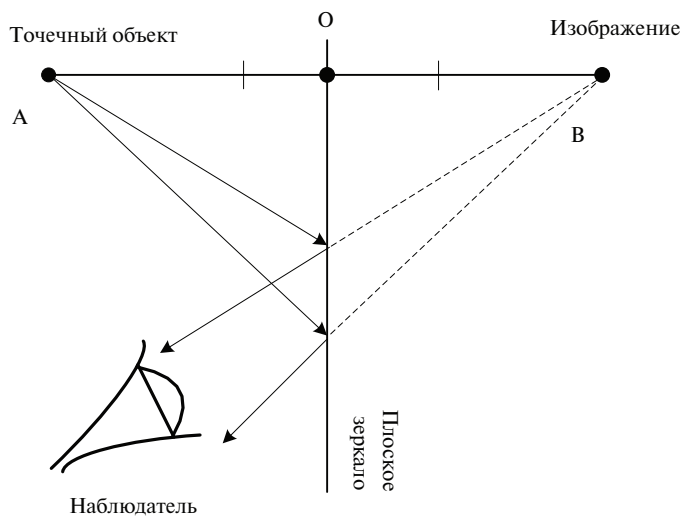
Узоры в калейдоскопе



История калейдоскопа



Калейдоскоп Чарлза Буша



Законы отражение света, используемые в калейдоскопе



Калейдоскоп К. Пектунаса



Масляный калейдоскоп



Пневматический калейдоскоп



Талейдоскоп



Модификация калейдоскопа с талейдоскопом

Изготовление калейдоскопа в домашних условиях

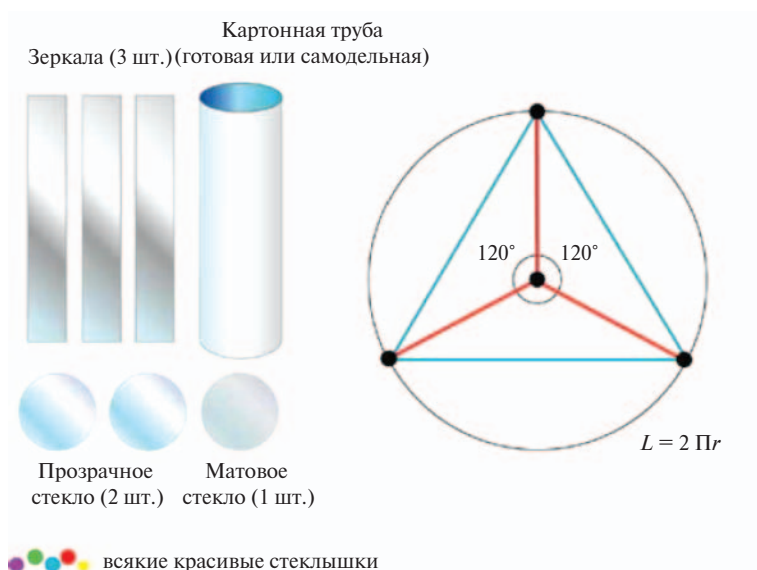


Схема изготовления калейдоскопа



Подготовка зеркал



Укладка конструкции зеркал в цилиндр



Размещение цветных деталей внутри калейдоскопа



Изготовление глазка



Готовый калейдоскоп

А.И. Пушкарёва, 9 класс

(научный руководитель — Т.Г. Лебедева, учитель физики),

МКОУ СОШ № 8, г. Шадринск, Свердловская область

Энергетическая безопасность как фактор устойчивого развития России

Промышленная и хозяйственная деятельность человека сопровождается потреблением энергии. Россия по объему производства электрической энергии занимает второе место в мире, ее доля в мировом балансе оценивается в 8–9 % (США — 26 %, Япония — 8 %, Китай — 7 %, Германия — 5 %).

Современная структура энергетики России представляет собой комплекс отраслей, который включает как добывающие сектора, так и обрабатывающие: электроэнергетика, нефтегазовый комплекс, угольная промышленность и возобновляемые источники энергии.

Политическая энергобезопасность ассоциируется с энергонезависимостью государства, его субъекта или региона. Наше государство достаточно развито в политической энергобезопасности и довольно-таки независимо в этом плане. В действующих на сегодня соглашениях между странами есть некоторые противоречия. Так называемые общие торговые соглашения иногда вступают в противоречие с юридическими аспектами энергетической безопасности. Большинство торговых соглашений регулируют рыночные отношения, но они не могут решить проблему энергобезопасности. Главная долгосрочная техническая проблема — это способность поставщиков создавать излишки энергии. Большинство стран-поставщиков потребляют немного энергии и могут выполнять такую задачу. Однако в таких государствах-производителях, как Алжир, Индонезия и Россия, неизбежно возникает конфликт между внутренним потреблением и экспортом энергии.

Юридические договоры могут служить инструментом проведения определённой политики в сфере энергетической безопасности, но они не определяют цели и область действия этой политики. Чисто юридический подход к обеспечению энергетической безопасности обречен на провал. Требуется проведение определённой политики в области энергобезопасности.

