



СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Периодический научный сборник



2016 № 3-3
ISSN 2413-0869

ПО МАТЕРИАЛАМ
XII МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
Г. БЕЛГОРОД, 31 МАРТА 2016 Г.

АГЕНТСТВО ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
(АПНИ)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ
НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

2016 • № 3-3

Периодический научный сборник

*по материалам
XII Международной научно-практической конференции
г. Белгород, 31 марта 2016 г.*

ISSN 2413-0869

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

2016 • № 3-3

Периодический научный сборник

Выходит 12 раз в год

Учредитель и издатель:

ИП Ткачева Екатерина Петровна

Главный редактор: Ткачева Е.П.

Адрес редакции: 308000, г. Белгород, Народный бульвар, 70а

Телефон: +7 (919) 222 96 60

Официальный сайт: issledo.ru

E-mail: mail@issledo.ru

Информация об опубликованных статьях предоставляется в систему **Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)** по договору № 301-05/2015 от 13.05.2015 г.

Материалы публикуются в авторской редакции. За содержание и достоверность статей ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

Электронная версия сборника находится в свободном доступе на сайте: **www.issledo.ru**

По материалам XII Международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития науки и технологий» (г. Белгород, 31 марта 2016 г.).

Редакционная коллегия

Духно Николай Алексеевич, директор юридического института МИИТ, доктор юридических наук, профессор

Васильев Федор Петрович, профессор МИИТ, доктор юридических наук, доцент, чл. Российской академии юридических наук (РАЮН)

Тихомирова Евгения Ивановна, профессор кафедры педагогики и психологии Самарского государственного социально-педагогического университета, доктор педагогических наук, профессор, академик МААН, академик РАЕ, Почётный работник ВПО РФ
Алиев Закир Гусейн оглы, Институт эрозии и орошения НАН Азербайджанской республики к.с.-х.н., с.н.с., доцент

Стариков Никита Витальевич, директор научно-исследовательского центра трансфера социокультурных технологий Белгородского государственного института искусств и культуры, кандидат социологических наук

Ткачев Александр Анатольевич, доцент кафедры социальных технологий НИУ «БелГУ», кандидат социологических наук

Шаповал Жанна Александровна, доцент кафедры социальных технологий НИУ «БелГУ», кандидат социологических наук

Трапезников Сергей Викторович, начальник отдела аналитики и прогнозирования Института региональной кадровой политики (г. Белгород)

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ»	5
<i>Afonshin V.E., Popchitelev E.P.</i> THE ENVIRONMENT AS A CONTROL FACTOR TO TRAIN HUMAN MOTOR SKILLS	5
<i>Blagovisnyy P.V.</i> ABOUT THE POSSIBILITY OF THE CONTACTLESS DIAGNOSTIC METHOD BY USING MICROWAVE RADIO WAVES	8
<i>Агарков А.М., Чеховской Е.И., Тихонов А.А.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЧЕТАНИЙ РАЗЛИЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ РАЗДЕЛЕНИЯ В КОМБИНИРОВАННЫХ АППАРАТАХ	12
<i>Александров В.А., Тромпет Г.М.</i> ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МОДУЛИ ДЛЯ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРОВ	14
<i>Андрейцев А.А., Жильцов А.П.</i> ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ МОТАЛОК ГОРЯЧЕКАТАНЫХ ПОЛОС МЕТОДАМИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ	16
<i>Безик О.В., Басараб М.А.</i> АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИЗ ИЗОБРАЖЕНИЯ РИСУНКА КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ	18
<i>Биримжанова З.С., Рысмагамбетова А.А., Адим А.Ж.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	23
<i>Биримжанова З.С., Рысмагамбетова А.А., Касаева А.А.</i> ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ОТ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	25
<i>Бобрикова И.Г., Гончаренко Е.Г., Шахлевич Е.С.</i> ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ СПЛАВА ЦИНК-НИКЕЛЬ	28
<i>Бровер А.В., Бровер Г.И., Арутюнян О.С., Кирпилянский Г.П.</i> ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНЫХ НЕСОВЕРШЕНСТВ, СОЗДАНЫХ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКОЙ, НА МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ	32
<i>Верхотуров А.А.</i> РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ В САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ	34
<i>Внуков А.Н., Глагольев А.А.</i> К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ ВОЛН АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ПРИ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА	41
<i>Данилова С.А.</i> ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК ЗАЛОГ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛИЗМА И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	45
<i>Елисеев А.В., Елисеев С.В., Нгуен Д.Х.</i> МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В УПРАВЛЕНИИ ВИБРАЦИОННЫМ ПОЛЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МАШИНЫ НА ОСНОВЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИВЕДЕННЫХ ИНЕРЦИОННЫХ СВОЙСТВ	49
<i>Комраков А.А., Ступнев В.Ю.</i> ИНФОРМАЦИОННОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ	53
<i>Лазарева Н.Б.</i> ВНЕДРЕНИЕ CITRIX PROVISIONING SERVICES В СУЩЕСТВУЮЩУЮ СТРУКТУРУ ТЕРМИНАЛЬНЫХ СЕРВЕРОВ ОРГАНИЗАЦИИ	61
<i>Лапшин В.П., Арстанов Д.Т., Золотова Е.С.</i> АНАЛИЗ ПОТЕРЬ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ДВИЖЕНИИ АВТОМОБИЛЯ	67
<i>Логойда С.М., Глагольев А.А.</i> ВЛИЯНИЕ СИЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА НА ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ	

ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛА ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	75
<i>Мелентьев В.С., Ярославкина Е.Е., Иванов Ю.М.</i> ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ ГАРМОНИЧЕСКОГО СИГНАЛА ...	78
<i>Нкурийимана Ж.П., Матвеев Ю.Н.</i> АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ	81
<i>Нкурийимана Ж.П., Матвеев Ю.Н.</i> ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АВАРИЙНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ	84
<i>Нуйя О.С., Воробьев В.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА	87
<i>Озерной Н.А., Глагольев А.А.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ПЛИТ АЭРОДРОМНОГО ПОКРЫТИЯ	89
<i>Патрин В.М.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЛЬТРА КАЛМАНА ПРИ АКТИВНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСТАНОВИВШЕМСЯ РЕЖИМЕ	92
<i>Прошкин В.Н., Магомедова Е.А., Магомедова М.А., Прошкина Л.А.</i> МАГНИТОСТРИКЦИОННЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ	95
<i>Сивцов А.С., Седова О.М.</i> АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ МАРШРУТОВ С УЧЕТОМ ХАРАКТЕРИСТИК МЕСТНОСТИ	103
<i>Скляр А.Н., Глагольев А.А.</i> РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПОТОКА ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И РЕКОНСТРУКЦИИ АЭРОДРОМОВ И ДОРОГ	106
<i>Старичихин М.Г., Графова Н.С., Храпов С.Д., Латипов О.О.</i> ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ	110
<i>Старостенко И.Э., Флоринская Е.Э.</i> СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ, ИМПОРТИРУЕМЫХ В РОССИЮ	114
<i>Суровцева О.А.</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ОБУВИ	118
<i>Филиппский А.В., Щедрин И.В., Артюшков А.Ю.</i> ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАБОТЫ С ЭЛЕКТРОННЫМ БЛОКОМ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ	120
<i>Шацкий В.П., Федулова Л.И., Спирина Н.Г.</i> О ВЫБОРЕ КРИВОЛИНЕЙНОЙ СКАТЫВАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ РАВНОМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ	124
<i>Шинкин В.Н.</i> ОСТАТОЧНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОМ КРУЧЕНИИ КРУГЛОГО БРУСА	127
<i>Шинкин В.Н.</i> ПРУЖИНЕНИЕ КРУГЛОГО БРУСА ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОМ КРУЧЕНИИ	135

**THE ENVIRONMENT AS A CONTROL FACTOR TO TRAIN
HUMAN MOTOR SKILLS**

Afonshin V.E.

CEO of LLC LEMA, Russia, Yoshkar-Ola

Popechitelev E.P.

Doctor of Sciences, Professor of the Department of Biotechnical Systems,
St. Petersburg State Electrotechnical University «LETI», Russia, St. Petersburg

The methods to control training of human motor skills, the methods being focused on the controlling factor in the form of the interactive, multimedia local external environment are discussed in the article. Such an environment can be represented by a training field where using the added biotechnical devices and optical encoding, space-time actions structure to execute the required athlete's movements is created.

Key words: training process, motor skills, local external environment, biotechnical devices.

Current views on the advanced technologies in team sports are closely connected with the introduction of new motor skills training methods. Solving all the problems of such technologies creating is to be sought on the basis of the latest achievements in science and understanding the prospects of the training processes development, associated with the new techniques of their arrangement and relating to:

- the methods to modify athletes' technical and tactical training;
- improvement of training programs through the selection of conditions, exercises and their sequence;
- consideration of the athletes' current capacity during the coaching and training programme variation, depending on his/her current status and the results achieved aimed at improving and timely load reduction, etc.

One of the promising area focuses is creating software and hardware training systems that are capable of automatic control of the training process in real time and with coach's minimal interference. The role of a coach is to select the exercise programme and to set up control parameters. In fact, he can influence the training just by giving an athlete directions on how to execute movements.

The most effective approach out of the probable ones to design the automated training process control system, in our opinion, could be the application of the interactive external environment (IEE) within the local training ground. The dimensions of this ground should not exceed the dimensions of the area sufficient to execute the most complex movements. Such a ground is to be under the constant monitoring by means of the specialised video camera to record the trainee's movements.

The interactive local controlled external environment (IEE_{LC}) can be considered to be rather promising due to the immediate control of the training process. Such an environment sets the target for the athlete to execute another motor exer-

cise by changing the parameters of the IEE_{IC} , which are to be captured in his/her minds and responded correspondingly. Such an environment with adjusted parameters creates conditions not only for drilling any motor spatial actions, but also for solving many problems mentioned above. Herewith, the issues regarding the optimal size of the training area and drills as well as the methods to control the parameters of IEE_{IC} are quite essential.

In addition to video monitoring, the system should provide for the technical tools to create the coaching conditions and on-line monitoring of the condition monitoring of the athlete's capacity. The training systems of this kind are to be designed using the principles of the biotechnical systems structure of (BTS). When synthesizing those systems, the focus is made on the coordination of the person's characteristics and devices connected to him [2, 3, 6,].

The movements training methods available allow us to solve many of the specific training objectives on the basis of controlling the spatial and time movement pattern. They should serve to improve the activity of the weakened muscle groups and to reduce the hyperactive muscles activity. Particular attention should be paid to modifying and adjusting complex coordinated movements and normalising the reciprocal arrangements of the antagonistic muscles [4].

The effectiveness of coaching does not depend only on the programme and training conditions, but also on the application of various tools of influence on the person's psychophysiological status, those tools being a variety of visual and auditory effects. To render such an effect, specialised technical devices of optical visualisation (projection, laser, LED, etc.) and sound emitters (loud-speakers, small speakers, hearing aids) are used [4, 5]. Besides, the training system, which such IEE_{IC} is implemented in is to be complemented by the technical devices that set up and modify its parameters prior to or immediately during the training. At the same time, the parameter control is executed both according to the pre-determined programme or the coach's request. Additionally, there appears a possibility to alter those parameters, depending on the current status of the person under training (PT).

While selecting the devices one should be guided by the three groups of interrelated principles. The first group deals with the problem of training area creation, the second one deals with the methods to create and control its multimedia contents and the third group is required for recording the training results.

The first group includes:

- creating additional incentives intended for various sensory modalities of human perception (mainly, they are light and sound) and their projection on the training area in the form of colour images;
- controlling the position of those images in the training area depending on the assigned motor drills and the person's status, controlling being executed with software or being given by a coach;
- video recording of all the training area, where the training session is in progress;
- recording the maximum number of parameters that specify the athlete's status during the training task execution.

To change the content of the training task the second group of principles is provided:

- dividing the playing space into several sites – contrasting, dynamically illuminated, unallowed and free (allowed) zones. When creating those zones, the change in their position is to be provided for;
- intuitively clear optical encoding of allowed and unallowed zones according to the colour indication, the degree of illumination or contour contrast highlighting in comparison with playing area background.

The third group of principles relating to the recording of the coaching results provides for:

- adding to the training scheme a set of standard programmes to execute such motor drills that the athlete being focused on will put into action his/her movements;
- video monitoring of all of the training process;
- filing the person's parameters specifying his/her current physiological status in real time, the set of transducers and signal processing modules being provided for;
- the active biofeedback connection to control IEE_{IC} parameters system if the monitoring system is available.

The coaching with all the mentioned above methodological tools enhancing IEE_{IC} [2] ought to be based on the special features of the mechanical, biological and mental processes in the human body.

The images of the zones for different purposes on the training ground can indicate an athlete to take the required actions and coach's preliminary recommendations and the musical image created can be 'transformed' in the muscles and result in the adequate reflex, which determines the movement in space. Executing ideomotor and simulation drills to specially selected tone series helps to keep all the movements characteristics in the required range and, thus, contributes to setting the correct movement patterns and noticeable improvement of the general performance of the coaching. To generate information and emotional environment in IEE_{IC} , one should in addition use loud speakers and a variety of light sources. According to sports psychologists, light sources have a significant effect on mood and endurance, provide better muscle strength demonstration, speed and agility, contribute to the development of the numerous conditioned reflexes.

Multi-optional simulation of play situations based on the configuration transformation, movement speed, changes in shape and position of the allowed and unallowed zones allows us to bring the player artificially in the condition close to the one that the player experiences during the real play. Such an approach gives an opportunity to implement the available situations and to create quite new testing drills. The predictable and unexpected situations, multi-level 'intellectual challenges' for the athlete to be put into in the conditions of multimedia environment, facilitate in conducting the comprehensive evaluation of the visual, cognitive and motor skills, as well as to generate a range of individual and group drills for several athletes (or 'light competitors'), reflected by the unallowed zones. Monitoring with a video camera allows the coach to adjust intentionally the position of the targeted

zones on the playing ground and on the athlete's ability to be in the right place enables us to evaluate the numerous trainee's qualities and to control the results for each athlete, to prepare recommendations for improving results.

A few more promising areas for the system application are worth mentioning:

- evaluation of the athlete's response, coordination, ability to orientate himself/herself and to move quickly throughout the training area;
- intensification of the individual's visual, cognitive and motor abilities;
- the development of the sport implement mastery and adjustment of the athlete's motor stereotypes;
- GTO preparation, creating new information tests for GTO programme;
- preventive and health-improving programmes for different population ages, including sanatorium-resort treatment and many other tasks.

The described approach to design the training process provides for real playing sites with real sport implements (a ball, a puck, etc.) to arrange a multi-optional real and virtual playing process [1]. The features of this approach are mobility, multivariance and adaptability of the training programme, applicability for sports arenas, sports halls, and small-area rooms. Testing of this approach for training team sports athletes (football, in particular) proves convincingly the effectiveness and long-term benefits of such technologies.

References

1. Afonshin V.E. United States Patent US 9233289 B2. Method for Training Players and Sportsmen, publ. 01.12.2016
2. Afonshin V.E., Popechitelev E.P. Biotechnical Complex for Athletes Training in the Interactive Multimedia Environment. Simvol Nauki. 2016. No.1. P. 18-26.
3. Popechitelev E.P. A Man in a Biotechnical System. Stary Oskol: TNT Publishing House. 2016. 584 p.
4. Ratov I.P. Human's Motor Abilities (Non-conventional Methods of their Development and Rehabilitation). Minsk. 1994. 190 p.
5. Ratov I.P., Popov G.I., Loginov A.A., Shmonin B.V. Biomechanical Technologies of Athletes' Training. M.: Fizkultura i Sport, 2007. 120 p.
6. Zhukov R.S. New Information Technologies in Scientific and Methodological Activity of Physical Education and Sport: State and Prospects. Bulletin of Kemerovo State University. 2009. No. 4. P. 76-80.

ABOUT THE POSSIBILITY OF THE CONTACTLESS DIAGNOSTIC METHOD BY USING MICROWAVE RADIO WAVES

Blagovisnyy P.V.

assistant of the department of Mechanics
Ukhta state technical university, Russia, Ukhta

The article deals with a new way to make diagnostic of constructions easier that consists in using an electromagnetic field. The method lets to measure require parameters remotely.

Key words: electromagnetic field, antenna array, Floquet's harmonic, non-destructive testing.

In the article there a main pipeline (MP) is considered as an object of measuring. During the operation of the main pipelines it is necessary to control their technical condition. For this purpose there are developed and applied various types of non-destructive testing (NDT), a complete picture of which is given in [1].

One of the main parameters, that allows to determine the state of the object, to evaluate the reliability and safety of its operation, is a mechanical stress in the body of metal pipe. Nowadays various devices are used to measurement of this value, however, generally these techniques require direct access to the pipe surface. Some methods of NDT, moreover, require the surface preparation of high quality. All of it leads to additional volumes of different types of work, and, as a consequence, the cost becomes bigger.

In the article there the model of the device is proposed and the technology of remote mechanical stress measuring is described.

For simplicity let's consider a pipe which is been laid above the ground. This is the first of the assumptions made in the work, but it is not excluded consideration of underground MP in certain cases. Rest simplifications will be linked with mathematical models using in solving the problem, which consists of two parts: the mechanical and electrodynamic.

As known, the factors that determine the stress-strain state of the pipelines are internal pressure of the pumping medium, temperature and transverse bending. Thus, in the first part we find the metal strain as the function of the internal pressure. In the second part we determine how the electromagnetic field (EMF), applied to the tube portion, depends on the strains.

It should be emphasized, that the main purpose of the study is to determine the EMF depending on the strains, genesis of which may have any nature. In general, obtained data will take into account all the above factors.

To make this work it is necessary to have two things: 1) a mechanism that fixes the strains of pipe; 2) a device that counts the fixed strains. We can use an electronic equipment (EE) as a detection device, which can be placed on inspecting pipeline corridors helicopters, on satellites or on unmanned aerial vehicles (UAVs), Fig. 2.

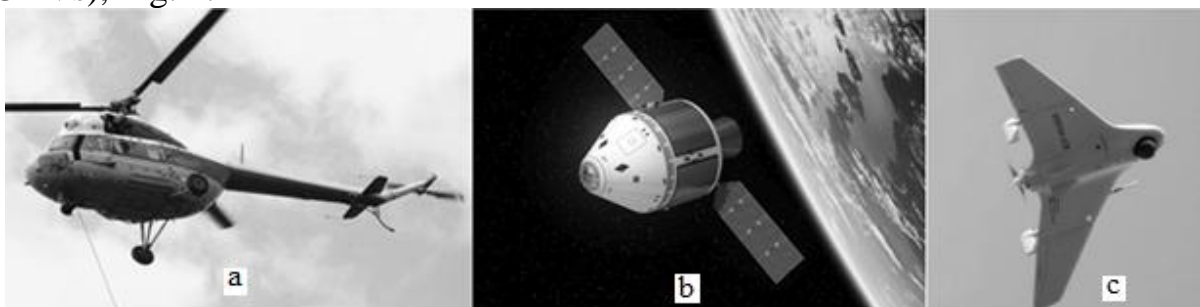


Fig. 2. Possible carriers of EE: a) a helicopter; b) a satellite; c) an unmanned aerial vehicle

As a prototype of the strain fixing mechanism we can consider an elastic belt, tight-fitting the pipeline and repeating its deformation. On a small portion of the belt in the upper generatrix there is placed an equidistant antenna array (AA), consisting of several, axially oriented short conductive strips, Fig. 3.

The mechanics of the process is in that when the tube is loaded its diameter increases [2], and accordingly the cross-sectional area of the MP, Fig. 4a). Therefore, the belt, tight-fitting the pipeline, will be stretched as well. The amount of strain will be determined as a difference of a distance between two adjacent strips.

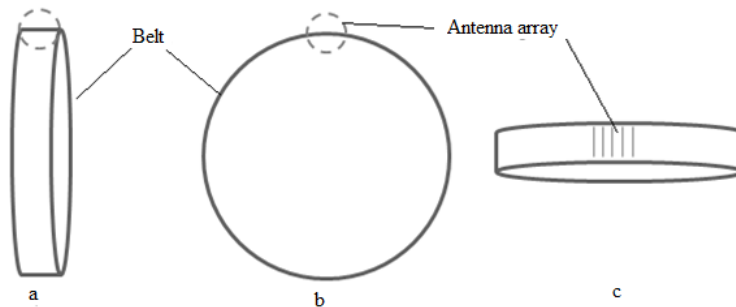


Fig. 3. The belt for deformation fixing: a) side view; b) end view; c) view from above

We need a small portion of a belt surface to place the antenna array. Only the part that bases on the central angle in 1 degree, Fig. 4b).

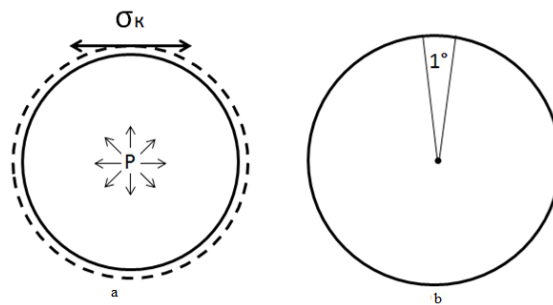


Fig. 4. a) a deformation model; b) a model of plane surface

Using known formulas we obtain the change of the distance between adjacent stripes on the order of 2 microns when changing the internal pressure on 1 MPa.

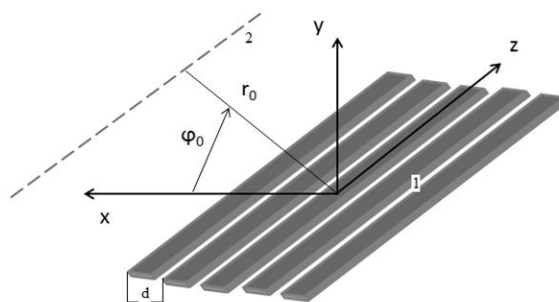


Fig. 5. 1) an antenna array; 2) a sided-phase electric external current thread

Let us turn to the problem of electrodynamics, in which we must to connect the electromagnetic field and deformations. According to this NDT the antenna array, installed by a belt on the MP is excited by an electromagnetic wave (EMW) with the support of EE carriers. The reflected signal is set and processed by the same or another carrier. Consider the problem of excitation of a periodic AA, described in detail in [3].

We have an antenna array of odd number of identical metal strips, the period of array is d . As a source we consider a sided-phase electric external current thread, Fig. 5. We solve the problem for free space. The solution that we find must satisfy the Maxwell's equations, the boundary conditions on the strips and the radiation conditions.

The electric intensity of the primary field we will find using the electric potential from the known current density and the Green's function.

While constructing the mathematics models, we believe that the strips are infinite and homogeneous, the conductivity of the metal is ideal. In order to avoid edge effects the number of strips is taken to infinity. The thread is far from the array so we have a plane incident wave.

Because the antenna array has a period along the x direction, then the secondary field can be represented as a decomposition in spatial harmonics Floquet. After receiving the decision, it is necessary to analyze the expression $\cos\gamma_m = (m\lambda)/d - \cos\varphi_0$, that relates the angle of incidence of the wave, Floquet's harmonic number, array period, wavelength and scattering angle Floquet's harmonics (Fig. 6).

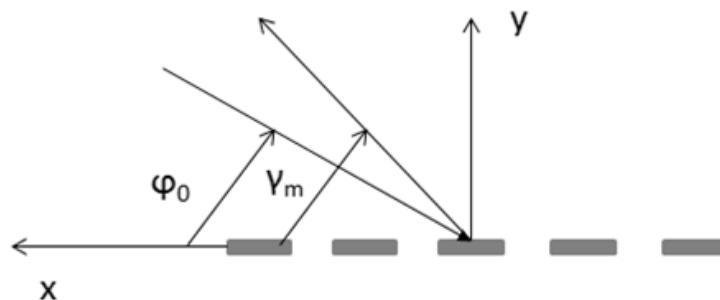


Fig. 6. The incident wave and the Floquet's harmonic

By adjusting the parameters, we can ensure the existence of the required number of Floquet's harmonics. We cannot use the harmonic with the number zero, because there is no dependence on period. It is necessary to cut off or reflect the harmonics passing in the negative half-space.

According to the calculation, when changing the internal pressure by 0.1 MPa, array period increases by 0.2 mcm, and scattering angle $\Delta\gamma_m = 1\div 2$ degrees, because of non-linear dependence. The bearing accuracy is 0.5 degrees, which is sufficient to develop the proposed method.

References

1. GOST 18353-79 Non-destructive testing. The classification of types and methods.
2. Feodosyev V. I. Strength of materials. – M.: Science, 1972. – 554 p.
3. Markov G. T., Petrov B. M., Grudinskaya G. P. Electrodynamics and radio waves propagation. Training. manual for schools. – M.: Sov. radio, 1969. 376 p., il.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЧЕТАНИЙ РАЗЛИЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ РАЗДЕЛЕНИЯ В КОМБИНИРОВАННЫХ АППАРАТАХ

Агарков А.М.

ассистент кафедры подъемно-транспортных и дорожных машин,
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, Россия, г. Белгород

Чеховской Е.И., Тихонов А.А.

студенты, Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, Россия, г. Белгород

В настоящее время в промышленности применяются технологии и аппараты комбинированной пылегазоочистки. Как правило, их работа основана на сочетании инерционного эффекта или осаждения в рукавах с воздействием электрического поля. Это позволяет не только повысить степень очистки, но и снизить нагрузку на пылегазоочистные аппараты, тем самым продлевая срок службы пылеулавливающей системы в целом.

Ключевые слова: пылегазоочистка, фильтр, эффективность.

К недостаткам комбинированной пылегазоочистки следует отнести большие капиталовложения на проектирование и монтаж подобных аппаратов, а также сложности при эксплуатации, по сравнению с использованием аппаратов одного принципа действия [1].

Однако, фирмы производители оборудования, постоянно совершенствуя комбинированные пылеуловители, достигли больших успехов, что позволяет говорить о гибридных аппаратах, как о самостоятельных перспективных пылеулавливающих системах [2, 3, 4]. Так, например, компанией FLSmidth разработан гибридный фильтр (рис. 1), в котором первые поля с электродами собирают большую часть пыли, включая крупные частицы, а в рукавной секции фильтра осаждаются мелкие частицы. По сведению производителей, гибридный фильтр FLSmidth обеспечивает постоянное оптимальное пылеудаление. Затраты на его установку меньше, чем на рукавный фильтр, так же как и затраты на техобслуживание. Указываются особенности и преимущества: в секции электрофильтра осаждается большая часть пыли, снижается нагрузка на секцию с рукавным фильтром; меньшая пылевая нагрузка на рукава ведет к уменьшению перепада давления, снижению количества циклов регенерации, потребления сжатого воздуха; снижение перепада давления и потребления энергии по сравнению с традиционным рукавным фильтром. Постоянные низкие пылевыбросы вне зависимости от изменения производственных параметров, а также использование существующего корпуса электрофильтра и строительных конструкций делает гибрид экономически эффективным решением.

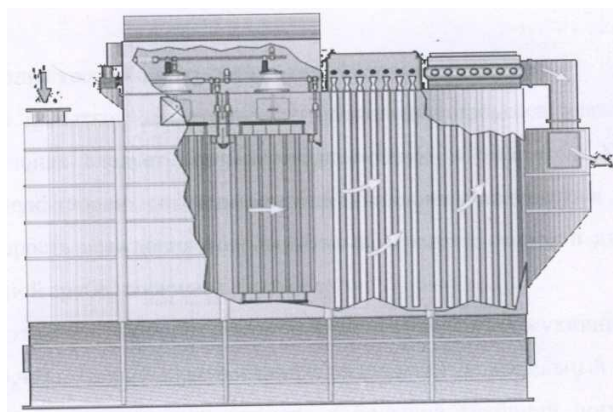


Рис. 1. Гибридный фильтр FLSmith

Профессором БГТУ им. В.Г. Шухова Шараповым Р.Р. предложена конструкция комбинированного зернистого фильтра (рис. 2) со стационарным насыпным клинкерным слоем, показавшего высокую эффективность работы как в лабораторных, так и в промышленных условиях [6].

Зернистый фильтр состоит из корпуса фильтра, в верхней части которого расположен циклонный элемент с тангенциальным патрубком для входа запыленных газов, коническим бункером пыли в нижней части корпуса.

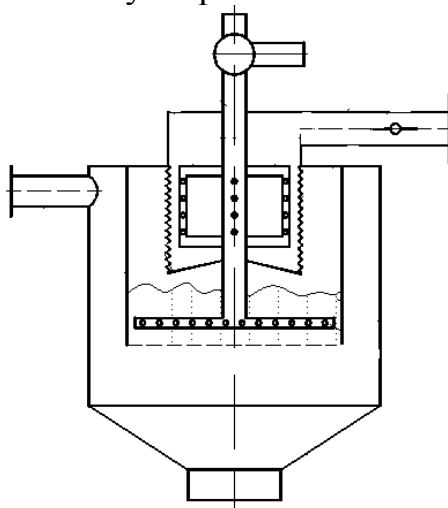


Рис. 2. Комбинированный зернистый фильтр

Исследования в области создания и применения комбинированных аппаратов пылегазоочистки изложены в работах профессора Куцева Л. А. Разработанная им конструкция мокрого инерционного электрофильтра (МИЭФ) успешно применяется на крупнейших металлургических предприятиях РФ [5].

Список литературы

1. Болдырев А.С., Добужинский В.И., Рекитар Я.А. Технический прогресс в промышленности строительных материалов. М.: Стройиздат, 1980. 400 с.
2. Овсянников Ю.Г., Агарков А.М. Циклонные пылеуловители аспирационных систем // Инновационные материалы, технологии и оборудование для строительства современных транспортных сооружений: сб. докладов Междунар. науч.-практ. конф. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. Т. II. С. 161-65.

3. Овсянников Ю.Г., Агарков А.М. Экспериментальные исследования аэродинамических характеристик системы аспирации с принудительной рециркуляцией // Инновационные материалы, технологии и оборудование для строительства современных транспортных сооружений: сб. докладов Междунар. наун.-практ. конф. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. Т. II. С. 166-169.

4. Харламов Е.В., Шарапов Р.Р., Степанов М.А. Методика расчета аппарата для разделения железосодержащего минерального сырья // Механизация строительства. 2014. № 6 (840). С. 28-32.

5. Чалов В.А., Шаптала В.Г., Кушев Л.А. Моделирование процесса центробежного осаждения частиц и прогнозирование эффективности пылеуловителя // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. № 2. С. 85-89.

6. Шарапов Р.Р. Комбинированный зернистый фильтр // «Интерстроймех – 2010» материалы международной научно-технической конференции. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. г. Белгород, 2010. Т. 3. С. 131-133.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МОДУЛИ ДЛЯ ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРОВ

Александров В.А.

зав. кафедрой технологии металлов и ремонта машин, канд. техн. наук, доцент, Уральский государственный аграрный университет, Россия, г. Екатеринбург

Тромпет Г.М.

доцент кафедры технологии машиностроения, канд. техн. наук, доцент, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, г. Екатеринбург

В статье рассматриваются измерительные модули для станков с использованием виброконттактных преобразователей различных конструкций.

Ключевые слова: измерительный модуль, активный контроль, станок, точность, виброконттактный преобразователь.

Различные задачи измерения размеров обрабатываемых деталей, определения погрешностей базирования заготовок и приспособлений на обрабатывающих центрах (многоцелевых станках) могут быть решены помощью измерительных модулей, устанавливаемых в шпиндель станка.

В основу рассматриваемых измерительных модулей положено использование виброконттактных преобразователей [1, 2].

Измерительный наконечник модуля приводится в колебательное движение, амплитуда которого ограничивается измеряемой поверхностью. Первичный преобразователь вырабатывает сигнал, пропорциональный амплитуде колебаний, а, следовательно, пропорционально отклонению положения измеряемой поверхности от заданного. Информация о величине отклонения выдается электронным отсчетным устройством.

В измерительных модулях применены различные по конструкции виброконттактные преобразователи. Например, прямоходовый преобразователь с колебаниями измерительного наконечника в плоскости, перпендикулярной оси шпинделя станка. Измерительные модули закрепляются в стандартных шпиндельных оправках, которые размещают в инструментальных магазинах станков и устанавливаются для измерения в шпиндель станка автоматически с помощью автооператора устройства автоматической смены инструмента. Электронный блок размещается отдельно, рядом с пультом управления станком. Питание датчика и передача электрических сигналов в электронный блок производится по проводам с помощью автоматически соединяемого штепсельного разъема или бескабельной связи.

Измерительный модуль второго типа является двухконтактным и позволяет контролировать без поворота шпинделя по дифференциальной схеме диаметры отверстий по противоположащим точкам. При наличии в заготовке нескольких одинаковых точных отверстий в условиях серийного производства, когда становится экономичным иметь на станке отдельную измерительную головку, настроенную на определенный размер, измерения производят путем однократного ввода головки в отверстие в направлении оси шпинделя. В этом случае электронный блок сразу дает информацию о погрешности диаметрального размера. Измерительный наконечник первичного преобразователя – сменный, с двумя точечными щупами, расстояние между которыми выбирается в соответствии с заданными диаметрами контролируемых отверстий. Если головка применяется как универсальная, используется один наконечник с размером, принятым по наименьшему из отверстий. Для небольших отверстий рекомендуется наконечник с одним щупом шаровой формы.

Наиболее широкими метрологическими возможностями обладают двух-, трехкоординатные измерительные модули, позволяющие фиксировать погрешности положения контролируемых поверхностей в пределах до 1,5 мм с точностью до 1 мкм.

Все измерительные модули могут действовать автономно, независимо от устройства числового программного управления станка. Благодаря этому их можно использовать на многоцелевых станках с любой системой числового программного управления. Вместе с тем, при наличии устройства сопряжения с измерительной системой, возможна автоматическая коррекция программы или настройка режущего инструмента по результатам измерения обрабатываемых деталей.

Использование таких устройств в производственных условиях позволило обеспечить требуемую точность контроля размеров обрабатываемых заготовок и повышение производительности [3, 4, 5, 6].

Список литературы

1. Пат. 2310814 РФ G 01 B 7/12. Универсальный виброконттактный преобразователь размеров/Тромпет Г.М., Александров В.А., Кирсанов Ю.А.
2. Пат. 2552391 РФ G 01 B 7/12. Стержневой виброгенераторный преобразователь/Тромпет Г.М., Александров В.А., Кирсанов Ю.А.

3. Тромпет, Г. М., Александров, В. А. Разработка системы управляющего контроля с использованием виброконтактных приборов / Г.М.Тромпет // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. – 2007. – № 2. – С. 71-72.

4. Тромпет, Г.М., Александров, В.А. Разработка приборов управляющего контроля виброконтактного принципа измерения при механической обработке/Г.М.Тромпет // Труды ГОСНИТИ. – 2015. – Т. 120. – С. 105-107.

5. Тромпет, Г.М., Александров, В.А., Иксанов, В.М. Управляющий контроль при капитальном ремонте двигателей/Г.М.Тромпет // Современные проблемы машиностроения и транспорта: Матер. Всерос.науч.-техн.конф.-Ульяновск:УлГТУ, 2003. – С. 198-200.

6. Тромпет, Г.М., Александров, В.А. Точность изготовления деталей на станке с прибором активного контроля/Г.М.Тромпет// Вестник машиностроения. – 2012. – № 6. – С. 38-40.

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ МОТАЛОК ГОРЯЧЕКАТАНЫХ ПОЛОС МЕТОДАМИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Андрейцев А.А.

магистрант гр. ММО-15-1,

Липецкий государственный технический университет, Россия, г. Липецк

Жильцов А.П.

зав. кафедрой металлургического оборудования, канд. технич. наук,
Липецкий государственный технический университет, Россия, г. Липецк

Рассмотрены факторы, влияющие на долговечность элементов моталки холоднокатаных полос. Обоснованы методы восстановления тянущих роликов и нажимных элементов барабана моталки.

Ключевые слова: прокатка, моталка, восстановление, нажимной элемент барабана, тянущий ролик.

Повышенные требования к смотке горячекатаных (г/к) рулонов, особенно тонких и тончайших полос, обеспечивается устойчивой и надежной работой всех элементов моталки: тянущими роликами с электроприводом вращения, гидроприводом вертикального перемещения и гидроамортизаторами направляющими линейками, барабаном с формирующими роликами.

Тянущие ролики играют существенную роль в обеспечении захвата и подачи головы полосы к барабану при заправочной скорости, создании необходимого натяжения полосы между тянущими роликами и барабаном моталки.

Ролик натяжной станции является крайне сложной и ответственной деталью. Износ бочки ролика диаметром 900 мм составляет в среднем 15 мм на радиус с отклонением от формы ~0,1 мм. Дефекты возникают в результате неравномерного давления полосы на ролик и возникающего трения, кроме того, для сохранения допуска формы ролик периодически подвергается перешлифовкам, что приводит к расходу активного слоя, поэтому целесообразным является разработка плановой программы восстановления бочки.

Для повышения долговечности роликов проведен анализ методов восстановления активного слоя и выбор рационального на основе критериев технологического (применимости), технического (долговечности), технико-экономического (обобщающий) [1].

Данный анализ позволил установить, что наиболее рациональным является метод электрошлаковой многоэлектродной наплавки.

Электрошлаковая наплавка эффективна при восстановлении деталей со значительными износами, так как можно получать толщину наплавленного слоя от 4...6 до сотен миллиметров. Расход флюса не превышает 5% к массе наплавленного металла, что в 15...30 раз ниже, чем при наплавке под слоем флюса.

В отличие от других способов при электрошлаковой многоэлектродной наплавке присадочный материал расплавляется за счет непосредственного перехода электрической энергии в тепловую, что имеет место при прохождении электрода через ванну расплавленного электропроводного флюса. При этом обеспечиваются меньшие тепловые потери и почти вдвое снижается расход электроэнергии.

Разработана технологическая карта восстановления бочки ролика, включающая следующие технологические операции:

- подготовка ролика к наплавке;
- наплавка;
- механическая обработка;
- термическая обработка;
- контроль после наплавки.

Применение данной технологии позволяет существенно повысить долговечность роликов. Как было отмечено выше, устойчивая и надежная работа барабана моталки наряду с другими элементами также обеспечивает повышенные требования к смотке г/к рулонов.

Нажимные элементы в барабане выполнены в виде стальных цилиндрических тел с клиновыми направляющими с наружным антифрикционным бронзовым слоем.

В процессе отработки циклов по подготовке барабана к смотке полосы и снятию рулона происходит сжатие-разжатие сегментов барабана за счет движения нажимных элементов. Вследствие чего происходит износ наружного бронзового слоя этих элементов. Данный износ приводит к перекосам сегментов, разности диаметра барабана по образующей и появлению дефекта "телескопичность" рулона.

Повышение эффективности восстановления изношенного антифрикционного бронзового слоя и его долговечности может обеспечить метод восстановления путем сверхзвукового газодинамического напыления. Нанесение покрытий осуществляется высокоскоростным потоком «холодных» частиц порошка, ускоряемых сверхзвуковой струей газа при температуре, существенно меньшей температуры плавления материала частиц. Следствием этого является отсутствие газовыделения (порообразования) и окислительных процессов, что обеспечивает высокие антикоррозионные свойства покрытий.

Данный метод позволит не только повысить долговечность бронзового слоя, но и снизить расход бронзового порошка, используемого для восстановления изношенного слоя.

Применение в практике эксплуатации и технического обслуживания предлагаемых методов позволяет повысить надежность и снизить расход запасных частей при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонтах мотоулки.

Список литературы

1. Ли, Р.И. Технологии восстановления деталей металлургических машин и оборудования: учеб. Пособие / Р.И. Ли, А.П. Жильцов. – Липецк: ЛГТУ, 2007 – 316 с.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИЗ ИЗОБРАЖЕНИЯ РИСУНКА КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ

Безик О.В.

студент кафедры «Информационная безопасность»,
ФГБОУ ВПО МГТУ им. Н.Э. Баумана, Россия, г. Москва

Басараб М.А.

научный руководитель, профессор кафедры «Информационная
безопасность», д.ф.-м.н., ФГБОУ ВПО МГТУ им. Н.Э. Баумана,
Россия, г. Москва

Разработка систем биометрической аутентификации – приоритетное направление в сфере информационной безопасности. Целью данной работы является формирование общих представлений о процедуре биометрической аутентификации по рисунку кровеносной системы пользователя. Описаны два способа получения биометрических параметров. Первый способ основан на анализе цветовой составляющей в пикселях изображения, второй способ основан на анализе содержательной части изображения.

Ключевые слова: биометрическая аутентификация, рисунок кровеносной системы, биометрический образ, биометрический параметр.

В настоящее время существует множество технологий, позволяющих осуществлять процедуру аутентификации пользователя по его биометрическому образу. Подобные процедуры применяются в системах, где имеют место механизмы разграничения прав доступа: только лишь авторизованный пользователь имеет право совершать те или иные действия в рамках системы. Представляется, что перспективами широкого практического использования обладают системы, в основе которых лежит распознавание рисунка кровеносных сосудов в кисти или пальце руки. Данный метод интересен тем, что рисунок кровеносной системы уникален для каждого человека. Такой биометрический образ сложно скомпрометировать или повредить, так как кровеносные сосуды защищены тканями тела человека. Сам процесс получения биометрического образа абсолютно безболезненный и безвредный. Данный

механизм апробирован и позволяет получать уникальные биометрические образы. В связи с этим многие отечественные и зарубежные крупные компании всё больше и больше доверяют решениям, основанным на распознавании рисунка кровеносных сосудов.

Биометрический образ – это образ человека, полученный с выходов первичных измерительных преобразователей физических величин, далее подвергающийся масштабированию и иной первичной обработке с целью извлечения из него контролируемых биометрических параметров человека. В свою очередь биометрические параметры – это параметры, полученные после предварительной обработки биометрических данных [1]. Такие параметры используются для принятия системой решения о предоставлении или непредоставлении доступа пользователю.

Применение различных алгоритмов обработки цифровых изображений – это то, что лежит в основе описываемой биометрической технологии. Для получения изображения кровеносных сосудов, находящихся близко к поверхности кожи, используется ближнее инфракрасное излучение. С помощью ИК-светодиодов участок идентифицируемой ладони и/или пальца пользователя подвергается облучению ближним инфракрасным излучением, часть которого отражается от биологических тканей человека, попадая после этого через оптическую систему на светочувствительную матрицу (CMOS или CCD), где формируется изображение (рис. 1). Оптическая система, светочувствительная матрица и ИК-светодиоды чаще всего реализованы в виде единой системы, называемой биометрическим сканером.

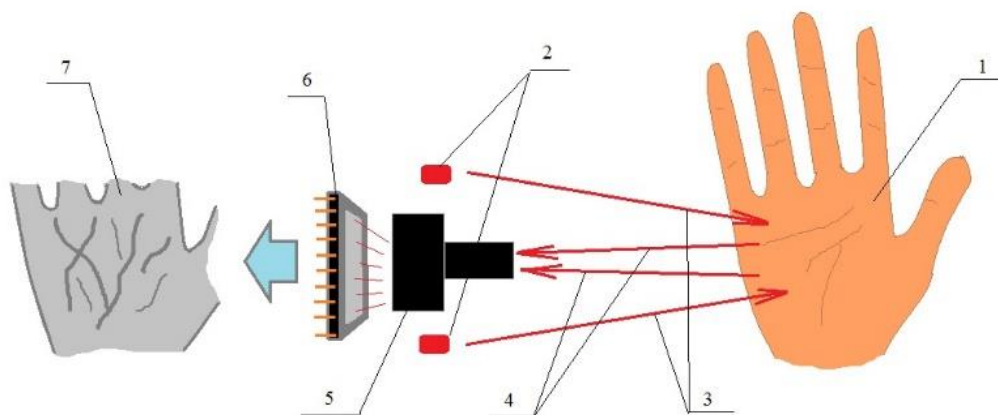


Рис. 1. Условная схема получения изображения рисунка кровеносных сосудов ладони в инфракрасном диапазоне: 1 – ладонь пользователя; 2 – ИК-излучатели; 3 – ближнее ИК-излучение; 4 – отраженное от ладони ближнее ИК-излучение; 5 – оптическая система; 6 – светочувствительная матрица; 7 – изображение рисунка кровеносных сосудов

В медицине в целях визуализации кровеносных сосудов человека используется ближнее инфракрасное излучение с длиной волн от 0,75 до 0,9 мкм [2]. Однако есть научное мнение, что оптимальная длина волны должна находиться в диапазоне от 0,82 до 0,88 мкм [6]. Визуализировать рисунок кровеносных сосудов человека становится возможным благодаря тому, что в состав крови входит гемоглобин. Наличие в составе гемоглобина железа обуславливает существенное поглощение им инфракрасного излучения по

сравнению с остальными тканями организма человека [4]. В связи с этим, на полученном изображении кровеносные сосуды отражаются в более тёмном цвете, позволяя визуально определить их положение и узор (рис. 2).

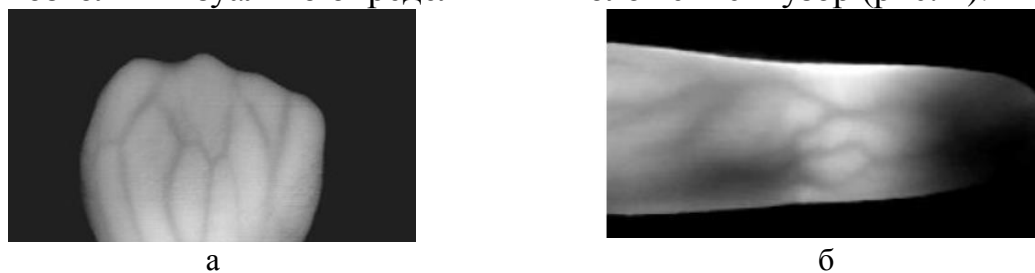


Рис. 2. Изображение, содержащее рисунок кровеносных сосудов [7]: в тыльной стороне ладони пользователя (а), в пальце пользователя (б)

Таким образом, можно прийти к выводу, что в подобных биометрических системах к биометрическому образу пользователя можно отнести цифровое изображение, содержащее рисунок его кровеносных сосудов.

После того, как биометрический образ пользователя получен, происходит процедура получения биометрических параметров. Количество и содержание параметров определяется непосредственно разработчиками конкретной биометрической системы. Представляется, что надёжность и точность работы последней находятся в прямой зависимости от количественных и качественных характеристик биометрических параметров, извлекаемых из изображения рисунка кровеносных сосудов пользователя.

Анализ отечественной и зарубежной научной и технической литературы показал, что в настоящее время существует несколько основных способов получения биометрических параметров из изображений рисунка кровеносной системы пользователя. В данной работе рассмотрены два из них.

К первому способу относятся алгоритмы, где в качестве входной информации используется само изображение, а точнее, массив значений цвета в каждом пикселе изображения. На основе такой концепции разрабатываются конкретные биометрические механизмы. Например, в [8] содержится описание алгоритма получения биометрического параметра из изображения рисунка кровеносных сосудов в пальце пользователя. Изображение улучшается путем наложения фильтра Гаусса, после чего происходит выделение области наибольшего интереса, т.е. той области изображения, где рисунок кровеносных сосудов представляется в наиболее явной форме. В результате полученное изображение уменьшается в размерах с 640 x 480 пикселей до 330 × 120 пикселей. Далее полученное изображение сравнивается с идеальным, хранящимся в базе данных в качестве образа «свой» [1]. После этого происходит подсчет значений ошибок сравнения между двумя изображениями, вычисляемых по нижеследующей формуле:

$$|Error_{Matching}| = \frac{\sum_u^v abs(I_{row-u,col-v} - M_{u,v})}{Area_M}$$

Здесь M – это идеальное изображение, хранящееся в базе данных; I – полученное изображение; row, col – высота и ширина изображения I соответственно; $M_{u, v}$ – значение серого цвета пикселя в столбце u и ряду v ; $Area_M$ – площадь изображения M . Если значения ошибок сравнения превышают заранее определенную норму, то доступ пользователю не предоставляется.