В понятие «экономическая энергобезопасность» включаются тарифы и запасы энергоресурсов, позволяющие решить поставленные задачи. По мировым запасам нефти Россия занимает шестое место, а по запасам газа — первое. Экономическое положение нашей страны в настоящее время достаточно шаткое в связи с кризисом и упадком цен на нефть. Торговля энергоносителями юридически регулируется различными международными соглашениями. Часть соглашений специально разрабатывается для повышения энергетической безопасности. Важный документ, посвященный энергетической безопасности, был создан странами-производителями, которые с помощью него пытались закрепить национальный суверенитет над природными ресурсами.

Сегодня имеет место противоречие между такими торговыми стратегиями, как стимулирование свободной торговли, открытие и либерализация энергетических рынков, и стратегией обеспечения энергетической безопасности.

Огромное значение для обеспечения энергобезопасности имеет устойчивое развитие и стабильность государств-производителей в сфере энергетики. Такая устойчивость может оказаться под угрозой в связи с необходимостью вести разведку и добычу энергоресурсов во все более сложных условиях, что возможно лишь при использовании сверхсовременных технологий, нанесении ущерба окружающей среде, а также влечет за собой трудности с транспортировкой.

Возможность предлагать энергетические ресурсы обусловлена в России огромным ресурсным потенциалом, а способность можно охарактеризовать сбалансированностью между добычей первичных энергоресурсов и их внутренним потреблением.

Производство и потребление электроэнергии увеличивались вплоть до 2008 г. Но произошел спад и объемов производства и потребления в результате экономического кризиса, в 2010 же году показатели растут. Разница между спросом и предложением газа в среднем составляет 220157,1 млн м³, или 30 %, из чего можно сделать вывод, что треть всей добычи идет на экспорт.

Добыча и внутреннее потребление нефти растут в течение 2005–2015 гг. Здесь разница между спросом и предложением очень большая, ее средняя величина составляет 358157,1 тыс. т, или 51 %. Около половины идет на экспорт.

Добыча и потребление угля в 2005–2015 гг. в последнее время идет на одном и том же уровне. Разница между предложением и спросом

в среднем составляет 56,5 млн т, или 30 %, треть всей добычи идет на экспорт.

Россия имеет возможность обеспечивать предложение экономически доступных и качественных ресурсов. Но большинство этих ресурсов не востребовано внутренним рынком, излишек предложения экспортируется, что является одним из фактором риска энергетической безопасности страны. Внутреннее потребление малó, нет потребителей энергии, а это значит, не развивается экономика.

Устойчивость топливно-энергетического комплекса можно оценить по мере физического и морального износов основных фондов энергетической отрасли, аварийностью объектов, энергоемкостью ВВП.

На сегодняшний день износ основных фондов в России в электроэнергетике превышает 40 %, газовой промышленности – 60 %, нефтепереработке – 80 %. И с каждым годом количество оборудования, выработавшего свой ресурс (нормативный срок службы), увеличивается. Износ основных фондов приводит к высокой аварийности, затратам на продолжительный ремонт, отставанию в техническом развитии.

Аварийность в энергетике России по отраслям представлена в таблице 1.

Таблица 1

Аварийность энергетики России по отраслям в 2012 г.

	Кол-во аварий	Общая аварийность (изменение по отношению к 2011 г.), %
Электроэнергетика	3500	–5,3
Нефтегазовый комплекс	17	–10
Угольная отрасль	16	+3,1

Важнейшей проблемой электроэнергетики России является высокий уровень морального и физического износа основных производственных фондов. Динамика старения генерирующего оборудования электростанций России до 2020 г. приведена в таблице 2.

На сегодняшний день более 70 % магистральных нефтепроводов старше более 25 лет, но хотя вводятся новые нефтепроводы, доля изношенного оборудования остается по-прежнему большой. В газотранспортной системе страны к 2015 г. средний возраст всех газопроводов превысил 30 лет.

Таблица 2

Мощность устаревшего оборудования на электростанциях России,
млн кВт

Тип электростанции	2001 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2020 г.
ГЭС	23	26	34	40	42
ТЭС	5	36	68	81	95
АЭС	—	—	—	2	7
По отношению к установленной мощности на 1.01.02 г., всего, %	28	62	102	123	144
	13	28	47	57	67

Износ основных фондов неизбежно приводит к аварийным ситуациям.

Россия на сегодняшний день обладает одним из самых высоких значений энергоемкости в мире. Энергоемкость России превышает среднемировой показатель в 2,3 раза из-за высокого удельных расходов электроэнергии на добывающих и обрабатывающих производствах. Причина кроется и в существенных потерях электроэнергии в электрических сетях вследствие старения электротехнического оборудования.

Сохранение высокой энергоемкости экономики, низкие темпы обновления производственного аппарата ТЭК, высокий моральный и физический износ основных фондов однозначно создают угрозу энергетической безопасности России.

Чтобы оценить этот параметр, проанализируем цены на внешнем и внутреннем рынках газа, нефти, угля и электроэнергии.

Динамика цен на внутреннем рынке ТЭР и электроэнергии имеет тенденцию к росту (таблица 3).