Второй способ позволяет получить биометрические параметры на основе анализа содержательной части изображения рисунка кровеносных сосудов. Здесь речь идет об алгоритмах, позволяющих распознавать на изображении топологию кровеносных сосудов, степень их разветвленности, среднюю протяженность, среднюю толщину и т.д. Анализ научной литературы показал, что данные биометрические алгоритмы распространены не так широко. Представляется, что это связано с их слабой научной проработанностью. В частности, в [3, 5] говорится о необходимости разработки так называемого комплекса идентификационных характеристик сосудистого русла. Автор данных работ провел семантический анализ изображений с рисунком кровеносных сосудов и установил, что на изображениях присутствуют некоторые особенные области, взаимное расположение которых однозначно идентифицирует биометрический образ конкретного пользователя. Всего выделено три особенных области: область бифуркации (разделения) сосудов, область окончания сосуда и область изгиба сосуда (рис. 3).

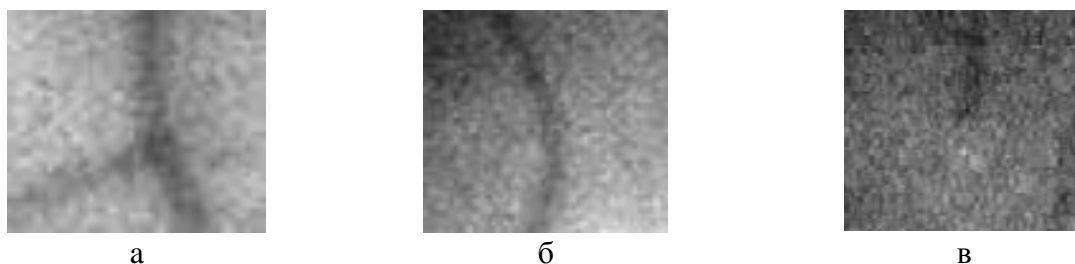


Рис. 3. Особенности, присутствующие на изображениях с рисунком кровеносных сосудов [3]: область бифуркации сосудов (а); область изгиба сосуда (б); область окончания сосуда (в)

В данных областях локализуются контрольные точки (далее КТ): точка бифуркации, точка окончания и точка изгиба соответственно. На изображении сосудистого русла контрольные точки соединены остовом сосудов. При программной обработке полученного изображения набор КТ и соединяющих их сосудов представляются в виде неориентированного графа (рис. 4). В памяти компьютера данная информация хранится в виде матрицы координат КТ, являющихся узлами графа, и матрицы смежности, отображающей связи между КТ. Указанные матрицы являются биометрическими параметрами, извлекаемыми из изображения кровеносных сосудов, и позволяют точно идентифицировать конкретного пользователя.

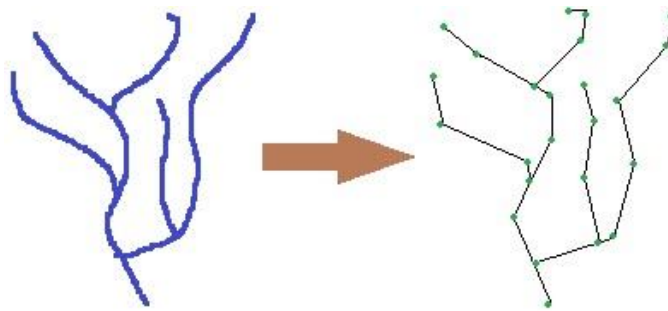


Рис. 4. Представление структуры сосудистого русла в виде неориентированного графа, где узлами являются КТ

Представляется, что в биометрических системах, построенных с использованием подобных механизмов извлечения биометрических параметров, большое внимание должно уделяться качеству получаемого изображения и алгоритмам его улучшения. Программный алгоритм, осуществляющий распознавание КТ и построение графа, может сработать некорректно, если обрабатываемое изображение рисунка кровеносных сосудов будет размытым. Также представляется, что для получения более точных результатов, перед извлечением параметров необходимо увеличить контрастность изображения и отделить сосуды от общего фона.

Подводя итог, хочется отметить, что разработка биометрических механизмов аутентификации по рисунку кровеносных сосудов в пальце или ладони является актуальной задачей. В статье в общем виде рассмотрена процедура получения такого биометрического образа, как рисунок кровеносной системы пользователя в ладони. Также описаны два наиболее распространенных способа получения биометрических параметров из изображения рисунка кровеносных сосудов: первый способ основан на анализе цветовой составляющей в пикселях изображения, второй способ основан на анализе содержательной части изображения.

Список литературы

1. ГОСТ Р 52633-2006 «Защита информации. Техника защиты информации. Требования к средствам высоконадежной биометрической аутентификации».
2. Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика: В 3-х томах, ModernGenetics / Пер. А. Г. Имашевой, А. Л. Остермана, Н. К. Янковского. Под ред. Е. В. Ананьева. – М.: Мир, 1987. – 368 с.
3. Тихонов И. А. Модели и алгоритмы биометрической аутентификации пользователей информационных систем по инфракрасному изображению сосудистого русла, автореферат к диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Москва, 2013, 20 с.
4. Тучина В. В. (пер. с англ.) Оптическая биомедицинская диагностика. В 2 т. Т. 1. М.: Физматлит, 2007. – 560 с.
5. Тихонов И. А. Модели качества инфракрасных изображений сосудистого русла для целей биометрической аутентификации пользователей информационных систем // Техническая защита информации, Выпуск № 3/2013, М. 2013. С. 53-59.
6. Тихонов И. А., Спиридонов И. Н. Инфракрасная визуализация кожных покровов // Биомедицинская техника и радиоэлектроника, 2010, № 9. С. 26-32.
7. Fariba Yousefi, Analysis of methods for finger vein recognition, in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in medical informatics, 2013.

8. Kuk Won Ko, Jiyeon Lee, Mehrdad Ahmadi and Sangjoon Lee Development of Human Identification System Based on Simple Finger-Vein Pattern-Matching Method for Embedded Environments, International Journal of Security and Its Applications Vol. 9, No. 5 (2015), pp. 297-306. URL: <http://dx.doi.org/10.14257/ijasia.2015.9.5.29> (дата обращения: 05.03.2016).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Биримжанова З.С.

доцент кафедры ЮНЕСКО по устойчивому развитию, канд. хим. наук,
Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

Рысмагамбетова А.А.

преподаватель кафедры ЮНЕСКО по устойчивому развитию,
Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

Адим А.Ж.

магистрант 2 курса, кафедры ЮНЕСКО по устойчивому развитию,
Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

В статье социально-культурная среда рассматривается в качестве одного из приоритетных факторов развития муниципального образования. Развитие социально-культурной среды позволяет осуществить интеллектуальное и творческое воспитание личности, духовное саморазвитие и обеспечение социальной стабильности, что является основой благополучного развития муниципального образования в целом.

Ключевые слова: солнечная энергия, солнечный коллектор, теплоснабжение.

На текущий момент нет сомнений в том, что энергетика будущего должна основываться на использовании солнечной энергии. Солнце – это огромный, неисчерпаемый, абсолютно безопасный источник энергии. Ввиду того, что в мире наблюдается уменьшение запасов углеводородов с одновременным увеличением темпов энергопотребления, солнечная энергетика должна рассматриваться не только как беспроигрышный, но и в долгосрочной перспективе как безальтернативный выбор для человечество. По прогнозам специалистов, в ближайшие десятилетия возобновляемые источники энергии должны существенно увеличить свой вклад в мировой энергетический баланс, что позволит существенно сократить загрязнение окружающей среды углекислым газом [3].

Основное направление использования солнечной энергии – преобразование ее в электрическую энергию и получение теплоты для отопления зданий, горячего водоснабжения, опреснения вод, сушки и других технологических целей [2].

В районах, имеющих более 1800 ч солнечного сияния в год, целесообразно использовать солнечную энергию для теплоснабжения зданий. Сол-

нечные водонагревательные установки получили довольно широкое распространение благодаря простоте их конструкции, надежности, быстрой окупаемости [1].

Солнечное теплоснабжение как направление использования солнечную энергию является наиболее освоенным. В основе таких систем лежит использование устройств, преобразующих солнечную радиацию в теплоту. Главным элементом этих устройств является плоский солнечный коллектор, поглощающий солнечные лучи с преобразованием их в тепловую энергию [4].

Солнечный коллектор, являясь основным компонентом солнечной энергетической установки, преобразует лучистую энергию солнца в полезную тепловую энергию и отдает это тепло теплоносителю. Теплоноситель переносит тепло в здание или в аккумулятор для дальнейшего использования. Его также можно использовать в цикле охлаждения (кондиционирования воздуха) или в нагреве воды для хозяйственных нужд. Коллектор представляет собой тонкую пластину, лежащую на теплоизолирующем основании. Получая энергию от солнца, такое устройство вновь излучает ее, не обмениваясь излучением с окружающей средой. Такая конструкция является самой простой и дешевой.

Для уменьшения потери тепла теплоприемником к тыльной его поверхности крепится слой изоляции. Если коллектор устанавливается на ограждающей конструкции здания (стене, крыше), то тепло не теряется, а передается самому зданию. Зимой это является преимуществом, а летом – недостатком. За исключением районов с низкими летними температурами, коллектор должен иметь изоляцию для сведения к минимуму этого добавочного тепла и повышения его КПД [5].

В вопросах теплоснабжения применение солнечной энергии продвинулось достаточно вперед. Это объясняется тем, что отопление и горячее водоснабжение являются низкотемпературными процессами и могут быть обеспечены более простыми техническими средствами. Солнечные водонагреватели уже используются для индивидуальных систем в южных климатических зонах.

Важный результат применения солнечных установок – экономия органического топлива, но не менее важным является влияние на экологию в районах их использования.

Сейчас центр тяжести переносится на совершенствование технологий и конструкций гелиоустановок, широкое промышленное развертывание программ выпуска. На повестке дня разработка научных методов учета положительных экологических последствий солнечного нагрева, что позволит обоснованно расширить рентабельные области его применения, так как при интенсивности солнечной радиации 800 Вт/м^2 можно получить в виде работы не более 200 Вт/м^2 . Исследования в области солнечной энергетики занимают достаточное место в научном мире. В таких странах, как США, Япония, ФРГ, они проводятся на уровне национальной программы, рассчитанной на длительный период [7].

Современные солнечные коллекторы способны нагревать воду вплоть до температуры кипения даже при отрицательной окружающей температуре. Эффект от применения систем солнечного теплоснабжения проявляется в экономии органического топлива, уменьшении трудозатрат на эксплуатацию источников теплоты, а также в сокращении ущерба от загрязнения окружающей среды.

Несмотря на достаточную изученность вопроса в научном отношении использование солнечной энергии при теплоснабжении систем горячего водоснабжения в индивидуальном жилищном строительстве имеет большие перспективы [6].

Список литературы

1. Аvezов Р.Р., Орлов А.Ю. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения Ташкент: Фан, 1988.
2. Борисович О.А., Зеленая энергетика Казахстана в 21 веке: мифы, реальность и перспективы. – Алматы, 2014.
3. Городов Р.В., Губин В.Е., Матвеев А.В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. – М., 2009. С. 293.
4. Житаренко В.М. Возобновляемые и вторичные источники энергии. – М., 2006. С. 200.
5. Нестеренков А.Г., Нестеренков В.А., Шишкин А.А. Эффективность солнечного модуля с концентратором // Энергетика и топливные ресурсы Казахстана, 2010, № 4. С. 30-32.
6. Попель О. С., Фрид С. Е., Коломиец Ю. Г. Анализ показателей эффективности использования солнечных водонагревательных установок // Сантехника, отопление, кондиционирование, № 5. – С. 106-107.
7. Харченко Н.В. Индивидуальные солнечные установки М. Энергоатомиздат 1991.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ОТ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Биримжанова З.С.

доцент кафедры ЮНЕСКО по устойчивому развитию, канд. хим. наук,
Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

Рысмагамбетова А.А.

преподаватель кафедры ЮНЕСКО по устойчивому развитию,
Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

Касаева А.А.

магистрант 2 курса, кафедры ЮНЕСКО по устойчивому развитию,
Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

В данной статье рассматриваются последствия загрязнения окружающей среды углеводородным сырьем. Добыча нефти, транспортировка, переработка, увеличение процессов – является основным приоритетным направлением нашей республики. Однако негативных воздействиях от деятельности этого направления для экологии не мало. Про-

никновение жидкого углеводородного сырья в недра земли приводит к долговременному загрязнению почвы, подземных вод и нарушению экологического баланса. Из предприятия что работает с продуктами нефти заправочные станции обеспечивают бензином и дизельным топливом. В процессе доставки, хранения и выдачи топливо может быть выпущено в окружающую среду в жидкой или паровой форме. Снизить или ликвидировать загрязнение окружающей среды углеводородным сырьем можно добиться путем организации мероприятий по снижению последствий.

Ключевые слова: углеводородное сырье, подземные воды, окружающая среда, ресурсы, запасы нефти, добыча нефти, разлив нефтепродуктов, газовые станции, топливо, загрязнение.

Развитие Казахстана на новом уровне связано с ресурсами углеводородного сырья и с развитием нефтегазового комплекса. По мировым запасам нефти Казахстан занимает 13-е место. Большой объем добываемой нефти в республике, принадлежит Атырауской области. Как и любое другое природное сырье, физико-химические свойства нефти Западно-Казахстанской области различаются по географическому положению, геологическому возрасту и глубины залегания [4].

Состав нефти – из за его углеводородной сложности трудно определить даже современными методами. Переработать нефтяное сырье без остатков, качественно, эффективно экономике возможно только при полном и точном определении состава нефти.

Нефть для Казахстана является продукцией на экспорт, а так же это важная связь и фундамент экономической стабильности будущего. В настоящее время добыча нефти в экономике Казахстана занимает лидирующие позиции. Углеводородное сырье являясь основой современной экономики, обеспечивает мировую потребность в энергии до 40%. Несмотря на значительный вклад этой отрасли в нашу экономику, есть и огромный вред окружающей среде.

Загрязнение природной среды соединениями токсичных углеводородов, входящих в состав сырья, относится к числу наиболее опасных загрязнений. А с негативных сторон и своей продолжительностью воздействия находится в одном ряду с радиоактивными загрязнениями. В свою очередь это опасно для здоровья и жизни человека, также для состояния окружающей среды. Кроме токсикологического воздействия на окружающую среду, загрязненная почва нефтепродуктами является причиной появления пожароопасных зон [2].

Экологические последствия от разлива углеводородного сырья очень тяжелы. Поступление нефти и ее химических компонентов в окружающую среду, приводит к изменениям физических и биологических свойств природной среды, а также к нарушениям биохимических процессов.

Небольшое количество нефтепродуктов влияет на вкус и запах воды, а нефть в больших количествах дает возможность появлению пятна, что является причиной экологического бедствия. Последний случай бывает по причине разлива нефти или загрязнения подземных и сточных вод нефтеперерабатывающими предприятиями и заводами.

Во многих странах используют в качестве питьевой воды, подземные и поверхностные воды. К сожалению, они во многих случаях загрязнены вредными химическими соединениями, а также нефтепродуктами.

Главные загрязнители поверхностных и подземных вод, органические соединения нефтепродуктов. В настоящее время известно более 700 органических соединений.

В экологической ситуации особый след оставляет то, что до последнего времени важность охраны природы уступало место планам по добычи нефти.

Канцерогенны для людей и животных, не только компоненты нефти (например бензол и бензапирен), а также распространенные в сфере различные продукты нефтехимии [3].

Одним из объектов хранения, транспортировки и распределения нефтепродуктов является – газовые станции. Газовые станции – часть антропогенной среды. В результате они могут быть построены среди здания предприятия и жилых домов. На автозаправочных станциях в ходе работы в таких как приобретение, хранение, перевозки топливо бывает в жидком состоянии и в состоянии пара. Если выход пара, связан с загрязнением атмосферы, то жидкое состояние загрязняет воду и почву.

Потеря жидкого топлива бывает при переводе наливных устройств от станции до бензобака транспорта, также при неисправности автоматически отключающихся клапанов [5].

Если поверхность покрыта бетоном, то при разливе топлива, невозможно полное его впитывание. При разливе топлива, находящегося в состоянии пара или в жидком состоянии оно идет вниз в подземные воды. При достижении подземных вод топливо в жидком виде или в виде пара, подвергается гидродинамической дисперсии.

Влияние деятельности от газовых станций, на здоровье людей можно разделить на три группы: во-первых, профессиональные воздействия, то есть, лица, оказывающие услуги, во-вторых, клиенты, потребляющие услуги, третье подвергающиеся пассивному воздействию это люди пользующиеся инфраструктурой недалеко от газовых станций.

Воздействие бензола и различных компонентов зависит от ряда факторов: объема станции, места расположения, концентрации загрязняющих веществ в атмосфере, климатических, метеорологических условий, устройства снижающие загрязнение. Сотрудники станции больше остальных подвергаются негативному воздействию. Также загрязняются водоисточники расположенные вблизи станции и подвергаются опасности потребители в этом регионе [1].

Таким образом, требуется совершенствование методов, используемых в условиях окружающей среды. В настоящее время по многим причинам несмотря на многолетний опыт, оценка токсичности нефтяных и химических продукции на здоровье человека и на окружающую среду, остается одной из нерешенных проблем. Снижение или устранение загрязнения природной среды – можно осуществлять путем проведения организационных мероприятий.

Поэтому актуальным является вопрос оценки экологических последствий загрязнения окружающей среды от разлива углеводородного сырья.

Список литературы

1. Артемов, А.В. Современные технологии очистки нефтяных загрязнений / А.В. Артемов // Нефть. Газ. Промышленность. 2004. – № 2. – С. 340 с.
2. Владимиров А. М., Ляхин Ю. И. и др. Охрана окружающей среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. С. 424.
3. Mueller EA. A survey and analysis of liquid gasoline released to the environment during vehicle refueling at service stations. Washington, DC: American Petroleum Institute; 1989.
4. Надиров Н.К. Нефть и газ Казахстана. В 2 ч. Часть 1. – Алматы.: Ылым, 1995. – 320 с.
5. Роев, Г.А. Очистка сточных вод и вторичное использование нефтепродуктов / Г.А. Роев. – М.: Недра, 1987. – 224 с.

ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ СПЛАВА ЦИНК-НИКЕЛЬ

Бобрикова И.Г.

доцент кафедры «Химические технологии» канд. техн. наук, доцент,
Южно-Российский государственный политехнический
университет (НПИ) имени М.И. Платова, Россия, г. Новочеркасск

Гончаренко Е.Г., Шахлевич Е.С.

бакалавры по направлению химическая технология,
Южно-Российский государственный политехнический
университет (НПИ) имени М.И. Платова, Россия, г. Новочеркасск

В статье представлены результаты исследования влияния различных добавок на процесс электроосаждения сплава цинк-никель в слабокислом хлораммонийном электролите. Составлена и реализована матрица планирования эксперимента, что позволило оптимизировать состав электролита и расширить диапазон рабочих плотностей тока.

Ключевые слова: электроосаждение сплава цинк-никель, хлораммонийный электролит, оптимизация состава электролита.

Для электроосаждения сплава цинк-никель весьма перспективны электролиты, в которых в процессе восстановления наряду с простыми и комплексными ионами металлов принимают участие высокодисперсные коллоидные частицы, образующиеся при подщелачивании прикатодного слоя на основе трудно растворимых соединений разряжающихся металлов (гидроксидов и основных солей цинка и никеля) [1-4]. В таких электролитах, подобрав добавки поверхностно-активных веществ, предотвращающие коагуляцию коллоидных частиц и обеспечивающие им необходимый заряд, можно значительно снизить концентрации солей металлов, а, следовательно, унос компонентов в окружающую среду и затраты на очистку сточных вод,

уменьшить температуру электролита, увеличить предельно допустимые плотности тока нанесения гальванических покрытий.

Исследования проводили в электролите состава, г/л: оксид цинка 15, хлорид аммония 230–250, хлорид никеля 35–90, борная кислота 20. Он позволяет получать коррозионно-стойкие покрытия сплавом цинк-никель с содержанием 15–25 % никеля при катодных плотностях тока 0,5–2,0 А/дм² и величине рН 6,8–7,0. Вследствие повышенной рабочей температуры (40 °С), он требует затрат электроэнергии на подогрев, частой корректировки, экологически опасен.

С целью снижения материальных, энергетических затрат и экологической опасности электролита, повышения его производительности изучили влияние на процесс электроосаждения сплава цинк-никель добавки ОВП (смесь олигомеров винилпирролидона), синтезированного нами продукта конденсации ПК-09, моющего средства «Прогресс». Исследования проводили при рН 5,0–6,0 и комнатной температуре (18–25 °С).

При введении в электролит исследуемого состава добавки ОВП в количестве от 1 до 5 г/л при плотностях тока 1,0–5,0 А/дм² получены блестящие покрытия сплавом, обладающие, согласно качественной оценке внутренних напряжений методом гибкого катода, высокими внутренними напряжениями сжатия. При плотностях тока до 1,0 А/дм² осадки матовые, светло-серые, с питтингом. Устранить внутренние напряжения позволила синтезированная нами добавка ПК-09, содержащая в своей структуре необходимые для адсорбции на цинке, никеле и высокодисперсных коллоидных соединениях этих металлов функциональные группы >NH, –NH₂ и >C = S [1].

При совместном введении 1–5 г/л добавки ОВП и 0,001–0,003 г/л ПК-09 при плотностях тока 2,0–5,0 А/дм² получены пластичные, блестящие и равномерные покрытия сплавом цинк-никель с небольшим питтингом. При низких плотностях тока (0,5–1,0 А/дм²) покрытия полублестящие с питтингом. Для обеспечения пластичности покрытия должно соблюдаться определенное соотношение концентраций добавок ПК-09 и ОВП (1 : 1000 ÷ 1 : 1500). Для устранения питтинга электроосаждение необходимо проводить при перемешивании, с использованием ванн с качающимися штангами, в колокольных или барабанных электролизерах. Это позволит также увеличить верхний предел рабочих плотностей тока.

Введение в электролит исследуемого состава, содержащего 5 г/л ОВП и 0,004 г/л добавки ПК-09, эффективной антипиттинговой добавки «Прогресс» в количестве 0,2 г/л позволило при рН 5,0–5,5 и плотностях тока 1,0–3,0 А/дм² получить равномерные, блестящие покрытия сплавом цинк-никель.

В результате поисковых опытов обнаружено, что полублестящие равномерные покрытия сплавом цинк-никель в диапазоне плотностей тока 1,0–4,0 А/дм² могут быть получены в электролите исследуемого состава с добавками ПК-09 и «Прогресс». Результаты исследования влияния плотности тока на состав и выход по току сплава в электролите такого состава приведе-

ны в табл. 1. Анализ состава сплава цинк-никель проводили трилометрическим методом.

Таблица 1

Влияние плотности тока на состав и выход по току сплава

Состав электролита, г/л	Плотность тока, А/дм ²	Содержание никеля в сплаве, %	Выход по току сплава, %
Оксид цинка 15 Хлорид аммония 230 Хлорид никеля 90 Борная кислота 20 Добавка ПК-09 0,004 Добавка «Прогресс» 0,2	1,0	18,5	100,0
	2,0	14,9	90,5
	3,0	13,9	90,0
	4,0	16,2	91,8

В исследуемом диапазоне рН, как показано в работах [1, 3], восстановление комплексных ионов никеля происходит через твердофазную пленку соединений цинка. С повышением плотности тока от 1,0 до 3,0 А/дм² степень заполнения поверхности электрода твердой фазой из трудно растворимых соединений цинка увеличивается, что приводит к снижению содержания никеля в сплаве. С увеличением плотности тока более 3,0 А/дм², сопровождаемым увеличением рН прикатодного слоя [1], повышается скорость образования аммиакатных комплексов никеля и содержание его в покрытии увеличивается.

Как следует из табл. 1, содержание никеля в сплаве и выход по току в рабочем диапазоне плотностей тока изменяются незначительно. Это обеспечивает электроосаждение покрытия достаточно равномерного по составу сплава и толщине на изделиях сложного профиля, что весьма важно в гальванотехнике сплавов.

С целью расширения диапазона рабочих плотностей тока и получения покрытия сплавом цинк-никель с оптимальным содержанием никеля реализована матрица планирования эксперимента Бокса-Уилсона типа 2⁴⁻¹. В качестве основных факторов выбрали: X₁ – концентрация оксида цинка, г/л; X₂ – концентрация хлорида никеля, г/л; X₃ – концентрация добавки «Прогресс», г/л; X₄ – концентрация добавки ПК-09, г/л. Интервалы варьирования изучаемых факторов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Интервалы варьирования факторов оптимизируемого процесса

	Факторы			
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
Основной уровень	15	90	0,2	0,004
Интервал варьирования	3	30	0,1	0,002
Верхний уровень	18	120	0,3	0,006
Нижний уровень	12	60	0,1	0,002

Для обеспечения высокой электропроводимости и стабильности электролита в зимнее и летнее время концентрации хлорида аммония и борной кислоты приняли постоянными и равными 230 и 20 г/л, соответственно. При

большем их содержании предельная растворимость достигается уже при 25 °С. Величина рН 5,5, температура электролита 25 °С.

Параметрами оптимизации выбрали диапазон рабочих плотностей тока и процентное содержание никеля в сплаве при плотности тока $j_k = 1,0 \text{ А/дм}^2$. Дублирование опытов производили на основном уровне. Расчет матрицы планирования производили с помощью программы MathCAD 11.

В результате обработки экспериментальных данных получены следующие уравнения регрессии:

1) для параметра оптимизации – диапазон рабочих плотностей тока

$$Y = 2,875 + 0,625 X_3;$$

2) для параметра оптимизации – процентное содержание никеля в сплаве

$$Y = 22,29 - 1,49 X_1 + 2,19 X_2 + 0,74 X_3 + 1,46 X_4.$$

Первое уравнение адекватно описывает поверхность отклика, а второе нет. В результате крутого восхождения получены полублестящие равномерные покрытия сплавом в интервале плотностей тока 0,5–4,0 А/дм². По сравнению с основным уровнем диапазон рабочих плотностей тока расширился. Содержание никеля в сплаве составило 26 %. Таким образом, движение по градиенту линейного приближения позволило получить покрытие сплавом, обладающее высокой коррозионной стойкостью.

В результате реализации матрицы планирования эксперимента Бокса-Уилсона рекомендуется состав электролита, г/л: оксид цинка 15–18, хлорид аммония 220–230, хлорид никеля 60–90, борная кислота 20–25, добавка ПК-09 0,004–0,006, моющее средство «Прогресс» 0,2–0,8. Величина рН 5,0–6,0. Температура 18–25 °С. Диапазон рабочих плотностей тока 0,5–4,0 А/дм².

Список литературы

1. Наливайко Е.В., Бобрикова И.Г., Селиванов В.Н. Интенсификация электроосаждения сплава цинк-никель из аммонийного электролита / Электронный научно-инновационный журнал «Инженерный вестник Дона», 2012. № 3. С. 227-230.
2. Наливайко Е.В., Бобрикова И.Г., Селиванов В.Н. Влияние природы коллоидных частиц соединений электроосаждаемых металлов на процесс нанесения сплава цинк-никель // Вестник Казанского технологического университета, 2012. Т. 15. № 18. С. 88-89.
3. Наливайко Е.В., Бобрикова И.Г., Селиванов В.Н. Математическая модель равновесного ионного и коллоидного состава аммонийного электролита для электроосаждения сплава цинк-никель / Электронный научно-инновационный журнал «Инженерный вестник Дона», 2012. № 3. С. 218-221.
4. Черная Е.В., Бобрикова И.Г. Закономерности электроосаждения сплава цинк-никель в аммиакатных электролитах // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки, 2011. № 5. С. 112-115.

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНЫХ НЕСОВЕРШЕНСТВ, СОЗДАНЫХ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКОЙ, НА МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ

Бровер А.В.

кандидат технических наук, доцент, Донской государственной
технической университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Бровер Г.И.

доктор технических наук, профессор, Донской государственной
технической университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Арутюнян О.С., Кирпилянский Г.П.

магистранты, Донской государственной технической университет,
Россия, г. Ростов-на-Дону

Установлено, что существует возможность определить энергию лазерного излучения, необходимую для обеспечения максимального эффекта снижения магнитных потерь за счет создания в электротехнической стали термоустойчивых структурных барьеров, изменения размеров и формы кристаллических зерен без изменения остроты ребровой текстуры, которые оказывают влияние на доменную структуру.

Ключевые слова: лазерная обработка, магнитные свойства.

Среди способов обработки магнитных материалов, используемых для снижения магнитных потерь, все большее внимание привлекает кратковременный локальный скоростной нагрев с применением концентрированных потоков энергии, в том числе и лазерного излучения.

Такая обработка обеспечивает уменьшение содержания примесей при оплавлении поверхности, что приводит к получению слоев с большей проницаемостью и к уменьшению потерь энергии при перемагничивании; получение мелкого кристаллического зерна с заданными размерами в необходимом направлении; создание достаточно высокой плотности дефектов кристаллического строения с заданным распределением по облучаемой поверхности; получение в поверхностных слоях кристаллографически острой ребровой текстуры ($\langle 100 \rangle$); заданный уровень локальных напряжений за счет высоких температурных градиентов, что способствует измельчению основных доменов со 180-градусными границами и приводит к появлению дополнительных доменов, являющихся зародышами перемагничивания.

При лазерной обработке существует возможность создавать на поверхности материалов систему дискретно расположенных субструктурных прослоек путем определенной последовательности импульсного облучения с заданным диаметром, шагом и коэффициентом перекрытия пятен. Такие прослойки, разделяя крупные кристаллиты магнитного материала на мелкие участки (1-2 мм) влияют на изменение энергии междоменных границ при смещении, способствуют более однородному перемагничиванию поверх-

ностного облученного слоя и тем самым снижают мощность вихретоковых потерь.

Структурно-чувствительные свойства магнитных материалов определяются также взаимодействием доменной структуры с дефектами кристаллического строения (в основном с дислокациями). При лазерной обработке увеличивается количество термостабильных динамически устойчивых дефектов, возникающих за счет температурных градиентов и фазовых превращений. Поля напряжений, создаваемые дефектами кристаллической решетки, взаимодействуют с магнитоупругими полями доменной структуры, влияют на процессы смещения доменных границ и процессы вращения спонтанной намагниченности, от которых зависят свойства магнитных материалов. Причем, магнитные свойства определяются не только плотностью, но и видом дислокаций.

Например, рост или падение магнитных потерь и коэрцитивной силы в электротехнической стали зависит от преобладания дислокационных петель с вектором Бюргера $a/2 \langle 111 \rangle$, лежащих в плоскости скольжения $\{110\}$ или дислокационных петель, лежащих в плоскости $\{100\}$ с вектором Бюргера $a \langle 100 \rangle$. Следовательно, сознательно изменяя при лазерной обработке плотность и характер распределения различных дефектов решетки магнитных материалов можно оказывать влияние на процессы перемагничивания.

Образцами в настоящей работе служили полосы, вырезанные из электротехнической стали. Удельные потери измеряли ваттметровым методом в замкнутой магнитной цепи. Магнитную индукцию определяли баллистическим методом. Доменную структуру выявляли методом магнитной суспензии. Исследуемая сталь имела следующие характеристики: средние размеры зерен от 4 до 27 мкм, $P_{1,7/50} \sim 1,4$ Вт/кг, $B_{2500} \sim 2$ Тл. Лазерную обработку образцов производили на технологическом лазере "Квант-16" с энергией 5-20 Дж, диаметр лазерного луча составлял 2-6 мм. Облучением с перекрытием пятен 20-40% создавали полосы, расположенные перпендикулярно направлению прокатки с расстоянием между ними от 3 до 10 мм.

Установлено, что основная доменная структура в листовой электротехнической стали обусловлена наличием междоменных 180-градусных границ, параллельных $\{100\}$ и 90-градусных границ, параллельных $\{110\}$. Характер доменной структуры определяется микронеоднородностью материала, различными дефектами, упругими напряжениями и др.

После лазерной обработки в зоне термического воздействия возникает сложная лабиринтная структура дополнительных доменов. На границе с исходным металлом наблюдаются отдельные призматические и клиновидные домены. Структурные барьеры уменьшили ширину основных доменов от 0,34 до 0,14 мм.

Влияние структурных барьеров на динамику доменов сложное. С одной стороны, они затрудняют смещение доменных границ, приводя к их скачкам и необратимым смещениям, что увеличивает потери, с другой – являются источниками полей рассеяния, приводящих к зарождению новых доменов и уменьшающих ширину основных, что снижает потери. Рассматривая взаимо-

действие движущихся доменных границ со структурными барьерами, можно объяснить максимум наблюдаемого эффекта снижения магнитных потерь лишь при расположении барьеров перпендикулярно направлению прокатки. Напряженное состояние материала в барьере облегчает смещение границ доменов вдоль него. Если же границы доменов и барьеры взаимно параллельны, неизбежны закрепления границ, их отрыв и смещение со скачками, что приводит к росту мгновенной скорости смещения доменных границ и обуславливает рост магнитных потерь.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ В САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Верхотуров А.А.

старший преподаватель кафедры геологии и природопользования,
Сахалинский государственный университет, Россия, г. Южно-Сахалинск

В статье поднимается проблема организации регионального мониторинга земель. Разработаны рекомендации по составу и организации систем мониторинга земель в Сахалинской области, основанных на разработанной методике системного атласного геоинформационного картографирования Сахалинской области.

Ключевые слова: мониторинг земель, атласное геоинформационное картографирование, спутниковые системы, организация мониторинга, базы данных, дистанционное зондирование, тематическое картографирование.

Прошедший XX век характеризовался бурным развитием всех отраслей промышленности и сельского хозяйства. Резкий рост отраслей народного хозяйства зачастую имеет экстенсивный характер развития. Это сопровождалось ростом численности населения, как в России, так и практически во всем мире. Понятно, что следование этому пути отражается на состоянии земель. Так возникла проблема нарушения и охраны земель.

Поскольку есть проблема, то появилась потребность в поиске инструмента, позволяющего, если не решить, то хотя бы контролировать, изучать, оценивать и прогнозировать её развитие в пространстве и времени. То есть, возникла необходимость в организации мониторинга земель. При этом проводить мониторинг без опоры на картографические данные невозможно.

Определенные выше проблемы занимали умы многих отечественных и зарубежных исследователей. Принципы и методы организации систем мониторинга разрабатывали В. Г. Бондур [2], В. А. Малинников [10], Сизов А. П. [13], В. А. Мелкий [11]. Результаты разработки методик дешифрирования и картографирования различных компонентов природной среды представлены в работах А. Т. Зверева [8], С. А. Сладкопевцева [14], А. М. Берлянта [1], Б. В. Виноградова [6], В. И. Кравцовой [9], В. В. Браткова [3], В. Е. Гершензона [7], В. П. Савиных [12] и др.

Однако на современном этапе изученности проблемы не разработан комплексный системный подход к содержанию, организации и техническому

оснащению мониторинга земель на региональном уровне и в Сахалинской области в частности.

Организовать систему оперативного мониторинга на современном этапе развития науки и техники невозможно без использования данных регулярной аэрокосмической съемки. Дешифрирование космических снимков позволяет создавать оценочные карты фактического состояния отдельных компонентов среды. Сравнение разновременных снимков позволяет строить мониторинговые карты. На их основе можно оценивать динамику развития процессов, оказывающих воздействие на состояние земель, и уже на базе этих данных обосновывать прогнозы дальнейшего развития ситуации.

Наши исследования выявили проблему недостатка актуальных картографических тематических данных о Сахалинской области [4]. Чтобы обеспечить мониторинг отдельных элементов геосистем картографическими данными высокой детализации необходимо разрабатывать алгоритмы и технологические схемы по созданию тематических карт (рис. 1 и рис. 2).

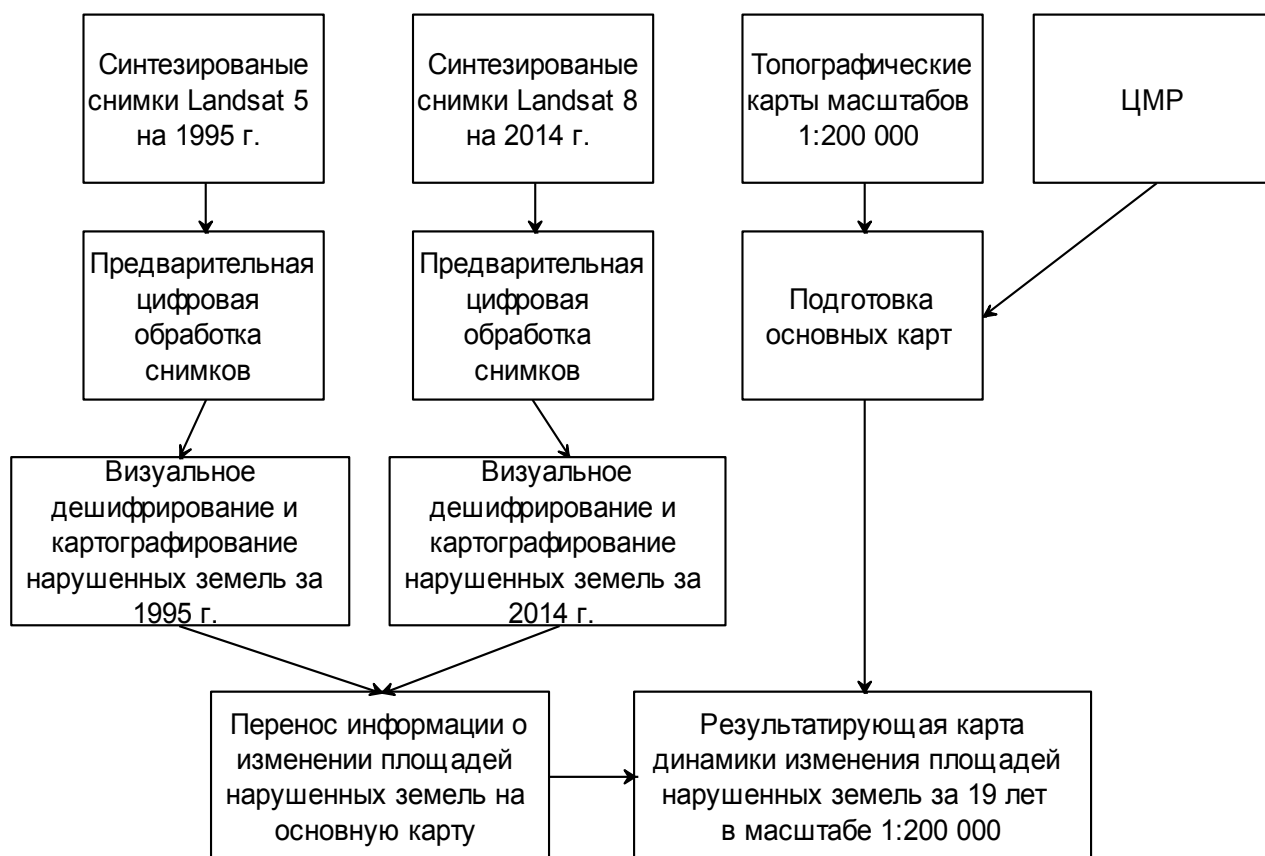


Рис. 1. Технологическая схема построения карты изменения площади нарушенных земель

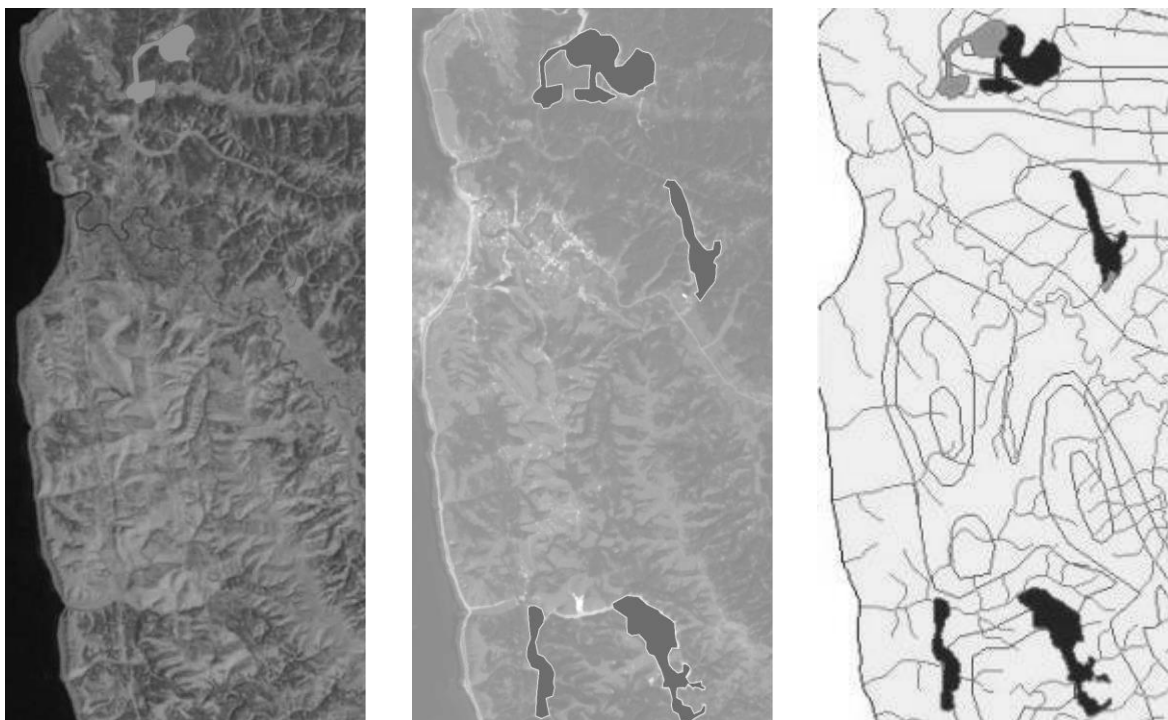


Рис. 2. Нарушенные земли: А – в 1995 г., Б – в 2014 г.

В – фрагмент результирующей карты изменения площади нарушенных земель

В свою очередь совокупность отдельных карт фактического состояния земель в ГИС-среде, представляющие собой слои *shape*-файлов, и их постоянное обновление, построение оценочных и прогнозных карт для нужд мониторинга земель в итоге образует структуру более высокого порядка, а именно системное атласное геоинформационное картографирование (САГИК).

Под САГИК стоит понимать современную компьютерную технологию, предназначенную для сбора, хранения, анализа пространственных данных, а также составления и обновления тематических карт, систематизировано-ориентированных на обеспечение работы мониторинга земель.

Создание карты, так и серии карт начинается с проектирования математической основы [5].

Организация работы мониторинга земель на основе САГИК подразумевает наличие обширной БД. Для её формирования необходимо провести большую работу по первичному сбору исходной, и порой крайне разнокачественной информации. База данных состоит из двух блоков: исходных и векторных данных.

Главную роль в блоке исходной информации принадлежит данным ДЗЗ, изданным и электронным картам, а также разнообразным фондовым и литературным источникам. Структура разработанной БД САГИК Сахалинской области приведена на рисунке 3.

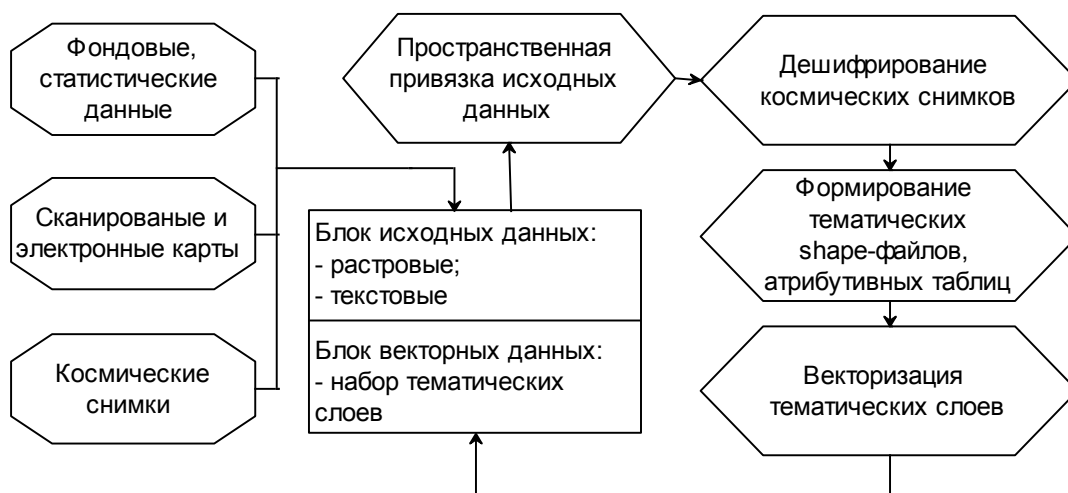


Рис. 3. Структура БД системы геоинформационного атласного картографирования Сахалинской области

Все входящие данные следует сориентировать в геоинформационном пространстве. Данные ДЗЗ необходимо дешифрировать. Выделенные при этом объекты, а также остальные входящие данные необходимо векторизовать и насытить атрибутивной информацией для дальнейшей работы САГИК.

Системное атласное картографирование раскрывает характерную для Сахалинской области информацию обо всех элементах геосистем, что может полноценно обеспечивать мониторинг земель картографическим материалом. Помимо традиционных тематических разделов вводится блок карт «Современное состояние и мониторинг земель» структура, которого отражена в таблице 1.

Таблица 1

Структура блока карт «Современное состояние и мониторинг земель»

Карты рекомендуемых мероприятий по мониторингу земель	
Карты качественной и количественной оценки состояния земель (степени развития):	
- эрозионных процессов	- склоновых процессов
- подтопления земель	- заболоченности земель
- переувлажненности земель	- нарушенности земель
- захламленности земель	- загрязненности тяжелыми металлами
- загрязненности земель нефтью и нефтепродуктами	
Карты динамики процесса	
Прогнозные карты развития процесса	
Карты рекомендуемых мероприятий по уменьшению влияния негативных процессов	

Блок представлен учетно-оценочными, мониторинговыми и прогнозными картами, полученными непосредственно в результате проводимых режимных наблюдений. Кроме того блок содержит карты рекомендательного характера. Это карты объектов с зафиксированными фактами развития процессов негативно влияющих на состояние земель, где желательно организовать мониторинг. Для упрощения принятия управленческих решений создаются карты рекомендуемых мероприятий по уменьшению влияния или полной нейтрализации негативных процессов.

Постоянное поступление новых данных, их обработка, составление карт пополняют БД системы, образуя динамичную, работающую на мониторинг земель, структуру.

Реальные систематические работы по мониторингу земель с применением ДЗЗ в Сахалинской области ведутся весьма ограниченно. Космическим мониторингом занимаются Росгидромет, МЧС, Рослесхоз, ИМГиГ, СахГУ, Роснедра, и СахНИРО. На базе этих организаций имеется возможность получения космических снимков с таких спутников, как Terra, Landsat 8, SPOT 6-7, NPP, Aqua, Metop-2 и NOAA. Ограничено наземными методами мониторинг проводится за недрами, лесами, водными объектами и др., которые также должны составить значительную долю информации для функционирования системы регионального мониторинга.

Предлагается объединить усилия в единой системе все ведомства, службы, лаборатории занимающиеся мониторингом земель в регионе. Работу центра мониторинга земель предлагается организовать на основе совместного использования САГИК, позволяющей определить цели и задачи мониторинга.

На первом этапе мы предлагаем объединить в системе рабочие группы тех организаций, которые занимаются систематическим мониторингом, основанном на дистанционном зондировании. Чтобы расширить возможности применения полевых методов и охватить мониторингом все элементы геосфер в дальнейшем необходимо подключать в работу системы новых участников.

Выполнять мониторинг отдельных элементов геосфер технически возможно используя по отдельности или совместно сегменты космической съемки и наземных исследований. Космические снимки поступают с доступных участникам системы спутников. Далее снимки подвергаются первичной обработке, подготавливаются к использованию и дешифруются. Результаты наземных исследований, подвергаются анализу, подготовке к использованию и они должны быть ориентированы в геоинформационном пространстве.

Результатом обработки данных мониторинга в САГИК будут являться карты фактического состояния, динамики и прогноза дальнейшего изменения состояния земель, построенные в ArcGIS.

Такая организация систем мониторинга земель в Сахалинской области будет способствовать оперативному контролю состояния земель, оценивать изменения, прогнозировать и давать рекомендации по снижению или же устранению выявленных негативных процессов в самом информативном картографическом виде, способствуя принятию управленческих решений соответствующими органами государственной власти (рис. 4).

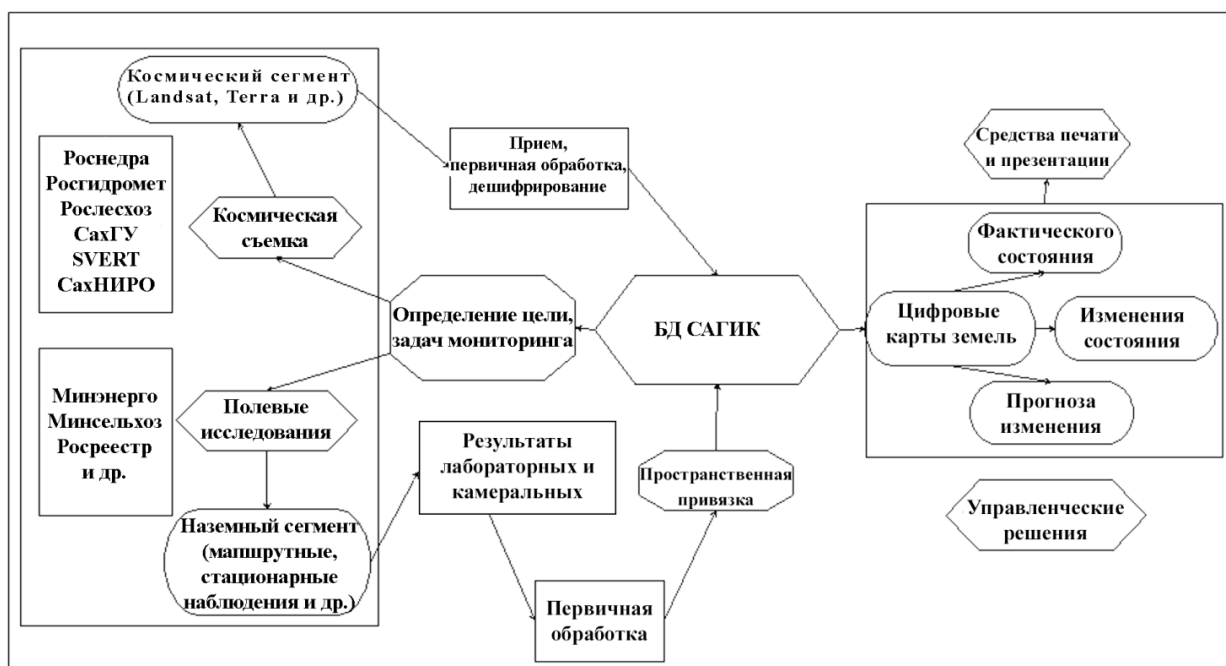


Рис. 4. Схема организации системы регионального мониторинга земель

Конкретные задачи, способные решаться системой регионального мониторинга на основе данных ДЗЗ, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Задачи, решаемые системой регионального мониторинга

Геосистемы	Решаемые задачи	Периодичность наблюдений	Обеспечивающие спутники
1	2	3	4
Литосфера	- изменения в тектоносфере	по факту	Terra, Aqua MODIS, Suomi NPP
	- сейсмического районирования	10 лет, по факту	Landsat 8
	- изменения земной поверхности	1 год, по факту	SPOT 6-7, Landsat 8
	- мониторинг геологических явлений	1 год, по факту	
	- мониторинг нарушенных земель - мониторинг затопляемых земель	1 год, по факту 10 лет, по факту	
Атмосфера	- климатического районирования	сутки	Terra, Aqua MODIS, Suomi NPP, NOAA
	- мониторинг переноса вулканического пепла	сутки, по факту	
	- мониторинг циклонов	сутки	Terra, Aqua MODIS, Suomi NPP
	- изменения радиационного баланса	сутки	
	- мониторинг загрязнения атмосферного воздуха - мониторинг лесных пожаров	сутки сутки	
Гидросфера	- измерение температуры, волнения моря	сутки	Terra, Aqua MODIS, Suomi NPP
	- мониторинг загрязнения водных объектов	1 месяц, по факту	Terra, Aqua, Suomi NPP, SPOT 6/7, Landsat 8
	- изменения размеров и положения водных объектов	10 лет, по факту	SPOT6/7, Landsat 8, Terra, Aqua

1	2	3	4
	- мониторинг наводнений - мониторинг ледового и снежно-го покрова	по факту сутки	MODIS, Suomi NPP
Биосфера	- районирование лесов и почв - мониторинг лесистости	20 лет 1 лет	Landsat 8, SPOT 6/7, Terra, Aqua MODIS
	- мониторинг типологического состава и продуктивности угодий - мониторинг состояния почв	5 лет 2 лет	Landsat 8, SPOT 6/7
	- мониторинг состояния и границ растительного покрова - изменения биомассы	1 лет 1 месяц	SPOT 5-7, Landsat 8, Terra, Aqua MODIS
Техносфера	- мониторинг геоэкологических проблем	1 год	Terra, Aqua MODIS, Suomi NPP
	- мониторинг ЧС - геоэкологических проблем	по факту 1 год	Landsat 8, SPOT 6/7
	- мониторинг состояния и ис- пользования земель - геоэкологических проблем	1 год сутки, по факту	Landsat 8, SPOT 6/7

Задачи, стоящие перед участниками «Регионального центра мониторинга» разделены по компонентам географической оболочки, а далее по трем масштабным уровням контролируемого процесса, что облегчает систематизацию информации в БД САГИК. Далее рекомендуется определенная периодичность проведения мониторинга для конкретной решаемой задачи, которая может быть регулярной, через определенный интервал времени, и оперативной, в связи с эпизодическим, резким возникновением явления, оказывающим влияние на состояние и качество земель. Также определяется доступные для решения поставленной задачи спутниковые системы.

Список литература

1. Берлянт А. М. Виртуальные геоизображения / А. М. Берлянт. – М. : Научный мир, 2001. – 56 с.
2. Бондур В. Г. Мониторинг и прогнозирование природных катастроф / В. Г. Бондур, В. Ф. Крапивин, В. П. Савиных. – М. : Научный мир, 2009. – 691 с.
3. Братков В. В. Высокогорные луговые ландшафты Северо-Западного и Северо-Восточного Кавказа / Братков В. В., Атаев З. В. // Известия Дагестан. гос. пед. ун-та. Естественные и точные науки. – 2009. – №2. – С. 93–103.
4. Верхотуров А. А. Обзор изданий картографических материалов в Сахалинской области / В. А. Мелкий, Верхотуров А. А. // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – №5. – С. 48–53.
5. Верхотуров А. А. Математическая основа карт комплексного геоэкологического атласа Сахалинской области / А. А. Верхотуров // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – №6. – С. 54–57
6. Виноградов Б. В. Аэрокосмический мониторинг экосистем / Б. В. Виноградов. – М. : Наука, 1984. – 320 с.
7. Гарбук С. В. Космические системы дистанционного зондирования Земли : монография / С. В. Гарбук, В. Е. Гершензон. – М. : Издательство А и Б, 1997. – 296 с.

8. Инженерная геодинамика: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «геодезия и дистанционное зондирование» / А. Т. Зверев. – М. : Изд-во МИИГАиК, 2013. – 324 с.
9. Кравцова В. И. Космические методы картографирования / Под ред. Ю. Ф. Книжникова. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1996. – 240 с.
10. Малинников В. А. Теория и методы информационного обеспечения мониторинга земель: Тематическая обработка видеоизображений : дисс. ... д-ра тех. наук : 05.24.04 / Малинников Василий Александрович. – М., 1999. – 351 с.
11. Мелкий В. А. Аэрокосмический мониторинг вулканопасных территорий: теория и методы : дисс. ... д-ра тех. наук : 05.24.04 / Мелкий Вячеслав Анатольевич. – М., 1999. – 337 с.
12. Савиных В. П. География из космоса: учебно–методическое пособие / В. П. Савиных, В. А. Малинников, С. А. Сладкопечев, Э. М. Цыпина: – М. : изд. МИИГиК, 2000. – 224 с.
13. Сизов А. П. Современные методы и технологии ведения мониторинга городских земель / МосГУГК. Деп. в ВИНТИ 07.09.00, № 2365-ВОО. – М., 2000. – 128 с.
14. Сладкопечев С. А. Геоэкологическая оценка территорий: Учебное пособие / С. А. Сладкопечев. – М. : Изд-во МИИГАиК, 2011. – 130 с.

К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ ВОЛН АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ПРИ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА

Внуков А.Н.

начальник отдела, канд. тех. наук,
Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил (Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина), Россия, г. Воронеж

Глагольев А.А.

ведущий советник, канд. тех. наук,
Департамент автомобильных дорог Воронежской области,
Россия, г. Воронеж

Определение характеристик цементобетонных покрытий возможно на основе оценки их текущего эксплуатационного состояния, исследуя процесс прохождения волн акустической эмиссии, возникающих на различных этапах дефектообразования, связанного с особенностями физической структуры и свойств материала. Измеряя параметры проходящих сквозь материал покрытия волн, можно дать оценку их эксплуатационной пригодности.

Ключевые слова: упругие волны, цементобетонные покрытия, акустическая эмиссия, транспортный поток.

Анализ состояния цементобетонных покрытий автомобильных дорог и аэродромов, показывает, что срок службы их существенно меньше нормативного и они подвергаются разрушению намного раньше нормативного срока службы.

Из выше сказанного следует, что в настоящее время актуальна задача повышения их надежности и долговечности, решение ее связано с расширением научных исследований по выявлению связи между процессом разрушения и остаточным ресурсом. При помощи неразрушающей диагностики, а в частности, метода акустической эмиссии, возможно установить взаимосвязь процесса разрушения цементобетонных покрытий с параметрами акустического сигнала возникающего в них при многоцикловом силовом воздействии транспортного потока. Это позволит получить ряд зависимостей по которым возможно будет судить о несущей способности покрытия, а их связывая с процессами разрушения бетона, возможность объективно оценить его эксплуатационное состояние.

В бетоне под действием циклических нагрузок могут накапливаться необратимые механические изменения, когда максимальные макроскопические напряжения не превышают предела выносливости. Если число циклов нагружения достаточно велико, то в результате накопления необратимых механических изменений, в какой-либо точке образца образуется макроскопическая трещина, постепенное развитие которой приводит к разрушению. Накопление необратимых механических изменений в материале при приложении нагрузок называют усталостью, а разрушение в результате постепенного развития трещины – усталостным разрушением. Усталостное разрушение родственно явлению разрушения в результате повторных упруго – пластических деформаций, но последнее происходит лишь при макроскопических напряжениях, превышающих предел выносливости бетона, в то время как усталостное разрушение может иметь место при незначительных напряжениях. Повторные пластические деформации развиваются в макрообъемах, сопоставимых с объемом тела. Напротив, усталостные повреждения, на первой стадии процесса, носят микроскопический и субмикроскопический характер, локализуясь в слабейших зонах материала. Разрушение в результате повторных пластических деформаций предшествует число циклов порядка $10^1 - 10^5$, циклы нагружений предшествующие усталостному нагружению порядка 10. Резкой границы между двумя видами данных разрушений провести нельзя.

Бетоны при воздействии нагрузки испытывают различные напряжения: сжатие, растяжение, изгиб, срез и кручение. Они относятся к материалам, которые хорошо сопротивляются сжатию, значительно хуже – срезу, а еще хуже – растяжению. Поэтому строительные конструкции обычно проектируют таким образом, чтобы бетон воспринимал в них нагрузки на сжатие. Автомобильные и аэродромные покрытия являются конструкциями, в которых бетон должен воспринимать напряжения сжатия и растяжения при изгибе.

Теория прочности должна учитывать не только структуру материала, но и статистические закономерности, так как разрушение бетона есть интегральное явление и конечный результат может меняться в зависимости от сочетания дефектов структуры, погрешностей при проведении испытаний и

других факторов, а вероятность тех или иных возможных сочетаний управляется законами статистики. Таким образом, поведение бетона при нагружении обуславливается рядом структурных и статистических факторов.

Понять причины появления акустических сигналов в материале при его нагружении нельзя без физической интерпретации его свойств и состава, так как бетон представляет собой искусственный конгломерат, в котором отдельные зерна заполнителя скреплены в монолит цементным камнем, то в качестве отдельного структурного элемента можно также выделить контактную зону между заполнителем и цементным камнем толщиной, в которой наблюдается изменение свойств цементного камня, а в ряде случаев и заполнителя.

В условиях нагружения бетона и из-за различия физико-механических свойств и размеров его составляющих, а также наличия дефектов в нем появляется сложнораспределенное поле напряжений. Наибольшая концентрация напряжений создается на границах дефектов и компонентов с разными свойствами, т. е. преимущественно в контактной зоне и областях слабых механических связей.

Под воздействием напряжений возникают упругие и пластические деформации. Упругая деформация обуславливается изменением межатомных расстояний и оно может изменяться скачкообразно, т. е. абсолютно упругое тело не меняет своих свойств в зависимости от времени нагружения, но в реальных телах имеются большое количество точечных и линейных дислокаций, а также и более крупные дефекты. Движение дислокаций обуславливает пластическую деформацию, причем перемещение дислокаций зависит от вида и режима нагружения.

С повышением напряжения или увеличением времени его действия могут возникнуть микротрещины, в свою очередь вызывающие концентрацию напряжений и дальнейшее интенсивное движение дислокаций, генерирующие процессы разрушения. Таким образом, движение дислокаций создает предпосылки к образованию микротрещин. Каждому напряжению соответствует свой уровень развития процесса движения дислокаций и образования ослабленных мест и микротрещин. Чем выше напряжение, тем больше дефектных мест и больше вероятность разрушения материала. Когда количество дефектов, существовавших до нагружения и вновь образовавшихся, станет достаточным для образования сплошной трещины (или трещин) отрыва, бетон разрушается.

На основе многочисленных исследований [2] было установлено, что при разрушении бетона наблюдаются два вида разрушения поверхности. В первом случае, когда прочность заполнителя при растяжении выше прочности раствора или цементного камня, разрушение происходит по раствору и в обход зерен заполнителя. Во втором случае, когда прочность заполнителя ниже прочности раствора, разрушение происходит по раствору и по зернам заполнителя. Может быть и смешанный характер разрушения, когда проч-

ность зерен заполнителя и прочность раствора близки между собой и в разных участках структуры более прочным оказывается либо заполнитель, либо раствор.

Микроскопические и ультразвуковые методы исследований, получившие развитие в последние годы, показали, что задолго до разрушения бетона в нем образуются микротрещины разрыва, возникающие из-за неоднородности структуры.

Метод акустической эмиссии (АЭ) [1] обладает рядом существенных преимуществ по сравнению с другими методами неразрушающего контроля. Это обусловлено достаточно высокой чувствительностью метода; что подтверждается значительным увеличением (в сотни раз) амплитуды сигнала АЭ при росте трещины на 0,01- 0,1 мм., метод дает возможность обнаруживать и контролировать кинетику развивающихся дефектов структуры материалов и конструкций. Важным преимуществом акустической эмиссии является интегральность. Если обычные методы (ультразвуковой и др.) требуют сканирования по поверхности объекта, то для контроля методом АЭ достаточно неподвижно установить один или несколько датчиков-приемников. Это дает возможность определить координаты дефекта методом триангуляции. Применяемые в настоящее время методы неразрушающего контроля могут дать (с той или иной степенью достоверности) информацию о месте положения дефекта, его размерах и форме, не определяя степени опасности дефекта [3].

ВЫВОДЫ: метод АЭ является эффективным неразрушающим методом определения деформаций и разрушения материалов. Постоянное развитие диагностической аппаратуры сигналов АЭ позволяют различать сигналы, обусловленные процессами макро- и микроразрушений.

Исследования данных АЭ возникающей в бетоне указывают на прямую взаимосвязь характеристик потока сигнала АЭ с процессами деформации и разрушения материала. Экспериментальные исследования показали наличие связи между нагружениями и процессом формирования акустических сигналов и их корреляция представляется степенной функцией.

Анализ данных акустической эмиссии указывает на наличие связи между искомыми величинами и сходимости их в области определяющей переход накопления энергии деформации с возникновением стадии дефектообразования.

Список литературы

1. Абрамов О.В., Градов О.М. О возможности использования акустических методов для измерения некоторых физико-механических параметров материала с дефектной структурой // Материаловедение. 2006. № 2. С. 3-8.
2. Баженов Ю.М. Прочность цементных бетонов с позиции механики разрушения // Строительство и архитектура Узбекистана. 1076. №2. С. 15-17.
3. Грешников В.А., Дробот Ю.Б. Акустическая эмиссия. М.: Изд-во стандартов, 1976. 272 с.

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК ЗАЛОГ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛИЗМА И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Данилова С.А.

доцент кафедры дизайна и технологии изделий легкой промышленности,
канд. техн. наук, доцент, Юго-Западный государственный университет,
Россия, г. Курск

Представлены результаты реализации проектного подхода в подготовке кадров для легкой промышленности, способствующего их профессиональному становлению.

Ключевые слова: творческая деятельность, проектная деятельность, профессионализм, интеллектуальная собственность.

Ежегодный мониторинг мнений работодателей – производителей, занимающихся выпуском изделий легкой промышленности на территории Курской области и г. Курска, об уровне подготовки выпускников по направлению бакалавриата 29.03.05 и магистратуры 29.04.05 «Конструирование изделий легкой промышленности» показывает, что одним из важных критериев оценки их качества, нуждающемся в значительном улучшении, является способность и потребность молодых профессионалов творчески подходить к выполнению профессиональных функций при решении производственных задач. Творческие способности, по мнению работодателей, являются залогом постоянного успеха предприятий на потребительском рынке, высокого потенциала конкурентоспособности их продукции и роста технико-экономических показателей. Потому, что творческий подход к выполнению профессиональных задач каждым специалистом предприятия, по их мнению, является основой и двигателем инновационной деятельности последнего, которая для каждого предприятия становится в настоящее время стратегическим показателем. В связи с этим образовательный процесс подготовки специалистов для легкой промышленности должен строиться именно на творческой деятельности, тем более что любая творческая работа носит проектный многоаспектный характер, поскольку затрагивает все направления деятельности по созданию нового объекта материального мира (продукта профессиональной деятельности), по формированию общественного мнения, научные, технико-экономические и др. К тому же Федеральные образовательные стандарты подготовки специалистов разных уровней в области легкой промышленности регламентируют среди прочих такой вид деятельности, к которому должны быть готовы выпускники профильного направления, как проектная, в том числе деятельность по дизайн-проектированию. Проектная деятельность в рамках образовательного процесса должна стать доминирующей на каждом ее этапе, т.е. при изучении каждой дисциплины учебного плана, особенно дисциплин обще- и узкопрофессионального характера и учебных и производственных практик.

В образовательном процессе, как и в рамках любой профессиональной деятельности, творческая работа является привлекательной, потому что всегда уникальна.

Будущие специалисты легкой промышленности должны осознавать, что ценность современного профессионала по созданию полезного объекта с высокоэстетическими характеристиками, в том числе одежды, заключается в его участии в создании нового пространства и условий обитания человека и, таким образом, в проектировании личности человека: его внешней привлекательности, манер поведения, эмоциональной наполненности, через инновационную творческую деятельность в рамках профессиональной. Современный специалист легкой промышленности (в том числе и дизайнер) должен сочетать в себе способности и художника, и ремесленника, и философа. Так, например, философские качества в нем формируются постольку, поскольку, создавая проект какого-либо объекта для человека в соответствии с его потребительскими предпочтениями и вкусами, проектируя одежду и предметы среды обитания человека в целом, дизайнер проектирует имидж человека. Так, напрямую дизайнер (проектировщик) проектирует объект материального мира, а косвенно – человека и социум. Отсюда следует вывод о глобальности проектной деятельности специалиста (в том числе дизайнера одежды), поэтому основой любого проекта должны быть образ человека, сообщества личностей. Подобный подход к проектированию объектов материального мира получил название «функционального», потому что при его реализации проектируют не вещь, а скорее пользу, которую она должна принести потребителю. Продукт, создаваемый в результате проектной деятельности, является результатом творчества и отличается целостностью, поскольку характеризуется высокой функциональностью, выражающейся в способности удовлетворять на новом, более качественном уровне возрастающие потребности человека, и эстетической привлекательностью и индивидуальностью.

Достижение целостности проектируемого объекта требует от проектировщика не только исследовательских способностей, навыков анализа научных направлений в проектировании, навыков оценки критериев качества объектов проектирования (объектов интеллектуальной собственности) и анализа фактов, обуславливающих многоаспектность функций проектируемых решений, но и обладания творческим воображением, чувством прекрасного, фантазией, которые характерны для художественной натуры, поскольку создаваемые идеи технических решений будущих продуктов профильной отрасли промышленности (творческие проекты) по своей природе являются конвергентными, т.е. рассматриваемыми одновременно как промышленные объекты, продукты научных разработок и как предметы искусства [1-2]. Создавая творческий проект продукта материального мира (например, одежды различного назначения), проектировщик выступает и в роли имиджмейкера для потребителей, поскольку не просто разрабатывает полезный предмет первой необходимости, но и предлагает «сценарии» образов жизни потребителей в определенных контекстах жизненных ситуаций. Сценарии возможно рассматривать как необходимые и универсальные средства коммуникации

между субъектами социума, т.к. одежда всегда способна «контекстно» изменить человека. В таких условиях главным объектом проектирования в дизайне одежды становятся меняющиеся образы личности потребителя.

Результатом творчества всегда является гармонизация формы и содержания проектируемого объекта, и они в проекте должны быть новыми, неповторимыми, индивидуальными (авторскими). Новизна и индивидуальность проекта достигаются, прежде всего, применением инновационных подходов или сочетанием их с традиционными приемами. При этом не менее важным фактором является постоянный активный творческий поиск, направленный на развитие проектного мышления профессионала и на активизацию самого процесса проектирования. Необходимость постоянного поиска в творческой деятельности продиктована, во-первых, стремлением всегда соответствовать времени, во-вторых, желанием непрерывно создавать новые товары, которые будут постоянно приносить новую, еще большую прибыль.

Применение в образовательном процессе, при формировании производственных компетенций будущих специалистов разных уровней, различных методов проектирования позволяет формировать в них авторскую активность, раскрывать их личные индивидуальные творческие способности, развивать логику мышления в профессиональном направлении. Подобный подход к реализации образовательной деятельности определяет возможность активно регулировать процесс творческого поиска при решении учебных задач и делать его более энергичным, например, при выполнении курсовых работ (проектов) или выпускных квалификационных работ. Так, в образовательном процессе подготовки бакалавров и магистров по конструированию изделий легкой промышленности, реализуемом на кафедре дизайна и технологии изделий легкой промышленности Юго-Западного государственного университета, проектный подход к формированию компетенций будущих специалистов легкой промышленности осуществляется, в том числе, посредством: индивидуального выполнения студентами практических заданий по целому ряду художественных дисциплин учебного плана, ориентированных на приобретение навыков в разработке специального рисунка и выполнение изображений одежды на фигуре человека; овладения навыками проектирования композиционного решения костюма с использованием различных изобразительных средств и художественных приемов, способствующих передаче в эскизах моделей одежды цвета, фактуры и пластики различных материалов; закрепления навыков применения приемов формообразования в рамках художественного проектирования костюма из текстильных материалов при выполнении специальных творческих заданий; применения приемов гармонизации элементов костюма при разработке промышленных и авторских коллекций одежды на основе приобретения практического навыка использования методов художественного проектирования последнего; выполнения студентами проектов по конструктивному моделированию проектов новых моделей одежды через преобразование базовых основ, через макетирование методом накладки, который является основополагающим при проектировании изделий сложных форм и творческим источником для разработки оригиналь-

ных конструкций в авторских коллекциях студентов; выполнения студентами в рамках разработки проекта конструкторско-технологической подготовки производства, рассматривающей этапы проектирования по ЕСКД, их содержание применительно к проектированию новых моделей одежды, в том числе промышленных коллекций, проекта (образца – эталона изделия) и комплекта проектно-конструкторской документации, необходимой для внедрения проекта в производство; выполнения студентами в рамках дисциплины «Интеллектуальная собственность в индустрии моды» работ по созданию документов заявок на получение патентов на объекты интеллектуальной собственности (проектные творческие идеи в виде промышленных образцов и полезных моделей), обладающие охраноспособностью [3-12] (в настоящее время общее количество патентов, полученных студентами совместно с преподавателями за последние 5 лет составляет более 30); выполнения студентами, обучаемыми по программе магистратуры, в рамках учебной (творческой) практики проектов авторских и промышленных коллекций, в том числе и внедряемых на профильных предприятиях города (в частности на предприятиях по выпуску детской одежды, в том числе по запатентованным проектам).

Как показывает опыт реализации проектного подхода к подготовке специалистов, успешность творческих проектов студентов в огромной степени зависит от уровня проявления творческой активности каждого автора, от умения применять передовые технологии, современные конструкторские решения, умения находить и анализировать нужную информацию из области индустрии моды или наукоемких технологий изготовления одежды, от навыка владения современными компьютерными технологиями, применяемыми при проектировании одежды. Творческая работа исследовательского характера, имеющая место при разработке проектов, способствует развитию чувства меры и стиля, развитию фантазии и художественной интуиции, пробуждению или формированию творческого потенциала, оттачиванию системности профессионального мышления. Все эти качества специалиста обеспечивают его универсальность, компетентность и конкурентоспособность.

Список литературы

1. Данилова С.А. Патентная работа. Интеллектуальная собственность в индустрии моды: учеб. пособие/ С.А. Данилова; Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2014. 260 с.
2. Данилова С.А. Реализация системного подхода к обучению патентному делу бакалавров и магистров в области легкой промышленности. Известия Юго-Западного университета. Серия «Техника и технологии», 2014. №2 (53). С.181-187.
3. Данилова С.А. Исследование и проектирование трансформируемой одежды с оптимальными свойствами. Известия Юго-Западного университета. Серия «Техника и технологии», 2012. №2, ч.1. С. 225-230.
4. Данилова С.А. Опыт реализации имиджологического подхода к художественному проектированию одежды. Материалы XIV Международной научно-практической конференции «Современные концепции научных исследований» Евразийского союза ученых. Ч.3, №5, 2015. С. 40-42.
5. Данилова С.А., Кизилова Е.В. Произведения дизайна одежды как объект интеллектуальной собственности. Материалы IX Международной научно-практической конфе-

ренции «Современные концепции научных исследований» Евразийского союза ученых. Ч.1, №9, 2014. С. 30-32.

6. Данилова С.А. К вопросу об опыте реализации импрессионного подхода к проектированию одежды. Материалы X Международной научно-практической конференции «Отечественная наука в эпоху изменений: постулаты прошлого и теории нового времени» Национальной ассоциации ученых. Ч.2, №5(10), 2015. С. 34-36.

7. Данилова С.А., Йылмаз Г.Б., Конотопцева Н.Ю. Комплект детской одежды. Патент на промышленный образец №91725, Рос. Федерация, МКПО¹⁰ 02-02, №2013504808, заявл. 16.12.2013, опубл. 16.02.15.

8. Данилова С.А., Кретова Т.А. Школьная форма для девочек. Патент на промышленный образец №91688, Рос. Федерация, МКПО¹⁰ 02-02, №2013502728, заявл. 15.07.2013, опубл. 16.02.2015.

9. Данилова С.А., Кирилович В.И., Иноземцева Е.В. Трансформируемый многофункциональный жилет. Патент на полезную модель №147639. Рос. Федерация, МПК⁷ A41D15/00, №2010151347/12, заявл. 23.05.2014, опубл. 10.11.14, Бюл. № 31.

10. Данилова С.А., Кирилович В.И., Кизилова Е.В., Иноземцева Е.В. Куртка-трансформер с капюшоном. Патент на полезную модель №152338. Рос. Федерация, МПК A41D15/00, 2014117132, заявл. 29.04.2014, опубл. 20.05.2015. Бюл. №14.

11. Данилова С.А., Растегаева А.А., Будникова О.В., Козлитина Н.В., Белоусова И.Л. Маскарадный костюм «Леди Винтаж». Патент на промышленный образец №91682, Рос. Федерация, МКПО¹⁰ 02-02, №2013503317, заявл. 27.08.2013, опубл. 16.02.2015.

12. Данилова С.А., Червякова Ю.С. Молодежный женский плащ. Патент на промышленный образец №92707, Рос. Федерация, МКПО¹⁰ 02-02, №2013502727, заявл. 15.07.2013, опубл. 16.04.2015.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В УПРАВЛЕНИИ ВИБРАЦИОННЫМ ПОЛЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МАШИНЫ НА ОСНОВЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИВЕДЕННЫХ ИНЕРЦИОННЫХ СВОЙСТВ

Елисеев А.В.

с.н.с., к.т.н., Иркутский государственный университет путей сообщения,
Россия, г. Иркутск

Елисеев С.В.

д.т.н., проф., Иркутский государственный университет путей сообщения,
Россия, г. Иркутск

Нгуен Д.Х.

аспирант, Иркутский государственный университет путей сообщения,
Россия, г. Иркутск

Рассмотрены вопросы построения системы управления характеристиками вибрационного поля технологической машины для упрочнения поверхностей длинномерных деталей с помощью рабочей среды из стальных шариков. Для обеспечения возможности управления динамическим качеством вибрационного процесса разработана математическая модель содержащая устройство преобразования движения, позволяющее варьировать приведенные инерционные свойства системы. Предложен способ измерения вибрационного поля с помощью датчиков, фиксирующих признаки взаимодействия рабочей среды и поверхности обрабатываемого изделия.

Ключевые слова: вибрационное упрочнение, математическая модель вибростенда, настройка, вибрационное поле.

Динамическое качество технологических вибрационных процессов, в ходе которых рабочая среда взаимодействует с поверхностью обрабатываемого изделия, определяется требованиями по отношению к движению рабочего органа такими параметрами как однородность, одномерность и др. Подобного рода задачи в более сложных постановках рассматривались в работах [1], а также в работах [2-3].

В предлагаемой статье рассматривается подход к разработке системы управления вибрационным полем технологической машины. Целью предлагаемого исследования является разработка средств настройки и контроля вибрационного поля технологической машины для обеспечения динамического качества процесса.

В рамках подхода к управлению вибрационным полем посредством добавления устройства для преобразования движения рассмотрена математическая модель [4, 5] (рис.1). Математическая модель вибрационного стенда, реализующего процесс вибрационного упрочнения, сведена к линейной модели малых колебаний твердого тела с двумя степенями свободы, помещенного на упругие элементы [4].

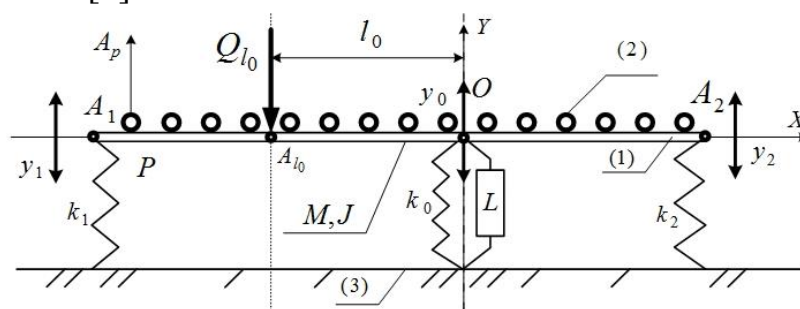


Рис. 1. Расчетная схема вибрационной технологической машины: 1 – твердое тело вибрирующей поверхности, 2 – элемент рабочей среды, 3 – неподвижная опора

В математической модели отражены взаимодействия материальной частицы 2 (рис.1) и вибрирующей горизонтальной поверхности (1, рис.1), совершающей вертикальные колебания по гармоническому закону с амплитудой A_v и частотой ω_v .

Настройка вибрационного стенда (рис.1) сведена к тому, что варьируемые параметры вибростенда (масса вибраторов, жесткости упругих элементов и др.) подобраны таким образом, что амплитуда и частота колебания рабочего органа соответствуют технологическим требованиям. В рамках модельной задачи технологическими требованиями к вибрационному полю точек рабочего органа являются однородность и одномерность. Частота, обеспечивающая однородность вибрационного поля в зависимости от параметров системы, имеет вид [4]:

$$\omega_0^2 = \frac{1}{M + L} \left(k_0 + k_1 + k_2 + \frac{l_2 k_2 - l_1 k_1}{l_0} \right). \quad (1)$$

Величина ω_0 представляет собой частоту, обеспечивающую колебание характерных точек A_1, A_2 рабочей поверхности с равными амплитудами. Включение в контур вибростенда «настроечного элемента» L создает предпосылки к расширению диапазона частот колебания, при которых вибростенд рассматриваемой конструкции обеспечивает однородное поле точек рабочей поверхности.

Для контроля за состоянием вибрационного поля в фиксированной точке вибрационного поля разработан датчик определения граничных параметров взаимодействия тел в вибрационных системах [6] (рис. 2).

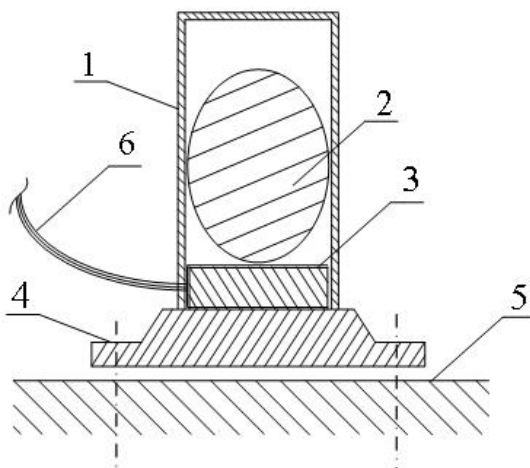


Рис. 2. Датчик определения граничных параметров взаимодействия тел в вибрационных системах: 1 – корпус, 2 – инерционный элемент, 3 – пьезоэлемент, 4 – крепеж, 5 – поверхность

В рамках подхода управления вибрационным полем путем изменения массоинерционных характеристик рабочего органа предложен способ, заключающийся в том, что на рабочий орган вибростенда устанавливается одновременно 4 датчика таким образом, что схема расположения датчиков учитывает особенности колебания рабочего органа как твердого тела, совершающего при гармоническом возбуждении сложное колебательное движение. Способ оценки структуры вибрационного поля ориентирован на измерение вертикальных компонент скоростей, перемещений и ускорений одновременно с записью на соответствующий носитель информации, позволяющий определить распределение амплитуд перемещений, скоростей и ускорений. На рис.3 показана принципиальная схема вибростенда в виде твердого тела, совершающего вертикальные колебания.

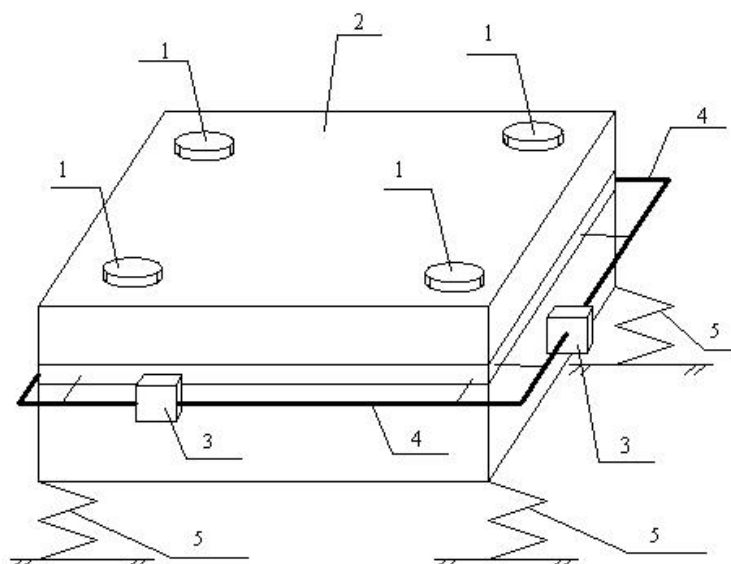


Рис. 3. Принципиальная схема вибростенда в виде твердого тела, совершающего вертикальные колебания: 1 – датчики, 2 – вибрирующая поверхность, 3 – пригрузы, 4 – направляющие, 5 – упругие элементы

Предложено для варьирования вибрационного поля изменять характеристики устройства преобразования движения, накладывающего дополнительные связи, и массоинерционные характеристики рабочего органа путем перераспределения пригрузов (3, рис.3), перемещающихся вдоль направляющих (4, рис.3). Представлен подход к построению системы управления вибрационным полем технологических машин с крупногабаритным рабочим органом образованным твердым телом [7-10].

Список литературы

1. Вибрации в технике: справочник в 6-ти томах [Текст] / Ред. совет: В.Н. Челомей (пред.). – М.: Машиностроение. 1981. Т.4. Вибрационные процессы и машины / Под ред. Э.Э Лавенделла. 1981. – 504 с.
2. Пановко, Г.Я. Динамика вибрационных технологических процессов [Текст] / Г.Я. Пановко. – РХД. М.; Ижевск, 2006. – 158 с.
3. Копылов, Ю.Р. Динамика процессов виброударного упрочнения: монография [Текст] / Ю.Р. Копылов. – Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2011. – 568 с.
4. Елисеев, А.В. Некоторые подходы к обоснованию схемы инерционного возбуждения в технологических вибрационных машинах / А.В. Елисеев, Л.А. Мамаев, И.С. Ситов // Системы. Методы. Технологии. 2015. № 4 (28). С. 15-24.
5. Елисеев, А.В. Динамика вибрационных взаимодействий элементов технологических систем с учетом неудерживающих связей: монография [Текст] / А.В.Елисеев, В.В. Сельвинский, С.В. Елисеев // Новосибирск : Наука, 2015. – 332 с.
6. Елисеев, С.В. Датчик определения граничных параметров взаимодействия тел в вибрационных системах (патент) [Текст] / С.В. Елисеев, А.И. Артюнин, Е.В. Каимов, А.В. Елисеев / Патент на полезную модель 148250. Российская Федерация. МПК G01P 15/09(2006/01), Опубликовано: 27.11.2014. Бюл. №33.
7. Хоменко, А.П. Динамика вибрационных взаимодействий элементов технологических систем с учетом неудерживающих связей / А.П. Хоменко, С.В. Елисеев, А.В. Елисеев // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2015. № 3 (47). С. 8-17.
8. Елисеев, А.В. Неудерживающие связи в динамических взаимодействиях сыпучей среды и вибрирующей поверхности: научно-методологическое обоснование технологии

вибрационного упрочнения [Текст] / А.В. Елисеев, А.Г. Пнев, В.Б. Кашуба, И.С. Ситов / Системы. Методы. Технологии. БрГУ. №3(23). Братск. 2014. С 17-31.

9. Елисеев, А.В. Измерительные устройства для фиксации условий вибрационного взаимодействия при неударживающих связях / А.В. Елисеев, В.Б. Кашуба, Е.В. Каимов // Системы. Методы. Технологии. 2014. № 4 (24). С. 13-20.

10. Елисеев, А.В. Теоретические основы вибрационных технологий: динамические взаимодействия при неударживающих связях [Текст] / А.П. Хоменко, С.В. Елисеев, А.Г. Пнёв, Елисеев А.В. // Ирк. гос. ун-т путей сообщ. – Иркутск, 2015. – 123 с. ил.: – Библиогр.: 113 назв. – Рус. – Деп. в ВИНТИ 12.01.2016 № 16-В2016

ИНФОРМАЦИОННОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

Комраков А.А.

магистрант кафедры ИТУС,
Технологический университет, Россия, г. Королёв

Ступнев В.Ю.

аспирант кафедры ИТУС,
Технологический университет, Россия, г. Королёв

В данной статье рассматриваются вопросы применения информационных технологий для автоматизации средств контроля, сбора, обработки и анализа информации при лабораторно-стендовой и наземной отработке существующих и перспективных образцов высокоточного вооружения. Учитывая потребность в эффективных инструментах работы с возрастающим объёмом данных, а также принимая во внимание исключительную роль информационной составляющей при разработке перспективных образцов ВТО, авторами была разработаны и опробованы подходы к информационному сопровождению процесса проведения испытаний.

Ключевые слова: информационное сопровождение, испытание, информационные технологии, автоматизация.

До активного внедрения цифровых технологий в процесс разработки образцов ракетно-бомбового вооружения, контроль работоспособности изделий во время стендовых испытаний производился с помощью пультов и расположенных на них контрольных ламп. Оператор выполнял последовательность операций по проверке изделия и на основании индикации следил, корректно ли работают все системы контролируемого объекта. В случае сбоя, делалась отметка в журнале, созывалась экспертная комиссия, и путём многократных интерактивных проверок выяснялось, какая система работает не корректно. Глубина контроля изделия была низкая, оперативно и точно выявить причину сбоя было крайне сложно.

Такой подход имел массу недостатков, занимал много времени, требовал многократных включений систем ракеты, имеющих очень ограниченный ресурс, требовал постоянного присутствия специалистов по системам ракеты в испытательных цехах. Так же сложно было документировать результаты испытаний, сравнивать результаты экспериментов, проведённых в разное

время и в разных местах. Из – за этого многие одинаковые проверки приходилось делать многократно.

С началом внедрения цифровых технологий, возможности контроля состояния перспективных образцов высокоточного вооружения значительно расширились. Современные образцы изделий способны формировать данные о сотнях параметров с частотой в тысячи герц. Вместо аналоговых сигналов по информационным каналам на контрольно-проверочную аппаратуру (КПА) поступают массивы цифровых параметров о работе всех систем объекта контроля. Это с одной стороны приводит к лучшему пониманию текущего состояния изделия, а с другой стороны к увеличению объемов информации для анализа.

Количество этих параметров, передаваемых по цифровым каналам передачи данных, постоянно растет. Процесс анализа при использовании традиционных подходов затягивается по времени и становится существенно человекозависимым.

В связи с этим появляется потребность в создании новых эффективных инструментов для работы с возрастающим объёмом данных и информационной поддержки процесса принятия конструкторских и управленческих решений на этапе проведения опытно-конструкторских работ при разработке новых образцов высокоточного вооружения [1, с. 65].

Формально рассматриваемый процесс является частью жизненного цикла изделий и его информационная поддержка должна осуществляться в рамках имеющейся на практически любом современном машиностроительном предприятии информационной системы управления жизненным циклом продукции (PLM).

Но к сожалению несмотря на полноту концепции управления жизненным циклом функции реальных программ как правило сводятся к следующим:

- хранение данных и документов (включая изменения) и обеспечение быстрого доступа к ним;
- электронный документооборот (управление процессами проектирования);
- управление структурой изделия, включая управление конфигурацией;
- ведение классификаторов и справочников.

Сбор и хранение массивов двоичных данных, их обработка и т.п. в реальных системах PLM как правило не предусмотрены или трудно реализуемы и не рациональны.

Неотъемлемой частью испытаний на этапе ОКР является учёт объектов испытаний и их состава. Любые испытания, натурное и полунатурное моделирование проводятся с реальными объектами имеющими соответствующие характеристики, паспорта, историю и т.д. Одной из особенностей объектов испытаний является возможное изменение их свойств и состава на этапе жизненного цикла. Для адекватного анализа данные полученные в ходе любых испытаний должны быть однозначно привязаны к конкретным объектам и информации о их состоянии на момент испытания. Традиционный поштучный складской учёт в данном случае плохо применим. Для возможности

адекватного сопоставления результатов испытаний с реальным объектом и его обликом требуется поэкземплярный учёт с ведением истории всех изменений.

Система поэкземплярного учёта объектов испытаний должна обеспечивать как минимум следующие функции:

- базовые функции, используемые при работе с персистентными хранилищами данных (создание, чтение, обновление, удаление), для хранения важных атрибутов испытываемых устройств;
- хранение информации о местонахождении с учётом иерархической организации как самих изделий, так и мест их возможного нахождения;
- хранение всех изменений произведённых над сопровождаемыми объектами;
- хранение информации об авторстве произведённых изменений;
- контроль доступа;
- хранение оцифрованных копий сопроводительных документов.

Для решения поставленных задач требуется разработка информационной системы, способной взять на себя большую часть рутинной работы, связанной со сбором, обработкой и первичным анализом информации.

При разработке данной системы должны быть решены следующие задачи:

- автоматизированный централизованный сбор и хранение всей телеметрической информации в единой базе данных по каждому контролируемому изделию;
- централизованный сбор и хранение информации как о составных частях, входящих в сопровождаемые изделия, так и информации о движении этих составных частей (поступление, доработка, ремонт, списание);
- централизованный доступ к информации как текущей, так и исторической (при необходимости проведения аналогий);
- унифицированную обработку телеметрической информации;
- выдача информации в различном виде (табличном, текстовом, графическом, смешанном);
- разграничение прав доступа к системе.

С различных точек зрения в системе информационного сопровождения изделий на этапе ОКР можно выделить следующие элементы (рис. 1).

Физические компоненты:

- Стенды проверки изделий;
- Рабочие места пользователей;
- Сервер(а);
- Локальная вычислительная сеть (ЛВС);
- Склады;
- Рабочие места сборки изделий.

Процессы:

- Отправка телеметрических данных(ТЛМ);
- Приём и сохранение ТЛМ в файловый архив;
- Запрос пользователя;

- Ответ пользователю;
- Декоммутиация ТЛМ;
- Отправка пользователю файла.

Подсистемы:

- Система сбора ТЛМ данных;
- Система хранения ТЛМ;
- Система декоммутиации ТЛМ;
- Файловый архив сопроводительных документов;
- Система учёта на базе РСУБД;
- Система профилей для возможности работы с разными типами изделий используя одно и тоже программное обеспечение;
- Система контроля доступа;
- Пользовательский интерфейс.