Таблица 3

Средние цены производителей и приобретения основных видов топливно-энергетических ресурсов и их соотношение в России
(на конец года, руб./т)

	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Уголь коксовый (коксу- ющийся) производителей* приобретения** соотношение, разы							
	787	743	788	1125	1026	1555	2456
	2402	2199	2819	4505	3782	5920	6505
	3,1	3,0	3,6	4,0	3,7	3,8	2,6

	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Уголь каменный обогащенный							
	453	465	568	746	712	822	1001
	792	871	949	1101	1174	1308	1498
	1,7	1,9	1,7	1,5	1,6	1,6	1,5
Нефть производителей приобретения соотношение, разы							
	4812	4434	7075	3377	6633	7566	9765
	6569	5711	10368	3025	7429	11045	12417
	1,4	1,3	1,5	0,9	1,1	1,5	1,3
Газ горючий природный (газ естественный), за 1000 м ³ производителей приобретения соотношение, разы							
	330	378	431	533	510	626	686
	1436	1582	1856	2312	2764	3081	3562
	4,4	4,2	4,3	4,3	5,4	4,9	5,2
Электроэнергия, за 1000 кВт·ч производителей приобретения соотношение, разы							
	451	536	627	677	559	665	782
	914	1016	1009	1284	1551	1539	1914
	2,0	1,9	1,6	1,9	2,8	2,3	2,4
<p>*Цена производителей (оптовая) – это цена, по которой предприятия производственной сферы реализуют свою продукцию, включает в себя издержки производства и прибыль и не включает налог на добавленную стоимость и акцизы.</p> <p>**Цена приобретения (цена потребителя) – это цена конечного использования товаров и услуг, в которую включены полностью цена производителя, транспортно-сбытовые расходы, налоги и акцизы.</p>							

С 2009-го по 2015 гг. цены на все виды угля, нефть и газ увеличились не менее чем в два раза. Цены на электроэнергию для производителей увеличились только на 1,73 % благодаря тарифному регулированию региональными органами власти. Из всех видов ресурсов самые высокие цены – на нефть, а самая большая разница между ценой производителя и ценой потребителя – у газа, что говорит о большой налоговой нагрузке.

Соотношение между ценой производителей и потребителей в рассматриваемый период по углю уменьшилось, нефти – уменьшилось незначительно, газу и электроэнергии – увеличилось.

Параметры изменения регулируемых оптовых цен на газ определяются правительством РФ. Конкретные регулируемые оптовые цены на газ, дифференцированные по ценовым поясам с учетом удаленности потребителей от регионов добычи газа и категорий по-

требителей, утверждаются Федеральной службой по тарифам (ФСТ России). Розничные цены на газ для населения устанавливаются администрациями субъектов РФ. В частности, Газпром получил право отпускать газ определенной категории потребителей по договорным ценам, при этом ФСТ регулирует верхний предел цен.

Наиболее очевидными краткосрочными проблемами в сфере энергетической безопасности являются устойчивость систем транспортировки и безопасность добывающей и транспортной инфраструктур. Это подразумевает содержание этих систем в исправности и успешная их эксплуатация. Для поддержания транспортных систем в надлежащем состоянии требуются большие денежные средства. Необходимо также вести постоянный контроль их технической и экологической безопасности. Такой контроль требуется вести и со стороны государства, и и со стороны независимых агентств. Также требуется постоянное совершенствование существующих положений и документов.

Угрозы энергетически независимой стране

1. Экономика, ориентированная на экспорт сырья. Возможность предлагать теплоэнергетические ресурсы в России есть, она обусловлена богатым природно-ресурсным потенциалом. Однако внутренний рынок не потребляет то количество ресурсов, которое добывается, и излишек предложения экспортируется. В результате страна свой потенциал вывозит за границу, не развивая собственное производство товаров.

2. Высокий физический и моральный износ основных фондов объектов энергетики. Надежность поставок энергоресурсов зависит от технического состояния основных производственных фондов. Во всех отраслях энергетики увеличивается доля оборудования, выработавшего своей ресурс. Это ведет к высокой себестоимости и энергоемкости производства ТЭР.

3. Энергорасточительность экономики. Энергоемкость России выше среднемирового уровня, это обусловлено использованием энергорасточительных технологий и оборудования, большими потерями при транспортировке и хранении, нерациональной структурой экономики.

4. Ценовая угроза. Ценообразование на рынке ТЭР в России свободное, государственное регулирование минимально (государство регулирует внутренние цены на нефть, отпускаемую Газпромом,

и тарифы на электроэнергию устанавливают региональные органы власти). В результате цены на ТЭР в России высокие и продолжают увеличиваться с каждым годом.

Стратегия обеспечения энергетической безопасности России

Обеспечение производства оборудования для строительства атомных электростанций с целью доведения доли электроэнергии, вырабатываемой на АЭС, в перспективе — до 2020 г. до 22–25 %.

Создание надежных мобильных (плавающих) и локальных атомных электростанций для энергообеспечения труднодоступных районов.

Создание и организация массового производства локальных энергоустановок с использованием возобновляемых источников (энергии ветра и солнца, водных ресурсов рек, морского прилива и отлива, термальных источников, биотоплива, отходов лесопереработки, твердых бытовых и сельскохозяйственных отходов и др.).