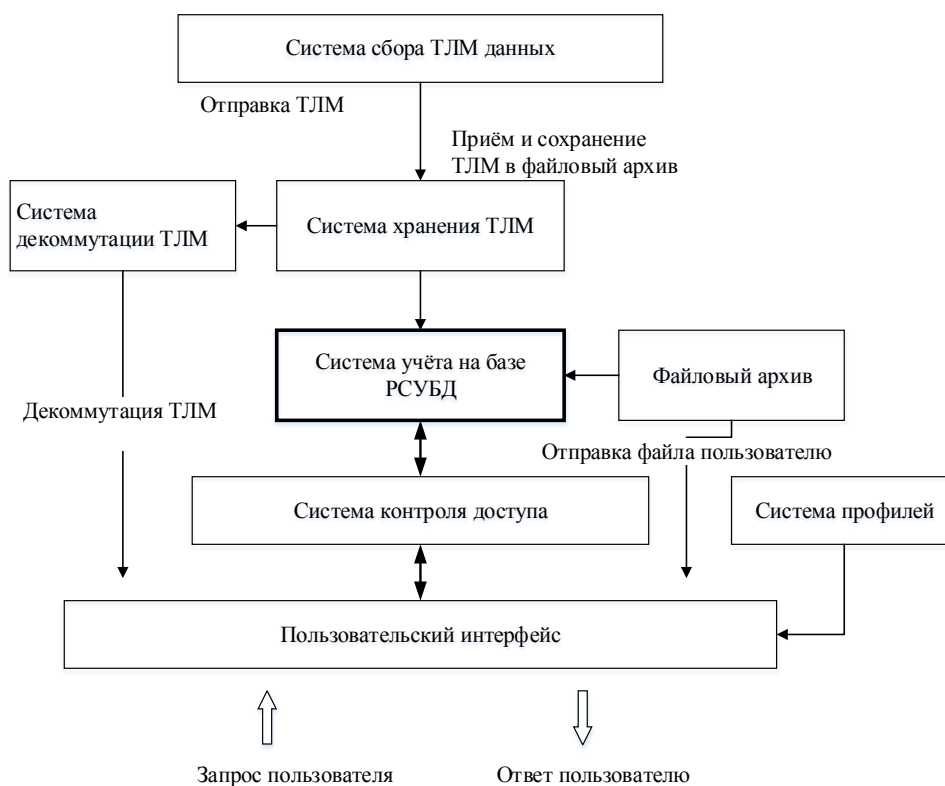


Рис. 1. Структура системы сопровождения изделий

Система сбора данных полученных в ходе испытаний – это комплекс программных и аппаратных средств, осуществляющий автоматизированный сбор информации о значениях физических параметров полученных с помощью контрольно-проверочной аппаратуры, а также первичную обработку, накопление и передачу данных.

Сбор телеметрической информации в рассматриваемом процессе должен происходить автоматически (без участия человека) на единый центральный сервер со всех рабочих мест оснащённых контрольно-проверочной аппаратуры (КПА), подключенных к локальной сети предприятия.

Помимо результатов испытаний на сервер должна быть отправлена дополнительная информация, такая как серийный номер изделия, место про-

верки, дата и время проверки, цель проверки, комментарии оператора, проводившего проверку и т.п.

Для хранения телеметрических данных целесообразно применять сжатие данных без потерь. При использовании популярного формата сжатия данных ZIP коэффициент сжатия телеметрической информации в среднем составляет 7-10.

Простым в реализации и удобным вариантом является формирование сжатого архива в формате zip содержащего результаты проверки и дополнительную информацию в формате xml. После формирования файл должен быть отправлен на сервер через ЛВС. Для передачи предпочтительно использовать протокол FTP, он поддерживается большинством ОС и имеет простую и единообразную систему аутентификации.

При практической реализации данной системы следует учесть, что реализации архиватора ZIP для разных ОС могут использовать разные кодировки для имён файлов использующих национальные символы.

Отправленные файлы попадают в папку на сервере. На стороне сервера должна осуществляется периодическая проверка наличия новых данных, проверка их корректности, регистрация и сохранение в специальный файловый архив. Для оптимального использования системы хранения данных в серверной инфраструктуре предприятия, хранение данных о проверках должно осуществляется в сжатом виде.

Для типового сценария использования хранимых на сервере данных целесообразно использовать распаковку на стороне сервера, и временное хранение распакованных данных на случай повторных запросов.

При проведении испытаний сложных динамических объектов контроль и оценка состояния объекта осуществляются на основе анализа передаваемой с объекта телеметрической информации. Передаваемые данные содержат информацию, полученную от датчиков, установленных на объекте, и представляют собой структурированный двоичный поток. Для извлечения контролируемых параметров из двоичного потока (де-коммутиация параметров) необходимо детальное описание структуры потока.

Для декоммутиации параметров из потока данных программа должна точно знать структуру потока, формат пакетов, размерность и типы данных, формулы преобразования параметров, правила интерпретации функционально зависимых параметров и т.п.

В литературе [6] формально процесс декоммутиации представляется как отображение

$$D: \langle B_1 \dots B_n \rangle \times S \rightarrow \langle P_1 \dots P_k \rangle \quad (1)$$

где $\langle B_1 \dots B_n \rangle$ двоичная последовательность данных; S-набор информации, достаточный для распаковки на наборы измерений отдельных параметров $\langle P_1 \dots P_k \rangle$.

Однако эта формула не отражает того, что на практике часто интерпретация одних параметров может быть функциональна зависима от значений других параметров [7, с. 55].

Правильнее было бы написать так:

$$\left\{ \begin{array}{l} D: \langle B_1 \dots B_n \rangle \times S \rightarrow \langle P_1 \dots P_k \rangle \\ D: \langle B_1 \dots B_n \rangle \times S(P_x) \rightarrow \langle P'_1 \dots P'_m \rangle \end{array} \right. \quad (2)$$

где $P_x \in \langle P_1 \dots P_k \rangle$.

Примером P_x может быть параметр сообщающий о варианте исполнения какого-либо блока, входящего в состав сложной системы, соответственно в зависимости от варианта блока, процедуры интерпретации полученных от него параметров могут различаться.

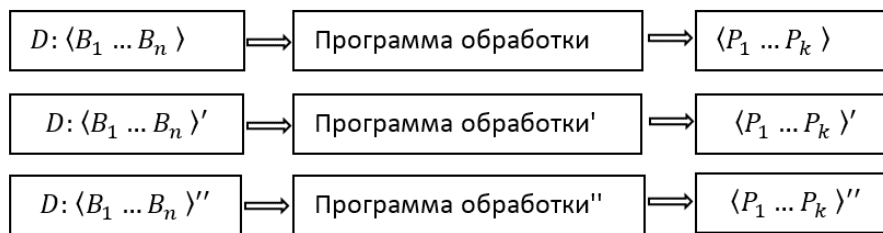


Рис. 2. Традиционный подход

Описание структуры данных внутри программного кода программ обработки имеет существенный недостаток. При любом изменении формата потока требуется внесение соответствующих изменений в исходный код программы. Внесение изменений в программный код всегда связано с вероятностью появления новых ошибок. Сопровождение многочисленных версий программного продукта может стать существенной нагрузкой на штат, занятый сопровождением (см. рисунок 3).

В ряде случаев, когда применение программного обеспечения может приводить к проявлению рисков, обусловленных внутренними свойствами самих программных продуктов, ПО проходит различные независимые экспертизы, на проверку соответствия характеристик программы определенным стандартам. Внесение изменений в код таких программ может быть особенно затруднительным.

На практике целесообразно использовать подход, основанный на онтологии. В данном случае под онтологией понимается некая структура, концептуальная схема, описывающая (формализующая) значения элементов некоторой предметной области. Онтология состоит из набора терминов и правил описывающих связи, правила и ограничения, принятые в этой области.

Технически это может быть реализовано как текстовый файл использующий какой-либо язык разметки, содержащий подробности структуры данных и правила их интерпретации. При использовании такого метода с одной стороны возрастает сложность программы, работающей с данными, с другой стороны мы можем унифицировать ПО.

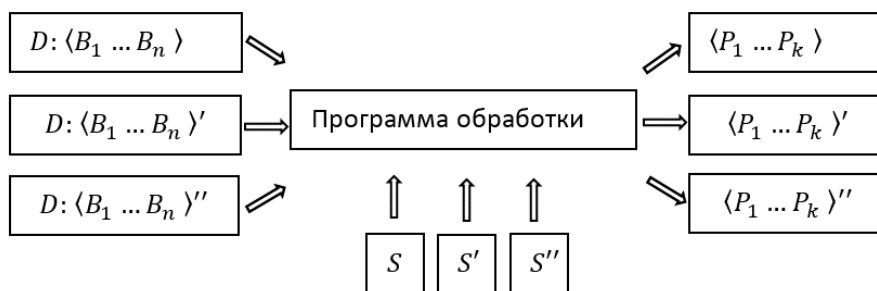


Рис. 3. Предлагаемый подход

При таком подходе набор информации S из формул 1,2 можно считать онтологическим описанием и вынести за пределы программы обработки [2, с. 72].

При разработке пользовательского интерфейса к рассматриваемой системе для минимизации технической поддержки и простоты развертывания целесообразно использовать технологии, применяемые в интернете, основой системы является веб-сервер, на котором расположены все данные и программное обеспечение, а доступ к системе осуществляется через локальную вычислительную сеть с помощью любого стандартного браузера.

Такой подход позволяет свести сопровождение системы к поддержанию работоспособности и актуального состояния только сервера. От рабочих мест пользователей требуется исправный компьютер, подключённый к локальной вычислительной сети предприятия и любой современный браузер. Как правило, какой-либо браузер уже включён в состав любой современной операционной системы. На рисунке 4 приведён вариант необходимых разделов и их иерархия.

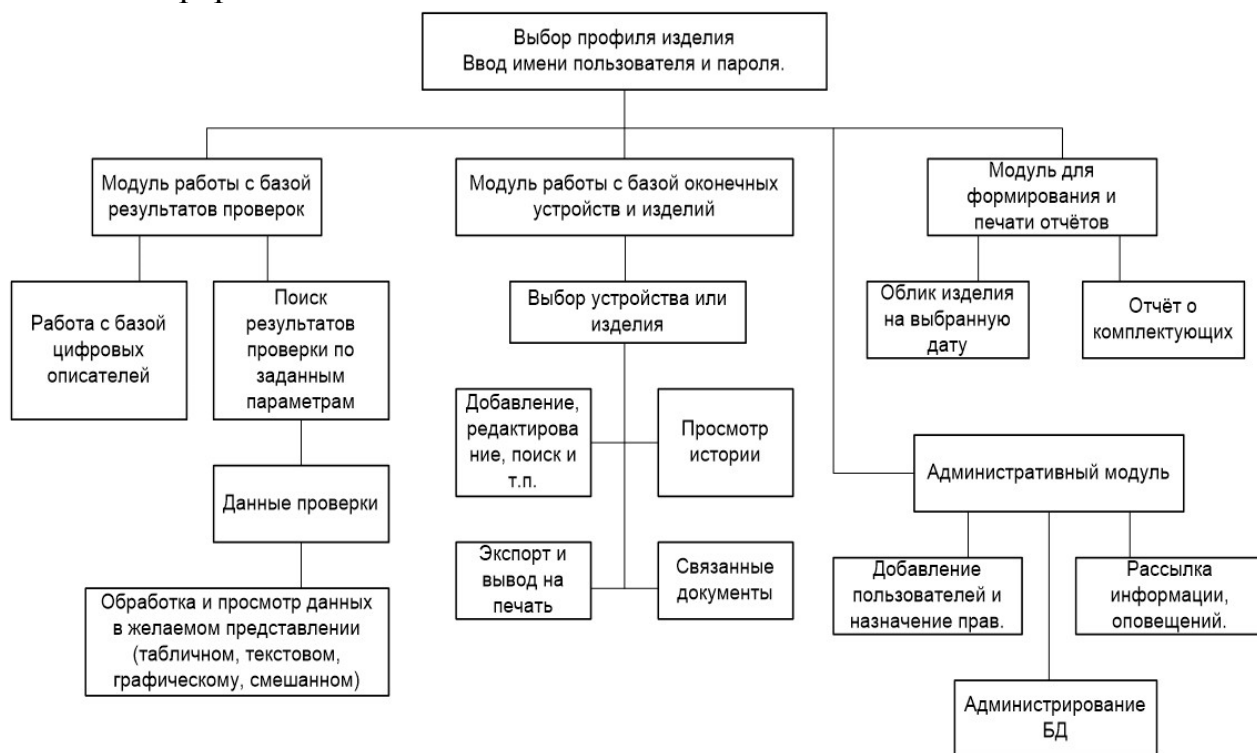


Рис. 4. Схема пользовательского интерфейса

Для представления данных для анализа необходимы средства компьютерной визуализации, представляющие данные в виде оптического изображения. Визуализации при этом зависит не только от характера данных, решаемой задачи, но и от предполагаемой области использования результатов данной визуализации. В зависимости от задач и технических условий визуализация может быть отложенная или в реальном масштабе времени.

Визуализация процессов в реальном времени предназначена для обеспечения оператора информацией необходимой для оперативного принятия решений и выполнения соответствующих действий.

Для индикации состояния объекта могут использоваться:

- отображение контролируемых параметров в виде цифр;
- отображение 3D модели объекта и зоны действия его устройств для визуализации положения в пространстве;
- отображение дискретных параметров в виде индикаторов;
- отображение в виде графиков.

Для возможности отображения графиков и редко меняющихся параметров системе визуализации недостаточно получать текущие или последние известные значения контролируемых параметров. У неё должен быть доступ ко всем уже полученным значениям. Так же как правило значения параметров меняются значительно быстрее чем обновляется изображение на экране монитора, поэтому для корректного отображения может требоваться интерполяция на основе нескольких значений параметра.

Отложенная визуализация предназначена для детального аналитического анализа в процессе опытно-конструкторских работ. Главным приоритетом здесь является не оперативность, а полнота и точность информации, возможность её представления в различных видах, возможность использования различных методов анализа и обработки.

При подготовки данных для визуализации и анализа можно использовать те же системы что и для реального времени.

Таким образом, внедрение современных технологий в процесс оценки работоспособности перспективных образцов высокоточного вооружения, заставил кардинально пересмотреть как применяемые подходы к аппаратной реализации контрольно-проверочной аппаратуры, так и методы работы с полученной информацией.

В свою очередь, концепция централизованного хранения разнотипной информации (состав контролируемых объектов, история эволюции программного обеспечения, результаты экспериментов и т.п.) открывает принципиально новые возможности, порождает некоторый синергетический эффект. Как результат таких «второстепенных» (изначально не закладываемых) возможностей стало, например, возможность учета наработки по каждой составной части в отдельности или возможность расчета коэффициента безотказности составной части на основе статистической выборки.

Список литературы

1. Ступнев В.Ю., Комраков А.А. Система информационного сопровождения изделий на этапе проведения опытно-конструкторских работ // Труды МАИ. 2011. № 45. С. 65.

2. Комраков А.А. унификация программного обеспечения для декомпозиции телеметрических данных // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. 2014. № 5-3. С. 71-74.

3. Артюшенко, В. М. Современные исследования в области теоретических основ информатики, системного анализа, управления и обработки информации // В.М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, И.М. Белюченко, Н.А. Васильев, В.Н. Зиновьев, Ю.В. Стреналюк, Г.Г. Вокин, К.Л. Самаров, М.Е. Ставровский, С.П. Посеренин, И.М. Разумовский, В.Ю. Фоминский. Монография / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – Королев, ГБОУ ВПО ФТА, 2014. – 318 с.

4. Артюшенко, В. М. Исследование параметров модели потока ошибок в дискретных каналах связи // Научный журнал. Вопросы региональной экономики. № 1(6), 2011. С. 96-107.

5. Артюшенко, В. М., Чекмаев С.Ю. Анализ влияния величины квантования сигнала по времени на запаздывание в канале регулирования // Научный журнал. Вопросы региональной экономики. №3, 2010. С. 38-50.

6. Васильев А.В., Геппенер В.В., Дерипаска А.О., Жукова Н.А., Тристанов А.Б. Организация процесса обработки телеметрической информации с использованием технологии семантических веб-служб // Компьютерные и информационные технологии в науке и образовании, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2010.

7. Комраков А.А., Аббасова Т.С. Восстановление и проверка корректности телеметрических данных // Информационно-технологический Вестник. – № 2(04). – 2015. – С. 55-64.

ВНЕДРЕНИЕ CITRIX PROVISIONING SERVICES В СУЩЕСТВУЮЩУЮ СТРУКТУРУ ТЕРМИНАЛЬНЫХ СЕРВЕРОВ ОРГАНИЗАЦИИ

Лазарева Н.Б.

старший преподаватель кафедры прикладной математики,
Тихоокеанский государственный университет, Россия, г. Хабаровск

Статья описывает процесс внедрения Citrix Provisioning Services, содержит сравнительный анализ двух схем организации серверов RDS.

Ключевые слова: Citrix, Provisioning Services, PVS, мастер-диск, виртуализация.

Citrix Provisioning Services (далее Citrix PVS) – программный комплекс, разработанный компанией Citrix, предназначенный для создания гибкой, управляемой структуры однотипных серверов любого назначения, а так же для экономии аппаратных ресурсов, на которых эти сервера располагаются.

В процессе роста любая организация приходит к тому, что серверов, предоставляющих один и тот же сервис, становится много – десятки, сотни и тысячи. Таких примеров много – VDI, фермы RDS и прочее. Очевидно, что вместе с ростом появляется ряд проблем, таких как:

1) Сложность в обслуживании. Когда в распоряжении есть два-три сервера и на них необходимо установить обновление, это не является проблемой. Но если серверов десятки и больше, то здесь приходится использовать программное обеспечение для автоматизированной установки. Казалось

бы, это может быть решением, если бы не одно «но» – в этом случае нужно быть твердо уверенным, что обновление успешно установилось на все сервера и работает корректно, либо же нужна система тестирования корректности установки.

2) Управление количеством. Добавление однотипных серверов к уже существующим даже при помощи шаблонов – достаточно затратная по времени процедура, в основном из-за необходимости создания копии файла жесткого диска, который может оказаться достаточно большим.

Каждый из таких серверов требует определенных процессорных мощностей, оперативной памяти и дискового пространства сетевого или локального хранилища. Если с процессорными мощностями и оперативной памятью все понятно – их потребление в основном определяется сервисами, которые расположены на серверах, то с дисковым пространством можно поработать в смысле оптимизации. Логично предположить, что однотипные по своей сути сервера имеют очень много общего в плане данных, которые они хранят на своих жестких дисках. То есть, если мы разворачиваем новые сервера из шаблонов, то в момент создания они представляют собой клонов друг друга. И на нашем сетевом или локальном хранилище создаются абсолютно идентичные файлы жестких дисков этих серверов. Отсюда происходит идея создать один единственный файл жесткого диска сервера (так называемый золотой диск или мастер-диск) и запускать на его основе множество однотипных серверов.

Рассмотрим, какие преимущества это дает.

1) Решается проблема сложности в обслуживании. Теперь, для того чтобы внести изменения в большое количество однотипных серверов достаточно внести изменения в мастер-диск и перезапустить сервера, которые его используют.

2) Частично решается проблема управления количеством. Теперь, если новый сервер или несколько серверов создаются из шаблона, нет необходимости создавать копию файла жесткого диска. Достаточно создать сервер с необходимыми параметрами и привязать к нему уже существующий мастер-диск.

3) Происходит существенная экономия места на сетевом или локальном хранилище – приблизительно кратно количеству серверов, использующих мастер-диск.

4) После перезагрузки сервера, использующего мастер-диск, все данные, которые были записаны до перезагрузки – исчезнут, что защищает сервер от накопления мусора и появления возможных систематических ошибок.

Citrix PVS базируется на идее использования мастер-дисков, а так же предлагает удобный инструментарий для управления серверами, которые используют мастер-диски.

Рассмотрим процесс замены существующих однотипных терминальных серверов на сервера, использующие мастер-диски с использованием Citrix PVS.

Рассмотрим схемы текущей организации терминальных серверов и перспективной, к которой планируется прийти с использованием Citrix PVS.

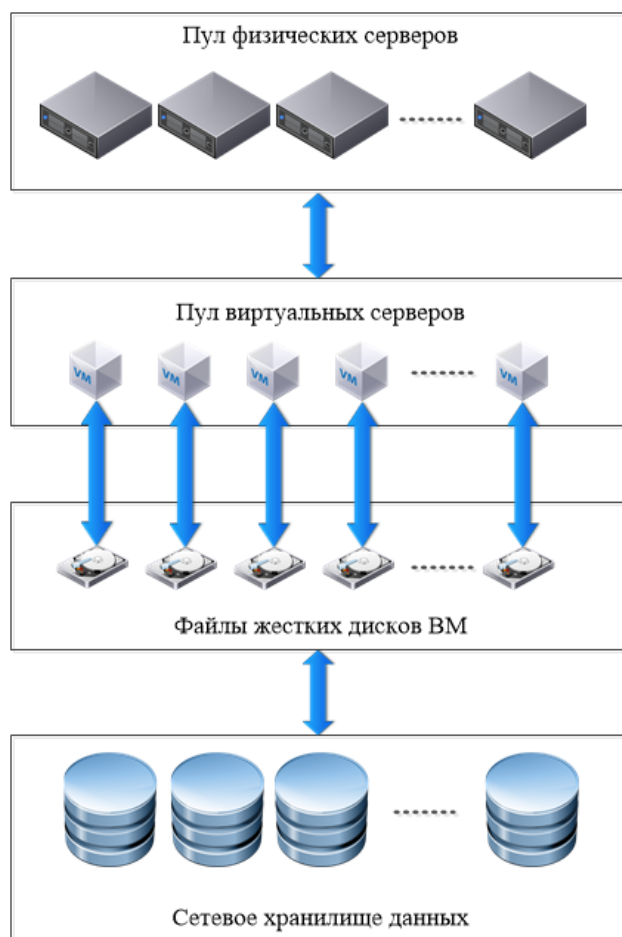


Рис. 1. Текущая схема организации

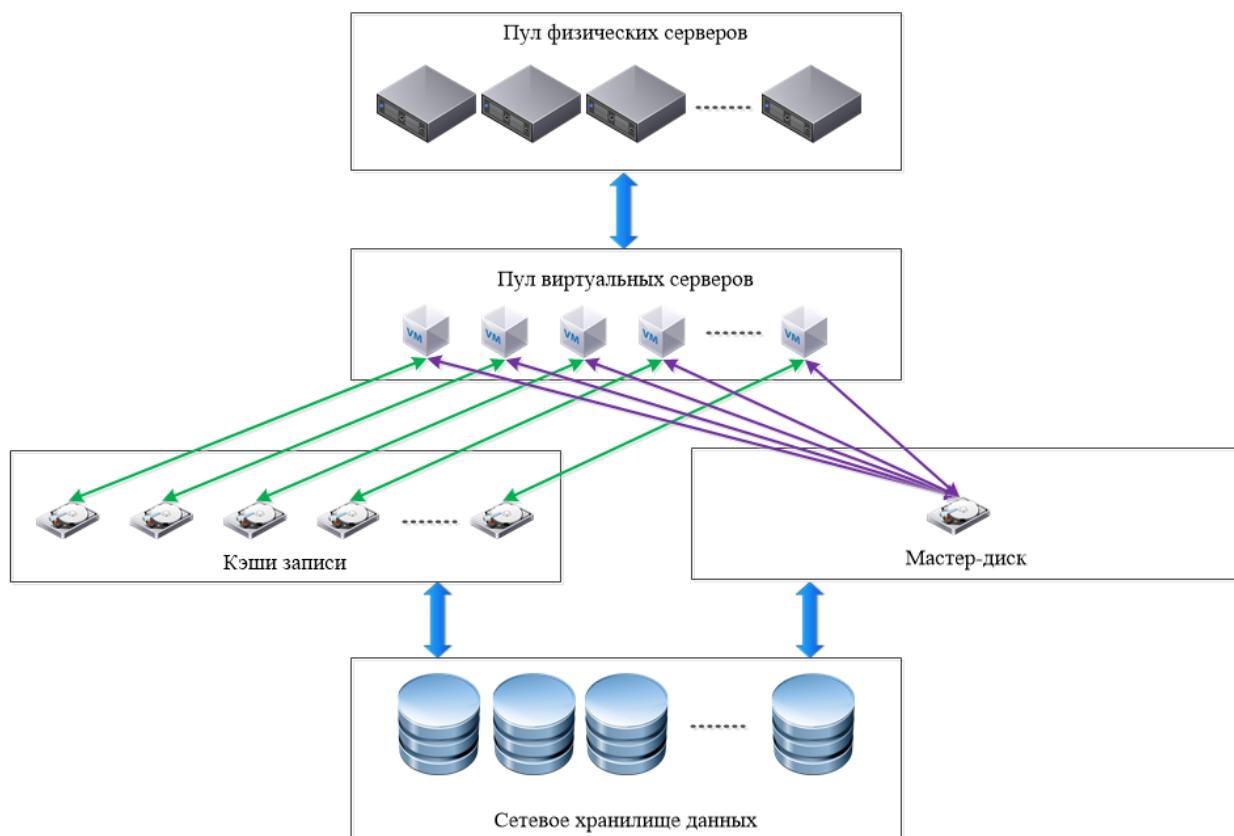


Рис. 2. Перспективная схема организации

Как видно из схем, в организации используются виртуальные сервера с единым сетевым хранилищем данных. В статье [1] описана возможная конфигурация физического сервера, который может использоваться в пуле физических серверов в качестве вычислительной ноды.

В текущей схеме каждому виртуальному серверу сопоставлен свой файл жесткого диска, который хранится на сетевом хранилище. Каждый виртуальный сервер работает со своим файлом, который для него является ничем иным как жестким диском, доступным для операций чтения и записи.

В перспективной схеме все виртуальные сервера используют единый мастер-диск, который хранится на сетевом хранилище, и доступен только для операций чтения. Однако, для серверов необходимо выполнение и операций записи – для этого создаются отдельные файлы-кэши записи. В данном примере они хранятся на сетевом хранилище и в них виртуальные сервера производят операции записи. При этом для самого виртуального сервера такая структура скрыта, он работает так, как будто в его распоряжении обычный жесткий диск, доступный для операций чтения и записи.

Терминальные сервера в силу специфики применения в основном выполняют операции чтения со своих дисков, поэтому кэши записи серьезно расти в размерах не будут. Как уже было сказано выше, перезагрузка виртуального сервера приводит к сбросу кэша записи, и сервер вновь будет выглядеть так, как в момент создания.

Существующая схема RDS организации архитектурно выглядит следующим образом. На двух сетевых хранилищах созданы по одному луну высокой доступности объемом 1,5Тб каждый. Эти луны презентованы десяти вычислительным нодам и средствами системы виртуализации объединены в единый пул суммарным объемом 3Тб. На вычислительных нодах запущены виртуальные однотипные сервера RDS по 4 на каждой ноде. Жесткие диски серверов RDS располагаются в едином пуле и занимают в нем 60Гб каждый. Суммарно жесткие диски всех серверов RDS занимают 2,4Тб.

В дополнение к вышесказанному укажем, что в сети, в которой расположены сервера RDS, есть действующие отказоустойчивые DHCP- и SQL-сервера.

Внедрение Citrix PVS произведем согласно следующему плану.

1. На двух сетевых хранилищах создаем по одному луну высокой доступности объемом 200Гб каждый.

2. На двух сетевых хранилищах создаем по одному луну высокой доступности объемом 100Гб каждый.

3. Луны объемом 100Гб каждый презентуем вычислительным нодам и объединяем в единый пул суммарным объемом 200Гб.

4. Разворачиваем на вычислительных нодах два виртуальных сервера, располагая их жесткие диски объемом 50Гб в едином пуле. Эти сервера будут образовывать ферму PVS, которая позволит разворачивать сервера RDS с помощью PVS, а также управлять ими. Кроме того, они будут хранить мастер-образы серверов RDS.

5. Луны объемом 200Гб каждый презентуем напрямую серверам фермы PVS по одному на каждый сервер в качестве второго диска.

6. На серверах фермы PVS устанавливаем программное обеспечение Citrix PVS, а конкретно серверную компоненту и консоль управления. Создаем новую ферму PVS, разместив ее базу данных на действующем SQL-сервере, а так же указав вторые диски (объемом 200Гб каждый) в качестве хранилищ мастер-дисков.

7. На вычислительных нодах разворачиваем виртуальный сервер RDS, жесткий диск которого размещаем в едином пуле и указываем его размер 60Гб.

8. С помощью Citrix Provisioning Wizard преобразуем жесткий диск сервера RDS в мастер-диск и размещаем его на каждом сервере фермы PVS в хранилище. Указываем место размещения файлов-кэшей записи – в хранилище, рядом с мастер-дискон.

9. Выключаем сервер RDS и удаляем его жесткий диск в настройках виртуальной машины. Преобразуем этот сервер в шаблон виртуальной машины.

10. Из полученного шаблона создаем 40 виртуальных серверов RDS (по 4 на каждую вычислительную ноду).

11. В консоли управления Citrix PVS создаем 40 записей серверов, в настройках которых указываем MAC-адреса 40-ка виртуальных серверов, созданных на этапе 10. Указываем для этих 40 записей использовать в качестве жесткого диска мастер-образ, расположенный в хранилище. Создаем для 40 записей учетные записи в Active Directory.

12. Запускаем виртуальные сервера на вычислительных нодах.

После того, как сервера загрузятся и к ним применятся корпоративные настройки, в нашем распоряжении будет полностью готовая к работе структура RDS, использующая единый мастер-образ.

План, приведенный выше, предусматривает создание отказоустойчивой структуры. При отказе одного из сетевых хранилищ, отказе сетевых коммуникаций между одним из сетевых хранилищ и вычислительными нодами, отказе одного из серверов фермы PVS, отказе луна высокой доступности на одном из сетевых хранилищ, отказе мастер-диска на одном из серверов фермы PVS, отказе серверной компоненты на одном из серверов фермы PVS, как минимум половина серверов RDS останется в работоспособном состоянии. Предусматривается, что сервера RDS разделены пополам: первые 20 серверов используют мастер-диск на первом сервере фермы PVS, вторые 20 – на втором.

Подсчитаем выгоду от экономии пространства на сетевых хранилищах. Грубую оценку можно произвести, сравнив размеры созданных лунов – в исходной схеме 3Тб против 600Гб в полученной, что означает экономию в размере 2,4Тб. Однако, если луны высокой доступности изначально были созданы с использованием технологии Thin Provisioning (к Citrix Provisioning Ser-

vices отношения не имеет), то необходимо подсчитать фактическое потребление места на сетевых хранилищах. В исходной схеме, как уже было подсчитано, фактическое потребление составило 2,4Тб.

В полученной схеме один сервер фермы PVS занимает 50Гб под нужды системного диска, а также содержит в хранилище мастер-диск объемом 60Гб и файлы-кэши 20-ти серверов RDS, которые занимают в пике порядка 5% объема мастер образа. Итого один сервер фермы PVS занимает до 170Гб. Так как мы развернули два сервера фермы PVS, то суммарное потребление места составляет 340Гб. Соответственно, экономия составляет до 2,64Тб. Запас на лунах, презентованных вычислительным нодам и серверам фермы PVS, в размере 260Гб предназначен для создания копий мастер-дисков, что может потребоваться для внесения изменений в сервера RDS, а также для возможного добавления дополнительных серверов фермы PVS для обеспечения большей отказоустойчивости и уменьшения загруженности сетевых интерфейсов.

Отдельно стоит отметить, что полученные сервера RDS, развернутые с использованием одного мастер-диска, имеют одинаковые системные идентификаторы. В случае использования WSUS в организации (развертывание этого сервиса рассмотрено в статье [2]) сервера RDS будут видны в консоли RDS как один сервер, поскольку системный идентификатор является критерием уникальности сервера. Чтобы исправить данную проблему, можно использовать небольшой скрипт, который каждый раз будет вызываться при запуске каждого сервера RDS:

```
net stop wuauserv
```

```
del %systemroot%\SoftwareDistribution /f/s/q
```

```
del %systemroot%\windowsupdate.log /f/q
```

```
REG DELETE "HKLM\SOFTWARE\Microsoft\Windows\CurrentVersion\WindowsUpdate" /va /f  
wuauctl /a /detectnow
```

Таким образом, в статье была доказана существенная экономия места на сетевом хранилище, а так же описаны методы упрощения управления и изменения фермы RDS путем внедрения Citrix Provisioning Services.

Список литературы

1. Лазарева Н.Б., Лазарев В.К. Разработка виртуальных структур корпоративной сети // Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ». 2014. Том 5, №4. С. 817-822. <http://pnu.edu.ru/ru/ejournal/about/>
2. Лазарева Н.Б., Лазарев В.К. Установка обновлений для систем на базе Microsoft Windows средствами Windows Server Update Services // Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ». 2015. Том 6. №1. С. 213-219. <http://pnu.edu.ru/ru/ejournal/about/>
3. Citrix Provisioning Services, официальная документация, <https://docs.citrix.com/en-us/provisioning/7-6.html>
4. Provisioning Services for XenApp – Reference Architecture, официальный документ, <http://support.citrix.com/article/CTX120512>

АНАЛИЗ ПОТЕРЬ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ДВИЖЕНИИ АВТОМОБИЛЯ

Лапшин В.П.

доцент кафедры «Автоматизации производственных процессов»,
канд. техн. наук, доцент, Донской государственной технической университет,
Россия, г. Ростов-на-Дону

Арстанов Д.Т., Золотова Е.С.

студенты, Донской государственной технической университет,
Россия, г. Ростов-на-Дону

Рассмотрены вопросы формирования потерь при движении колесного транспортного средства как функции координат состояния этого движения. Оценены основные подходы к описанию возникающих при движении транспортного средства потерь энергии. Приведен сравнительный анализ вклада в динамику транспортного средства потерь при движении.

Ключевые слова: потери при движении, контакт колеса, сила сопротивления, трение качения.

Существенной значимостью при формировании математических моделей описывающих динамику транспортных средств, является проблема оценки сил сопротивления препятствующих движению транспортного средства. Главной особенностью, при этом является оценка силы трения качения, которая в классическом варианте постоянна для всего диапазона скоростей транспортного средства, а реально существенно зависит от динамики транспортного средства [1, с. 896]. Экспериментальная зависимость коэффициента сопротивления движению автомобиля с радиальными шинами показывает сначала уменьшение этого коэффициента в диапазоне скоростей от 50 км/ч до 100 км/ч, а начиная с 100 км/ч значительное увеличение [2, с. 85].

Потери при движении

Разделим движение колеса на два режима, режим ведомого колеса и режим ведущего колеса, хотя режимов может быть больше [9, с. 109]. Начнем анализ с ведомого колеса, на которое действуют следующие силы (см. рис. 1).

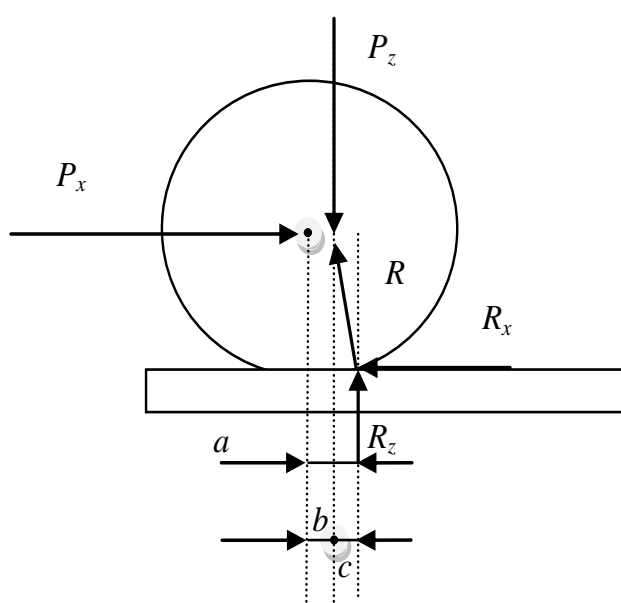


Рис. 1. К пояснению возникновения силы трения качения для ведомого колеса

В ведущем режиме, на ось колеса в продольном направлении прилагается толкающая сила P_x , которая вызывает смещение оси в этом направлении на величину c [7, с. 352]. Нормальная реакция смещается от проекции оси на величину $b=a-c$. Сила R являющаяся равнодействующей сил реакции R_x и R_z направленная к оси колеса уравнивает P_x и P_z . Одновременно нормальная реакция R_z опорной поверхности за счет смещения на величину $a=L/2$ создает момент

$$M_f = \frac{L}{2} R_z \quad (1)$$

который направлен в противоположную сторону направлению качения колеса и препятствует этому движению, этот момент принято называть моментом трения качения [1, 2, 7]. Анализ полученной зависимости (1) показывает, момент сопротивления качению прямо зависит от величины радиальной деформации колеса, но реальные потери на преодоление трения качения не определяются исходя из этого выражения. Как показывает практика [6, с. 338], трение качения существенно зависит от скорости движения транспортного средства. К примеру, в автомобильной технике, где потери оценивают относительно скорости поступательного движения автомобиля, сила трения определяется как [9, с. 109]:

$$F_f = f_k R_z, \quad (2)$$

где f_k так называемый коэффициент сопротивления качению. Несмотря на то, что f_k называют коэффициентом, ведет себя он совершенно по-другому. Многочисленные эксперименты, проведенные в автомобильной технике, показали, что f_k является сложной функцией многих параметров как самой шины, так и координат движения транспортного средства. К примеру, зависимость коэффициента сопротивления качению от величины относительной вертикальной деформации представлена в [1, с. 896], может быть представлена следующим экспериментальным графиком (см. рис. 2).

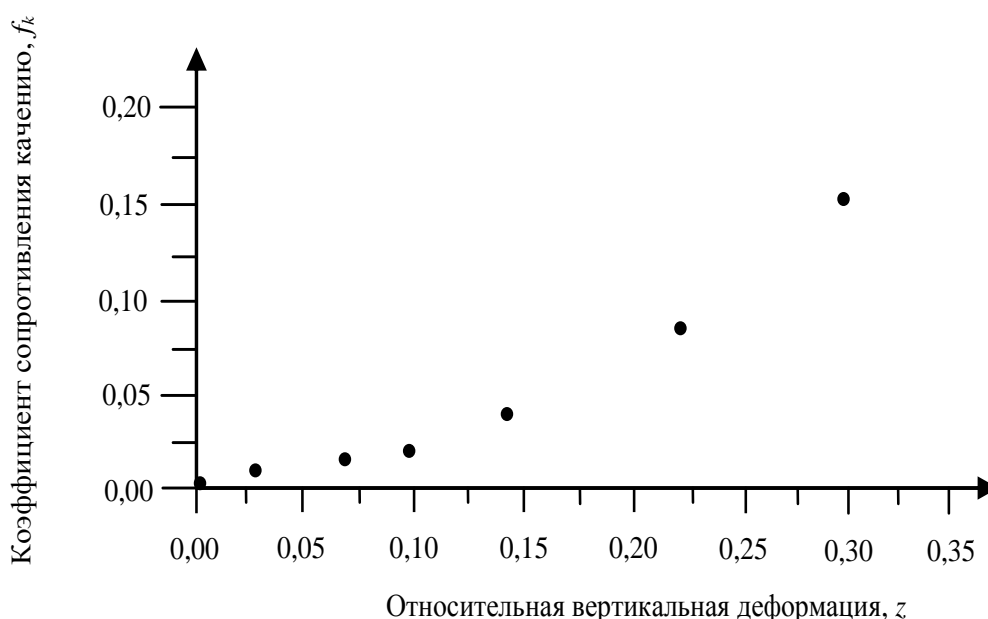


Рис. 2. Экспериментальная зависимость коэффициента сопротивления качению от величины радиальной деформации колеса (воспроизведено из [1, с. 896])

Как видно из рис. 2 коэффициент сопротивления качению нелинейно зависит от величины радиальной деформации колеса. В отличие от наших предыдущих рассуждений (см. рис. 1 и выражение 2), зависимость, представленная на рис. 2, не может быть определена, как линейная от величины L – длины площадки контакта.

Потери при качении во многом определяются внутренними процессами, проходящими в материале колеса, для автомобильного транспорта, где существуют большие различия между шинами разных типов, потери на трение качения больше обусловлены внутренним гистерезисом в материале шины при формировании площадки контакта и ее восстановлении после этого. Помимо гистерезисных потерь, присутствуют потери вызванные трением скольжением между шиной и поверхностью дороги, сопротивлением воздуха внутри шины, а также вентиляторный эффект возникающий вследствие вращения колеса с шиной. Распределение потерь для перечисленных случаев при скоростях 128-152 км/час, примерно следующее [3, с. 281]: гистерезисные потери составляют около 90%, трение между шиной и поверхностью дороги около 5%, остальные потери на циркуляцию воздуха и вентиляторный эффект. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что коэффициент сопротивления качению действительно наибольшим образом будет определяться величиной радиальной деформации или, что равнозначно длиной площадки контакта, так как именно радиальная деформация, которая существенно превышает все остальные виды деформации, будет основой гистерезисных потерь.

При качении деформируемого колеса, постоянно происходит процесс его радиальной деформации с формированием площадки контакта, а после выхода деформированной части колеса из контакта восстановление, в зависимости от типа шины, этот процесс будет иметь разный характер. Но каким бы не был тип шины ее нужно определенное время на формирование площадки контакта и время на восстановление материала шины после выхода из контакта. В случае если времени на этот процесс становится недостаточно, к примеру, при росте скорости вращения колеса, сопротивление качению начинает сильно расти [3, с. 281]. В случае применения современных радиальных шин, вид зависимости коэффициента сопротивления от скорости транспортного средства будет выглядеть, так как это представлено на рис. 3.

Как видно из рис. 3, при увеличении скорости движения транспортного средства наблюдается некоторое понижение коэффициента сопротивления, но затем при приближении к 100 км/ч происходит нарастание потерь на трение качения, которые, при приближении характеристики к 200 км/ч, более чем удваиваются. Надо отметить, что падающая часть зависимости (рис. 3) отсутствует в случае применения диагональных шин, но в целом для этого типа шин поведение коэффициента сопротивления качению при изменениях скорости транспортного средства аналогично. Резкий рост зависимости при приближении к 200 км/час объясняется ростом колебаний в каркасе шины, а при высоких скоростях будет наблюдаться явление так называемой «стоячей волны», которая возникает в связи с невозможностью восстановления про-

тектора шины [3, с. 281]. Образование стоячей волны приводит к увеличению амплитуды колебаний протектора и как следствие росту гистерезисных потерь, в результате чего происходит выделение большого количества тепла, после чего возможно повреждение шины (взрыв). Исходя из этого, шины имеют верхний предел безопасности, который ограничивает их эксплуатацию выше определенных скоростей.

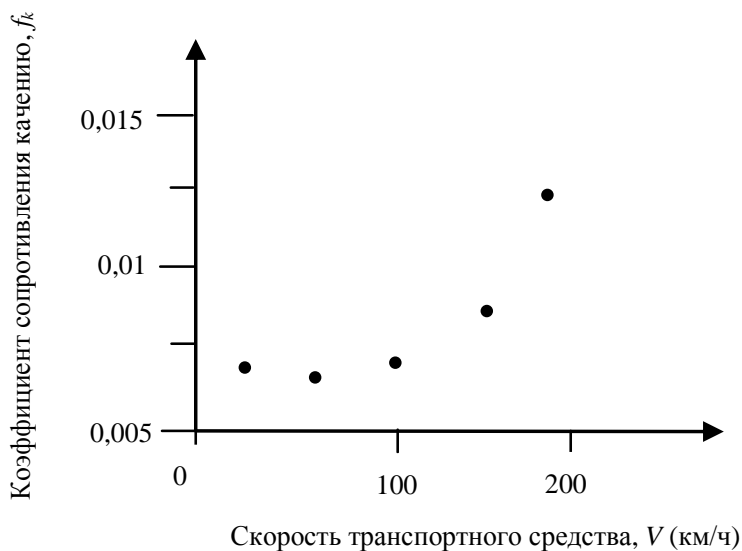


Рис. 3. Зависимость коэффициента сопротивления (Воспроизведено из [3, с. 281])

Математические модели, описывающие зависимость коэффициента сопротивления качения от скорости транспортного средства, такие как зависимость, представленная на рис. 3, носят параболический характер, к примеру, широкое распространение получила следующая модель [9, с. 109]:

$$f_k = f_0(1 + A_f V^2), \quad (3)$$

где f_0 - коэффициент сопротивления качению при скорости близкой к нулю, A_f – коэффициент учета влияния скорости. При использовании выражения (3) значения коэффициентов входящих в зависимость подбирают исходя из особенностей конструкции (свойств) шины, качества дороги и вида транспортного средства (таблицы 1 и 2).

Таблица 1

Значение f_0 -коэффициента сопротивления качению (воспроизведено из [9])

Состояние сухой асфальтобетонной дороги	хорошее	0.008 – 0.015
	удовлет.	0.015 – 0.03
Обледенелая асфальтобетонная дорога		0.015- 0.025
Гравий укатанный		0.02 – 0.025
Состояние булыжника	хорошее	0.025 – 0.03
	удовлет.	0.035 – 0.05
Укатанная грунтовка	сухая	0.025 – 0.035
	мокрая	0.05 – 0.15

Значение A_f – коэффициента учета влияния скорости (воспроизведено из [9])

Тип автомобиля	Размерность скорости V	
	(км/час)	(м/с)
Легковой	$(4-5) * 10^{-5}$	$(5-6.5) * 10^{-4}$
Грузовой	$(2-3) * 10^{-5}$	$(2.6-3.9) * 10^{-4}$

Вариация коэффициента f_0 (см. таблицу 1) обусловлена состоянием дороги, к примеру, при увеличении количества и величины неровностей этот коэффициент растет, что обусловлено ростом деформаций каркаса шины и, как следствие, увеличением потерь на гистерезис. Коэффициент A_f (см. табл. 2) существенно зависит от вида транспорта для грузового транспорта он меньше, этот эффект обусловлен большим радиусом колеса и увеличенной жесткостью колеса грузового транспорта. Так в [3, с. 281] приводится зависимость коэффициента сопротивления качению от размера шин (грузоподъемности) (рис. 4).

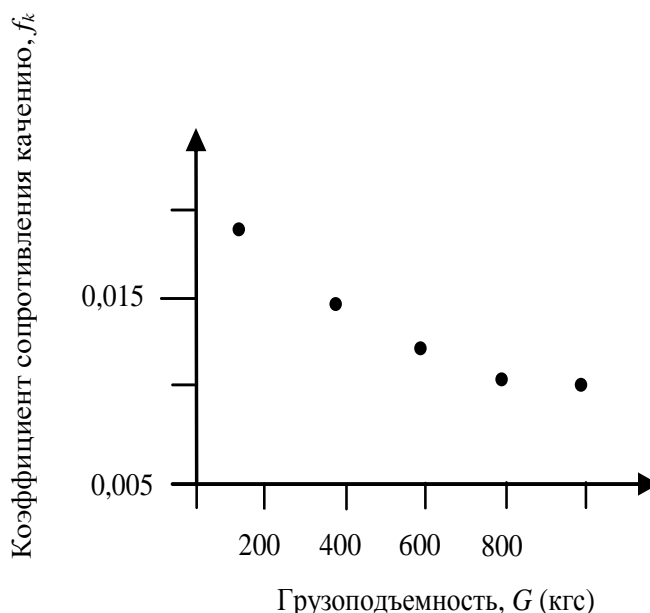


Рис. 4. Изменение коэффициента сопротивления качению (взято из [3, с. 281])

Как видно из рис. 4, коэффициент сопротивления качению с увеличением грузоподъемности шин падает, это связано с увеличением жесткости этих шин. К сожалению, увеличение жесткости шин для легковых автомобилей приведет к уменьшению комфортабельности поездки пассажиров, а также к уменьшению тяговых характеристик из уменьшения площадки контакта колеса и поверхности дороги. Представляет интерес изменение характеристики представленной на рис. 3 для различных значений давлений воздуха в шинах транспортных средств (см. рис. 4), результаты такого рода экспериментов также приведены в [3, с. 281].

Зависимости, представленные на рис. 5, были получены в экспериментах с легковыми автомобилями на гладком, твердом дорожном покрытии,

при этом эксперименты проводились на всем диапазоне представленных скоростей [3, с. 281]. Как видно, из приведенных на рис. 5, экспериментальных характеристик эффект роста сопротивления качения с увеличением скорости транспортного средства, пропадет с повышением жесткости шин. В отношении железнодорожного транспорта можно отметить, что эффекта роста коэффициента сопротивления с увеличением скорости там не наблюдается [8, с. 408].

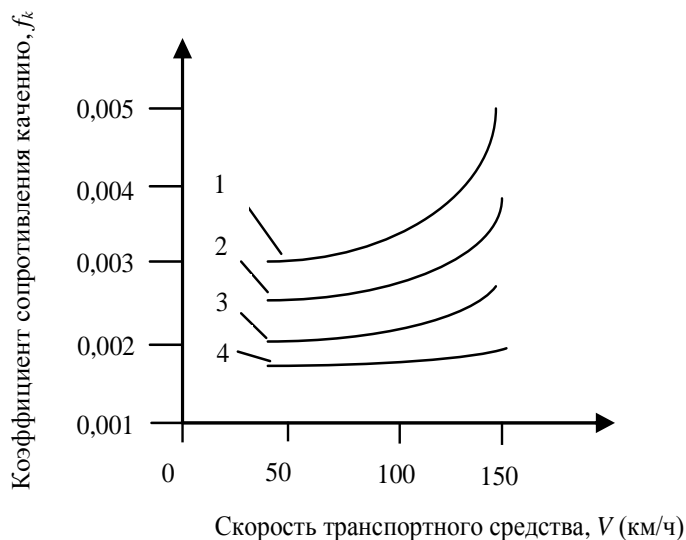


Рис. 5. Изменение коэффициента сопротивления качению при изменении давления воздуха в шинах (взято из [10]), 1- $p_{\omega}=1.25$, 2- $p_{\omega}=1.7$, 3- $p_{\omega}=2.5$, 4- $p_{\omega}=4.9$ кг/см²

Отметим, что с увеличением времени эксплуатации автотранспорта шины разогреваются, в результате подымится температура воздуха внутри шины, что в конечном итоге приводит к росту жесткости шины и уменьшению коэффициента сопротивления качению. Для автотранспорта характерно при разогреве холодной шины, падение коэффициента сопротивления качению на 20%. Остальные параметры характерные для колес автотранспорта также влияют на коэффициент сопротивления качению, но уже значительно меньше, чем скорость транспортного средства и жесткость шины. Из остальных параметров влияющих на потери при движении наибольшее внимание уделяется углам развала и схождения, с увеличением которых прогрессивно растет коэффициент сопротивления качению, и степень износа рисунка протектора, с увеличением которой коэффициент сопротивления почти линейно уменьшается.

Зависимость, представленная выражением (3), отражает изменения коэффициента сопротивления качению достаточно близко в некотором среднем диапазоне скоростей, но при скорости транспортного средства больше 150 км/час она начинает сильно отклоняться от экспериментальных значений. К примеру, в [9, с. 109] приводят следующие сравнительные графики (рис. 5).

Характеристики, приведенные на рис. 5, построены для радиальных шин легкового автомобиля [9, с. 109]. Экспериментально определенные зависимости, представленные на рис. 3, 4 получены методом выбега [5, с. 280].

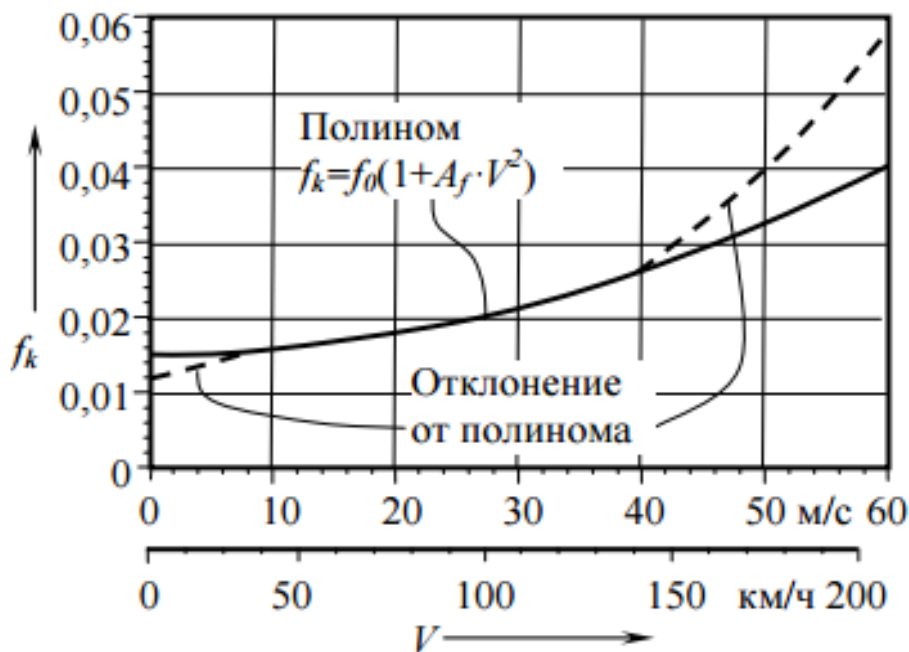


Рис. 5. Сравнение зависимости (3) и реального изменения коэффициента сопротивления качению (взято из [9, с. 109])

При проведении оценки потерь на трение качение методом выбега сложно учесть влияние аэродинамической составляющей, поэтому, как правило, скорость автомобиля стараются не завышать, так в [5, с. 280] скорость не превышала 15-20 км/час, в работе [4, с. 380] определяют коэффициент сопротивления качению при начальной скорости 50 км/час. Зависимости, полученные в этих работах, подобны зависимостям, приведенным на рис. 3 и 4, но интерпретация их несколько отлична от выражения (3), хотя и носит параболический характер.

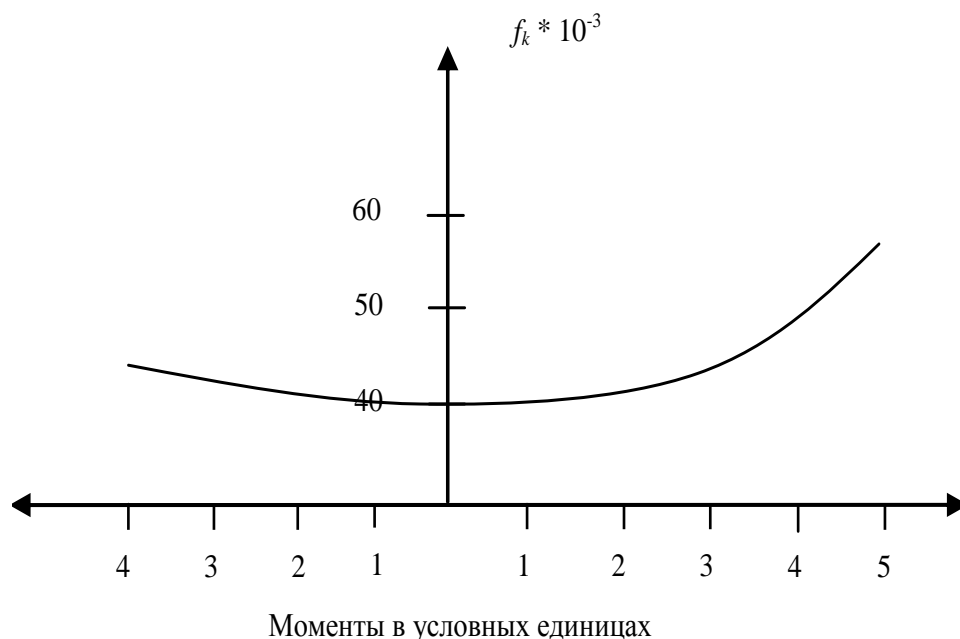


Рис. 6. Зависимость коэффициента сопротивления качению от приложенных к колесу моментов (воспроизведено из [10])

Относительно ведущего режима работы колеса, потери при качении

несколько зависят от величины приложенного момента, к примеру, в [3, с. 281] представлена следующая экспериментальная зависимость (см. рис. 6).

Как видно из рис. 6 сопротивлению качению несколько нарастает, для ведущего колеса с увеличением приложенного момента, но в случае торможения значительного роста не наблюдается.

Таким образом, основные потери автомобиля при движении существенно зависят от скорости движения транспортного средства, но помимо этого есть множество других факторов влияющих на величину этих потерь. Дальнейшим развитием представленной работы нам видится синтез непротиворечивой математической модели отражающей всю совокупность выявленных нами явлений.

Список литературы

1. Автомобильный справочник [Текст]: перевод с англ. – первое русское издание. – М.: Изд-во «За рулём», 2000. – 896 с.
2. Балакина Е.В. О расположении зон трения покоя и скольжения в пятне контакта эластичного колеса с твёрдой опорной поверхностью / Е.В. Балакина, Н.М. Зотов, Д.А. Марухин // Изв. ВолгГТУ. Серия «Наземные транспортные системы». Вып. 4: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. – Волгоград, 2011. – № 12(85)
3. Вонг Дж. Теория наземных транспортных средств. – М.: Машиностроение. - 1982, 281 с.
4. Енаев, А.А. Определение топливно-экономической характеристики автомобиля при движении по неровной дороге: труды Братского государственного технического университета (Естественные и инженерные науки – развитию регионов) / А.А. Енаев, А.В. Желтышев. – Том 2. – Братск: ГОУ ВПО «БрГТУ», 2004. – 380 с.
5. Иларионов, В.А. Эксплуатационные свойства автомобиля (теоретический анализ) / В.А. Иларионов. – М.: Машиностроение, 1966. – 280 с.
6. Московкин, В.В. Система методов для исследования и расчета топливной экономичности и скоростных свойств автомобиля: диссертация на соискание ученой степени д-ра техн. наук: 05.05.03. – М., 1999. – 338 с.
7. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин: М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.
8. Харрис У. Дж., Захаров С. М., Ландарен Дж., Торне Х., Эберсен В. Обобщение передового опыта тяжеловесного движения: вопросы взаимодействия колеса и рельса: М.: Интекст, 2002. – 408 с.
9. Хусаинов, А. Ш. Эксплуатационные свойства автомобиля : учебное пособие. – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 109 с.

ВЛИЯНИЕ СИЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА НА ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛА ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Логойда С.М.

начальник факультета радиотехнического обеспечения,
Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил
(Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина),
Россия, г. Воронеж

Глагольев А.А.

ведущий советник, канд. тех. наук,
Департамент автомобильных дорог Воронежской области,
Россия, г. Воронеж

Чтобы проанализировать объективно реальное техническое состояние покрытия и обосновать инженерные мероприятия по поддержанию его эксплуатационных качеств на требуемом уровне, целесообразно рассматривать процессы структурных изменений, возникающих в материале при его нагружении и приводящих к изменению его физико-механических характеристик.

Ключевые слова: силовое воздействие, физико-механические характеристики, транспортный поток, цементобетон, структурные изменения материала.

Одной из основных составляющих обеспечения безопасности дорожного движения является эксплуатационная пригодность автодорожных покрытий. Автомобильные дороги – это конструкции, воспринимающие нагрузки и воздействия от транспортных потоков, эксплуатационных и природных факторов.

Результаты обследования дорог, выполненные в последние годы, показали, что случаи превышения предельно допустимых значений дефектов встречаются очень часто. Кроме того, большое количество дефектов с допустимыми значениями также негативно сказываются на техническом состоянии покрытий.

Чтобы проанализировать объективно реальное техническое состояние покрытия и обосновать инженерные мероприятия по поддержанию его эксплуатационных качеств на требуемом уровне, целесообразно рассматривать его как систему, которая включает упорядоченную совокупность совместно действующих объектов, предназначенных для выполнения заданных функций. Входными параметрами системы являются внешние воздействия на аэродромные покрытия, к которым относятся: эксплуатационные воздействия (тепловой и химический методы борьбы с гололедом, фрезерование поверхности бетона с целью достижения требуемых ровности и фрикционных свойств); климатические воздействия (суточные и сезонные изменения температуры, осадки, солнечная радиация, изменения термовлажностного

режима грунтового основания); воздействия транспортного потока. Под влиянием входных параметров рассматриваемая система изменяет свои выходные параметры, к которым относятся эксплуатационные показатели покрытия (просадки и подъемы плит; трещины, сколы кромок; выдавливание через швы материала прослойки или основания; состояние поверхности покрытия: мокрое, сухое, гололед). В свою очередь, изменения эксплуатационных показателей покрытия определяют динамику основных структурных параметров – ровности, засоренности, структурной целостности и фрикционных свойств поверхности покрытия. Эти параметры являются основными, т. к. непосредственно влияют на безопасность полетов.

В ряде работ подробно рассматриваются виды дефектов и повреждений, способы их предупреждения и ремонта, но единой классификации дефектов по качественному и количественному признакам пока нет. Из отечественных работ следует отметить классификации дефектов жестких аэродромных покрытий, разработанные Н. Б. Васильевым и В.А. Кульчицким [1, 2], из зарубежных работ – международный стандарт ASTM, разработанный США.

Экспериментальные исследования определения меры поврежденности и кинетики ее развития из-за размеров, расположения дефектов и большой их совокупности представляет собой трудноразрешимую задачу. Неразрушающие методы количественной оценки внутренних дефектов структуры находятся на стадии развития.

Основные статистические данные по накоплению повреждений получены в основном прямым разрушающим методом путем микрографических наблюдений сечения образца и определения параметра поврежденности как отношения общей площади пустот к площади сечения образца. В случае изотропной и равномерной дефектности для простоты оценки полагают трещины квадратными:

$$D = (\sum a_i^2) / l^2, \quad (1)$$

где a_i – линейный размер i -той трещины, l – линейный размер исследуемого микрообъема.

Накопление повреждений, как известно, приводит к изменению механических и физических характеристик материала: модуля упругости, предела пропорциональности, поверхности текучести, скорости ультразвука, плотности, твердости, электрического потенциала, амплитуды напряжения при циклическом испытании, ускорения ползучести. То есть, о степени поврежденности материала можно косвенно судить по перечисленным внешним признакам [3].

В основе методов измерения модуля упругости и скорости ультразвука обычно используется гипотеза эквивалентности упругих деформаций поврежденного и неповрежденного материала, согласно которой параметр поврежденности определяется следующим образом:

$$D = 1 - E^* / E_0, \quad (2)$$

где E_0 – первоначальный модуль Юнга материала, E^* – эффективный модуль упругости материала с дефектами.

Основным свойством данной модели, является линейная зависимость параметра поврежденности D от деформации. Данный метод применим для любого типа дефектов, за исключением случаев, связанных с высокой степенью локализации и развитием магистральных трещин. Так, скорость роста дефектов в центральной части образца на 16% превышает скорость роста у поверхности [2]. Таким образом, усредненные значения параметров поврежденности при ее локализации, получаемые измерением модуля упругости, могут существенно отличаться от реальных в локальных областях материала. С этой точки зрения метод наиболее эффективен для композитов, но его главным ограничением является применимость для одномерного напряженного состояния. Кроме того, наблюдается различие экспериментальных данных в зависимости от основополагающих гипотез. Если принимать гипотезу эквивалентности энергий упругих деформаций, то:

$$D = 1 - (E^*/E_0)^{1/2} \quad (3)$$

Разновидностью метода измерения модуля упругости является метод измерения скорости распространения ультразвука. Выражение для скорости продольной волны, распространяющейся в линейном изотропном упругом цилиндре, имеет вид:

$$U^2 = \frac{E_0 \cdot (1 - \nu)}{\rho_0 \cdot (1 + \nu) \cdot (1 - 2\nu)}, \quad (4)$$

где ρ_0 – плотность, ν - коэффициент Пуассона.

Обычно первоначальное значение E_0 заменяют на эффективное E^* , а изменением плотности и коэффициента ν пренебрегают. Отсюда:

$$D \approx U^{*2}/U_0^2 \quad (5)$$

В [2] рассматривается поведение материала с развивающейся дефектной структурой. Получена система уравнений, описывающая динамику деформаций. Скорости продольных и поперечных акустических колебаний выражаются формулами (6):

$$c_{\text{прод}}^2 = \frac{E^* \cdot (1 - \sigma)}{\rho \cdot (1 + \sigma) \cdot (1 - 2\sigma)} ; \quad c_{\text{поп}}^2 = \frac{E^*}{2\rho \cdot (1 + \sigma)} \quad (6)$$

Метод акустической эмиссии (АЭ) [3] можно отнести к прямым методам измерения дефектности, так как каждому коллективному акту повреждения структуры материала соответствует первичный упругий импульс, процесс излучения которого представляет собой явление АЭ. Измерение интенсивности потока актов АЭ и их общего количества позволяет исследовать кинетику накопления повреждений. Это связано с особенностями распространения, приема и анализа акустических сигналов, вследствие чего они искажаются, частично перекрываются и остаются за порогом дискриминации. Разработка метода восстановления истинных характеристик потока актов АЭ по регистрируемым сигналам дает возможность оценить их количественно.

Список литературы

1. Абрамов О.В., Градов О.М. О возможности использования акустических методов для измерения некоторых физико-механических параметров материала с дефектной структурой // Материаловедение, 2006. № 2. С. 3-8.
2. Васильев Н.Е., Кульчицкий, В.А. Мокогонов Аэродромные покрытия // Современный взгляд. Физико-математическая литература. 2002. 528 с.
3. Грешников В.А., Дробот Ю.Б. Акустическая эмиссия. М.: Издательство стандартов, 1976. 272 с.

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ ГАРМОНИЧЕСКОГО СИГНАЛА¹

Мелентьев В.С.

заведующий кафедрой информационно-измерительной техники,
д-р техн. наук, профессор, Самарский государственный технический
университет, Россия, г. Самара

Ярославкина Е.Е.

доцент кафедры информационно-измерительной техники, канд. техн. наук,
Самарский государственный технический университет, Россия, г. Самара

Иванов Ю.М.

с.н.с. кафедры информационно-измерительной техники, канд. техн. наук,
Самарский государственный технический университет, Россия, г. Самара

В статье исследуется погрешность реализации нового метода измерения частоты гармонического сигнала с пространственным разделением мгновенных значений дополнительных сигналов. Приводятся результаты анализа влияния квантования мгновенных значений сигнала на погрешность измерения частоты.

Ключевые слова: частота, дополнительные сигналы, мгновенные значения сигнала, квантование, погрешность.

В настоящее время успешно развивается направление, связанное с определением параметров гармонических сигналов (ГС), включая и частоту, по их отдельным мгновенным значениям, не связанным с их периодом, что позволяет значительно уменьшить время измерения [1].

При этом дальнейшее сокращение времени измерения частоты обеспечивают методы, использующие формирование дополнительных сигналов, сдвинутых относительно входных по фазе [2].

Упрощение алгоритма вычисления обеспечивает использование в качестве дополнительных – ортогональных составляющих входных сигналов. Однако это неизбежно приведет к частотной погрешности формирования дополнительных сигналов. Этот недостаток устраняется в методах измерения частоты [3, 4], в которых используется формирование дополнительного сиг-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 16-08-00252 А)

нала, сдвинутого относительно входного на произвольный (в общем случае) угол $\Delta\alpha$. Однако при реализации данных методов может возникнуть погрешность по напряжению фазосдвигающего блока (ФБ), в результате которой амплитудное значение входного сигнала будет отличаться от амплитуды сигнала на выходе ФСБ.

В [5] авторами предложен новый метод измерения частоты, реализация которого исключает данный вид погрешности. Метод заключается в формировании двух дополнительных напряжений, сдвинутых по фазе на углы $\Delta\alpha$ и $2\Delta\alpha$ относительно входного, и выявлении переходов дополнительных сигналов через ноль. Причем в момент перехода второго дополнительного напряжения, сдвинутого относительно входного на $2\Delta\alpha$, измеряют первое мгновенное значение входного напряжения. В момент перехода первого дополнительного напряжения, сдвинутого относительно входного на $\Delta\alpha$, измеряют второе мгновенное значение входного напряжения. Через образцовый интервал времени Δt измеряют третье мгновенное значение сигнала.

Временные диаграммы, поясняющие метод, представлены на рис. 1.

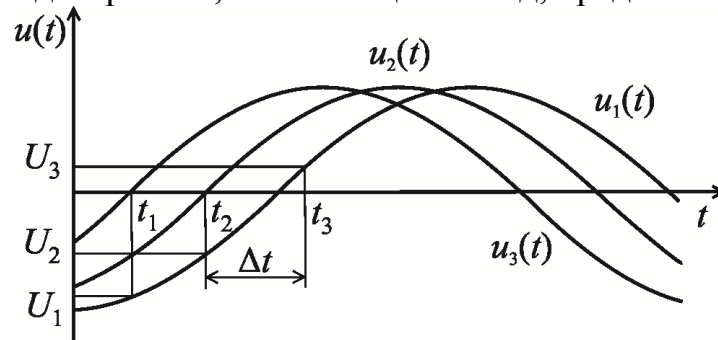


Рис. 1. Временные диаграммы, поясняющие метод

Для входного гармонического напряжения $u_1(t) = U_m \sin \omega t$ дополнительные сигналы имеют вид: $u_2(t) = U_m \sin(\omega t + \Delta\alpha)$, $u_3(t) = U_m \sin(\omega t + 2\Delta\alpha)$, где U_m – амплитудное значение напряжения; ω – угловая частота.

В момент перехода второго дополнительного сигнала через ноль, мгновенное значение входного напряжения будет равно $U_1 = U_m \sin(-2\Delta\alpha)$.

В момент времени, когда первый дополнительный сигнал переходит через ноль, мгновенное значение напряжения примет вид $U_2 = U_m \sin(-\Delta\alpha)$.

Через образцовый интервал времени Δt мгновенное значения сигнала входного будет равно $U_3 = U_m \sin(\omega\Delta t - \Delta\alpha)$.

Используя мгновенные значения напряжения, можно определить частоту

$$f = \frac{1}{2\pi\Delta t} \arcsin \left\{ \frac{\sqrt{4U_2^2 - U_1^2} \left[\sqrt{4U_2^4 - U_3^2(4U_2^2 - U_1^2)} - U_1U_3 \right]}{4|U_2^3|} \right\}. \quad (1)$$

Для анализа влияния квантования мгновенных значений сигнала на результирующую погрешность определения частоты можно воспользоваться известным подходом к оценке погрешности вычисления значения функции,

аргументы которой заданы приближенно, считая, что предельные абсолютные погрешности аргументов соответствуют погрешностям квантования мгновенных значений сигналов [6].

Относительная погрешность измерения частоты в согласно (1) равна

$$\delta_f = \frac{1}{2^{n+1} \omega \Delta t \left| \cos \omega \Delta t \sin^3 \Delta \alpha \cos(\omega \Delta t - \Delta \alpha) \right|} \left\{ \left| \cos \omega \Delta t \sin \omega \Delta t \right| + 2 \left| \sin^3 \Delta \alpha \cos \omega \Delta t \right| + \left| \sin \Delta \alpha (2 \cos^2 \omega \Delta t - \cos^2 \Delta \alpha) + \sin(2\omega \Delta t - \Delta \alpha) \cos 2\Delta \alpha \right| \right\}, \quad (2)$$

где n – разрядность аналого-цифрового преобразователя.

На рис. 2 приведены графики относительной погрешности измерения частоты от $\omega \Delta t$ и $\Delta \alpha$ при $n=12$.

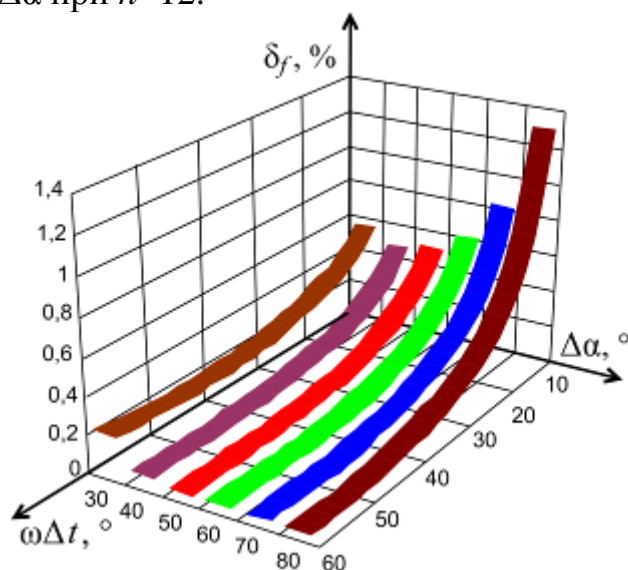


Рис. 2. Графики зависимости δ_f от $\omega \Delta t$ и $\Delta \alpha$

Из рис. 2 следует, что для уменьшения погрешности следует выбирать $\Delta \alpha = 30 \div 60^\circ$.

Список литературы

1. Мелентьев В.С., Батищев В.И., Иванов Ю.М. Анализ и совершенствование методов и систем измерения частоты гармонических сигналов // Мехатроника, автоматизация, управление. 2016. №1. Том 17. С. 32-36.
2. Мелентьев В.С., Сеницын А.Е., Миронов А.А. Метод измерения частоты по мгновенным значениям входного и дополнительного сигналов / Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации: Матер. X-ой Междунар. науч.-практ. конф. Курск: Юго-Зап. гос. ун-т., 2013. С. 187-189.
3. Мелентьев В.С., Ярославкина Е.Е., Павленко Е.В. Повышение точности измерения частоты по отдельным мгновенным значениям гармонических сигналов // Вестник Самар. гос. техн. ун-та. Сер. Технические науки. 2014. №3 (43). С. 58-62.
4. Мелентьев В.С., Иванов Ю.М., Миронов А.А. Исследование метода измерения частоты гармонических сигналов // Ползуновский вестник. 2013. №2. С. 198-201.
5. Мелентьев В.С., Ярославкина Е.Е., Бурдукский Н.С., Нефедьев Д.И. Повышение точности измерения частоты гармонических сигналов // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. 2015. № 3 (13). С. 47-53.
6. Мелентьев В.С., Поздеева Е.В., Буканов С.А. Анализ влияния квантования мгновенных значений, связанных с переходами через ноль, на погрешность измерения частоты гармонических сигналов // Современные материалы, техника и технологии: Научно-практический журнал. 2016. №1(4). С. 150-155.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Нкурийимана Ж.П., Матвеев Ю.Н.

Тверской государственной технической университет,
Россия, г. Тверь

В статье рассмотрены сценарии возникновения аварийных и чрезвычайных ситуаций на химически – опасных предприятиях. Существенные масштабы опасного загрязнения возможны как на территории предприятия и за ее пределами. Для ликвидации аварии и снижения тяжести ее последствий должны использоваться силы и средства службы чрезвычайного реагирования предприятия, а при возможной длительной угрозе жилым кварталам – территориальные службы быстрого реагирования.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, сценарий аварии, аварийно опасное химическое вещество (АОХВ).

Автоматизированные системы экологического мониторинга химических предприятий предназначены для эффективной (гарантированной) защиты производственного персонала и населения прилегающей местности от массового химического отравления. Функционирование таких систем направлено на предотвращение (исключение) нарушений технологических регламентов процессов, приводящих к несанкционированным выбросам токсичных и ядовитых продуктов. Если же свершилось маловероятное и произошел выброс АОХВ, то необходимо сформировать оперативный прогноз химической обстановки на предприятии, а также прогноз масштабов и последствий химического заражения близлежащих районов с учётом метеоситуации, рельефа местности, подстилающей поверхности и т.д. При этом необходимо осуществлять контроль загрязнения воздуха, питьевой воды, почвы и растений на территории предприятия и близлежащей местности. Автоматизированные системы экологического мониторинга химических предприятий не могут работать без автоматизации контроля и управления химико-технологическими процессами. Эти функции автоматизации реализуются в автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУТП).

АСУТП строятся по иерархическому принципу и представляют собой 2-уровневый модуль, способный интегрироваться в автоматизированные системы управления производством (предприятием). Это утверждение основано на том, что химические производства состоят из технологических установок (стадий процесса), связанных между собой материальными потоками либо непосредственно, либо через разделяющие их ёмкости. Каждая установка работает в непрерывном режиме, выпуская некоторый набор продуктов (полуфабрикатов). Продукт (полуфабрикат) является определённым химическим соединением и характеризуется производительностью установки по этому продукту [1].

Оптимальный характер задачи управления определяется желанием получить экстремальное значение некоторого заданного технико-экономического показателя работы производства (прибыли, себестоимости, производительности) при выполнении ряда естественных ограничений: требований календарного плана предприятия по производству отдельных видов продукции; возможности реализации сырьевых компонентов – либо имеющихся в ёмкостях, либо поступающих в определенное время на производство; необходимости остановки отдельных участков по плану проведения ремонта оборудования; требований поддержания в любой момент времени уровней в ёмкостях вблизи их заданных страховых запасов, минимизирующих потери от аварий отдельных установок.

Таким образом, химическое производство представляет собой систему связанных подсистем (установок, стадий). Для его математического описания задаётся структура производства и подсистем, что представляет собой систему уравнений:

$$Y_i = f_i(x_i, u_i), \quad (1)$$

где Y_i – вектор выходных переменных;
 x_i – вектор входных переменных i -й подсистемы;
 u_i – вектор управляющих воздействий.

Система уравнений дополняется уравнениями связи (заданием структуры), которые записываются в виде

$$x_i = L_i(Y_1, \dots, Y_N), i = 1, \dots, N, \quad (2)$$

где L_i – оператор преобразования, осуществляющий выбор нужных компонент из векторов Y_1, \dots, Y_N ;

N – количество подсистем производства.

Задача статической оптимизации управления химическим производством заключается в определении набора векторов u_i , чтобы достигался экстремум некоторого показателя оптимальности – функции от внешних входов и выходов производства. Показатель оптимальности выбран сепарабельным, т.е. представляет собой сумму функций, каждая из которых зависит только от переменных определённой химико-технологической установки (стадии) производства:

$$I = \sum_{i=1}^N r_i(x_i, u_i). \quad (3)$$

Сепарабельность показателя оптимальности позволяет для решения задачи управления производством применять декомпозиционный подход.

Таким образом, задача статической оптимизации управления химическим производством в АСУТП формулируется в виде:

$$I = \min_{\{u_i\}} \sum_{i=1}^N r_i(x_i, u_i) \quad (4)$$

при ограничениях:

$$\begin{aligned} Y_i &= f_i(x_i, u_i), i = 1, \dots, N; \\ x_i &= L_i(Y_1, \dots, Y_N), i = 1, \dots, N; \\ \psi_i(x_i, u_i) &\geq 0, i = 1, \dots, N; \\ u_i &\in U_i, i = 1, \dots, N. \end{aligned} \quad (5)$$

Последние два соотношения отражают технологические и плановые ограничения на производстве.

В такой постановке задачи управления возможно применение декомпозиционных методов, заключающихся в разбиении общей задачи управления (1)-(5) на ряд подзадач меньшей размерности, решение которых приводит к решению исходной задачи.

Сложность проблемы экологического мониторинга заключается в ее многогранности, так как требует рассмотрения в комплексе различных аспектов: социально-экономических, организационных, технических, управленческих, информационных, кадровых, психологических и т.д. Попытка совместного рассмотрения этих проблем требует в свою очередь разработки новых концепций с использованием современных достижений научной мысли.

Целью исследований является решение актуальной научно-технической проблемы, заключающейся в разработке методологических и теоретических основ поддержки принятия управленческих решений в условиях чрезвычайных ситуаций и применение полученных результатов для решения практических задач, связанных с предупреждением и ликвидацией последствий крупных аварий [2].

К чрезвычайным ситуациям применимы все отличительные признаки сложных систем, описанные в литературе. В общем случае, независимо от физической природы, чрезвычайная ситуация $S(t)$ может быть описана кортежем вида

$$\langle X(t), F(t), U(t), C(t) \rangle, \quad (6)$$

что отражает необходимость комплексного рассмотрения как характера развития чрезвычайной ситуации (ЧС), так и мер, направленных на локализацию ее негативных последствий.

В выражении (6):

$X(t)$ – вектор переменных состояния объекта, на котором возникла ЧС;

$F(t)$ – вектор внешних возмущений, дестабилизирующих факторов;

$U(t)$ – вектор управляющих воздействий, направленных на уменьшение масштабов ЧС;

$C(t)$ – план ликвидации (локализации) ЧС.

Типовая структура системы оперативного управления в условиях ЧС (СОУ ЧС) может быть представлена в виде схемы, изображенной на рисунке.

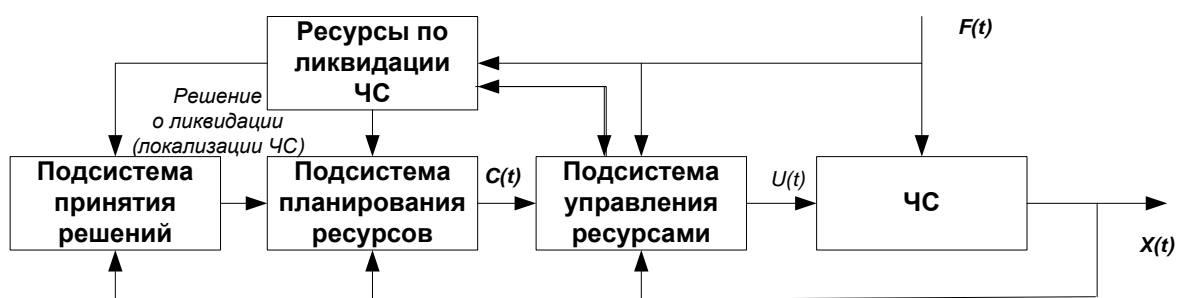


Рис. Типовая структура системы оперативного управления в условиях ЧС (СОУ ЧС)

Автоматизированная система экологического мониторинга является комплексом технических и программных средств, предназначенных для решения задач по непрерывному контролю состояния окружающей среды, как территорий отдельных промышленных предприятий, так и регионов в целом. Система экологического мониторинга позволяет в непрерывном режиме отслеживать экологическую обстановку и контролировать все основные источники загрязнения для последующего принятия управленческих решений.

Система экологического мониторинга должна накапливать, систематизировать и анализировать информацию:

- о состоянии окружающей среды;
- о причинах наблюдаемых и вероятных изменений состояния;
- о допустимости изменений и нагрузок на среду в целом;
- о существующих резервах биосферы.

Таким образом, в систему экологического мониторинга входят наблюдения за состоянием элементов биосферы и наблюдения за источниками и факторами антропогенного воздействия.

Список литературы

1. Загрязнения атмосферного воздуха в городах Мурманской области// Режим доступа: <http://www.kolgimet.ru> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз.рус.
2. Капашин В.П. Минимизация ущерба от аварий на техногенных объектах: монография / В.П. Капашин, В.У. Мухидов, Ю.Н. Матвеев. – Тверь: Полипресс, 2010. – 218 с.: ил.

ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АВАРИЙНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Нкурийimana Ж.П., Матвеев Ю.Н.

Тверской государственный технический университет,
Россия, г. Тверь

В статье приведен анализ возможных аварийных ситуаций, приводящих к выбросам токсических химических веществ (ТХВ) в атмосферу с образованием облака зараженного воздуха (ОЗВ). Рассмотрены основные варианты процесса образования облака зараженного воздуха при возможных авариях на предприятии.

Ключевые слова: облако зараженного воздуха, взрыв, пожар, пролив, задача прогнозирования аварийного загрязнения атмосферы, начальный источник химического заражения (НИХЗ).

Задача прогнозирования аварийного загрязнения атмосферы на химически-опасных предприятиях заключается, в первую очередь, в количественной оценке переноса токсических химических веществ (ТХВ) и уровня загрязненности атмосферного воздуха в случае возникновения аварии. Решение этой задачи возможно исключительно методами математического моделирования, т.к. аварийные ситуации осознанно не организуются.

Для качественного и количественного описания этих процессов важно, во-первых, знать расположение и интенсивность источников выбросов. Во-вторых, необходимо знание закономерностей распространения указанных веществ в физических средах (атмосфере, почве, водоемах). Эти закономерности наиболее полно можно описать с помощью физико-математических методов [1].

Анализ возможных аварийных ситуаций, приводящих к выбросам ТХВ в атмосферу с образованием облака зараженного воздуха (ОЗВ) (запроектные аварии), показывает, что основными вариантами выбросов могут быть [2]:

- 1) высокотемпературные выбросы ТХВ, которые по времени протекания могут быть кратковременными и продолжительными (взрывы, пожары);
- 2) пролив больших количеств ТХВ на различные поверхности с последующим испарением.

Основные варианты процесса образования облака зараженного воздуха при возможных авариях можно представить в виде схемы (рисунок).

Эту схему можно назвать «деревом процессов». Первый уровень дерева процессов определяет дифференциацию по классу аварии: взрыв, пролив, пожар. Второй уровень определяет процесс формирования начального источника химического заражения ТХВ: образование жидких частиц и капель (при взрыве); полный пролив или утечка ТХВ на землю или в поддон (при проливе); пожар с разрушением емкостей в границах хранилища и пожар по всей площади разлитой жидкости (пожар). Процессы второго уровня служат характеристикой начального источника химического заражения (НИХЗ).

Третий уровень характеризует процесс образования ОЗВ: испарение с поверхности выседания (121), поверхности пролива (211, 221, 231, 241, 251), образование парогазового облака (311, 321), испарение при высокой температуре (312, 322). При этом процесс образования парогазового облака включает выброс паров ТХВ при взрыве емкости под тепловым воздействием (311) и перевод в атмосферу части ТХВ под воздействием конвекционного потока (312), а процесс образования ОЗВ при пожаре по всей площади разлитой жидкости включает испарение негорючей жидкости под воздействием теплового потока от очага пожара (321) и конвекционного потока в очаге пожара (322).

Четвертый уровень характеризует процесс распространения ТХВ в атмосфере (первичного и вторичного облаков) в зависимости от реальных метеоусловий.

Таким образом, модель процесса образования и распространения ОЗВ должна включать:

- 1) процесс формирования начального источника химического заражения, образующегося в результате аварии (взрыв, пролив, пожар);
- 2) процесс перехода ТХВ из начального источника химического заражения в атмосферу (образование ОЗВ);
- 3) процесс распространения ТХВ в атмосфере.

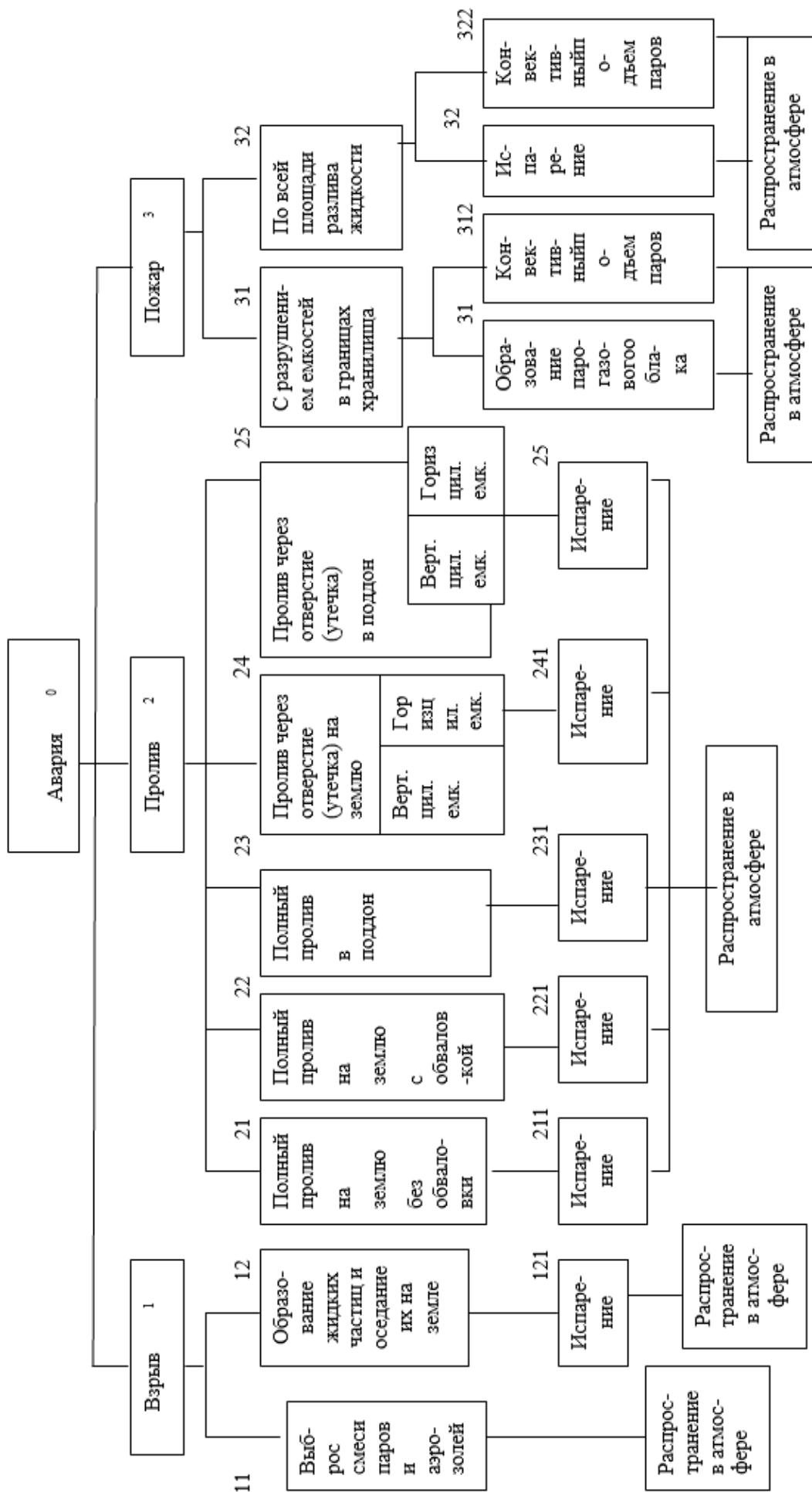


Рис. Дерево процессов

Загрязнение воздуха в текущий день зависит от его значения в предшествующий день [3]. Если в предшествующий день загрязнение было высоким, то и в текущий день оно, как правило остается повышенным. Или, наоборот, при пониженном уровне загрязнения – на следующий день уровень загрязнения не высок, в том числе при неблагоприятной ситуации, застое воздуха. Результаты исследований позволили сделать вывод, что определенные состояния загрязнения воздуха могут соответствовать только комплексам метеорологических параметров и исходного уровня концентраций.

Список литературы

1. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. – Ленинград: Гидрометиздат, 1985. – 271 с.
2. Капашин В.П. Минимизация ущерба от аварий на техногенных объектах: монография / В.П. Капашин, В.У. Мухидов, Ю.Н. Матвеев. – Тверь: Полипресс, 2010. – 218 с.: ил.
3. Прогноз высоких уровней загрязнения воздуха в городах и регионах. Прогноз загрязнения воздуха на трое суток : методические рекомендации. – СПб. : Гидрометиздат, 2001. – 32 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

Нуйя О.С.

старший преподаватель, канд. техн. наук,
Санкт-Петербургский национальный исследовательский
университет информационных технологий, механики и оптики,
Россия, г. Санкт-Петербург

Воробьев В.В.

студент, Санкт-Петербургский национальный исследовательский
университет информационных технологий, механики и оптики,
Россия, г. Санкт-Петербург

В статье рассматривается применение операционной системы реального времени для облегчения организации работы программы.

Ключевые слова: программирование, операционная система, микроконтроллерная техника, алгоритмизация.

При написании программы рано или поздно может наступить момент, когда сложность алгоритма становится такой, что дальнейшее развитие программы превращается в нетривиальную задачу, усложняется процесс её отладки, становится трудно в ней ориентироваться. Хорошим решением в этом случае является внедрение в проект операционной системы.

Операционная система реального времени (или ОСРВ) – это тип операционной системы, основное назначение которой – предоставление необходимого и достаточного набора функций для работы систем реального времени на конкретном аппаратном оборудовании. Спецификация UNIX дает следующее определение: Реальное время в операционных системах – это способ-

ность операционной системы обеспечить требуемый уровень сервиса в определенном промежутке времени [1]. Хорошая ОСРВ имеет предсказуемое поведение при всех сценариях нагрузки, включая одновременные прерывания и выполнение потоков [2].

Общая диаграмма работы операционной системы представлена на рисунке. Основная идея ОСРВ заключается в том, что алгоритм работы программы получается практически линейным. Структура программы принимает следующий вид: сначала описывается таблица задач, которые будут выполняться в процессе работы программы, в теле же программы происходит начальная инициализация микроконтроллера, а так же всей необходимой периферии, а в бесконечном цикле остается только функция, вызывающая задачи согласно очереди – диспетчер задач.

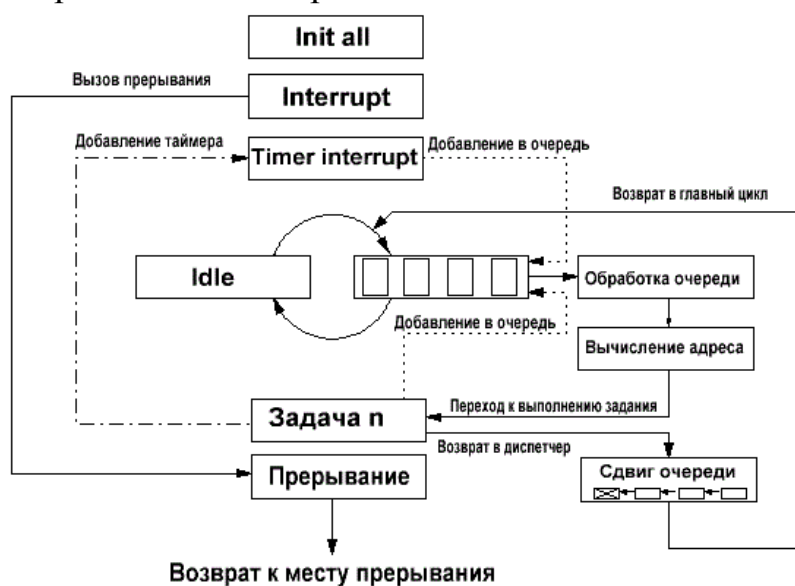


Рис. Общая диаграмма работы программы

Задача представляет собой обычную функцию, однако вызывается она не мгновенно, а в порядке очереди. После выполнения задачи возврат из нее происходит не в то же место, откуда ее вызвали, а в цикл диспетчера задач.

Очередь задач представляет собой массив указателей на задачу, которые надо выполнить. Задача Idle означает холостой цикл диспетчера, то есть в данном месте очереди не было задачи для выполнения. Длина очереди задается с запасом.