Форсирование создания экологически эффективных энергоустановок, работающих на водородном топливе, в том числе для массовых видов транспорта.

Промышленная стратегия развития энергетики должна также предусматривать: меры экономического стимулирования для предприятий, работающих в области создания или эксплуатации локальных энергоустановок, использующих возобновляемые источники, в первую очередь отходы производства и потребления; меры по увеличению производства и повсеместному внедрению приборов учета расхода всех видов энергии. При этом представляется совершенно необходимым переход на оплату за энергоресурсы исключительно на основе прямых измерений их фактического потребления; меры, стимулирующие создание и массовое внедрение промышленных технологий и энергоустановок, обеспечивающих ресурсосбережение.

За последние пять лет при росте ВВП на 35 % рост энергопотребления составил 6,2 %, резерв повышения энергоэффективности в России еще остался и составляет около 300 млн тонн условного топлива. Сэкономленная энергия — это произведенная энергия. Главный фактор повышения энергоэффективности — не дежурные призывы или административное давление, а реальные экономические мотивы. И в этом плане экономически необоснованные низкие цены на газ, электроэнергию лишают сбережение энергии экономических мотивов. А это, в свою очередь, генерирует системные риски для пе-

рехода на инновационный путь развития как для самой энергетики, так и для потребителей.

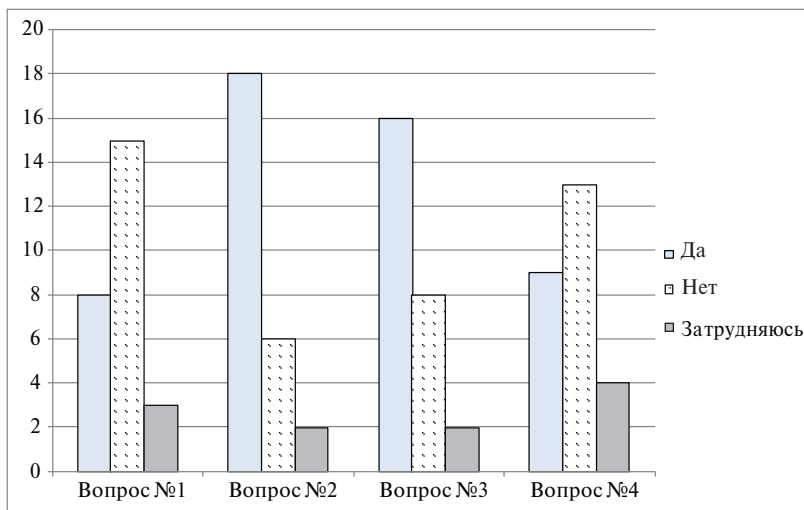
Качество жизни всего мирового сообщества напрямую зависит от надежности доступа к энергии. В связи с этим необходимо особо отметить важность выработки именно совместного подхода к обеспечению глобальной энергетической безопасности перед угрозой наиболее серьезных вызовов настоящего и будущего времени в сфере энергетики. Для выработки общего подхода надо понимать общие вызовы и риски в сфере энергетики.

В XXI веке неизбежен значительный рост мирового потребления энергии.

С учетом данной информации проведено исследование; количество респондентов – 26 чел., возраст – 14–15 лет (таблица 4, рис.).

Таблица 4

Вопрос	«Да», кол-во	«Нет», кол-во	«Затрудняюсь с ответом», кол-во
Считаете ли вы правильным строительство АЭС со всем учетом происходивших аварий и последствий?	8	15	3
Видите ли вы необходимость установки тепловых счетчиков для учета домашнего тепла?	18	6	2
Считаете ли вы нужным отдельный сбор мусора?	16	8	2
Необходимы ли, по вашему мнению, в нашей области ветряные, солнечные и приливные электростанции? Вы считаете это выгодным?	9	13	4

*Рис.*

Анализ проведенного исследования показывает, что люди заботятся о своем здоровье, следят за подсчетом электроэнергии, предпочитают раздельный сбор мусора и заботятся о бюджете государства.

А. А. Фадеев, 9 класс

(научный руководитель – А.В. Конев, учитель физики),

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение «Лицей № 5»
Камышловского городского округа, г. Камышлов, Свердловская область

Повышение энергоэффективности стеклопакетов

На сегодняшний день мировое сообщество работает в двух направлениях: создание и внедрение альтернативных источников энергии, разработка и внедрение энергосберегающих технологий.

Вакуум (от лат. *vacuus* – пустой) – пространство, свободное от вещества. В технике и прикладной физике под вакуумом понимают среду, содержащую газ при давлении значительно ниже атмосферного. Давление создается соударением молекул о стенки сосуда, а тепловая энергия и звуковые волны передаются за счет соударений молекул друг о друга.

Также известно, что свет – это поток частиц (фотонов). Фотоны, проходя через среду, соударяются с молекулами вещества, которыми наполнено пространство, в результате чего частицы отражаются, поглощаются, приводя к уменьшению интенсивности светового потока, что является отрицательным свойством пространства при изготовлении стеклопакетов.