Диспетчер задач – это небольшая процедура, которая берет из очереди указатель, и ставит эту задачу на выполнение. Перед переходом текущий номер задачи удаляется из очереди, а вся очередь сдвигается вперед. При следующем заходе все повторяется до полного опустошения очереди. При этом в очередь можно добавлять новые задачи.

Для распределения задач по времени и запуска отложенных задач служит таймерная служба ОСРВ. Суть ее работы сводится к следующему. Время работы разбивается на интервалы достаточные для выполнения каждой задачи, например по 1 мс. Также создается так называемая очередь таймеров, в которую записывается указатель на задачу и выдержка, через которую задачу нужно поставить на выполнение.

Один из аппаратных таймеров настраивается на то, чтобы он генерировал прерывание каждый заданный интервал времени. Когда срабатывает прерывание, вызывается таймерная служба, которая просматривает очередь таймеров и уменьшает значение выдержки. Как только у какой-либо задачи значение выдержки достигает нуля, она помещается на выполнение в очередь задач.

При постановке задачи в очередь таймеров, таймерная служба просматривает всю очередь, и если данная задача там уже помещалась, у нее обновляется время выдержки, в противном случае она записывается в очередь.

Таким образом, в данной статье были описаны самые базовые принципы работы операционной системы реального времени. Использование ОСРВ значительно упрощает процесс разработки ПО, поскольку фактически программа превращается в набор отдельных модулей, функции которых выполняются независимо друг от друга. Основную заботу об организации порядка работы всей системы ОСРВ берет на себя.

В дальнейшем, значительно расширить функционал и удобство использования ОСРВ позволят такие вещи, как присваивание задачам приоритетов, возможность передать вместе с указателем на задачу параметры для ее выполнения, а так же создание системы кодов ошибок для отслеживания корректности работы всей системы в целом.

Список литературы

1. Золотарёв С., Операционные системы реального времени для 32-разрядных микропроцессоров. // Современная электроника. – 2006. – №7. – С. 52–59.
2. Dedicated System Experts NV, What makes a good RTOS. // Сайт инженерного колледжа университета Карнеги Меллон. 2016. URL: <https://www.ece.cmu.edu/~ece749/docs/whatMakesAGoodRtos.pdf> (дата обращения 15.03.2016).

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ПЛИТ АЭРОДРОМНОГО ПОКРЫТИЯ

Озерной Н.А.

доцент кафедры защитных сооружений, канд. тех. наук, доцент,
Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
Россия, г. Воронеж

Глагольев А.А.

ведущий советник, канд. тех. наук,
Департамент транспорта и автомобильных дорог Воронежской области,
Россия, г. Воронеж

Для военных аэродромов предлагается программа оценки технического состояния цементобетонных аэродромных покрытий. Программа рассчитывает остаточный ресурс плиты (участка), делает заключение о состоянии плиты (участка), выдает рекомендации по обслуживанию, что позволяет сделать территориальный анализ аэродромного покрытия.

Ключевые слова: аэродром, покрытие, плиты, участок, дефекты.

Применение информационных технологий становится только тогда эффективным, когда технические основы компьютеризации применяются в конкретной предметной области.

Примером такого сочетания в области строительства и эксплуатации аэродромов служит программа оценки технического состояния цементобетонных аэродромных покрытий, которая может быть использована на аэродромах и в вузах при изучении дисциплин специальности инженерно-аэродромного обеспечения. Программа составлена по методике оценки технического состояния цементобетонных аэродромных покрытий [1]. Она предназначена для оценки технического состояния цементобетонных аэродромных покрытий при текущем контроле, для определения ресурса работоспособности, как по отдельной плите аэродромного покрытия, так и по участку в целом. Производится оценка технического состояния цементобетонных аэродромных покрытий по видам наиболее характерных дефектов. Делается вывод о состоянии аэродромного покрытия плиты и предлагаются мероприятия по её ремонту. Рассчитывается показатель качества технического состояния участка аэродромного покрытия, а также даются рекомендации по техническому обслуживанию и ремонту участка.

При запуске программы появляется информационный лист с названием программы. По кнопке «далее» осуществляется переход на лист выбора вида участка аэродромного покрытия и ввода количества плит, которые необходимо обследовать. Затем переходим к листу ввода исходных характеристик первой плиты АП. Вводим номер плиты, при выборе зоны участка АП появляется коэффициент его весоности, при вводе даты ввода плиты в эксплуатацию справа появляется надпись со сроком эксплуатации. Дату проведения текущего обследования и вид участка АП программа заполняет сама (рис. 1). Для дат предусмотрен контроль ввода числа, месяца и года.

Обследуется плита аэродромного покрытия №

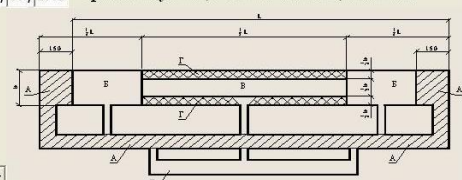
Дата проведения текущего обследования

Участок АП	ВПП
Плита №	3
Зона участка АП	A
Коэффициент весоности участка АП	1.4
Дата ввода в эксплуатацию	02 / 11 / 2002

Срок эксплуатации 5 лет 11 месяцев 18 дней

Габаритные размеры	
Длина (м)	12
Ширина (м)	4
Толщина (см)	30

Покрытие	
Тип	монолитное М
Материал	железобетон ЖБ



Проектная или фактическая марка бетона по прочности	
на сжатие (МПа)	40
на растяжение при изгибе (МПа)	6

Рис. 1. Ввод исходных данных

Все исходные данные можно подразделить на обязательно вводимые, без которых программа не будет работать, и необязательно вводимые (незна-

чимые для работы программы), которые можно опустить и которые несут чисто информативную нагрузку. К обязательным исходным данным относятся следующие: вид участка аэродромного покрытия; количество исследуемых плит на этом участке; номер плиты; зона участка аэродромного покрытия, где расположена эта плита; дата ввода в эксплуатацию; вид предыдущего ремонта плиты, если он был; оценка качества предыдущего ремонта, если ремонт был текущим; дата предыдущего ремонта. Если какой-то из обязательных элементов не будет введен, то курсор будет возвращаться. При вводе исходных данных предусмотрен их контроль и возможность корректировки.

К необязательным исходным данным относятся такие, как длина, ширина, толщина плиты; тип и материал покрытия и так далее.

Для расчета выходных параметров программы необходимы следующие коэффициенты: коэффициент, учитывающий срок эксплуатации и предыдущий ремонт, коэффициент, учитывающий условия работы, и как итог их перемножения коэффициент ресурса работоспособности на текущую дату (на дату обследования). Программа производит их расчет в зависимости от введенных исходных данных.

Если при обследовании плит были обнаружены дефекты, то необходимо нажать кнопку «есть дефекты». Программа передает управление на лист с первыми типами повреждений. Обнаруженные дефекты плиты надо пометить галочкой (рис. 2). Для типов повреждений (дефектов) отведено несколько листов, которые проходим с помощью кнопки «далее».

Если же на плите нет дефектов, то активизируется кнопка «нет дефектов».

Плита № 3 **Основные типы повреждений (дефекта)**

1. Усадочные и поверхностные трещины
 Весовой коэффициент дефекта $A_1 = 0,02$

- 1.1 - ширина раскрытия трещин не более 0,3 мм,
 - трещины не более чем на 10% площади плиты.
- 1.2 - ширина раскрытия трещин 0,3...1,0 мм,
 - трещины не более чем на 30% площади плиты.
- 1.3 - ширина раскрытия трещин более 1,0 мм,
 - трещины более чем на 30% площади плиты.

2. Шелушение
 Весовой коэффициент дефекта $A_2 = 0,08$

- 2.1 - шелушение не более чем на 25% площади плиты,
 - глубина шелушения не более 5 мм,
 - оголения арматуры нет,
 - опасность ПЛШ нет.
- 2.2 - шелушение не более чем на 50% площади плиты,
 - глубина шелушения не более 10 мм,
 - оголения арматуры нет,
 - опасность ПЛШ мала.
- 2.3 - шелушение более чем на 50% площади плиты,
 - глубина шелушения не более 25 мм на ИВПП и МРД, не более 30 мм - на остальных участках ИП,
 - наблюдается оголение арматурной сетки или одного стержня, на поверхности плиты проступает только верхняя часть арматуры, сцепление стержней с бетоном не потеряно, оголения концов арматурных стержней нет (оголение арматуры 1-й степени),
 - опасность ПЛШ высокая.
- 2.4 - глубина шелушения 25 мм и более на ИВПП и МРД, 30 мм и более - на остальных участках ИП,
 - наблюдается оголение арматурной сетки или одного стержня, с потерей сцепления арматуры с бетоном (оголение арматуры 2-й степени),
 - наблюдается оголение концов одного или нескольких арматурных стержней (оголение арматуры 2-й степени),
 - явная опасность ПЛШ.

Назад Далее

Рис. 2. Типы дефектов

Программа переходит к листу с результатами обследования плиты, где указывается номер обследуемой плиты, остаточный ресурс плиты по типам дефектов, минимальный остаточный ресурс плиты и заключение по плите. Здесь также присутствует информация о количестве заданных для обследования плит и количестве обследованных. Если не все плиты обследованы, то переходим на обследование следующей плиты, если обследованы все, то – на лист с результатами обследования всего участка. Если не все плиты участка,

заданные для обследования, обследованы, то управление программой не даст перейти на лист результатов обследования участка. Программа также не позволит пойти на обследование очередной плиты, если плиты, указанные для обследования, уже все обследованы. Результаты обследования участка приведены на рисунке 3. Предусмотрен возврат назад. Программа содержит восемь программных процедурных модулей и может быть использована на любом типе ЭВМ.

Участок АП - ВПП Зона участка АП - А

Остаточный ресурс участка АП по выявленным дефектам

№ дефекта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Количество дефектных плит	3	2	2	2	1	0	2	1	2	1	0	0
Минимальный остаточный ресурс	55	47	47	42	52	57	42	52	47	50	57	57
Количество дефектных плит на участке	3											
Средний остаточный ресурс дефектных плит на участке	46											
Количество плит без дефектов на участке	1											
Средний остаточный ресурс плит без дефектов на участке	57											

Заключение по дефектам участка

Наихудшее состояния аэродромного покрытия по дефекту № 4, 7

Показатель качества технического состояния участка АП

плохое **46**

Рекомендации по техническому обслуживанию и ремонту

текущий или капитальный ремонт

Выход

Рис. 3. Результаты обследования участка АП

Автоматизация любого процесса, в данном случае процесса обследования плит аэродромного покрытия, позволяет значительно снизить трудоемкость процесса и существенно сэкономить время. Программа служит эффективным средством ускоренного решения аналитических задач по формированию информационно-поисковых систем мониторинга обследования плит, оценки состояния этих плит, территориального анализа аэродромного покрытия, что позволяет повысить объективность выводов и на их основе принимать эффективные управленческие решения для определения ресурса работоспособности и ремонта плит аэродромного покрытия.

Список литературы

1. Капралов Е.Г., Коновалова Н.В. Введение в ГИС. М.: ГИС-Ассоциация, 1997, 155 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЛЬТРА КАЛМАНА ПРИ АКТИВНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСТАНОВИВШЕМСЯ РЕЖИМЕ

Патрин В.М.

магистрант кафедры вычислительной техники, Новосибирский государственный технический университет, Россия, г. Новосибирск

Данная статья посвящена вопросу идентификации динамических систем в установившемся режиме. Затрагивается актуальность данного вопроса. Поднимается тема

устранения шумов и избыточности информации с помощью фильтра Калмана. Приводится описание алгоритма фильтра Калмана.

Ключевые слова: идентификация, динамическая система, модель, активная идентификация, белый шум, фильтр Калмана.

В наши дни термин “модель” используется практически во всех областях науки и техники, в которых решаются сложные технические, экономические, социологические, биологические и медицинские задачи. Возникновение таких задач, обычно связано с двумя процессами. Первым является процесс познания, который позволяет понять закономерности рассматриваемого объекта, что делает возможным его описание, объяснение и предсказание поведения. Вторым является процесс управления, который изменяет объект для достижения поставленной цели, благодаря модели можно упростить и выработать оптимальный план действий для данного процесса.

Обычно из-за недостаточности данных наблюдений или их отсутствия необходимо использовать экспериментальные методы для построения математических моделей динамической системы. Главная особенность методов заключается в измерении сигналов на входе и выходе системы, обработки полученных данных и в конечном итоге создании модели, наилучшим образом описывающей основные характеристики и особенности исследуемого объекта.

В связи с многообразием математических моделей нельзя выбрать метод подходящий для всех задач идентификации, что приводит к возможности разделения методов по способу тестирования на активные и пассивные методы [1] – [6]. При использовании активного метода, формируется тестовый сигнал, подаваемый на вход объекта. Положительные качества данного подхода заключаются в возможности работы с объектом как с чёрным ящиком, что влечёт за собой снижение времени и материальных затрат на проведение эксперимента.

В пассивных методах объект работает в стандартном режиме, что приводит к исключению надобности проводить специальные исследования объекта. Минусом такого подхода служит значительное время на снятие данных и их обработку.

Для снятия данных используют измерительные приборы, которые обладают некоторой погрешностью, и могут подвергаться некоторым воздействиям как снаружи, так и внутри. В итоге такие воздействия и погрешность приводят к зашумлённости информации и повышению сложности её обработки.

Одним из самых популярных фильтров является фильтр Калмана. Он позволяет использовать заранее известные сведения о системе, связи переменных, что позволяет получить более точную оценку. Даже при отсутствии начальной информации о системе фильтр показывает хорошие результаты.

При работе фильтра Калмана используется динамическая модель системы, данные об известных управляющих воздействиях, и большое количество последовательных измерений для определения оптимальной оценки со-

стояния [7] – [9]. Алгоритм имеет два основных этапа: предсказание и корректировка. Первый этап заключается в расчёте предсказания состояния на следующем интервале времени (неточность их измерения учитывается). На втором этапе информация с измерительного прибора корректирует значение полученное на прошлом этапе (зашумлённость и неточность информации также учитывается). Этапы наглядно представлены на рисунке, где x – вектор состояния, u – вектор управления; w – вектор возмущения, Φ , Ψ , H – матрица состояния, матрица управления и матрица наблюдений, Γ – матрица возмущений; y – вектор измерения, v – вектор ошибки измерения.



Рис. Фильтр Калмана

Основная цель исследовательской работы предполагает создание алгоритма и программного обеспечения для активной идентификации динамических систем в установившемся режиме. Дополнительно будет разработана технология пользователя.

Список литературы

1. Goodwin G.C., Payne R.L. Dynamic System Identification: Experiment Design and Data Analysis. – New York: Academic Press, 1977, 291 p.

2. Mehra R.K. Optimal Input for Linear System Identification// IEEE Trans. Autom. Control, 1974. V. 19. No. 3. pp. 192-200.
3. Troshina G.V., Voevoda A.A., Patrin V.M., Simakina M.V. “The object unknown parameters estimation for the 'inverted pendulum-Cart' system in the steady state,” // Proc. of the 16th Intern. Conf. of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices (EDM-2015), Altai, Erlagol, 29 June – 3 July 2015. – IEEE, 2015. – P. 186-188.
4. Voevoda A.A., Troshina G.V. “Active identification of linear stationary dynamic object on base of the Fisher information matrix: the ateady state,” // Proc. of the XII Intern. Conf. “Actual problems of electronic instrument engineering (APEIE-2014)” Novosibirsk. Novosibirsk State Technical University. 2014. P.745-749.
5. Voevoda A.A., Troshina G.V. “Active identification of the inverted pendulum control system,” // Proc. of the 18th Intern. Conf. on Soft Computing and Measurements (SCM'2015). – Sankt-Peterburg: LETI Publ., 2015, vol. 1, P. 153-156.
6. Трошина Г.В. Об активной идентификации динамических объектов // Сборник научных трудов НГТУ. – 2014. – № 4 (78). – С. 41–52. – doi: 10.17212/2307-6879-2014-4-41-52.
7. Трошина Г.В. Об использовании фильтра Калмана при идентификации динамических систем // Сб. науч. тр. НГТУ. – Новосибирск, 2014. – Вып.3(77). – с. 37-52.
8. Трошина Г.В. Моделирование динамических объектов в среде Simulink. Часть 1. // Сб. науч. тр. НГТУ. – Новосибирск, 2015. – Вып.3(81). – С. 55-68. – doi: 10.17212/2307-6879-2015-3-55-68.
9. Худавердян Д. Фильтр Калмана // Хабрахабр. 2013 URL: www.habrahabr.ru/post/166693/ (дата обращения: 24.03.2016).

МАГНИТОСТРИКЦИОННЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Прошкин В.Н.

доцент кафедры «Технология машиностроения», к.т.н.,
Пензенский государственный технологический университет, Россия, г. Пенза

Магомедова Е.А.

доцент кафедры «Технология машиностроения», к.т.н.,
Пензенский государственный технологический университет, Россия, г. Пенза

Магомедова М.А.

аспирант кафедры «Технология машиностроения»,
Пензенский государственный технологический университет, Россия, г. Пенза

Прошкина Л.А.

доцент кафедры «Экономическая теория и международные отношения», к.э.н.,
Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза

В статье показан анализ магнитоотрицательного преобразователя линейных перемещений как элемента системы управления, определен комплекс технических требований, предъявляемых к преобразователю.

Ключевые слова: магнитоотрицательный преобразователь, элемент системы управления, динамический стенд, тренажер транспортных средств.

Магнитострикционные преобразователи линейных перемещений (МПЛП) на крутильных магнитоакустических волнах (МАВ) с использованием эффектов Видемана-Виллари находят широкое применение в системах автоматического контроля и управления. Они обеспечивают преобразование измеряемых величин в унифицированные электрические сигналы (ШИМ – сигнал, параллельный N – разрядный двоичный код, токовый, напряжение постоянного тока, и т.п.) [9 – 13].

К измерительным преобразователям МПЛП предъявляются высокие требования по обеспечению его нормального функционирования в современных СУ в течение гарантийного срока в жестких эксплуатационных условиях (температура, давление, вибрации, акустические шумы, линейные и угловые ускорения, механические и гидравлические удары, воздействие агрессивных сред) [12, 15]. Надежность измерительных преобразователей должна быть выше надежности изделия СУ, на которое оно установлено. Особенно это важно для производств с непрерывным циклом работы (энергетика, металлургия и др.) и объектов стратегического назначения, где высокая надежность всех элементов систем является первостепенным требованием, так как даже частичная остановка системы чревата большими непредсказуемыми экономическими потерями и экологическими последствиями. Вместе с тем преобразователи должны иметь простую конструкцию, низкие энергетические, массогабаритные и стоимостные показатели, чтобы не ухудшать общие тактико-технические характеристики СУ, гарантированные метрологические характеристики на протяжении всего срока эксплуатации и обеспечивать многократное применение с сохранением всех технических параметров после каждого цикла работы. Для реализации этих задач требуется создание широкой номенклатуры измерительных преобразователей объекта под конкретную техническую систему.

Основа исследований, является, – системный, энергетический и информационно-алгоритмический причинно-следственный подходы, комплексные исследования МПЛП, сочетающие экспериментальные и теоретические исследования, технологические и конструктивные проработки, схемотехнические решения. Преобразователь представлен как: преобразователь энергии; элемент системы управления тренажера транспортных средств (ТТС); система взаимосвязанных элементов; объект управления.

Сложность решаемых в работе задач обуславливают следующие особенности МПЛП: большое разнообразие схемных, технологических и конструктивных решений; недостаточная изученность особенностей физических процессов, протекающих в МПЛП; дискретный характер преобразования информации в МПЛП; разнородность входящих в МПЛП элементов; большое количество возможных алгоритмов управления.

При исследованиях МПЛП использовались методы физического моделирования и методы моделирования на ЭВМ. Следует отметить, что достоверные исследования физических закономерностей механизмов преобразования энергии, конструктивных и технологических особенностей МПЛП возможно только на основе экспериментальных исследований. Учитывая веро-

ятностный характер воздействий, получение математических моделей и обработку результатов эксперимента необходимо проводить на основе методов статистических исследований. При этом, прежде всего, следует выявить требования, предъявляемые к МПЛП как к элементу системы управления, исходя из его практического применения. Для этого необходимо представить МПЛП как объект управления, выделив управляемые и управляющие воздействия, определить возможные возмущающие воздействия и характер их изменения, влияние внутренних параметров преобразователя на динамические свойства системы.

Следующий этап исследований – систематизация требований, предъявляемых к выходным координатам МПЛП с учетом возможных изменений возмущающих воздействий при его рассмотрении как элемента системы управления. Анализ и синтез способов и устройств формирования заданных динамических свойств МПЛП целесообразен по результатам его исследования как системы взаимосвязанных элементов с учетом возможных конструктивных, технологических и схематических решений. При этом динамические свойства МПЛП могут формироваться только с учетом его особенностей как преобразователя энергии.

Наиболее широко МПЛП на крутильных МАВ применяются в следующих технических системах [1, 3 – 5, 14]: в элементах обратной связи электрических, пневматических и гидравлических приводов; в устройствах измерения уровня различных типов жидкостей; в технологических и испытательных установках; в устройствах телеметрии и диагностики законов управления технических систем; в устройствах контроля параметров движений динамических систем.

Обобщенная структура многомерной системы автоматического управления (САУ) n -объектами показана на рис. 1.

На схеме обозначены *эндогенные переменные*: $\vec{x}_i(t)$ – векторы входных (задающих) воздействий; $\vec{v}_l(t)$ – векторы возмущающих внешних воздействий; $\vec{h}'(t)$ – векторы сигналов ошибки; $\vec{h}''(t)$ – векторы управляющих воздействий и *экзогенные переменные*: $\vec{y}_j(t)$ – векторы, характеризующие выходные переменные объектов управления; $\vec{z}_k(t)$ – векторы, характеризующие выходные переменные объектов управления на выходе МПЛП. Управляющая система включает совокупность программно-технических средств (регуляторы, устройства сопряжения и масштабирования и т.п.), обеспечивающих достижение объектами управления определенной цели. Качество управления (точность, быстродействие, перерегулирование) во многом определяется техническими характеристиками МПЛП. Состояние системы управления оценивается по координатам состояний $y_j(t)$. Электрические эквиваленты этих состояний $z_k(t)$ отображены на выходах МПЛП № 1...МПЛП № n .

Разница между входными воздействиями $x_i(t)$ и действительными $z_k(t)$ законами изменения управляемой величины есть ошибка управления $h'(t) = x_i(t) - z_k(t)$. В астатической САУ ошибка системы равна нулю.

Поэтому точность управления полностью определяется только точностью МПЛП. В статических системах автоматического управления дополни-

тельно к ошибке преобразователя добавляется ошибка системы. Задачей системы автоматического управления является изменение переменной $y_j(t)$ согласно заданному закону с определенной точностью (с допустимой ошибкой). При проектировании СУ необходимо учитывать технические характеристики всех входящих в нее компонент (детали, элементы, функциональные узлы) и, в первую очередь, это касается узлов обратных связей, которые определяют точность, чувствительность, разрешающую способность, линейность, быстродействие и надежность всей системы [16 -21].

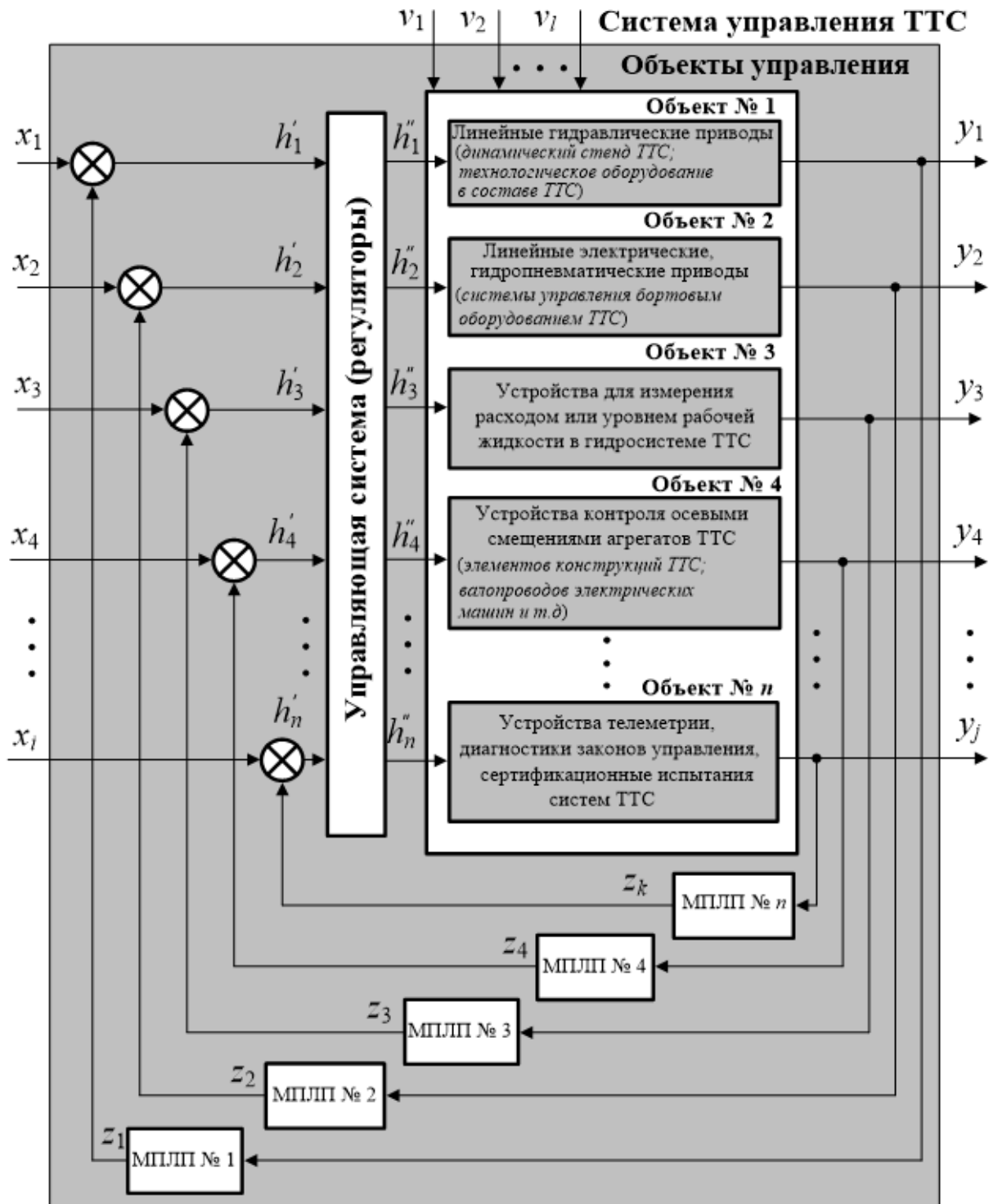


Рис. 1. Структурная схема системы управления

В качестве примера на рис. 2. показана структурная схема объекта управления № 1 линейным электрогидравлическим приводом динамического стенда ТТС [4, 11, 12].



Рис. 2. Структурная схема линейного электрогидравлического привода

На рис. 3. представлена общая кинематическая схема динамического стенда с шестью линейными гидравлическими приводами.

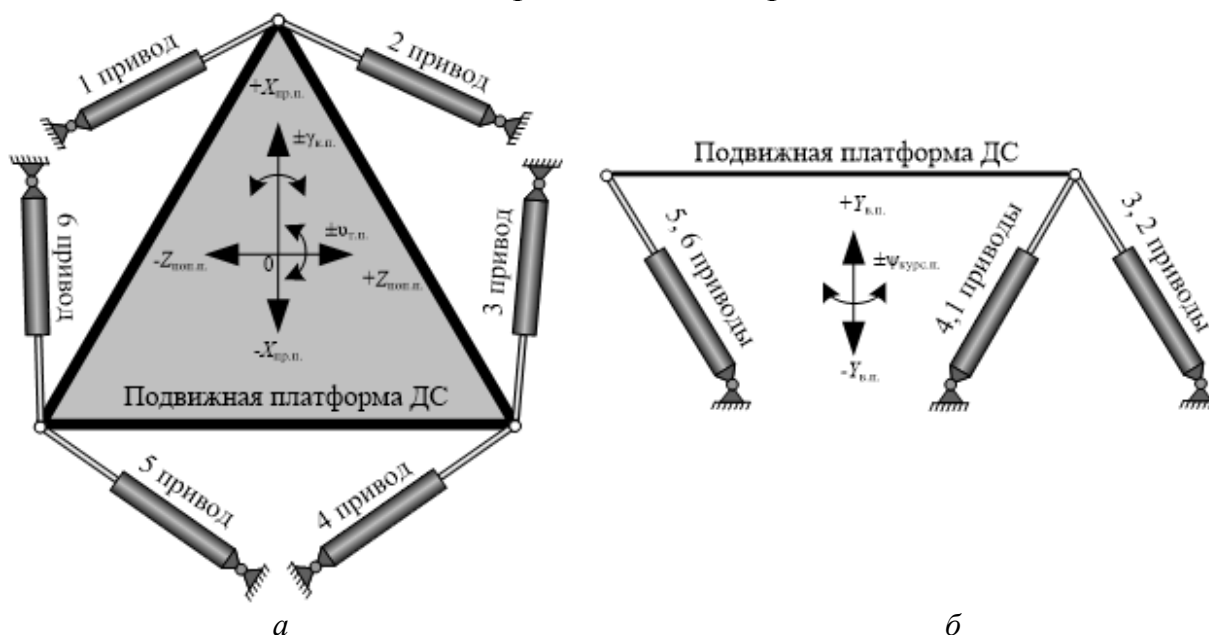


Рис. 3. Схема линейных приводных звеньев в динамическом стенде ТТС с шестью степенями свободы: *а* – вид сверху; *б* – вид сбоку

Для воспроизведения на ТТС модели виртуальной среды ощущения пространственного движения, адекватной к реальной обстановке, его системы моделирования должны с высоким качеством и подобием стимулировать восприятия движения, ощущаемые оператором в транспортном средстве реального объекта [6 – 8]. Постановка такой задачи predetermined постоянным совершенствованием не только технологии моделирования, законов управления, но и улучшением характеристик приводных звеньев, в обратную связь которых входит МПЛП [4, 11 – 13].

На современном этапе развития тренажеростроения существует тенденция роста объема и сложности решаемых задач, что ведет к усложнению алгоритмических, технологических и конструкторских решений, сопровождается постоянным повышением ответственности и надежности, исполняемых системами функций. Возрастает потребность в интеграции отдельных систем в сложные динамические структуры [6 – 8]. Это касается и электро-

гидравлического привода, от которого требуются качественно новые технические характеристики.

Узлы обратной связи гидравлических приводов размещаются на внешней стороне гидроцилиндра, как показано на рис. 4.

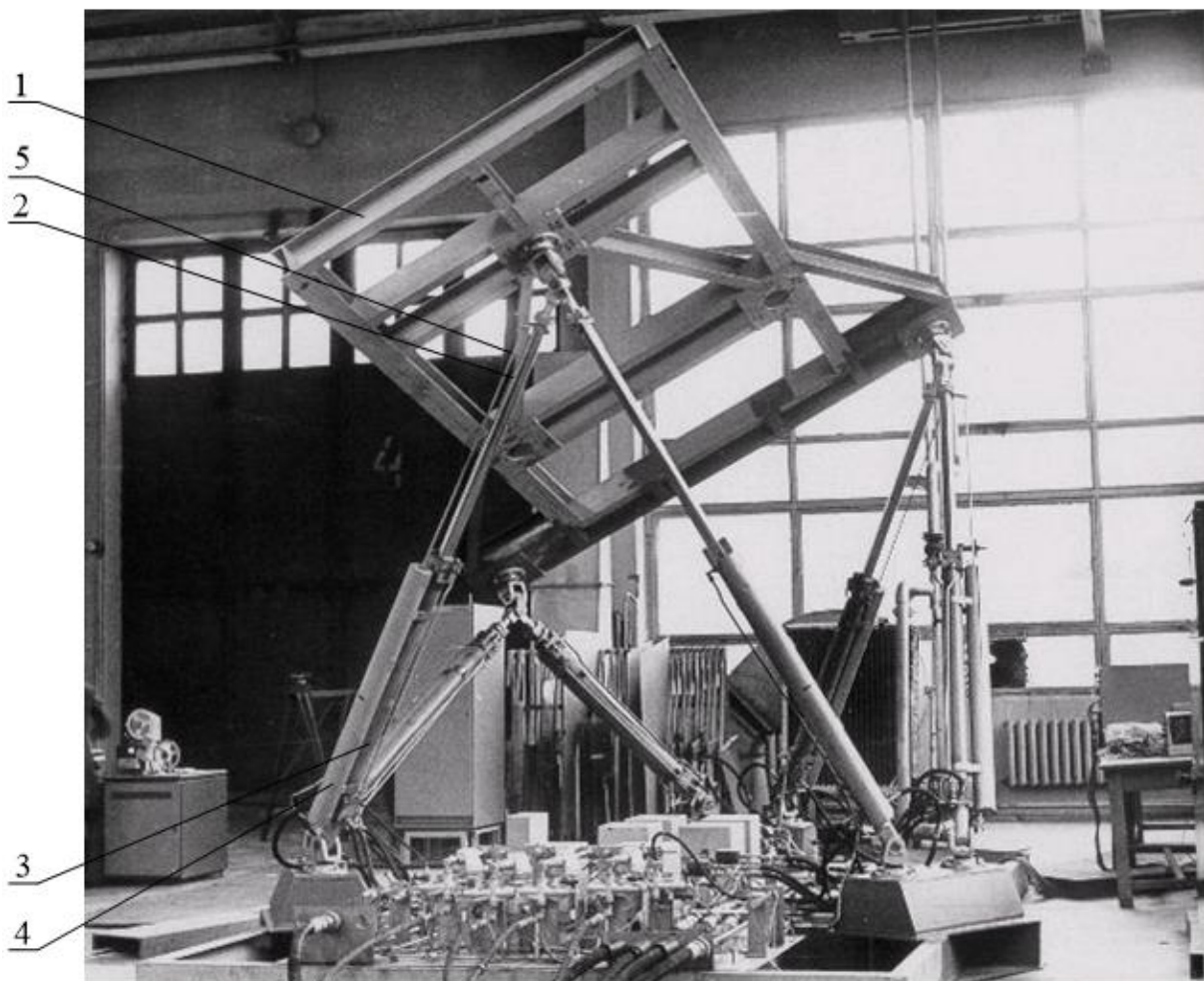


Рис. 4. Динамический стенд с шестью степенями свободы

Динамический стенд содержит подвижную платформу 1, на которой устанавливается кабина ТТС. Подвижная платформа 1 через шарнирные соединения связана с шестью линейными приводами. В состав линейного привода входят гидроцилиндр 3 со штоком 2. Параллельно ходу штока 2 гидроцилиндра 3 устанавливается узел обратной связи 4 (измерительный преобразователь МПЛП) с магнитным элементом позиционирования, который через шток 5 механически связан со штоком 2 цилиндра 3.

Для того, чтобы соединить элемент позиционирования МПЛП со штоком гидроцилиндра требуется введение дополнительных механических узлов, что не только усложняет конструкцию привода и увеличивает его массогабаритные размеры, но и ухудшает точностные характеристики из-за присутствия люфтов, сухого трения и несоосностей в кинематических цепях узла обратной связи. При определенных величинах знакопеременных ускорений, развиваемых ДС, помехоустойчивость узлов обратной связи становится крайне низкой. Поэтому в законы управления ДС в ущерб качеству передачи виртуальной средой ощущений пространственного движения вводятся огра-

ничения по предельным перемещениям стенда. Большие габаритные поперечные размеры линейного привода являются основным препятствием для расширения диапазона пространственного перемещения подвижной платформы ДС. Все это отражается на объеме и качестве представления акселерационной информации обучающему экипажу, обуславливает несоответствие тренажеров определенным критериям международного стандарта по оценке наземных обучающих систем.

Проведенные комплексные исследования МПЛП на базе системного, энергетического и причинно-следственного информационно-алгоритмического подходов показывают: создание нового поколения МПЛП требует поиска новых подходов, развития, совершенствования и разработки новых методов анализа и синтеза данного класса магнитоотриксционных преобразователей.

В результате анализа МПЛП как элемента системы управления определен комплекс технических требований, предъявляемых к МПЛП. В качестве основных при анализе систем управления ТТС выделены следующие требования к МПЛП: защищенность от воздействия агрессивных сред, механических воздействий, устойчивость к воздействиям в виде больших перепадов температур, внешнего постоянного и переменного магнитных полей, вибрации и линейных ускорений по трем осям координат.

Список литературы

1. Артемьев Э.А., Прошкин В.Н. Способ измерения уровня и массы жидких сред в резервуарах // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2010. Т. 2. С. 153-154.
2. Артемьев Э.А., Прошкин В.Н. Материалы для чувствительных элементов магнитоотриксционных преобразователей параметров движения / Э.А. Артемьев, В.Н. Прошкин // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – Пенза: 2012. Т. 2. С. 258.
3. Прошин И.А., Тимаков В.М., Прошкин В.Н. Тренажер плавающего объекта для обучения экипажей действиям в чрезвычайных ситуациях // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. 2009. № 1. С. 82-87.
4. Прошин И.А., Тимаков В.М., Прошкин В.Н. Совершенствование динамических стендов авиационных тренажеров на базе гидроприводов // Мехатроника, автоматизация, управление. – М: 2008. – № 12. – С. 18 – 22.
5. Прошин И.А., Тимаков В.М., Прошкин В.Н. Тренажер вертолета с имитацией посадки на взволнованную водную поверхность // Мехатроника, автоматизация, управление. 2009. № 9. С. 65-69.
6. Прошкина Л.А. Совершенствование управления предприятиями авиационного тренажеростроения в условиях модернизации экономики: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Л.А. Прошкина. – Пенза, 2006. – 178 с.
7. Прошкина Л.А., Прошкин В.Н. Повышение качества и конкурентоспособности авиационных тренажеров на основе модернизации // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – Пенза: 2013. Т. 2. – С. 262 – 264.
8. Прошкина Л.А. Разработка концептуальной схемы обеспечения конкурентоспособного функционирования предприятий тренажеростроения // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2008. Т. 1-С. С. 453.
9. Прошкин В.Н. Конструкторско-технологические способы совершенствования

магнестрикционных преобразователей линейных перемещений для специальных условий эксплуатации: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.05 / В.Н. Прошкин. – Астрахань, 2007. – 229 с.

10. Прошкин В.Н. Магнестрикционные преобразователи линейных перемещений для специальных условий эксплуатации // Датчики и системы. М.: 2007. – № 6. – С. 35–38.

11. Прошкин В.Н., Прошин И.А., Тимаков В.М. Принципы построения преобразователей параметров движений для гидропривода тренажеров транспортных средств // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – Пенза: 2010. Т. 1. С. 272-275.

12. Прошкин В.Н., Прошин И.А., Тимаков В.М. Системный анализ магнестрикционных преобразователей параметров движений на крутильных магнитоупругих волнах для тренажеров транспортных средств // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2008. Т. 1. С. 458-462.

13. Прошкин В.Н., Прошин И.А., Прошкина Л.А., Магомедова Э.А., Магомедова М.А. Многофункциональный преобразователь параметров движения гидропривода тренажера транспортных средств // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. Материалы XIII Международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург: 2016. Том 1. С. 104 – 110.

14. Прошкин В.Н., Прошкина Л.А., Магомедова Э.А., Магомедова М.А. Автоматизированная система для сертификационных испытаний динамических стендов тренажеров транспортных средств // Проблемы и перспективы современной науки: материалы X Международной научно-практической конференции. Ставрополь: Логос, 2016. – С. 87 – 93.

15. Прошкин В.Н., Прошкина Л.А., Магомедова Э.А., Магомедова М.А. Способы уменьшения влияния внешних ударных и вибрационных воздействий на чувствительный элемент магнестрикционного преобразователя параметров движения // Н 34 Научная дискуссия: вопросы технических наук. сб. ст. по материалам XLIV междунар. науч.-практ. конф. – № 3 (33). – М.: Изд. «Интернаука», 2016. – С. 13 – 19.

16. Прошкин В.Н., Прошкина Л.А. Способ термомеханической обработки ферромагнитных проволок для акустических волноводов // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – Пенза: 2013. Т. 2. С. 180-181.

17. Прошкин В.Н., Прошкина Л.А., Разживина Г.П. Способ проверки ферромагнитных проволок после их термомеханической обработки // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – Пенза: 2013. Т. 2. С. 181-182.

18. Прошкин В.Н., Магомедова М.А., Прошкина Л.А., Трусов Е.В. Систематизация требований, предъявляемых к акустоэлектрическим преобразователям магнестрикционных измерительных систем // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – Пенза: 2015. Т. 2. С. 40-42.

19. Прошкин В.Н., Магомедова М.А., Прошкина Л.А., Трусов Е.В. Систематизация требований, предъявляемых к демпферам акустического волновода магнестрикционных преобразователей параметров движений. // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – Пенза: 2015. Т. 2. С. 42-44.

20. Магомедова Э.А., Магомедова М.А., Прошкин В.Н. Проектирование прецизионных помехоустойчивых импульсных усилителей токовых сигналов для магнестрикционных преобразователей // Молодой ученый. Чита: 2011. – № 10. – С. 43-45.

21. Магомедова Э.А., Магомедова М.А., Прошкин В.Н. Формирователь импульсов тока возбуждения магнитоупругих волн в акустических волноводах магнестрикционных преобразователях // Молодой ученый. Чита: 2011. – № 10. – С. 45-48.

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ МАРШРУТОВ С УЧЕТОМ ХАРАКТЕРИСТИК МЕСТНОСТИ

Сивцов А.С., Седова О.М.

студенты кафедры «Кибернетика»,

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,

Россия, г. Москва

В статье рассматривается проблемы построения маршрута по сложному ландшафту. Разрабатываемый алгоритм позволит пользователю определять ценность ячеек, что обеспечит основу для построения оптимального графа перемещений по пересеченной местности.

Ключевые слова: ландшафт, растровые данные, маршрут наименьшей стоимости, коридор, маршрутизация, сопротивление перемещению.

Существует класс задач, для которых требуется построение маршрута на сложном ландшафте, например, по бездорожью, при наличии препятствий, с учетом особенностей почв и растительности и т.д. В общественном мире возрастает интерес к экзотическому отдыху, крупные нефтедобывающие компании стараются оптимизировать процесс создания транспортировочных узлов, военные – перебрасывать войска с наименьшим риском для сохранности боевых единиц.

Для решения подобного рода задач, где необходимым условием является наличие дорог или каких-либо пешеходных зон, существует достаточно много различного характера приложений, чего нельзя сказать про задачи, целью которых является построение маршрута на сложном ландшафте.

При решении подобного рода задач может быть полезным приложение, позволяющее учесть все условия окружающей локации, и на основе определенных входных характеристик, определяемых пользователем, выдать оптимальное решение в виде маршрутной линии, нанесенной на карту, обозначающей путь наименьшей стоимости, и коридора для этого маршрута.

Коридор в данном контексте – область отклонения от оптимального маршрута в сторону увеличения его “стоимости”.

Важным элементом приложения является методика, позволяющая взвешивать растры, которые составляют растр стоимости. Растровое изображение – представляет собой сетку пикселей – цветных точек (обычно прямоугольных) на мониторе, бумаге и других отображающих устройствах.

Важными характеристиками изображения являются:

- размер изображения в пикселях, который может выражаться в виде количества пикселей по ширине и по высоте (800×600px, 1024×768px, 1600×1200px и т.д.) или же в виде общего количества пикселей (так изображение размером 1600×1200px состоит из 1 920 000 точек, то есть примерно 2 мегапикселей);
- количество используемых цветов или глубина цвета. Эти характеристики имеют зависимость $N = 2^k$, где N – количество цветов, k – глубина цвета;

- цветовое пространство (цветовая модель) – RGB, CMYK, XYZ, YCbCr и др.;
- разрешение изображения, определяющее количество точек (элементов растрового изображения) на единицу площади (или единицу длины).

То, как взвешиваются значения растровых ячеек, зависит от применения и желаемых результатов. В качестве входных данных подается одно или несколько растровых изображений с определенными характеристиками. Каждая ячейка растра хранит определенные данные, пользователь сам назначает стоимость перемещения через каждую ячейку. Если изначально растров несколько, то задается степень влияния каждого на результирующее растровое изображение (в процентах). Далее ведется расчет стоимости результирующей поверхности [2]. Значение, присваиваемое каждой ячейке пользователем, представляет собой степень приоритетности передвижения через нее. Конечное значение на ячейке – это размер ячейки, умноженный на значение стоимости. Например, если растр стоимости имеет размер ячейки 30, а определенная ячейка имеет значение стоимости 10, конечная стоимость этой ячейки равна 300 единиц (рис. 1).

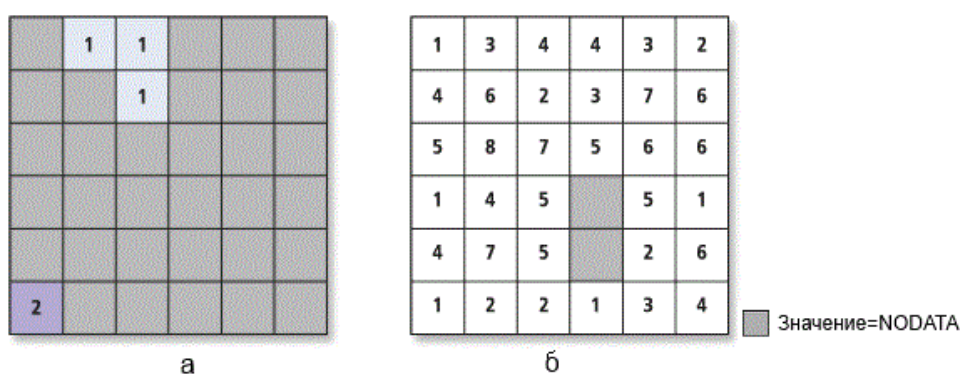


Рис. 1. Исходный растр (а) и растр с посчитанной стоимостью (б)

Не допускается перемещение через ячейки, содержащие значения NoData. Этот тип ячеек считается закрытым для передвижения. То есть, как только растровая ячейка обозначается значением NoData (это значение присваивается изначально пользователем), то далее маршрут через эту ячейку не будет проложен, а алгоритм начнет искать альтернативные пути перемещения в обход данной ячейки. Например, на пути следования имеется заповедник, по которому перемещение на транспортном средстве запрещено, тогда, при обозначении всех ячеек, покрываемых заповедником, как NoData, маршрут будет построен вокруг заповедника.

Далее создается выходной растр, в котором каждой ячейке присваивается суммарная стоимость до ближайшей ячейки-источника. Алгоритм использует представление ячейки по типу «узел/связь», используемому в теории графов. При представлении ячейки по принципу «узел/связь» центр каждой ячейки рассматривается как узел, и каждый узел может быть соединен несколькими связями со смежными узлами. Каждой связи поставлено в соответствие сопротивление перемещению. Сопротивление определяется исходя

из стоимости, присвоенной ячейкам на каждом конце связи, и направления движения через ячейку.

Растр стоимостного расстояния определяет ценность каждой ячейки, но не определяет направления дальнейшего передвижения. Для этого строится растр направления, предоставляющий карту-схему дорог, который иллюстрирует направление перемещения из любой ячейки вдоль маршрута с наименьшей стоимостью до ближайшего источника.

Алгоритм вычисления растра направления присваивает код каждой ячейке. Код – это последовательность целых чисел от 0 до 8. Значение 0 используется для представления исходных местоположений, т.к. они уже по сути достигли цели (источника) [1]. Значения от 1 до 8 являются кодами направления по часовой стрелке, начиная справа. Ниже приведены символы по умолчанию, применяемые направленным выходным данным, сопровождаемым стрелочной диаграммой, сопоставляющей стрелки направлений с цветовыми символами (рис.2).



Рис. 2. Коды направления

Например, если выходной ячейке присваивается значение 5, то путь должен быть направлен в соседнюю ячейку слева. Если значение этой ячейки – 7, путь должен быть направлен на север, и так далее.

После создания растров накопительной стоимости и направления, из любой указанной ячейки-адресата или зоны можно получить маршруты оптимального пути.

Заключительным этапом является построение коридора для оптимального маршрута. Коридор иллюстрирует то, как изменится оптимальность передвижения при отклонении от маршрута наименьшей стоимости.

На данный момент существует несколько военных разработок способных контролировать, планировать и управлять перемещением боевых единиц в условиях ведения боя.

Американской компанией ESRI было разработано приложение, которое было применено при построении газопровода «Набукко».

На основе вышеописанного алгоритма было разработано веб-приложение, предназначенное для построения оптимального маршрута при передвижении по бездорожью. В качестве языка реализации был выбран язык программирования Python.

Веб-приложение представляет собой карту и пользовательское меню. В меню пользователю предлагается возможность просмотра ранее построенных растров, выбор определенных объектов на карте, таких как ценовая поверхность, маршрутная линия и коридор. Также пользователь имеет возможность

задания точек на карте. Кроме того, существует возможность задания дополнительных характеристик маршрута (дороги, магистрали, поселения и т.п.), каждая характеристика имеет свой приоритет и влияние.

В разработанном приложении реализована возможность построения маршрута на основе определенных входных характеристик, определяемых пользователем, приложение показывает оптимальное решение в виде маршрутной линии, нанесенной на карту, обозначающей путь наименьшей стоимости, и коридора для этого маршрута.

Реализованное, на основе описанного в докладе алгоритма, приложение было апробировано при построении оптимального маршрута для передвижения по бездорожью на территории московской и тульской областей.

Инструмент разрабатывался для построения схем территориального планирования в области: медицины, высшего образования, энергетики, транспорта (в том числе и трубопроводного транспорта), обороны и безопасности.

В настоящее время используется в геоинформационной системе министерства здравоохранения РФ.

Разработанное приложение отличается от ранее созданных систем меньшим объемом кода и высоким быстродействием.

Таким образом, с помощью реализации алгоритма, описанного выше, можно решать проблемы отраслей, нуждающихся в оптимизации построения маршрута на сложном ландшафте.

Список литературы

1. Майкл ДеМерс Географические информационные системы // Дата+. 1999. С. 25-32.
2. Пиньеде Фу, Цзюлинь Сунь Web Gis principles and applications // ESRI Press, 2013. С.67.
3. Справка по ArcGIS [Электронный ресурс], <http://resources.arcgis.com> (дата обращения: 12.12.2015).

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПОТОКА ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И РЕКОНСТРУКЦИИ АЭРОДРОМОВ И ДОРОГ

Скляр А.Н.

доцент кафедры инженерно-аэродромного обеспечения, канд. тех. наук, доцент,
Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
Россия, г. Воронеж

Глагольев А.А.

ведущий советник, канд. тех. наук,
Департамент транспорта и автомобильных дорог Воронежской области,
Россия, г. Воронеж

В статье рассмотрены основные положения автоматизации расчета параметров потока по строительству (реконструкции) аэродромов и дорог с использованием ЭВМ.

Ключевые слова: поток, метод, бетонная смесь, плиты, рабочая захватка.

В условиях возрастающей сложности и углубления специализации строительства, непрерывного совершенствования технологии, средств механизации, методов организации и управления особое значение приобретает своевременная и качественная подготовка производства работ. В строительстве предприятий, сооружений, жилых домов и объектов транспортного назначения, как правило, участвуют десятки специализированных организаций различных министерств и ведомств. Это вызывает необходимость составления хорошо продуманного и взаимосвязанного плана их совместной деятельности, т.е. заблаговременной разработки проектов организации работ.

Строительство объектов можно организовать последовательным, параллельным и поточным методами.

При последовательном методе в каждый отдельный момент времени выполняется только один вид работ.

При параллельном методе строительства однотипные работы выполняются одновременно, продолжительность строительства объекта при этом равна времени выполнения одного вида работ; интенсивность потребления материально-технических ресурсов наибольшая.

При поточном методе организации работ осуществляется совмещение по времени выполнения различных видов работ. Он обеспечивает равномерность потребления ресурсов, ритмичность выпуска готовой продукции, а также ведение работ специализированными бригадами постоянного состава, оснащенными соответствующими комплектами машин и является приоритетным при организации работ по строительству и реконструкции аэродромов и дорог.

Для автоматизации расчета параметров потока разработана специализированная программа. Она разработана с использованием визуальной, объектно-ориентированной среды Microsoft на языке программирования Visual Basic и поставляется в виде файла с расширением приложения Microsoft Excel.

Алгоритм работы программы состоит в следующем:

1. Устанавливается интенсивность укладки бетонной смеси (асфальтобетона, цементобетона, плит) и подбирается ведущая машина [1].

Интенсивность укладки бетонной, асфальтобетонной смеси (плит) определяется по формуле:

$$V_{сут} = \frac{Q_{общ}}{T_{раб} - \Delta t},$$

где $V_{сут}$ – суточная интенсивность укладки бетонной смеси (плит), м³/сут (м²/сут, шт/сут); $Q_{общ}$ – общий объем укладки бетона (плит), м³ (м², шт); Δt – время развертывания потока (принимается в пределах 10-15% от $T_{раб}$).

По величине $V_{сут}$ (с учетом сменности работ) определяется количество потребных основных машин – распределителей бетонной смеси или кранов.

Как правило, интенсивность основных работ будет кратна производительности выбранной машины, поэтому:

а) расчетная суточная интенсивность укладки бетонной и асфальтобетонной смеси:

$$V'_{cym} = q_{\delta} \cdot R_{\delta} \cdot n_{cm},$$

где q_{δ} – сменная производительность распределителя бетонной смеси, м³/смену; R_{δ} – количество распределителей бетонной смеси; n_{cm} – количество смен.

б) расчетная суточная интенсивность укладки плит:

$$V'_{cym} = q_k \cdot R_k \cdot n_{cm},$$

где q_k – сменная производительность одного крана, м²/смену, шт/смену (принимается по ВНиР или ЕНиР); R_k – количество кранов; n_{cm} – количество смен.

В результате выбора ведущей машины должно быть выполнено условие:

$$V'_{cym} \geq V_{cym}$$

2. Устанавливается размер и количество захваток

Размеры захваток должны обеспечить эффективное использование машин и механизмов и работу бригад без перехода на другую захватку не менее чем в течении одной смены.

Минимально допустимая длина участка бетонирования (рабочей захватки), обеспечивающая достаточную прочность цементобетона для прохода бетоноукладочного комплекса машин и проезда автотранспорта при устройстве одно- и двухскатного покрытия, определяется по формуле:

а) для укладки бетона по схеме без маячных рядов:

$$l_{\delta} = \frac{V'_{cym}}{b \cdot h \cdot n} \cdot t_{\delta},$$

где b , h – соответственно ширина (расстояние между продольными швами) и толщина бетонируемого ряда, м; n – количество бетоноукладочных машин; t_{δ} – время выдерживания бетона до возможного проезда бетоноукладочной (транспортной) машины, сут. [1];

б) при наличии маячных рядов

$$l_{\delta} = \frac{V'_{cym}}{b \cdot h \cdot n \cdot k} \cdot t_{\delta},$$

где k – количество маячных рядов.

При известных ширине бетонируемого покрытия B и ширине бетонируемого ряда b количество маячных рядов определяется по следующим формулам:

$$K = \frac{1}{2} \cdot \frac{B}{b} \text{ – при четном количестве бетонируемых рядов;}$$

$$K = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{B}{b} + 1 \right) \text{ – при нечетном количестве бетонируемых рядов с крайними маячными рядами;}$$

ними маячными рядами;

$$K = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{B}{b} - 1 \right) \text{ – при нечетном количестве бетонируемых рядов, если крайние ряды не маячные.}$$

крайние ряды не маячные.

При строительстве покрытий из сборных железобетонных плит исполь-

зуются продольная или продольно-участковая схема без маячных рядов.

Длина укладываемого ряда плит определяется по формуле:

$$\ell_6 = \frac{V'_{cym}}{6 \cdot R_k},$$

где 6 – ширина уложенного ряда из плит ПАГ, м.

Схема укладки асфальтобетонного покрытия определяется дополнительным требованием обеспечения сопряжения смежных полос.

Максимально допустимая длина полосы укладки принимается в зависимости от температуры воздуха и скорости остывания асфальтобетонной смеси по справочным данным или определяется по формуле:

$$\ell = \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot h \cdot (c \cdot \gamma - 2 \cdot t_{nep}) \cdot v_1 \cdot v_2}{(a_1 + a_2) \cdot (v_1 + v_2)},$$

где K_2 – коэффициент, учитывающий температуру основания (в нашем случае равна температуре воздуха) при $t_{очн} \leq 25^\circ C$, $K_2 = 1$; h – толщина слоя асфальтобетона, м; c – теплоемкость асфальтобетонной смеси,

$\frac{ккал}{кг \cdot град} = (0,3-0,4)$; γ – требуемая плотность асфальтобетона (примерно

$2200 кг/м^3$); t_{nep} – продолжительность перехода на смежную полосу, ч (при-

мерно 0,06 ч); v_1 – рабочая скорость асфальтоукладчика, м/мин; v_2 – транспортная скорость асфальтоукладчика, (примерно 10–12 м/мин); a_1 –

коэффициент теплоотдачи асфальтобетона за счет излучения $\frac{ккал}{м^2 \cdot ч \cdot град}$

(примерно $a_1 = 6$); a_2 – коэффициент теплоотдачи асфальтобетона за счет конвекции ($a_2 = 5$ при скорости ветра до 1 м/с, если $v = 10 м/с$, то $a_2 = 12$; $a_2 = 16$

при большей v); $K_1 = 7,5 \frac{t_y - t_6}{t_k - t_6}$ – коэффициент, зависящий от температурных

условий, где t_y – температура смеси в начале уплотнения; t_6 – температура

наружного воздуха; t_k – допускаемая температура смеси при сопряжении смежных полос (60-70°).

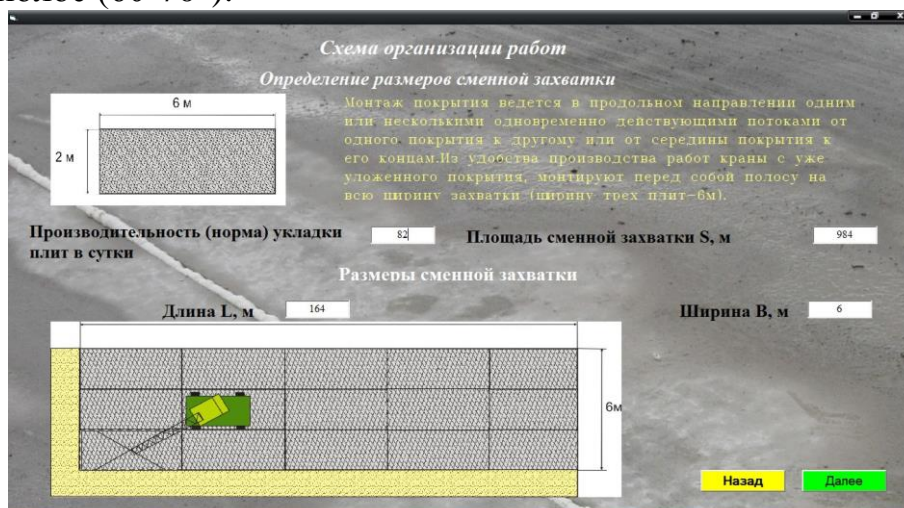


Рис. 1. Окно для расчета размеров сменной захватки из плит ПАГ

По результатам расчетов и параметрам искусственного покрытия, рассчитывается длина рабочей захватки $L_{\text{раб}}$ и их количество N . (рисунок 2.)

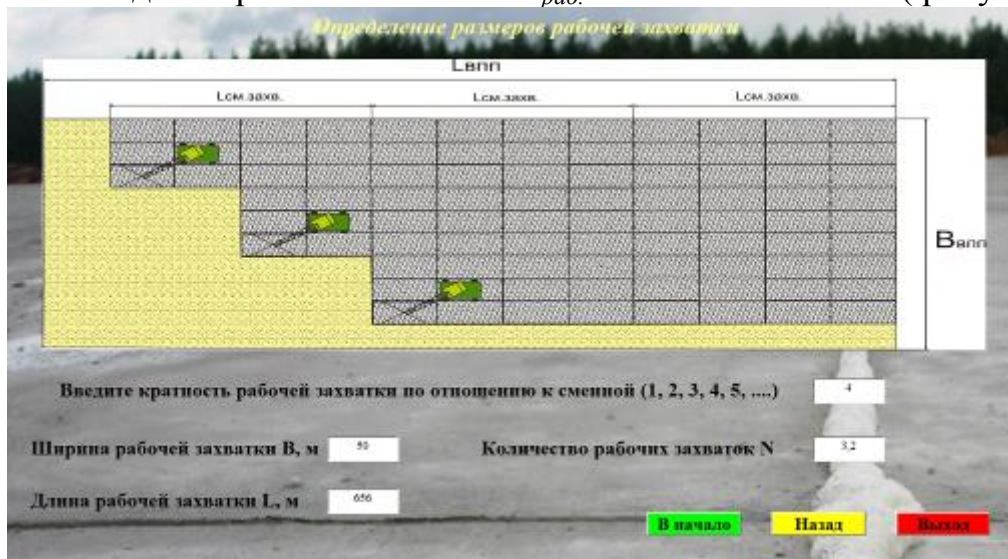


Рис. 2. Окно для расчета размеров рабочей захватки

Список литературы

1. Серов В.М., Нестерова Н.А., Серов А.В. Организация и управление в строительстве: учеб. пособие для студ. вузов. М.: Издательский центр «Академия», 2006. 432 с.

ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Старичихин М.Г., Графова Н.С., Храпов С.Д., Латипов О.О.
магистры по направлению прикладная информатика,
Технологический университет, Россия, г. Королев

В статье делается обзор по облачным информационным технологиям. Перечислены некоторые задачи, связанные с обработкой больших объемов данных, и обсуждаются тенденции развития.

Ключевые слова: облако, облачные технологии автоматизация, производственный процесс.

Идея облачных вычислений появилась еще в 1960 году, когда Джон Маккарти высказал предположение, что когда-нибудь компьютерные вычисления будут производиться с помощью «общенародных утилит». Считается, что идеология облачных вычислений получила популярность с 2007 года благодаря быстрому развитию каналов связи и стремительно растущим потребностям пользователей.

Под облачными вычислениями обычно понимается предоставление пользователю компьютерных ресурсов и мощностей в виде интернет-сервиса. Таким образом, вычислительные ресурсы предоставляются пользователю в «чистом» виде, и пользователь может не знать, какие компьютеры обрабатывают его запросы.

Часто облака сравнивают с мэйнфреймами (mainframe), находя между ними много общего. Принципиальное отличие облака от мэйнфреймов в том, что его вычислительная мощность теоретически не ограничена. Второе принципиальное отличие в том, что, попросту говоря, терминалы для мэйнфреймов служили только для интерактивного взаимодействия пользователя с запущенной на обработку задачей.

В облаке же терминал сам является мощным вычислительным устройством, способным не только накапливать промежуточную информацию, но и непосредственно управлять глобальной системой вычислительных ресурсов.

В настоящее время, концепция, предполагает оказание следующих типов услуг своим пользователям:

- **Storage-as-a-Service** («хранение как сервис»). Это, пожалуй, самый простой из СС-сервисов, представляющий собой дисковое пространство по требованию. Каждый из нас когда-нибудь сталкивался с ситуацией, когда на мониторе появлялось зловещее предупреждение: «Логический диск заполнен, чтобы освободить место, удалите ненужные программы или данные». Услуга **Storage-as-a-Service** дает возможность сохранять данные во внешнем хранилище, в «облаке». Для Вас, оно будет выглядеть, как дополнительный логический диск или папка. Сервис является базовым для остальных, поскольку входит в состав практически каждого из них. Примером может служить **Google Drive** и прочие схожие сервисы.

- **Database-as-a-Service** («база данных как сервис»). Здесь скорее больше для админов, ибо сия штука предоставляет возможность работать с базами данных, как если бы СУБД была установлена на локальном ресурсе. Причем, в этом случае гораздо легче «расшаривать» проекты между разными исполнителями, не говоря уже о том, сколько денег можно сэкономить на компьютерном железе и лицензиях, требуемых для грамотного использования СУБД в крупной или даже средней организации.

- **Information-as-a-Service** («информация как сервис»). Дает возможность удаленно использовать любые виды информации, которая может меняться ежеминутно или даже ежесекундно.

- **Process-as-a-Service** («управление процессом как сервис»). Представляет собой удаленный ресурс, который может связать воедино несколько ресурсов (таких как услуги или данные, содержащиеся в пределах одного «облака» или других доступных «облаков»), для создания единого бизнес-процесса.

- **Application-as-a-Service** («приложение как сервис»). Еще, может называется, **Software-as-a-Service** («ПО как сервис»). Позиционируется как «программное обеспечение по требованию», которое развернуто на удаленных серверах, и каждый пользователь может получать к нему доступ посредством Интернета, причем все вопросы обновления и лицензий на данное обеспечение регулируется поставщиком данной услуги. Оплата, в данном случае, производится за фактическое использование последнего. В качестве примера можно привести **Google Docs**, **Google Calendar** и т.п. онлайн-программы.

- Platform-as-a-Service («платформа как сервис»). Пользователю предоставляется компьютерная платформа с установленной операционной системой и некоторым программным обеспечением.

- Integration-as-a-Service («интеграция как сервис»). Это возможность получать из «облака» полный интеграционный пакет, включая программные интерфейсы между приложениями и управление их алгоритмами. Сюда входят известные услуги и функции пакетов централизации, оптимизации и интеграции корпоративных приложений (EAI), но предоставляемые как «облачный» сервис.

- Security-as-a-Service («безопасность как сервис»). Данный вид услуги предоставляет возможность пользователям быстро развертывать продукты, позволяющие обеспечить безопасное использование веб-технологий, электронной переписки, локальной сети, что позволяет пользователям данного сервиса экономить на развертывании и поддержании своей собственной системы безопасности.

- Management/Governance-as-a-Service («администрирование и управление как сервис»). Дает возможность управлять и задавать параметры работы одного или многих «облачных» сервисов. Это в основном такие параметры, как топология, использование ресурсов, виртуализация.

- Infrastructure-as-a-Service («инфраструктура как сервис»). Пользователю предоставляется компьютерная инфраструктура, обычно виртуальные платформы (компьютеры), связанные в сеть, которые он самостоятельно настраивает под собственные цели.

- Testing-as-a-Service («тестирование как сервис»). Дает возможность тестирования локальных или «облачных» систем с использованием тестового ПО из «облака» (при этом никакого оборудования или обеспечения на предприятии, не требуется).

Теперь рассмотрим, какие бывают облака, по форме собственности. Тут, выделяют три их категории:

- Публичные;
- Частные;
- Гибридные.

Кратко по каждой:

- Публичное облако – это ИТ-инфраструктура, используемая одновременно множеством компаний и сервисов. Абонентом, предлагаемых сервисов может стать любая компания и индивидуальный пользователь. Примерами могут служить онлайн-сервисы: Amazon EC2, Google Apps/Docs.

- Частное облако – это безопасная ИТ-инфраструктура контролируемая и эксплуатируемая в интересах одной-единственной организации. Организация может управлять частным «облаком» самостоятельно или поручить эту задачу внешнему подрядчику. Инфраструктура может размещаться либо в помещениях заказчика, либо у внешнего оператора (либо частично у заказчика и частично у оператора).

- Гибридное облако – это ИТ-инфраструктура использующая лучшие качества публичного и приватного облака при решении поставленной задачи.

Часто такой тип применяется, когда организация имеет сезонные периоды активности.

Теперь рассмотрим возможности облачных вычислений:

- Доступ к личной информации с любого компьютера, подключённого к Интернету;
- Можно работать с информацией с разных устройств (ПК, планшеты, телефоны и т.п.);
- Не важно в какой операционной системе Вы предпочитаете работать, – веб-сервисы работают в браузере любых ОС;
- Одну и ту же информацию, как Вы, так и окружающие, могут просматривать и редактировать одновременно с разных устройств;
- Многие платные программы стали бесплатными (или более дешёвыми) веб-приложениями;
- Если что-то случится с вашим устройством (ПК, планшетом, телефоном), то Вы не потеряете важную информацию, так как она теперь не хранится в памяти устройств;
- Всегда под рукой свежая и обновлённая информация;
- Вы всегда пользуетесь самой последней версией программ и при этом не надо следить за выходом обновлений;
- Можно свою информацию объединять с другими пользователями;
- Легко можно делиться информацией с близкими людьми или с людьми из любой точки земного шарика.

Возможностей, весьма предостаточно, однако, есть и свои недостатки (куда же без них), о которых также следует упомянуть.

Недостатки:

- Необходимость постоянного соединения. Для получения доступа необходимо постоянное соединение с Интернет;
- Программное обеспечение и его «кастомизация». Есть ограничения по ПО, которое можно разворачивать на «облаках» и предоставлять его пользователю. Пользователь имеет ограничения в используемом обеспечении и иногда не имеет возможности настроить его под свои собственные цели;
- Конфиденциальность. Конфиденциальность данных, хранимых в публичных «облаках», в настоящее время, вызывает много споров, но в большинстве случаев эксперты сходятся в том, что не рекомендуется хранить наиболее ценные для компании документы на публичном «облаке», так как в настоящее время нет технологии, которая бы гарантировала 100% конфиденциальность данных;
- Безопасность. «Облако» само по себе является достаточно надёжной системой, однако при проникновении в него злоумышленник получает доступ к огромному хранилищу данных. Еще один минус, – это использование систем виртуализации в которых, в качестве гипервизора, используются ядра стандартных ОС (например, Windows), что позволяет использовать вирусы и уязвимости системы;
- Дороговизна оборудования. Для построения собственного облака необходимо выделить значительные материальные ресурсы, что не выгодно только что созданным и малым компаниям;

- Дальнейшая монетизация ресурса. Вполне возможно, что компании в дальнейшем решат брать плату с пользователей за предоставляемые услуги.

Как видите, есть две стороны медали. Впрочем, развитию технологии это не вредит, а может даже и подстегивает.

Что касается развития, облачные технологии всё больше занимает места в мире. Однако уже через несколько лет мы увидим, что облака принесут миру намного больше пользы, чем можно предположить сейчас. Владельцам компаний стоит оставаться в курсе последних событий в мире облачных технологий, чтобы сохранять конкурентные преимущества. А пользователям – ждать, когда развитие облачных технологий скажется на общем уровне жизни. Очень скоро облачные технологии позволят работать быстрее и эффективнее, чем это происходит сегодня. И вместе с их распространением будет ускоряться наша жизнь.

Список литературы

1. Артюшенко В. М. Системный анализ в области управления и обработки информации: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стреналюк, Н.А. Васильев, И.М. Белюченко, К.Л. Самаров, В.Н. Зиновьев, С.П. Посеренин, Г.Г. Вокин, А.П. Мороз, В.С. Шайдуров, С.С. Шаврин /под науч. ред. док.техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – Королев МО: МГОТУ, 2015. – 168 с.

2. Артюшенко В. М. Информационные технологии и управляющие системы: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стреналюк, В.И. Привалов, В.И. Воловач, Е.П. Шевченко, В.М. Зимин, Е.С. Харламова, А.Э. Аббасов, Б.А. Кучеров /под науч. ред. док.техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – М.: Издательство «Научный консультант», 2015. – 185 с.

3. Информационные технологии управления: Учеб. пособие для вузов / Под ред. Проф. Г.А. Титоренко. – 2-е изд., доп.- М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2013.

4. Монахов Д.Н. Облачные Технологии. Теория и практика книга / Монахов Д.Н., Монахов Н.В., Прончев Г.Б., Кузьменков Д.А. – МАКС Пресс Москва, МГУ, 2013. – 128 с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ, ИМПОРТИРУЕМЫХ В РОССИЮ

Старостенко И.Э.

доцент кафедры экспертизы потребительских товаров, канд. техн. наук,
доцент, Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого, Россия, г. Санкт-Петербург

Флоринская Е.Э.

доцент кафедры экспертизы потребительских товаров, канд. техн. наук, доцент,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Россия, г. Санкт-Петербург

В статье исследованы основные показатели товарного качества и пищевой ценности цитрусовых плодов, таких как апельсины и грейпфруты, которые импортируются в Россию от самых распространённых производителей.

Ключевые слова: товарное качество, цитрусовые плоды: апельсины, грейпфруты, пищевая ценность.

Введение в 2014 году санкций США и стран Евросоюза в отношении России привело к изменению структуры импорта фруктов, в том числе и цитрусовых плодов. Так, в настоящий момент основными поставщиками цитрусовых плодов являются Израиль, Марокко, ЮАР, Египет, Турция и др.

Климатические особенности стран-производителей этой продукции позволяют им иметь практически непрерывный цикл ее воспроизводства, что обуславливает круглогодичные поставки цитрусовых плодов в Россию.

Цитрусовые плоды занимают одну из лидирующих позиций поставок свежих фруктов на российский рынок, достигая 18% от общего объема импорта плодовоовощной продукции в нашу страну [3].

Они пользуются у российских потребителей устойчивым спросом, особенно в зимне-весенний период и в период эпидемий острых вирусных инфекций.

Цитрусовые плоды по вкусовым и питательным свойствам – одни из лучших и полезных фруктов. Освежающий, приятный вкус цитрусовых плодов обусловлен сочетанием редуцирующих сахаров, сахарозы, витамина С и органических кислот, среди которых преобладает лимонная кислота.

Мякоть цитрусовых плодов, содержащая аскорбиновую кислоту и другие полезные вещества, заключена в покрытые пленкой дольки, которые защищены от окружающей среды плотной двухслойной кожурой (верхний окрашенный слой флаведо и нижний белого цвета слой альбедо) [2, с.74]. Поэтому при хранении цитрусовых основные потери аскорбиновой кислоты происходят в кожуре, а в плодовой мякоти ее содержание практически не уменьшается.

По содержанию аскорбиновой кислоты цитрусовые намного превосходят яблоки, бананы и другие плоды. Ценная особенность цитрусовых плодов состоит в том, что они благодаря анатомическому строению способны сохранить витамин С гораздо дольше других фруктов.

Товарное качество и пищевая ценность цитрусовых плодов одного наименования (вида) и помологического сорта, поставляемых из разных стран, могут существенно отличаться в зависимости от климатических условий, поэтому существует необходимость в исследовании показателей качества цитрусовых, поступивших от самых распространенных на российском рынке производителей [4, с.39].

В качестве объектов исследования были приобретены цитрусовые плоды урожая 2016 года, импортируемые из:

Образец 1. Апельсины сорта Навел, поступившие из ЮАР; Образец 2. Апельсины сорта Навел, поступившие из Египта; Образец 3. Апельсины сорта Навел, поступившие из Турции; Образец 4. Грейпфруты сорта Стар Руби, поступившие из Израиля; Образец 5. Грейпфруты сорта Стар Руби, поступившие из Египта; Образец 6. Грейпфруты сорта Стар Руби, поступившие из Марокко.

В процессе исследования определяли органолептические (внешний вид, запах и вкус, окраска, однородность по размеру плодов) и физико-химические показатели цитрусовых (размер плодов по наибольшему поперечному диаметру, массовая доля сахаров). Для полной характеристики качества и пищевой ценности плодов в работе исследовали так же массовую до-

лю органических кислот и массовую долю аскорбиновой кислоты, хотя данные показатели не нормируются действующим стандартом.

Товарное качество и физико-химические показатели исследуемых цитрусовых плодов определяли по стандартным методикам [1, с. 7]. На первом этапе исследования была проведена органолептическая оценка плодов по 5-балльной шкале с учетом коэффициентов значимости. Оценивали внешний вид, окраску, однородность по размеру плодов, запах и вкус.

Согласно полученным данным, максимальное количество баллов у образцов апельсинов получил образец 1 с итоговой суммой баллов 4,8, что отвечало требованиям отличного уровня качества. Апельсины этого образца были крупные, однородные по размеру; спелые, с кожурой ярко-оранжевой окраски, очень сочные, с типичными ярко выраженными запахом и гармоничным, приятным, сладковато-кислым вкусом

Апельсины образца 2 по внешнему виду, сочности, вкусу и запаху получили меньшее количество баллов, с общей балльной оценкой 3,8 и соответствовали удовлетворительному уровню качества.

Плоды образца 3 характеризовались незначительными дефектами формы, с небольшими помятостями, разнородностью по размеру, светло-желтой окраской кожуры, мякотью средней сочности с волокнистой консистенцией, со слабо выраженным запахом и вкусом. Итоговая сумма баллов образца 3 составила 3,1 балла, что позволило отнести эти апельсины к удовлетворительному уровню качества.

Поскольку при органолептической оценке только образец 1 (апельсины сорта Навел, поступившие из ЮАР) соответствовал отличному уровню качества, то можно предположить, что условия выращивания апельсинов сорта Навел более оптимальны в ЮАР, чем в Египте и Турции.

Среди исследованных грейпфрутов образцы 5 и 6, получившие соответственно 4,6 и 4,5 балла, отвечали отличному уровню качества. Грейпфруты имели яркую, однородную окраску кожуры, очень сочную, яркую красного цвета мякоть, приятного кисло-сладкого вкуса. Плоды образца 4 немного уступали образцам 5 и 6, так как характеризовались неоднородностью окраски кожуры с небольшими потертостями несколько кисловатым вкусом. По сумме баллов грейпфруты образца 4 соответствовали хорошему уровню качества.

В результате определения размера плодов по наибольшему поперечному диаметру были получены следующие данные: у апельсинов образца 1 – 7,8 см, образца 2 – 6,4 см, образца 3 – 6,6 см; у грейпфрутов: образец 4 – 11,4 см, образец 5 – 9,4 см, образец 6 – 12,6 см. При нормах стандарта для апельсинов высшего сорта диаметр плодов должен быть не менее 7,1 см, а для 1 сорта от 6,3 до 7,3 см. Оказалось, что из всех исследованных образцов только апельсины образца 1 относились к высшему сорту, апельсины образцов 2 и 3 – к первому товарному сорту. У грейпфрутов согласно нормам стандарта к высшему сорту относятся плоды с диаметром не менее 10 см, а к первому сорту – с диаметром в диапазоне от 8,4 до 9,9 см.

У исследованных грейпфрутов плоды по размеру соответствовали высшему сорту (образец 4 и 6), и первому сорту (образец 5).

Для более полной товароведной характеристики и биологической ценности цитрусовых плодов у образцов определили массовую долю сахаров, аскорбиновой и титруемых кислот. Данные приведены в табл.

Таблица

Массовая доля сахаров, аскорбиновой и титруемых кислот цитрусовых плодов разных стран-импортеров

Наименование цитрусовых плодов и образцов	Страны-импортеры	Массовая доля аскорбиновой кислоты, мг/100г	Массовая доля титруемых кислот, %	Содержание сахаров, %
Апельсины:				
Образец 1	ЮАР	65,0	0,93	12,0;
Образец 2	Египет	52,0	0,72	11,3
Образец 3	Турция	47,4	0,47	10,9
Грейпфруты:				
Образец 4	Израиль	43,2	1,3	8,3
Образец 5	Египет	39,3	1,0	7,3
Образец 6	Марокко	48,0	1,2	8,4

Исследованные образцы апельсинов существенно отличались как по содержанию аскорбиновой кислоты от 65,0 мг/100г (образец 1) до 47,4 мг/100г (образец 3), так и по массовой доле титруемых кислот: максимальное – 0,93% у образца 1; минимальное – 0,47% у образца 3. В грейпфрутах содержание витамина С варьировало от 39,3 мг/100г до 48,0 мг/100г.

В целом апельсины выгодно отличались по содержанию витамина С от грейпфрутов. А по содержанию органических кислот грейпфруты превосходили апельсины.

Содержание сахаров у всех исследованных образцов цитрусовых было ниже норм российского стандарта [1, с. 3]. Так у апельсинов по стандарту сахаров должно быть не менее 13%, а фактически получено: образец 1 (ЮАР) – 12%, образец 2 (Египет) – 11,3%, образец 3 (Турция) – 10,9%, у грейпфрутов по стандарту - не менее 9%, а фактически оказалось у образца 4 (Израиль) – 8,3%; у образца 5 (Египет) – 7,3%; у образца 6 (Марокко) – 8,4%.

Таким образом, исследуемые образцы апельсинов по внешнему виду, цвету, вкусу, размеру плодов отвечали: плоды из ЮАР – высшему сорту, плоды из Египта и Турции – первому сорту; образцы грейпфрутов по внешнему виду, цвету, вкусу и размерным показателям соответствовали высшему сорту, кроме египетских грейпфрутов, отвечавших 1 сорту.

Список литературы

- ГОСТ Р 53596-2009. Плоды цитрусовых культур для употребления в свежем виде. Технические условия. – М: Стандартинформ – 2010. 8 с.
- Николаева С.Л., Решетова Т.В., Флоринская Е.Э. Экспертиза цитрусовых плодов в таможенных целях. // Ученые записки Санкт-Петербургского филиала имени В.Б. Бобкова Российской таможенной академии. 2015. №3 (55). С. 73-84.
- URL: <http://www.fruitneros.ru>. (дата обращения 23.03.2016 года).
- Старостенко И.Э., Флоринская Е.Э. К вопросу о качестве импортируемых плодов группы 08ТНВЭДТС. //Ученые записки Санкт-Петербургского филиала имени В.Б. Бобкова Российской таможенной академии.2013. №4 (48). С. 38-45.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ОБУВИ

Суровцева О.А.

старший преподаватель кафедры «Управление качеством», канд. техн. наук,
Донской государственной технической университет,
Россия, г. Ростов-на-Дону

В статье изложена разработка информационного обеспечения при помощи автоматизированного проектирования технологического процесса производства обуви. Их внедрение обеспечит технологов доступным инструментом для проектирования технологических процессов сборки обуви, что будет способствовать повышению эффективности производства

Ключевые слова: технологический процесс, автоматизация, информационное обеспечение.

В настоящее время представлен результат проведенной работы по автоматизации проектирования технологического процесса сборки обуви клеевого и ниточных методов крепления, однако, они, как и почти все известные на сегодняшний день САПР – технолог, особенно для производства одежды и обуви, решают частные задачи. Недостатком такой «кусочной» автоматизации является отсутствие взаимосвязи решаемых задач в конечном итоге, их автономное функционирование, что не соответствует требованиям комплексной автоматизации [1, с. 135-138]. Это является одной из проблем масштабного внедрения имеющихся систем автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП). Следуя принципу стандартизации при построении АСТПП, необходимо, по возможности, заниматься не разработкой собственных программных средств для автоматизации задач проектирования и управления, а стремиться к поиску уже готовых систем, которые, с одной стороны, отвечают необходимым функциональным требованиям, а с другой – уже доказали свою надежность и качество при их использовании на других предприятиях. Одним из наиболее универсальных программных продуктов, который может стать основой создания комплекса интегрированного проектирования, и инструментарием, позволяющим автоматизировать процесс технологического проектирования, является система «ТехноПро». Для использования «ТехноПро» в других отраслях промышленности пользователям надо самостоятельно поместить в «ТехноПро» свои технологические знания.

Для обеспечения оперативной и информационной поддержки ТПП на обувных предприятиях разработана база данных (БД) «ОбувьПро» и адаптирована для работы в составе системы «ТехноПро» для автоматизированного проектирования технологического процесса.

Структура БД «ОбувьПро» включает:

- базу «Конкретные технологические процессы» (КТП), в которой проектируются технологические процессы (ТП) сборки обуви различных методов крепления с дальнейшей выдачей их на печать;
- Информационную базу (ИБ) с перечнями технологического оснащения, включая оборудование, приспособления, инструменты, а также тексты переходов, инструкции, наименования операций, нормы времени, нормы

расхода материалов и т.д. Проектирование каждого ТП основано на выборе строк данных из ИБ. Структура и содержание ИБ полностью доступны для изменения пользователями;

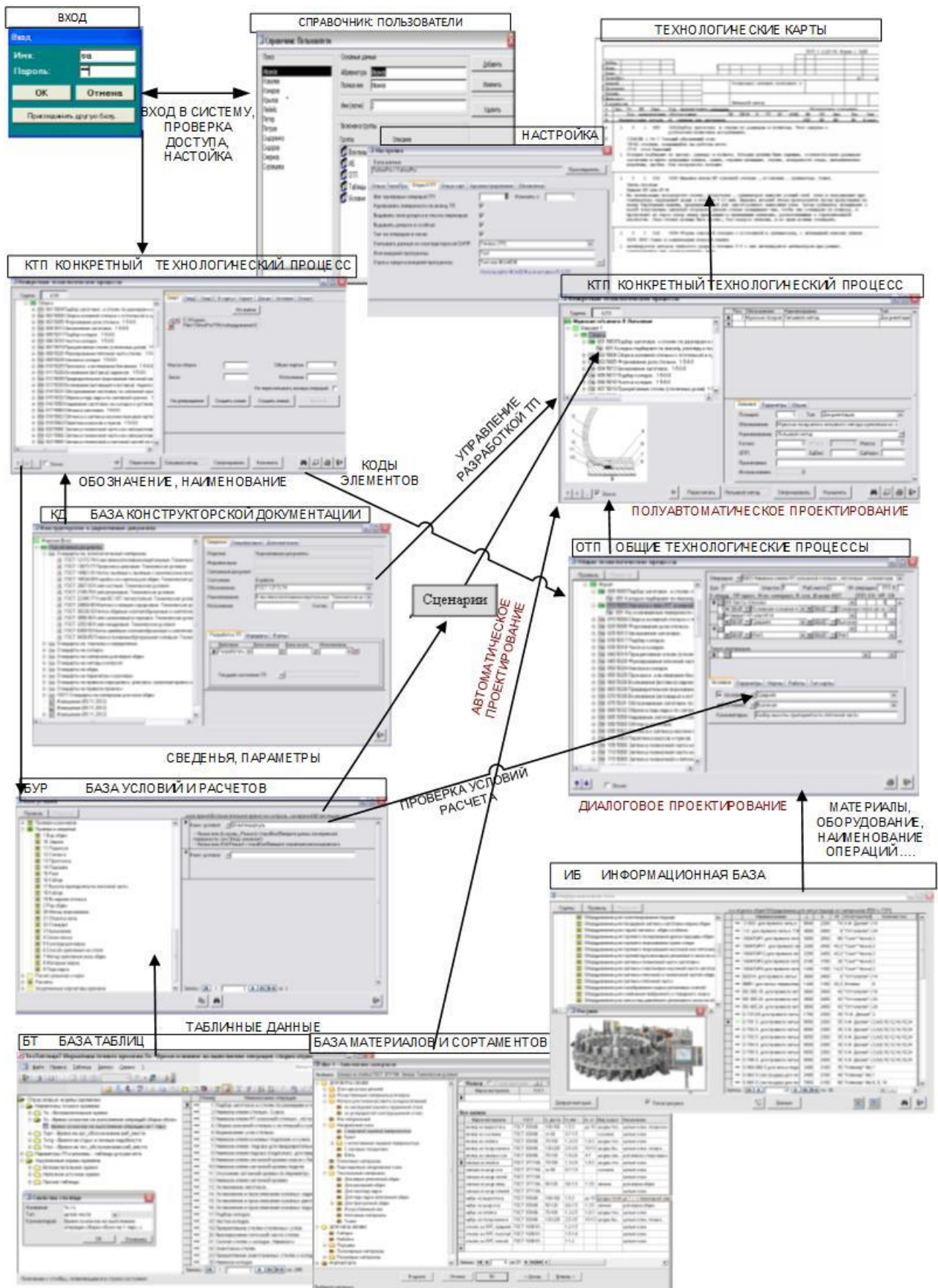


Рис. Схема взаимодействия информации в системе «ОбувьПро»

- базу «Общие технологические процессы» (ОТП) с наборами операций, переходов, оснащения, применяемых, как при автоматическом, так и при диалоговом проектировании ТП;
- базу «Условия и расчеты», в которую вносятся условия выбора операций, оснащения для автоматизированного проектирования ТП, а также необходимые расчеты параметров ТП;
- базу «Конструкторская директивная и нормативная документация» (КД);
- базу «Справочники», которая открывает доступ к базе материалов, справочникам кодирования элементов конструкции изделия и их параметров. В БД можно применять диалоговый, полуавтоматический или автоматический режим проектирования, а также их сочетание (см. рисунок).

Список литературы

1. Димитров В.П. Введение в системный анализ. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 190206 «Сельскохозяйственные машины и оборудование» // ФГБОУ ВПО ДГТУ. г. Ростов-на-Дону, 2010. – С. 25-27.
2. Димитров В.П., Борисова Л.В. Формализация нечетких экспертных знаний при лингвистическом описании технических систем // Монография. ФГБОУ ВПО ДГТУ. г. Ростов-на-Дону, 2011. – С. 53-54.
3. Суровцева О.А., Тернавская Т.В. Совершенствование автоматизированной системы технологической подготовки обувного производства // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. Новочеркасск. – 2014. №1. – С. 135-138.
4. ТехноПро – технологическая платформа модернизации производства URL: <http://www.tehnopro.com/> (дата обращения 29.10.2015).

ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАБОТЫ С ЭЛЕКТРОННЫМ БЛОКОМ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ

Филиппский А.В., Щедрин И.В., Артюшков А.Ю.
магистранты 1 курса кафедры программной инженерии,
Юго-Западный государственный университет, Россия, г. Курск

Рассматриваются основные проблемы разработки программного обеспечения для работы с электронным блоком управления (ЭБУ) автомобиля, указываются возможные пути их реализации.

Ключевые слова: программное обеспечение, ЭБУ, автомобиль, стандарты интерфейса, шины обмена данными.

В настоящее время наблюдается тенденция неуклонного роста легковых автомобилей, находящихся в эксплуатации. С развитием современных технологий функция управления двигателем возложена на электронный блок (ЭБУ), в котором реализуются возможности управления с обратной связью. Под обратной связью здесь понимается процесс управления входом системы, для которого используются информация с выхода этой системы. Сбор ин-

формации для управления осуществляется на основе анализа и обработки данных, снимаемых с показаний десятков различных датчиков. Однако при этом отмечается большой разброс результатов, обусловленный характеристиками системы. Назначение параметров, представленных выше, позволяет выполнять тысячи операций в секунду, осуществлять работу с таблицами, решение уравнений и принимать оптимальные решения [3, 4].

В постоянном запоминающем устройстве ЭБУ хранится программа работы микропроцессора, так называемая «прошивка», содержащая две части и позволяющая выполнять:

- 1) управление программой обработки данных, производящее необходимые расчеты на основе заложенных формул;
- 2) калибровки, которые представляют собой двух-, трехмерные таблицы значений различных параметров.

Эти факты приводят к тому, что доля электроники и софта приблизительно составляет около 40% от стоимости современного автомобиля. Автомобильные компьютеры представляют перспективное стремительно развивающееся направление, позволяющее обеспечить функциональность современных автомобилей. Именно в этом направлении производители ведущих фирм борются за конкурентное преимущество. Современный автомобиль среднего класса имеет в ЭБУ несколько миллионов строк программного кода. В большинстве случаев код пишется генераторами кода, что уменьшает риск возникновения ошибки, но не может полностью исключить её.

Программное обеспечение, предназначенное для ЭБУ можно условно разделить на две категории. Первая – это непосредственно «прошивка», реализующая работу микропроцессора. Второй категорией является диагностическое программное обеспечение, работающее с диагностическим разъёмом ЭБУ, позволяющее отображать ключевые данные, которые можно просматривать, сравнивать полученные параметры с требуемыми, считывать коды ошибок, что существенно облегчает обнаружение и устранение неисправностей [1,2].

Для отслеживания работы систем, внесения данных в калибровочные таблицы, перезаписи «прошивок» и для исправления заводских ошибок разработано немало программных продуктов, таких как OpenDiagPro, АВТОАС–СКАН, ChipExplorer и др. Некоторые производители распространяют эти программы бесплатно, большинство требуют финансовых вложений, а в некоторых случаях и диплом соответствующей квалификации. Отметим основные проблемы разработки такого софта.

Во-первых, стандарты интерфейсов для различных автомобилей могут быть разными, зависящими от года выпуска автомобиля, места производства, компании производителя и модельного ряда. Начиная с 2008 года, в США все автомобили используют протокол 15765-4 с шиной обмена CAN. Шины обмена используются, в основном, разные, в зависимости от необходимой скорости передачи данных. Если для диагностических шин не требуется большой скорости передачи данных (в случае ошибки запрос повторяется), то для современных автомобилей, оснащённых мультимедийными системами, это

становится критично. Скорости передачи данных таких шин в тысячи раз быстрее [2, 4].

Для изменения «прошивки» в некоторых случаях необходимо выпаивать микросхему и вносить данные с помощью внешнего программатора. Современные аналоги используют FLASH-память или применяют процессоры с внутренней памятью. После записи предстоит точная подгонка параметров под индивидуальный автомобиль. Написание таких программ требует огромного количества времени, знаний и ресурсов.

На рисунке 1 представлена блок-схема импульсной системы распределенного впрыска топлива для отечественных инжекторных автомобилей семейства ВАЗ.