Чем меньше молекул вещества находится в определенном объеме, тем меньше происходит соударений молекул о стенки сосуда и друг о друга. Значит, уменьшая их количество, мы уменьшаем давление в пространстве, теплопроводность, звукопроницаемость и увеличиваем светопропускную способность.

Степени вакуума (разрежения), Па: низкий – 10^5 –100, средний – 100–0,1, высокий 0,1– 10^{-5} , сверхвысокий – $< 10^{-5}$.

Для создания вакуума используются специальные вакуумные насосы, которые служат для удаления (откачки) газов или паров до определённого уровня давления. Для создания низкого вакуума до 10^2 Па можно применить насос Комовского, относящийся к насосам поршневого типа. Для получения более высокого вакуума необходимо использовать другие типы вакуумных насосов.

Для измерения вакуума мы использовали манометр, который способен измерять давление до -1 кгС/см^2 приблизительно $2 \cdot 10^2$ Па.

В межстекловом пространстве необходимо откачать воздух, создав там разрежение (вакуум), что позволит понизить теплопроводность, шумоизоляцию стеклоблока и не ухудшить светопропускной способностью окна.

Стекло представляет собой жидкость, находящуюся в застывшем состоянии. Традиционными главными сырьевыми компонентами оконного стекла являются кварцевый песок (69–74 %), сода (12–16 %), известняк и доломит (5–12 %).

Оконное стекло — бесцветное прозрачное тянутое листовое стекло с гладкими поверхностями. Его применяют для заполнения световых проемов в зданиях и сооружениях как материал, обеспечивающий естественную освещенность внутри помещений. В соответствии с разными способами выработки, листовое стекло бывает тянутое, прокатное и полированное.

В 1902 г. был разработан метод производства стекла, где оно вытягивалось по вертикали из стекловаренной печи через прокатные вальцы в виде непрерывной ленты наружу, поступая в шахту охлаждения, в верхней части которой оно резалось на отдельные листы. Толщина стекла регулировалась путем изменения скорости вытягивания. Стекло, получаемое этим методом, называется тянутым стеклом.

В 1959 г. был разработан флоат-метод производства листового стекла. При этом процессе стекло поступает из печи плавления в горизонтальной плоскости в виде ленты через ванну с расплавленным оловом на дальнейшее охлаждение и отжиг. Флоат-стекло характеризуется исключительной ровностью и отсутствием оптических дефектов. Получаемое стекло может быть прозрачным, окрашенным или иметь специально нанесенное покрытие.

В строительстве используются (кроме обычных) стекла, окрашенные в массу, стекла со специальными покрытиями, называемыми общим термином низкоэмиссионные стекла. Использование низкоэмиссионных стекол является одним из самых перспективных направлений в мировой стекольной индустрии.

Сейчас, когда энергосбережение и сокращение потерь тепла в помещении стоят на первом месте, все крупные производители стекол (Pilkington, San-Gaben и д.р.) освоили выпуск низкоэмиссионных стекол. Низкоэмиссионные энергосберегающие стекла были разработаны для уменьшения теплового излучения. Главной идеей в производстве таких стекол является напыление на поверхность флоат-стекла проводящего покрытия из цветных металлов или полупро-

водниковых оксидов, содержащего свободные электроны. Применяются два типа покрытия: «твердое» (на основе оксида олова, к-стекло) и «мягкое» (на основе серебра, i-стекло).

Окрашенные в массу стекло изготавливается из сырьевых материалов, в которые добавляются различные вещества для получения желаемого цвета. Наиболее распространенные цвета: промежуточный между бронзовым и коричневым, серый и зеленый. Окрашенные в массу стекла называют солнцезащитными, или абсорбирующими, т. к. такие стекла поглощают (абсорбируют) больше солнечной тепловой энергии и света, чем обычные прозрачные стекла.

При использовании стекла в светопрозрачных конструкциях с повышенными требованиями к безопасности применяют закаленные или ламинированные (триплекс) стекла.

Закалкой называют процесс термоупрочнения стекла, основанный на специфике его физических свойств. В результате в стекле образуется система напряжений, обеспечивающая его высокую механическую и термическую прочность. При разрушении закаленное стекло распадается на мелкие, округленной формы осколки, которые не имеют острых режущих граней, опасных для людей.

Ламинирование — изготовление многослойных конструкций из стекла при помощи поливиниловой пленки или специальной смолы. Наиболее распространенным типом ламинированного стекла является триплекс — конструкция из двух стекол и промежуточного ламинирующего слоя. В отдельных случаях возможно наклеивание пленки на стекло с одной стороны — односторонняя ламинация. Основным достоинством ламинированных многослойных конструкций из стекла является безопасность при разрушении. При помощи ламинирования можно изготовить ударопрочные конструкции, защищающие от взлома, их используют для остекления автомобилей, самолетов, железнодорожного транспорта, судов. При разрушении осколки стекла остаются висеть на эластичной пленке.

Оконное стекло должно быть светопрозрачным (в зависимости от толщины — от 84 до 87%), достаточно прочным, химически устойчивым, иметь минимальные неровности на поверхности (полосность или волнистость) и минимальное содержание инородных включений (пузыри, камни и др.).

Стеклопакеты являются основой окон. Характеристики оконной системы зависят именно от их качества стеклопакетов. Самый простой стеклопакет состоит из следующих частей: стекло, межстеколь-

ное пространство, дистанционная рама, гидроскопический гранулятор, постоянно пластичный клей и постоянно пластичный герметик (вулканизатор).

Стеклопакет состоит из двух или трех листов стекла (однокамерный и двухкамерный стеклопакет), разделенных промежутком. Величина промежутка зависит от ширины так называемой дистанционной рамки, которая соединяет между собой стекла — полого алюминиевого профиля прямоугольного сечения, который может иметь различную ширину, например 6 мм или 10 мм и т.д. Внутри стеклопакеты заполняются осушителем, который поглощает влагу и защищает стекла от запотевания. Пространство между стеклами заполняется либо осушенным воздухом, либо инертным газом. Это повышает теплозащитные свойства оконной конструкции.

Использование специального герметика позволяет герметизировать стеклопакет, что исключает необходимость мытья внутренних поверхностей стекол. От качества герметизации зависит долговечность стеклопакетов. Герметики необходимы для того, чтобы не выходили газы из межстекольного пространства, а также в целях предотвращения попадания водяного пара и пыли в стеклопакеты.

Стеклопакеты выбираются, руководствуясь следующим показателями: толщина стекла всего стеклопакета, степень сохранения тепла, уровень шумоизоляции, количество камер (т.е. межстекольных промежутков).

В однокамерном стеклопакете с обычными стеклами уже при -8°C образуется конденсат. В двухкамерном стеклопакете конденсат возникает при -18°C .

Современные технологии позволяют изготавливать однокамерные, двухкамерные и двухкамерные шумоизоляционные стеклопакеты.

В зависимости от потребностей могут использовать различное внешнее стекло: для повышения безопасности — закаленные, или триплекс; для повышения энергосбережения — низкоэмиссионные; для защиты от солнечного света — рефлекторные (солнцезащитные).

Появился новый вид стеклопакетов — гибридные; это однокамерный стеклопакет, в котором вместо одного стекла используется вакуумный пакет (а также вакуумный пакет с низкоэмиссионными стеклами). Этот пакет обладает более высокими теплоизоляционными характеристиками, чем простой вакуумный стеклопакет.

Модель стеклопакета

Использование поддерживающей вставки из органического стекла в форме тематического рисунка.

Отверстие для откачки изготовлено в форме конуса.

Герметизация стеклопакета осуществляется использованием эпоксидной смолы.

Клапан для закупорки отверстия изготовлен из резины.

Индикатор уровня вакуума.

Самая большая трудность была в разработке способа индикации вакуума внутри стеклоблока.

Для создания индикатора мы взяли два поляроида, элемент из оргстекла толщиной 1 мм. Фрагмент из оргстекла помещается между стеклопластинами, затем с внешней стороны одного стекла и с внешней стороны другого стекла наклеиваются поляроиды так, чтобы их плоскости были взаимно перпендикулярны, а фрагмент из оргстекла находился между ними. При отсутствии разряжения свет не должен проходить через поляроиды. Работа индикатора вакуума основана на явлении поляризации света в искусственно анизотропных средах.

Полезная модель относится к области строительства и может быть использована при разработке и производстве стеклопакетов для обеспечения окон зданий, жилых домов, бань, транспорта и др. Высокая механическая прочность вакуумного стеклопакета (выдерживает силу давления свыше 500 Н), включающего, по крайней мере, две образующие замкнутый объем стеклопластины, между которыми размещен разделительный элемент в виде рисунка из оргстекла толщиной 1 мм. Ширина линии рисунка составляет не более 3 мм. Теплопроводность оргстекла составляет 0,19 Вт/м²К, силикатного — 1,3 Вт/м²К. Использование таких поддерживающих вставок из оргстекла позволяет понизить теплопроводность тепломоста, образующегося при соприкосновении стекла и поддерживающих стеклокерамических вставок, используемых в запатентованных моделях стеклопакетов. Кроме поддерживающей функции, рисунок из оргстекла выполняет информационную функцию — несет дополнительную информацию (о здании или сооружении, улице и т.д.). По периметру стеклопакета на расстоянии 3 мм наклеивается двухсторонний скотч, который образует дистанционную рамку и препятствует затеканию клея внутрь стеклопакета. Для создания герметичности межстеклового пространства, по периметру стеклопакета заливается эпоксидный клей. Для откачки воздуха в од-

ной из стеклопластин просверлено отверстие виде конуса, в который устанавливается клапан такой же формы из поливинилхлорида (резины). При помощи специальной присоски, которая прижимает клапан в процессе откачки воздуха из межстеклового пространства, в межстекловом пространстве создается разрежение до $5 \cdot 10^4$ Па.

Для отслеживания вакуума внутри стеклопакета мы использовали явление поляризации света в анизотропных оптических средах, используя два поляроида, расположенных взаимно перпендикулярно. Откачивая воздух из межстеклового пространства, мы создаем вакуум, вследствие чего стекла начинают сжиматься, вставка из оргстекла оказывается под давлением. В ней возникают напряжения, она становится анизотропной, что приводит к повороту плоскости колебания вектора \vec{E} поляризованного света. Прошедший через первый поляроид свет начинает частично проходить через второй. По интенсивности светового потока, прошедшего через второй поляроид, можно судить об уровне вакуума в стеклопакете.

Проведенный нами анализ уровня техники, включающий поиск по патентным и научно-техническим источникам информации, позволил установить отсутствие аналога с идентичными всем существующим признакам разработанной полезной модели. Анализ разработанной модели с существующими прототипами выявил существенные отличия. Следовательно, наша полезная модель соответствует требованию новизны.

Экономический анализ полезной модели

Наименование	Цена за упаковку	Цена изготовления полезной модели, руб.
Стекло, два листа	758 руб./ м ²	174
Эпоксидный клей	64 руб./шт.	12
Шприц	15 руб./шт.	15
Рисунок из оргстекла	110 руб./шт.	110
Клапан (резина)	200 руб./шт.	0,50
Работа слесаря-сборщика	170 руб./ч	340
Электроэнергия, потраченная на изготовление отверстия с на сверлильном станке с мощностью двигателя 1100 Вт	3,5 руб. за 1 кВт·ч	0,96

Итого: 1320,5 руб.

Исследование физических свойств разработанного стеклопакета

Изучив основы строения стеклопакетов, разработав и сконструировав собственный стеклопакет, разработав технологию изготовления клапана для стеклоблока, выяснив, какие требования к ним предъявляются, мы определили, что наш стеклоблок не должен уступать по характеристикам существующим стеклоблокам, а быть лучше.

Для измерения физических характеристик мы использовали модули цифровой лаборатории Prolog (датчик температуры, освещенности, шума, силы), генератор звуковых частот, разработанную и сконструированную нами теплокамеру, так же нам понадобилась настольная лампа, насос Комовского и манометр, измеряющий вакуум низкого значения.

Исследование прочности стеклопакета с разряжением и без разряжения

Для измерения предела прочности вакуумного стеклопакета мы использовали датчики силы (динамометр).

На первом этапе мы выяснили, при какой действующей силе сломается обычное стекло размером 250×400 ; для этого мы установили исследуемый образец на две опоры, а посередине стекла приложили силу через динамометр, в результате воздействия силы стекло разрушилось при значении в 310 Н. Затем вместо обычного стекла мы установили наш вакуумный стеклопакет (с разряжением внутри до $5 \cdot 10^4$ Па) такого же размера и выяснили, что он выдерживает силу в 500 Н. При анализе полученных результатов пришли к выводу, что наш вакуумный стеклопакет обладает большей прочностью, так как он выдерживает большую силу воздействия.

Исследование сопротивления теплопередаче стеклопакета с разрежением и без разряжения

Сопротивление теплопередаче показывает, какое количество тепла уйдет через квадратный метр стены при определенном перепаде температур (или наоборот: какой перепад температур возникнет при прохождении заданного количества тепла через квадратный метр стены):

$$R = \Delta t / q,$$

где q — плотность теплового потока через ограждающую конструкцию, Вт/м²; Δt — разница между температурой на улице и в комнате, °С; R — сопротивление теплопередаче (м² · °С)/Вт).

Суть метода определения сопротивления теплопередаче оконных блоков заключается в создании постоянного во времени перепада температур по обеим сторонам испытываемого образца и измерении плотности теплового потока, проходящего через образец при стационарных условиях испытания, и последующем вычислении значений сопротивления теплопередаче.

Для проведения испытаний мы сконструировали теплокамеру из листа ДСП толщиной 20 мм, для утепления стенок использовали пенопластовую плитку толщиной 5 мм, листы пенопласта толщиной 50 мм, для отражения инфракрасного излучения использовали изолон (фольга, наклеенная на пенополиэтилен). Нагрев пространства в камере осуществляется нагревательным элементом, изготовленным нами из нихромовой проволоки сечением 0,8 мм, намотанной на керамическом резисторе. Для создания постоянного тока, питающего нагревательный элемент, мы сконструировали блок питания из старого сетевого трансформатора, перемотав его на необходимое напряжение 12 В, затем мы выпрямили напряжение диодным мостом.

Для измерения плотности теплового потока используем специальные датчики ДТП 0924 различных модификаций.

Проведение исследования

Для того чтобы иметь некоторое представление о значениях теплосопротивления разработанного нами стеклоблока, мы провели следующее исследование.

Сбрали два обычных стеклопакета: 4-10-4-3-4 и 4-12-4. Установили в теплокамеру стеклоблок 4-12-4; для возникновения теплового потока создали перепад температур в 30 °С, температура воздуха внутри камеры — 52 °С, при этом в помещении, где проходило исследование, температура составляла 22 °С. После того как установился соответствующий перепад температур, мы отключили питание нагревателя и начали снимать показания с цифровых датчиков температуры, установленных внутри теплокамеры. Такое же исследование мы провели со стеклоблоком 4-10-4-3-4 и разработанным вакуумным стеклопакетом. Полученные данные приведены в таблице.

Изучение теплосберегающей способности вакуумного стеклоблока,
(однокамерного и двухкамерного)

Время, мин	Стеклоблок 4-10-4			Стеклоблок 4-10-4-3-4			Вакуумный стеклопакет		
	T1, °C	T2, °C	T _{ср} , °C	T1, °C	T2, °C	T _{ср} , °C	T1, °C	T2, °C	T _{ср} , °C
0	52,2	52,1	52,15	52,3	52	52,15	52,3	52	52,15
5	48,4	48,1	48,25	49	48,3	48,65	49,3	48,6	48,95
10	44,1	43,8	43,95	45,1	44,7	44,9	45,3	44,7	45
15	39,5	41	40,25	42	41,6	41,8	41,8	41,2	41,5
20	37,5	38,1	37,8	39,4	39,2	39,3	38,8	38,3	38,55
25	35,4	35	35,2	37,2	37,1	37,15	36,3	36	36,15
30	33	32,4	32,7	35,9	35,3	35,6	34,2	34	34,1

Температура в теплокамере с вакуумным стеклоблоком понижается медленней, чем в теплокамере с однокамерным стеклоблоком 4-12-4, но немного быстрее, чем в теплокамере с двухкамерным стеклоблоком 4-10-4-3-4. Из таблицы видно, что температура в теплокамере с вакуумным стеклоблоком понизилась на 18,5 °C, в теплокамере с однокамерным стеклоблоком 4-12-4 — на 19,45 °C и в теплокамере с двухкамерным стеклоблоком 4-10-4-3-4 — на 16,55 °C. Так как зависимость плотности теплового потока и теплосопротивления обратная, и чем больше пространство теряет тепловой энергии, тем больше значения плотности теплового потока, то отсюда можно сделать вывод, что наш стеклоблок обладает большим теплосопротивлением, чем однокамерный 4-12-4, но меньшим, чем двухкамерный 4-10-4-3-4.

Исследование светопропускной способности стеклопакета с разрежением и без разрежения

Светопропускная способность — это физическая величина, характеризующая способность оптической среды пропускать световой поток.

Для измерения светопропускной способности вакуумного стеклопакета мы использовали датчик освещенности.

На первом этапе внутри теплокамеры устанавливаем датчики освещенности, замеряем освещенность, создаваемую настольной лампой, затем измеряем освещенность с обычным двухкамерным стекло-

блоком 4-10-4-3-4, затем — с обычным однокамерным стеклоблоком 4-12-4 и измеряем освещенность с вакуумным стеклопакетом. Полученные значения, лм: освещенность в теплокамере при отсутствии стеклопакетов — 1826, освещенность в теплокамере с двухкамерным стеклоблоком (4-10-4-3-4) — 1280, освещенность в теплокамере с вакуумным стеклоблоком — 1460, освещенность в теплокамере с однокамерным стеклоблоком (4-12-4) — 1460.

Светопропускная способность:

$$K_{\text{св}} = \left(\frac{\text{освещенность без стеклоблока}}{\text{освещенность со стеклоблоком}} \right) \cdot 100\%.$$

У вакуумного стеклоблока светопропускная способность составляет 80 %, двухкамерного (4-10-4-3-4) — 70 %, однокамерного (4-12-4) — 80%. Видим, что светопропускную способность вакуумного стеклоблока на 10 % больше, чем светопропускную способность двухкамерного стеклоблока (4-10-4-3-4), и такая же, как у однокамерного, отсюда можно сделать вывод, что вакуумный стеклоблок обладает лучшей светопропускной способностью.

Исследование шумоизоляции стеклопакета с разрежением и без разрежения

Шумоизоляция (звукоизоляция) — это физическая величина, характеризующая способность вещества поглощать (гасить) звуковые волны.

Для измерения шумоизоляции вакуумного стеклопакета мы использовали датчики уровня шума. Для создания постоянного шума — генератор звуковых частот, настроенный на частоту 1,2 кГц.

На первом этапе внутри теплокамеры устанавливаются датчики шума, замеряется уровень шума, создаваемый звуковым генератором при отсутствии стеклоблока, затем — уровень шума с обычным двухкамерным стеклоблоком, затем — обычным однокамерным стеклоблоком и уровень шума с вакуумным стеклопакетом. Полученные значения уровня шума, Дб: при отсутствии стеклопакетов — 95, в теплокамере с двухкамерным стеклоблоком (4-10-4-3-4) — 77, в теплокамере с однокамерным стеклоблоком (4-12-4) — 82, в теплокамере с вакуумным стеклоблоком — 76.

Коэффициент шумоизоляции:

$$K_{ш} = 1 - \left(\frac{\text{уровень шума со стеклоблоком}}{\text{уровень шума без стеклоблока}} \right).$$

У вакуумного стеклоблока коэффициент составил 0,2 (это означает, что 20 % шума поглощается стеклопакетом), коэффициент шумоизоляции двухкамерного стеклоблока (4-10-4-3-4) – 0,19 (поглощается 19 % шума), а коэффициент шумоизоляции однокамерного стеклоблока (4-12-4) – 14 % (поглощается 14 %). Значит, вакуумный стеклоблок будет лучше защищать помещение от шума.