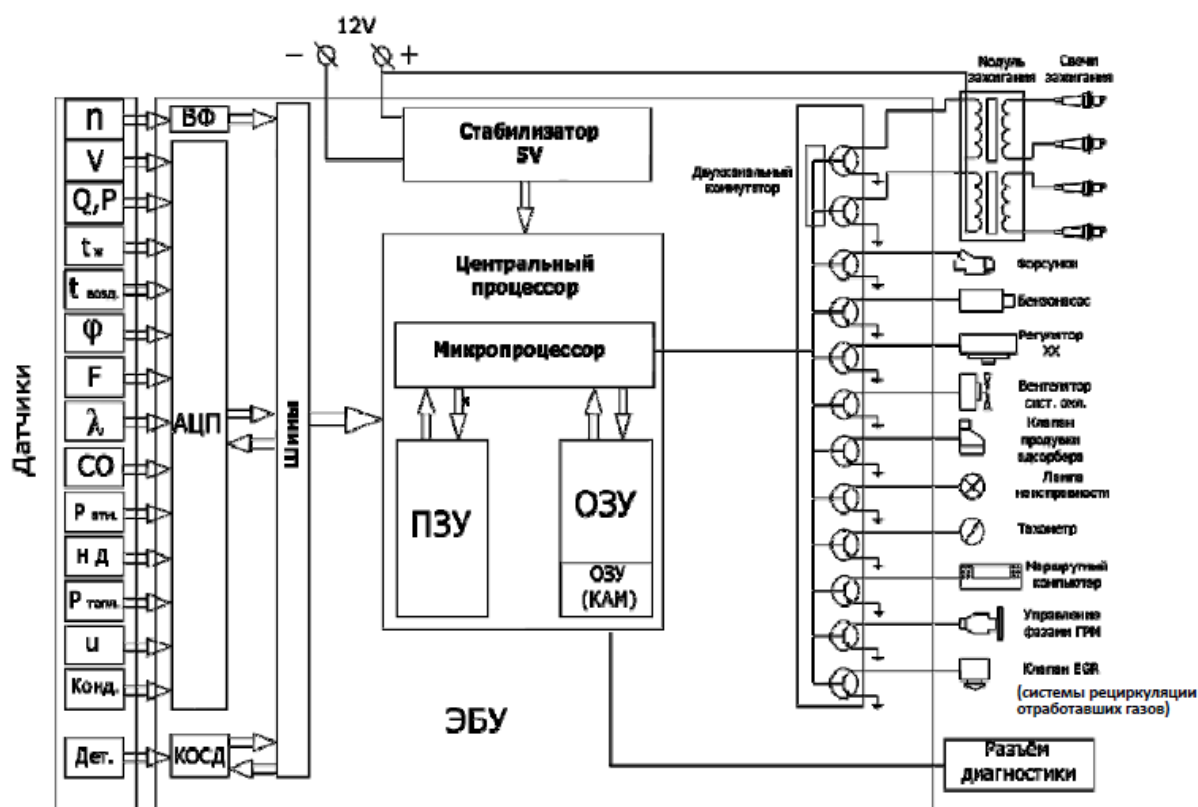


Рис. 1. Блок-схема управления впрыском топлива и зажигания

Во-вторых, для обработки информации, поступающей с датчиков, передающих аналоговый сигнал, используют аналого-цифровой преобразователь. После этого ЭБУ формирует пакет данных и отправляет его на выход диагностического разъёма. Например, каждый пакет CAN-шины содержит идентификатор, который является уникальным (например, «Температура двигателя 80 град» или «Скорость вращения коленчатого вала 800 об/мин»). Идентификатор может быть длиной 11 бит или 29 бит. Эти данные необходимо считать, отсортировать, сравнить с требуемыми параметрами и вывести для пользователя в понятном формате. Основной код таких программ может быть реализован на языках программирования Assembler и C, реже Delphi [1-3].

На рисунке 2 представлен шаблон структурных блоков обработки ввода и вывода.



Рис. 2. Шаблон структурных блоков обработки ввода и вывода

При работе с таким типом устройств требуется повышенная осторожность, т.к. при некотором неправильно записанном параметре, неверной схеме подключения контроллера, критическом изменении в прошивке возникает риск порчи устройства. Необходимо признать, что степень зависимости автомобильных узлов и агрегатов от программного обеспечения перешла черту, за которой чисто программные ошибки способны привести к аппаратным поломкам и где ошибка действительно представляет опасность [2].

Даже простое обновление программного обеспечения автомобиля (то есть без вмешательства в аппаратную часть), требует дорогостоящей – с точки зрения денежных затрат, времени и нервов – процедуры отзыва автомобиля или как минимум визита к официальному дилеру. Следует заметить, что установка патча занимает около получаса, но требуется время для разработки, проверки и оповещения клиентов.

Выводы. Развитие электроники и программного обеспечения имеет большое значение для автомобилестроения и является одной из перспективных задач. Возникает необходимость доработки программного обеспечения в целях улучшения качества диагностики автомобиля и «прошивки», установки более точных параметров, удовлетворяющих запросам клиента.

Список литературы

1. Борщенко, Я.А. Электронные и микропроцессорные системы автомобилей / Я.А. Борщенко, В.И. Васильев; Курганский гос. ун-т Курган, 2007. – 207 с.
2. Рыбаков, В.К. Шины передачи данных в электронных системах современных автомобилей: учебное пособие / В.К. Рыбаков, М.И. Исмаилов; Московский автомобильно-дорожный институт. Москва, 2008. – 50 с.
3. Томакова, Р.А. Методы и алгоритмы теории принятия решений: учебное пособие / Р.А. Томакова, В.В. Апальков; Юго-западный гос. ун-т Курск, 2015. – 164 с.
4. Томакова, Р.А. Универсальные сетевые структуры в задачах классификации многомерных данных / Р.А. Томакова, А.А. Насер, О.В. Шаталова, Е.В. Рудакова//Современные наукоемкие технологии. 2012. – № 8. – С. 48-49.

О ВЫБОРЕ КРИВОЛИНЕЙНОЙ СКАТЫВАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ РАВНОМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ

Шацкий В.П.

заведующий кафедрой высшей математики и теоретической механики, докт. техн. наук, профессор, Воронежский государственный аграрный университет, Россия, г. Воронеж

Федулова Л.И.

доцент кафедры высшей математики и теоретической механики, Воронежский государственный аграрный университет, Россия, г. Воронеж

Спирина Н.Г.

ассистент кафедры высшей математики и теоретической механики, Воронежский государственный аграрный университет, Россия, г. Воронеж

В работе представлен выбор формы поверхности для достижения постоянной скорости движения по ней некоторых частиц.

Ключевые слова: криволинейные поверхности, постоянная скорость движения, математическое моделирование.

Достаточно часто в технических задачах необходимо выбрать форму криволинейной поверхности, по которой некоторые частицы двигались бы с некоторыми определенными кинематическими характеристиками. В задачах механизации сельского хозяйства такие вопросы встречаются в выборе геометрических параметров гравитационных сепараторов [1], [2], [3]. Основным рабочим органом таких сепараторов являются вогнутые решета с параллельно сформированными прутками. Ограничивающим фактором для реального процесса является недопущение уменьшения скорости движения зернового

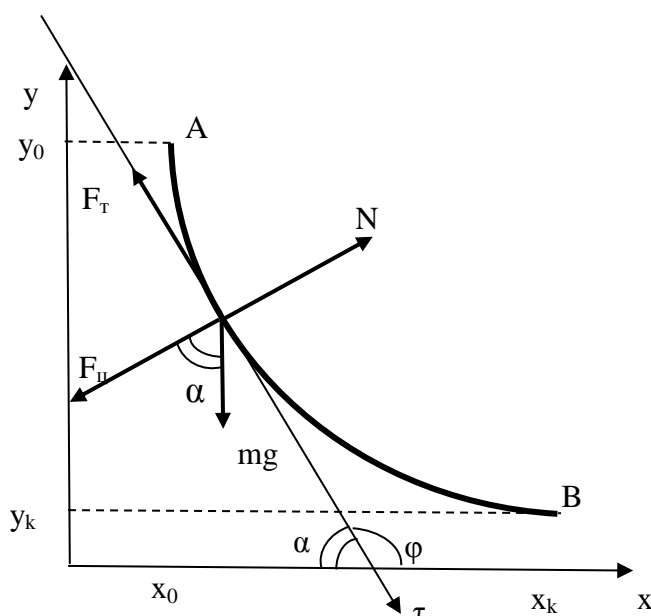


Рис. Схема сил, действующих на элемент массы при движении по кривой

потока, что может привести к завалам. С другой стороны, увеличение скорости очищаемого вороха может привести к ухудшению качества очистки. В связи с этим встает задача о выборе формы кривой, образующей криволинейную поверхность, по которой элементы потока будут двигаться с постоянной скоростью [4].

Аналогичная задача встречается при выборе скатных поверхностей в некоторых конструкциях центробежных разбрасывателей [5].

Задача выбора формы поверхности направляющей заключается в следующем: «Зная координаты начальной и конечной точек, зная начальную скорость, определить вид кривой, чтобы элементы потока двигались по ней с постоянной скоростью» [6]. Рассмотрим в плоской системе координат две точки, с координатами $A(x_0; y_0)$ и $B(x_k; y_k)$. Нам необходимо определить кривую, по которой частица будет спускаться от точки A к точке B (см. рис). Закон движения элемента массы в направлении касательной, обозначенной на рис. как ось τ , имеет вид:

$$m \frac{dv}{dt} = mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}. \quad (1)$$

где m – масса, кг, где v – скорость, м/с.

Сила трения равняется $F_{\text{тр}} = kN$, где k – коэффициент трения, N – нормальная реакция: $N = \frac{mv^2}{\rho} + mg \cdot \cos \alpha$. Здесь $\frac{mv^2}{\rho}$ – центробежная сила, где ρ – радиус кривизны траектории, м. Таким образом, уравнение (1) примет вид:

$$m \frac{dv}{dt} = mg \sin \alpha - \frac{mkv^2}{\rho} - mk \cdot g \cos \alpha,$$

которое после некоторых преобразований принимает вид:

$$\frac{dv}{dt} = g \sin \alpha - \frac{kv^2}{\rho} - k \cdot g \cos \alpha. \quad (2)$$

Для достижения постоянной скорости элемента массы по криволинейной поверхности на всем участке пути должно выполняться равенство: $\frac{dv}{dt} = 0$, что приводит уравнение (2) к виду:

$$g \sin \alpha - \frac{kv^2}{\rho} - k \cdot g \cos \alpha = 0. \quad (3)$$

Учитывая [7], что $\sin \alpha = \frac{-y'}{\sqrt{1+y'^2}}$, $\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1+y'^2}}$,
 $\rho = \frac{(1+y'^2)^{3/2}}{y''}$,

где y' – это y'_x , получаем:

$$y'' = -\frac{g}{v^2} \left(1 + \frac{y'}{k} \right) (1 + y'^2) \quad (4)$$

Добавляя граничные условия:

$$y(x_0) = y_0, y(x_k) = y_k, \quad (5)$$

получаем граничную задачу для квазилинейного дифференциального уравнения второго порядка, решение которого позволит определить вид кри-

вой, образующей поверхность, по которой элемент сыпучего материала будет двигаться с постоянной скоростью.

Данная граничная задача (4)–(5) аналитического решения не имеет и численная ее реализация возможна методом «пристрелки». Для этого в точке x_0 мы фиктивно задаем условие: $y'(x_0) = a$. Численно решается полученная задача Коши и вычисляется значение $y(x_k)$. Вводится понятие «невязки» как разность между заданным значением y_k и полученным значением $y(x_k)$, $nev = y(x_k) - y_k$ и далее корректируется значение $y'(0)$: $a = a + f \cdot nev$, где f – некоторый коэффициент. Выполняется этот итерационный процесс до тех пор, пока невязка не станет меньше некоторого заданного значения.

Результаты расчетов показали, что форма искомым кривых существенно зависит от начальной и конечной точек движения элемента массы, а также от его начальной скорости. Кроме того, данная задача не всегда имеет решение. Это зависит от расположения начальных и конечных точек движения.

Таким образом, при выборе криволинейной поверхности с данными кинематическими характеристиками следует учитывать все перечисленные выше факторы, а реализация предложенной математической модели позволит выбрать при конструировании ее рациональную форму.

Список литературы

1. Шацкий В. П., Гриднева И. В., Попов А. Е. К вопросу о конструктивных особенностях и моделировании работы комбинированного сепаратора // Вестник ВГАУ. 2011. №30. С.33–35.
2. Шацкий В.П., Попов А.Е., Спирина Н.Г. К вопросу выбора формы криволинейных сепарирующих поверхностей // Вестник ВГАУ. Теоретический и научно–практический журнал. Воронеж. ВГАУ. 2013. №4(39). С. 77–84.
3. Попов А.Е., Шацкий В.П. О выборе рациональной формы решет в гравитационном сепараторе // В сборнике: Мировой опыт и перспективы развития сельского хозяйства. Материалы международной конференции, посвященной 95–летию Воронежского государственного аграрного университета им. К.Д. Глинки. 2008. С. 74-79.
4. Шацкий В.П., Попов А.Е., Петрищев И.М. Форма криволинейных сепарирующих поверхностей гравитационного сепаратора // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 8. С. 36-37.
5. Баранов Ю. Н., Шацкий В.П., Тычинин А.А. Оптимизация направляющей поверхности питателя разбрасывателя удобрений // Техника в сельском хозяйстве. Научно-теоретический журнал. 2012. №4. С. 8-9.
6. Шацкий В.П., Спирина Н.Г. Моделирование формы направляющей поверхности с заданными свойствами // Информатика: проблемы, методология, технологии: материалы XIII Международной научно-методической конференции, ВГУ. – Воронеж, 2013.-том 3.- С. 432-436.
7. Гулевский В.А., Шацкий В.П. Краткий курс теоретической механики: учебное пособие. Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2009. 178 с.

ОСТАТОЧНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОМ КРУЧЕНИИ КРУГЛОГО БРУСА

Шинкин В.Н.

профессор кафедры физики, доктор физико-математических наук,
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
Россия, г. Москва

Получены остаточные напряжения круглого бруса при кручении для упругопластической среды с линейным упрочнением в зависимости от диаметра бруса, предела текучести, модуля Юнга и модуля упрочнения материала.

Ключевые слова: круглый брус, кручение, остаточные напряжения, упругопластическая среда.

Введение. Рассмотрим прямой брус с круглым поперечным сечением радиуса R . Рассмотрим упругопластическую среду с линейным упрочнением при сдвиге. Пусть τ и γ – касательное напряжение и угол сдвига; G , L и τ_T – модуль сдвига, модуль упрочнения при сдвиге и предел текучести при сдвиге материала бруса [1–6]. Пусть $\varphi(z)$ – угол закручивания поперечного сечения круглого бруса. Относительный угол закручивания $\theta(z)$ поперечного сечения бруса равен $\theta = \theta(z) = d\varphi/dz$.

В области упругих деформаций касательные напряжения подчиняются закону Гука при сдвиге $\tau = G\gamma = Gr\theta$. В области упрочнения зависимость касательного напряжения τ от угла сдвига γ имеет вид

$$\tau = \tau_T + L(\gamma - \gamma_T) = \tau_T + L\left(\gamma - \frac{\tau_T}{G}\right) = \tau_T + L\left(r\theta - \frac{\tau_T}{G}\right), \quad \gamma_T = \frac{\tau_T}{G}.$$

При кручении бруса максимальные касательные напряжений наблюдаются на поверхности бруса. Эпюра касательных напряжений в поперечном сечении круглого бруса при кручении показана на рис. 1.

Поперечное сечение круглого бруса при изгибе делится на две зоны – упругую и пластическую. Величина r_T , определяющая границу этих зон, находится из уравнений

$$\tau_T = G\gamma_T = Gr_T\theta, \quad r_T = \frac{\tau_T}{G\theta}, \quad \frac{\tau_T}{Gr_T\theta} = 1.$$

При увеличении крутящего момента и относительного угла закручивания упругая зона бруса уменьшается. Относительный угол закручивания бруса, при котором на его поверхности впервые достигается касательное напряжение, равное пределу текучести при сдвиге τ_T , находится из уравнений

$$r_T = R, \quad \tau_T = GR\theta_T, \quad \theta_T = \frac{\tau_T}{GR}, \quad \frac{\tau_T}{GR\theta_T} = 1.$$

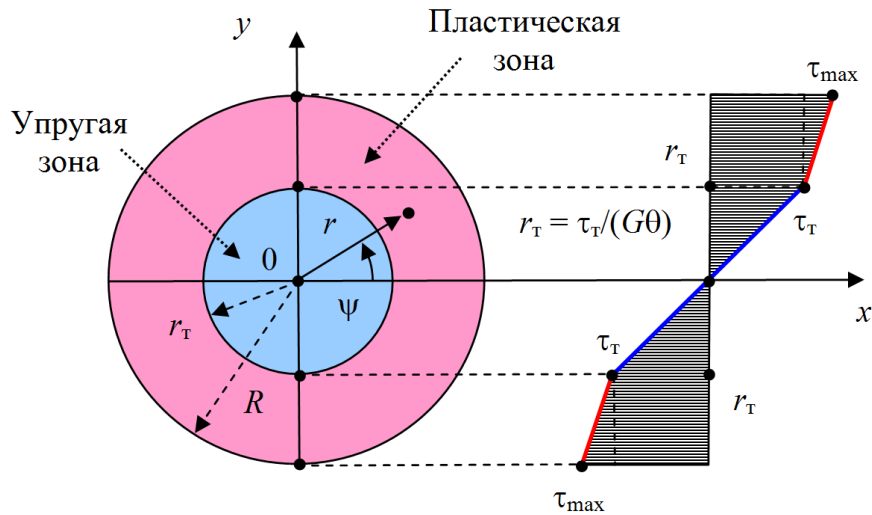


Рис. 1. Эпюра касательных напряжений в поперечном сечении круглого бруса при кручении

Крутящий момент при упругопластическом кручении круглого бруса. При упругопластическом кручении крутящий момент M в поперечном сечении бруса равен

$$M = \frac{1}{2} \pi \theta \left[(G - L) \left(\frac{\tau_T}{G\theta} \right)^4 + LR^4 \right] + \frac{2}{3} \pi \tau_T \left(1 - \frac{L}{G} \right) \left(R^3 - \left(\frac{\tau_T}{G\theta} \right)^3 \right).$$

Приведем выражение для крутящего момента к безразмерному виду

$$M = \frac{1}{2} \pi GR^3 \theta R \left[\left(1 - \frac{L}{G} \right) \left(\frac{\tau_T}{GR\theta} \right)^4 + \frac{L}{G} \right] + \frac{1}{2} \pi GR^3 \frac{4}{3} \frac{\tau_T}{G} \left(1 - \frac{L}{G} \right) \left(1 - \left(\frac{\tau_T}{GR\theta} \right)^3 \right),$$

$$\frac{2M}{\pi \tau_T R^3} = \left[\left(1 - \frac{L}{G} \right) \left(\frac{\tau_T}{GR\theta} \right)^3 + \frac{L}{G} \left(\frac{GR\theta}{\tau_T} \right) \right] + \frac{4}{3} \left(1 - \frac{L}{G} \right) \left(1 - \left(\frac{\tau_T}{GR\theta} \right)^3 \right),$$

$$\frac{2M}{\pi \tau_T R^3} = \frac{1}{3} \left(1 - \frac{L}{G} \right) \left(4 - \left(\frac{\tau_T}{GR\theta} \right)^3 \right) + \frac{L}{G} \left(\frac{GR\theta}{\tau_T} \right).$$

Остаточные напряжения круглого бруса после распруживания.

В основе определения остаточных напряжений после пластических деформаций лежит теорема о разгрузке Генки (1924 г.) [1–6]: остаточные напряжения равны разности между истинными напряжениями в упругопластическом теле и теми напряжениями, которые создавались бы в нем при предположении об идеальной упругости материала.

Пусть изменение касательных напряжений в поперечном сечении бруса при распруживании подчиняется линейному упругому закону о разгрузке Генки $\tau = \eta r$, где $\eta = \text{const}$ – неизвестный коэффициент, подлежащий определению. Тогда эпюра касательных напряжений после распруживания круглого бруса будет иметь вид, показанный на рис. 2.

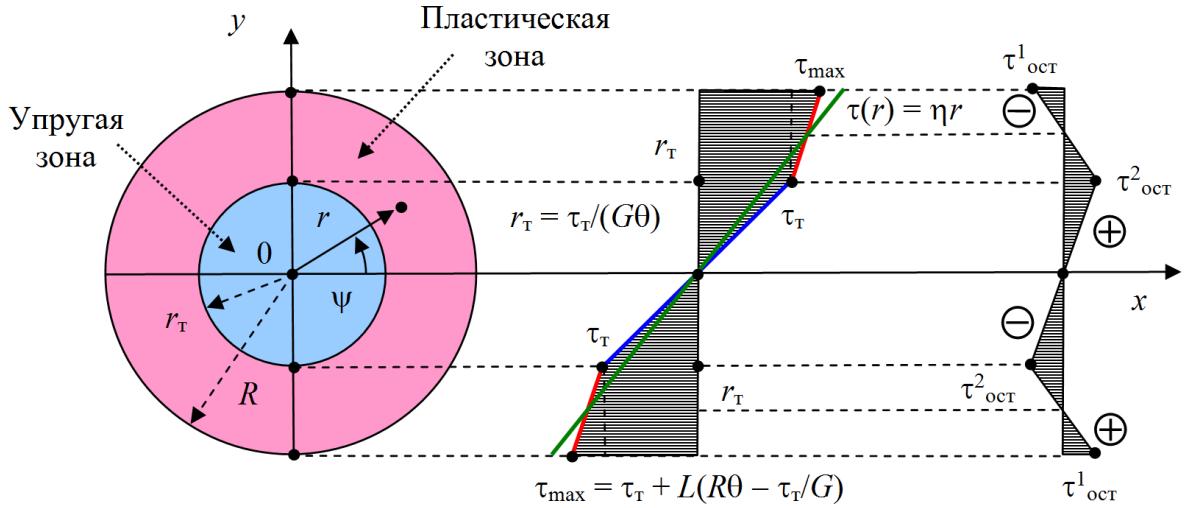


Рис. 2. Остаточные напряжения при кручении круглого бруса

Крутящий момент при чисто упругом распруживании круглого бруса. При чисто упругом изгибе изгибающий момент M в поперечном сечении круглого бруса равен

$$M = \int_0^{2\pi} \int_0^R r \tau(r) r dr d\psi = \int_0^{2\pi} d\psi \cdot \int_0^R r \tau(r) r dr = 2\pi \int_0^R r^2 \tau(r) dr =$$

$$= 2\pi \int_0^R r^2 \eta r dr = 2\pi \eta \int_0^R r^3 dr = \frac{1}{2} \pi \eta R^4, \quad M = \frac{1}{2} \pi \eta R^4, \quad \eta = \frac{2M}{\pi R^4}.$$

Крутящие моменты при кручении и распруживании одинаковы.

$$\eta = \frac{2M}{\pi R^4} = \frac{\tau_T}{R} \left[\frac{1}{3} \left(1 - \frac{L}{G} \right) \left(4 - \left(\frac{\tau_T}{GR\theta} \right)^3 \right) + \frac{L}{G} \left(\frac{GR\theta}{\tau_T} \right) \right].$$

Откуда получаем линейный упругий закон о разрузке Генки при кручении круглого бруса

$$\tau(r) = \eta r = \frac{\tau_T r}{R} \left[\frac{1}{3} \left(1 - \frac{L}{G} \right) \left(4 - \left(\frac{\tau_T}{GR\theta} \right)^3 \right) + \frac{L}{G} \left(\frac{GR\theta}{\tau_T} \right) \right].$$

С другой стороны, можно записать

$$\tau = \eta r = \chi G \gamma,$$

$$\chi = \frac{\eta r}{G \gamma} = \frac{\eta r}{Gr\theta} = \frac{\eta}{G\theta} = \frac{\tau_T}{GR\theta} \left[\frac{1}{3} \left(1 - \frac{L}{G} \right) \left(4 - \left(\frac{\tau_T}{GR\theta} \right)^3 \right) + \frac{L}{G} \left(\frac{GR\theta}{\tau_T} \right) \right],$$

$$\chi = \frac{1}{3} \left(1 - \frac{L}{G} \right) \frac{\tau_T}{GR\theta} \left(4 - \left(\frac{\tau_T}{GR\theta} \right)^3 \right) + \frac{L}{G},$$

$$\chi \langle \theta = \theta_T \rangle = 1, \quad \chi \langle \theta = \infty \rangle = \frac{L}{G}.$$

В области чисто упругих кручений круглого бруса ($\theta \leq \theta_T$) $\chi = \text{const} = 1$. Зависимость χ от $GR\theta/\tau_T$ показана на рис. 3.

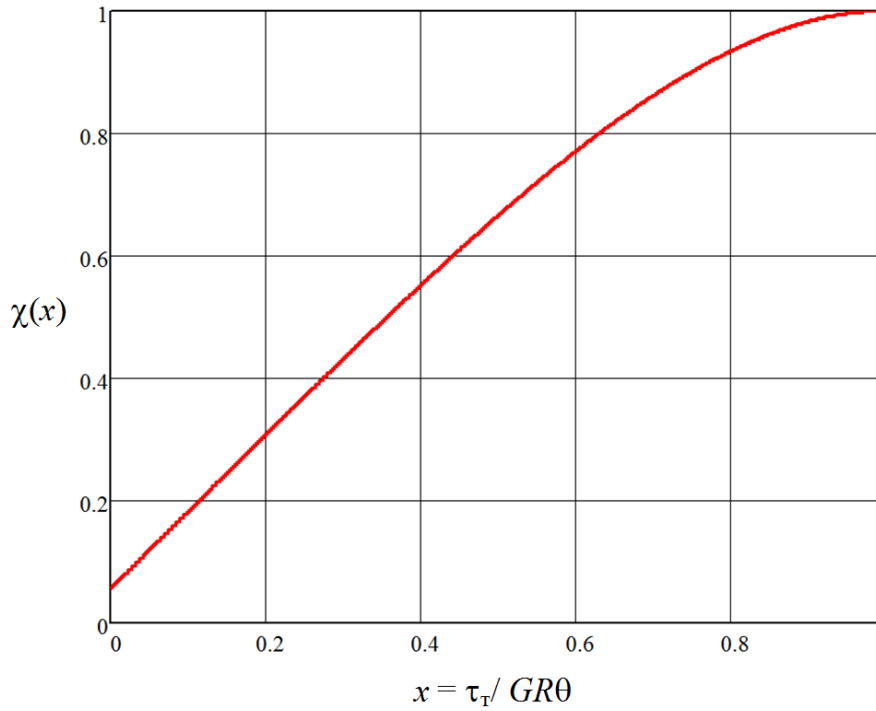


Рис. 3. Зависимость χ от θ

Экстремальные значения остаточных напряжений. Найдем экстремальные значения остаточных напряжений после кручения круглого бруса:

$$\begin{aligned}
 \tau_{\text{ост}}^1 &= \tau_{\text{max}} - \eta R = [\tau_T + L(\gamma_{\text{max}} - \gamma_T)] - \eta R = \tau_T + L\left(R\theta - \frac{\tau_T}{G}\right) - \eta R = \\
 &= \tau_T + \tau_T \frac{L}{G} \left(\frac{GR\theta}{\tau_T} - 1\right) - \eta R = \\
 &= \tau_T + \tau_T \frac{L}{G} \left(\frac{GR\theta}{\tau_T} - 1\right) - \tau_T \left[\frac{1}{3} \left(1 - \frac{L}{G}\right) \left(4 - \left(\frac{\tau_T}{GR\theta}\right)^3\right) + \frac{L}{G} \left(\frac{G\theta R}{\tau_T}\right) \right] = \\
 &= \tau_T + \tau_T \frac{L}{G} \left(\frac{GR\theta}{\tau_T}\right) - \tau_T \frac{L}{G} - \tau_T \frac{1}{3} \left(1 - \frac{L}{G}\right) \left(4 - \left(\frac{\tau_T}{GR\theta}\right)^3\right) - \tau_T \frac{L}{G} \left(\frac{G\theta R}{\tau_T}\right) = \\
 &= \tau_T \left(1 - \frac{L}{G}\right) - \tau_T \frac{1}{3} \left(1 - \frac{L}{G}\right) \left(4 - \left(\frac{\tau_T}{GR\theta}\right)^3\right) = \\
 &= \tau_T \left(1 - \frac{L}{G}\right) \left[1 - \frac{1}{3} \left(4 - \left(\frac{\tau_T}{GR\theta}\right)^3\right)\right] = -\tau_T \left(1 - \frac{L}{G}\right) \frac{1}{3} \left[1 - \left(\frac{\tau_T}{GR\theta}\right)^3\right], \\
 \tau_{\text{ост}}^2 &= \tau_T - \eta r_T = \tau_T - \eta \frac{\tau_T}{G\theta} = \tau_T \left(1 - \frac{\eta}{G\theta}\right) = \\
 &= \tau_T \left(1 - \frac{\tau_T}{GR\theta} \left[\frac{1}{3} \left(1 - \frac{L}{G}\right) \left(4 - \left(\frac{\tau_T}{GR\theta}\right)^3\right) + \frac{L}{G} \left(\frac{G\theta R}{\tau_T}\right) \right] \right) = \\
 &= \tau_T \left(\left(1 - \frac{L}{G}\right) - \frac{1}{3} \left(1 - \frac{L}{G}\right) \frac{\tau_T}{GR\theta} \left(4 - \left(\frac{\tau_T}{GR\theta}\right)^3\right) \right) =
 \end{aligned}$$

$$= \tau_T \left(1 - \frac{L}{G}\right) \left[1 - \frac{1}{3} \frac{\tau_T}{GR\theta} \left(4 - \left(\frac{\tau_T}{GR\theta}\right)^3\right)\right].$$

Окончательно получаем

$$\begin{aligned} \tau_{\text{ост}}^1 &= -\tau_T \left(1 - \frac{L}{G}\right) \frac{1}{3} \left[1 - \left(\frac{\tau_T}{GR\theta}\right)^3\right], \\ \tau_{\text{ост}}^1 \langle \theta = \theta_T \rangle &= 0, \quad \tau_{\text{ост}}^1 \langle \theta = \infty \rangle = -\frac{1}{3} \tau_T \left(1 - \frac{L}{G}\right) < 0, \\ \tau_{\text{ост}}^2 &= \tau_T \left(1 - \frac{L}{G}\right) \left[1 - \frac{1}{3} \frac{\tau_T}{GR\theta} \left(4 - \left(\frac{\tau_T}{GR\theta}\right)^3\right)\right], \\ \tau_{\text{ост}}^2 \langle \theta = \theta_T \rangle &= 0, \quad \tau_{\text{ост}}^2 \langle \theta = \infty \rangle = \tau_T \left(1 - \frac{L}{G}\right) > 0. \end{aligned}$$

Заключение. Получено аналитическое выражение для остаточных напряжений круглого бруса при упругопластическом кручении. Результаты исследований могут быть применены в металлургической и машиностроительной промышленности при производстве металлических изделий из круглого бруса и строительной арматуры [1–65].

Список литературы

1. Мошнин Е.Н. Гибка и правка на ротационных машинах. Технология и оборудование. – М.: Машиностроение, 1967. – 272 с.
2. Буланов Э.А., Шинкин В.Н. Механика. Вводный курс. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 172 с.
3. Шинкин В.Н. Сопротивление материалов. Простые и сложные виды деформаций в металлургии. – М: Изд. Дом МИСиС, 2008. – 307 с.
4. Шинкин В.Н. Теоретическая механика для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2012. – 679 с.
5. Шинкин В.Н. Сопротивление материалов для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2013. – 655 с.
6. Шинкин В.Н. Механика сплошных сред для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2014. – 628 с.
7. Шинкин В.Н. Математическая модель правки стальной полосы на пятироlikовой листопрямляющей машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 8 (88). С. 344–349.
8. Шинкин В.Н. Правка толстой стальной полосы на одиннадцатироlikовой листопрямляющей машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 359–365.
9. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки тонкой стальной полосы на пятнадцатироlikовой листопрямляющей машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). С. 361–366.
10. Шинкин В.Н. Холодная правка толстого стального листа на девятироlikовой машине фирмы SMS Siemag на металлургическом комплексе стан 5000 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). С. 467–472.
11. Шинкин В.Н. Четырехроlikовый режим холодной правки толстого стального листа на пятироlikовой листопрямляющей машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 12 (92). С. 356–361.

12. Шинкин В.Н. Упругопластическая деформация металлического листа на трехвалковых вальцах // Молодой ученый. 2015. № 13 (93). С. 225–229.
13. Шинкин В.Н. Шестироликовый режим предварительной правки стальной полосы на листопрямильной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 14 (94). С. 205–211.
14. Шинкин В.Н. Определение критических давлений магистральных газонефтепроводов при частичном несплавлении продольного сварного шва стальных толстостенных труб // Молодой ученый. 2015. № 15 (95). С. 222–227.
15. Шинкин В.Н. Критерий разрушения труб при дефекте раскатной пригар // Молодой ученый. 2015. № 16 (96). С. 261–265.
16. Шинкин В.Н. Дефект перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе // Молодой ученый. 2015. № 17 (97). С. 318–323.
17. Шинкин В.Н. Подгибка кромок стального листа по эвольвенте // Молодой ученый. 2015. № 18 (98). С. 231–237.
18. Шинкин В.Н. Критерий образования гофра при формовке стального листа на кромкогибочном прессе SMS Meer // Молодой ученый. 2015. № 19 (99). С. 238–243.
19. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при экспандировании стальной трубы // Молодой ученый. 2015. № 20 (100). С. 88–93.
20. Шинкин В.Н. Разрушение стальных труб при дефекте «раскатанный пригар с риской» // Молодой ученый. 2015. № 22 (102). С. 213–225.
21. Шинкин В.Н. Гидроиспытания стальных труб на прочность на заводе. Труба с «донышками» // Молодой ученый. 2015. № 23 (103). С. 268–276.
22. Шинкин В.Н. Холодная правка металлической полосы на семирولیковой листопрямильной машине // Молодой ученый. 2016. № 3 (107). С. 228–237.
23. Шинкин В.Н. Гофр продольной кромки листа при его формовке на кромкогибочном прессе // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2009. № 6. С. 171–174.
24. Шинкин В.Н., Уандыкова С.К. Гибка стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе при производстве труб большого диаметра // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2009. № 16. С. 110–112.
25. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Моделирование процесса формовки заготовки для труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 1. С. 54–58.
26. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Формовка листовой заготовки в кромкогибочном прессе и условие возникновения гофра при производстве труб магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 4. С. 14–22.
27. Шинкин В.Н. Математическое моделирование процессов производства труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2011. Т. 4. № 4 (62). С. 69–74.
28. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Упругопластическое формоизменение металла на кромкогибочном прессе при формовке труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 6. С. 53–56.
29. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Модель пластического формоизменения кромок листовой заготовки при производстве труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Известия вузов. Черная металлургия. 2011. № 9. С. 45–49.
30. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Моделирование процессов экспандирования и гидроиспытания труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 10. С. 12–19.
31. Шинкин В.Н., Коликов А.П., Барыков А.М. Технологические расчеты процессов производства труб большого диаметра по технологии SMS Meer // Металлург. 2011. № 11. С. 77–81.
32. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Simulation of the shaping of blanks for large-diameter pipe // Steel in Translation. 2011. Vol. 41. No. 1. P. 61–66.

33. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Elastoplastic shaping of metal in an edge-ending press in the manufacture of large-diameter pipe // *Steel in Translation*. 2011. Vol. 41. No. 6. P. 528–531.
34. Шинкин В.Н., Барыков А.М., Коликов А.П., Мокроусов В.И. Критерий разрушения труб большого диаметра при несплавлении сварного соединения и внутреннем давлении // *Производство проката*. 2012. № 2. С. 14–16.
35. Шинкин В.Н., Коликов А.П., Мокроусов В.И. Расчет максимальных напряжений в стенке трубы при экспандировании с учетом остаточных напряжений заготовки после трубоформовочного пресса SMS Meer // *Производство проката*. 2012. № 7. С. 25–29.
36. Шинкин В.Н. Критерий перегиба в обратную сторону свободной части листовой заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer при производстве труб большого диаметра // *Производство проката*. 2012. № 9. С. 21–26.
37. Шинкин В.Н., Мокроусов В.И. Критерий разрыва труб газонефтепроводов при дефекте «раскатной пригар с риской» // *Производство проката*. 2012. № 12. С. 19–24.
38. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Engineering calculations for processes involved in the production of large-diameter pipes by the SMS Meer technology // *Metallurgist*. 2012. Vol. 55. Nos. 11–12. P. 833–840.
39. Шинкин В.Н. Производство труб большого диаметра по схеме JCOE фирмы SMS Meer для магистральных трубопроводов // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 3–1. С. 64–67.
40. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров кромкогибочного пресса фирмы SMS Meer // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 4–1. С. 114–119.
41. Шинкин В.Н. Математический критерий возникновения гофра при формовке стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе SMS Meer // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 5–1. С. 96–99.
42. Шинкин В.Н. Расчет усилий трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе плоской толстой стальной заготовки при производстве труб большого диаметра // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 6–1. С. 115–118.
43. Шинкин В.Н. Оценка усилий трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе стальной цилиндрической заготовки // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 7–1. С. 74–78.
44. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Сила давления пуансона трубоформовочного пресса SMS Meer при изгибе частично изогнутой толстой стальной заготовки // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 8–1. С. 78–83.
45. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Математический критерий перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 9–1. С. 73–77.
46. Шинкин В.Н. Влияние остаточных напряжений на прочность металла при экспандировании стальной заготовки // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 10–1. С. 153–157.
47. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Гибка стального листа на вальцах трехвалковых // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 11–1. С. 252–257.
48. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Правка толстой стальной полосы на пятироликовой листопрямительной машине // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 11–1. С. 257–262.
49. Шинкин В.Н. Расчет кривизны стального листа при холодной правке на одиннадцатирولیковой машине // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 12–2. С. 246–251.
50. Шинкин В.Н. Прочностные гидроиспытания стальных труб с заглушками на за-

воде // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 12–2. С. 251–258.

51. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров семироликовой листопрямительной машины // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 2–2. С. 134–141.

52. Шинкин В.Н., Федотов О.В. Расчет технологических параметров правки стальной горячекатаной рулонной полосы на пятироликовой машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2013. № 9. С. 43–48.

53. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Расчет технологических параметров холодной правки стального листа на девятироликовой машине SMS Siemag металлургического комплекса стан 5000 // Производство проката. 2014. № 5. С. 7–15.

54. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Математическая модель расчета формы трубной заготовки после кромкогибочного прессы SMS Meer // Евразийский союз ученых. 2014. № 5. Часть 3. С. 112–115.

55. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки стального листа на одиннадцатироликовой листопрямительной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2014. № 8. С. 26–34.

56. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Расчет формы трубной заготовки при гибке на кромкогибочном и трубоформовочном прессах фирмы SMS Meer при производстве труб большого диаметра по схеме JCOE // Производство проката. 2014. № 12. С. 13–20.

57. Шинкин В.Н., Борисевич В.Г., Федотов О.В. Холодная правка стального листа в четырехроликовой листопрямительной машине // В сборнике: Глобализация науки: проблемы и перспективы. Т. 2. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2014. – С. 119–121.

58. Шинкин В.Н. Математическая модель правки тонкого стального листа на пятнадцатироликовой листопрямительной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2015. № 1. С. 42–48.

59. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Гибка стального листа на трубоформовочном прессе при производстве труб большого диаметра // Сталь. 2015. № 4. С. 38–42.

60. Шинкин В.Н. Оценка критических давлений при разрушении стальных труб магистральных газонефтепроводов при несплавлении сварного соединения // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2015. № 5–6. С. 7–11.

61. Шинкин В.Н. Математический критерий разрушения стальных толстостенных труб при дефекте раскатной пригар // Мир науки и инноваций. 2015. Т. 5. № 2 (2). С. 57–64.

62. Шинкин В.Н. Прочность стальных труб при внутреннем давлении // Научные труды SWorld. 2015. Т. 5. № 4 (41). С. 50–58.

63. Шинкин В.Н. Геометрия листа при правке на семироликовой машине // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 1–1. С. 131–139.

64. Шинкин В.Н. К вопросу о правке листа на семироликовой машине // В сборнике: Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом. №. 3. – Новосибирск: ООО «Ареал», 2016. – С. 64–70.

65. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – Л.: Машиностроение, 1971. – 782 с.

ПРУЖИНЕНИЕ КРУГЛОГО БРУСА ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОМ КРУЧЕНИИ

Шинкин В.Н.

профессор кафедры физики, доктор физико-математических наук,
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
Россия, г. Москва

Получен коэффициент пружинения круглого бруса при кручении для упругопластической среды с линейным упрочнением в зависимости от диаметра бруса, предела текучести при кручении, модуля Юнга и модуля упрочнения материала.

Ключевые слова: круглый брус, кручение, коэффициент пружинения, упругопластическая среда.

Среда с линейным упрочнением. Диаграмма касательных напряжений бруса для среды с линейным упрочнением при сдвиге показана на рис. 1, где τ и γ – касательное напряжение и угол сдвига; G , L и τ_T – модуль сдвига, модуль упрочнения при сдвиге и предел текучести при сдвиге материала бруса [1–6].

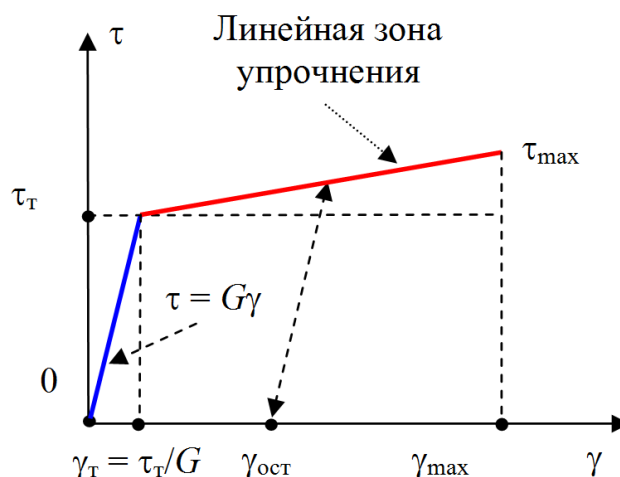


Рис. 1. Зависимость касательных напряжений от угла сдвига

В области упругих деформаций касательные напряжения подчиняются закону Гука при сдвиге $\tau = G\gamma$.

В области упрочнения зависимость касательного напряжения τ от угла сдвига γ имеет вид

$$\tau = \tau_T + L(\gamma - \gamma_T) = \tau_T + L\left(\gamma - \frac{\tau_T}{G}\right), \quad \gamma_T = \frac{\tau_T}{G}, \quad \tau_{\max} = \tau_T + L\left(\gamma_{\max} - \frac{\tau_T}{G}\right).$$

Рассмотрим прямой брус с круглым поперечным сечением радиуса R . При кручении бруса максимальные касательные напряжения наблюдаются на поверхности бруса. Эпюра касательных напряжений в поперечном сечении круглого бруса показана на рис. 2.

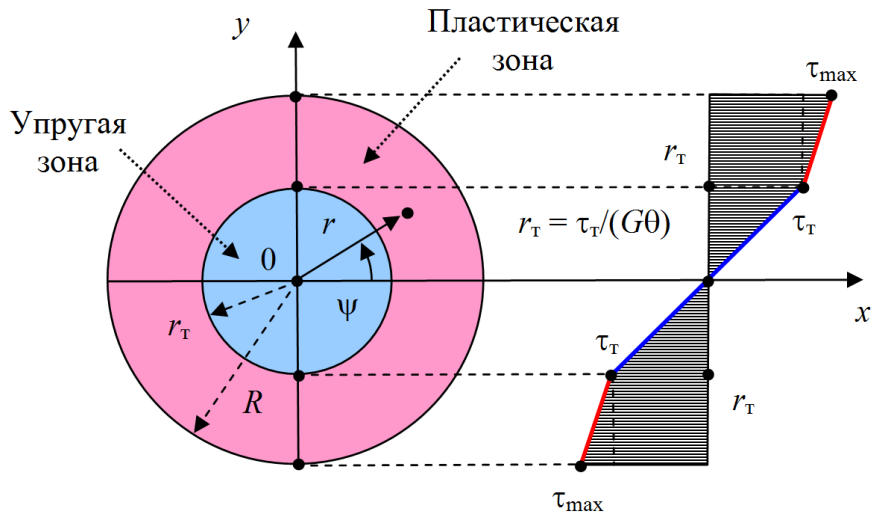


Рис. 2. Эпюра касательных напряжений в поперечном сечении круглого бруса

По условию прочности Губера–Мизеса (энергетическая теория прочности) $\tau_T = \sigma_T / \sqrt{3}^{1/2} \approx 0,577 \sigma_T$, а по условию прочности Треска–Сен-Венана (теория наибольших касательных напряжений) $\tau_T = \sigma_T / 2 = 0,5 \sigma_T$.

Кручение круглого бруса. Пусть $\varphi(z)$ – угол закручивания поперечного сечения круглого бруса [1–6]. Относительный угол закручивания $\theta(z)$ поперечного сечения бруса равен $\theta = \theta(z) = d\varphi/dz$.

Поперечное сечение круглого бруса при изгибе делится на две зоны – упругую и пластическую. Величина r_T , определяющая границу этих зон, находится из уравнений

$$\tau_T = G\gamma_T = Gr_T\theta, \quad r_T = \frac{\tau_T}{G\theta}, \quad \frac{\tau_T}{Gr_T\theta} = 1.$$

При увеличении крутящего момента и относительного угла закручивания упругая зона бруса уменьшается. В упругой области поперечного сечения бруса $\tau = G\gamma = Gr\theta$, а в пластической области поперечного сечения бруса

$$\tau = \tau_T + L(\gamma - \gamma_T) = \tau_T + L\left(\gamma - \frac{\tau_T}{G}\right) = \tau_T + L\left(r\theta - \frac{\tau_T}{G}\right), \quad \tau_{\max} = \tau_T + L\left(R\theta - \frac{\tau_T}{G}\right).$$

Относительный угол закручивания бруса, при котором на его поверхности впервые достигается касательное напряжение, равное пределу текучести при сдвиге τ_T , находится из уравнений

$$r_T = R, \quad \tau_T = GR\theta_T, \quad \theta_T = \frac{\tau_T}{GR}, \quad \frac{\tau_T}{GR\theta_T} = 1.$$

По условию прочности Губера–Мизеса (энергетическая теория прочности)

$$\tau_T = \frac{\sigma_T}{\sqrt{3}}, \quad \theta_T = \frac{\tau_T}{GR} = \frac{\sigma_T}{\sqrt{3}GR},$$

а по условию прочности Треска–Сен-Венана (теория наибольших касательных напряжений)

$$\tau_T = \frac{\sigma_T}{2}, \quad \theta_T = \frac{\tau_T}{GR} = \frac{\sigma_T}{2GR}.$$

Крутящий момент. При упругопластическом кручении крутящий момент M в поперечном сечении бруса равен

$$\begin{aligned} M &= \int_0^{2\pi} \int_0^R r \tau(r) r dr d\psi = \int_0^{2\pi} d\psi \cdot \int_0^R r \tau(r) r dr = 2\pi \int_0^R r^2 \tau(r) dr = \\ &= 2\pi \int_0^{r_T} r^2 \tau(r) dr + 2\pi \int_{r_T}^R r^2 \tau(r) dr = \\ &= 2\pi \int_0^{r_T} r^2 Gr \theta dr + 2\pi \int_{r_T}^R r^2 \left[\tau_T + L \left(r \theta - \frac{\tau_T}{G} \right) \right] dr = \\ &= 2\pi G \theta \int_0^{r_T} r^3 dr + 2\pi \tau_T \left(1 - \frac{L}{G} \right) \int_{r_T}^R r^2 dr + 2\pi L \theta \int_{r_T}^R r^3 dr = \\ &= \frac{1}{2} \pi G \theta r_T^4 + \frac{2}{3} \pi \tau_T \left(1 - \frac{L}{G} \right) (R^3 - r_T^3) + \frac{1}{2} \pi L \theta (R^4 - r_T^4) = \\ &= \frac{1}{2} \pi \theta Gr_T^4 + \frac{1}{2} \pi \theta LR^4 - \frac{1}{2} \pi \theta Lr_T^4 + \frac{2}{3} \pi \tau_T \left(1 - \frac{L}{G} \right) (R^3 - r_T^3) = \\ &= \frac{1}{2} \pi \theta [(G-L)r_T^4 + LR^4] + \frac{2}{3} \pi \tau_T \left(1 - \frac{L}{G} \right) (R^3 - r_T^3), \\ M &= \frac{1}{2} \pi \theta \left[(G-L) \left(\frac{\tau_T}{G\theta} \right)^4 + LR^4 \right] + \frac{2}{3} \pi \tau_T \left(1 - \frac{L}{G} \right) \left(R^3 - \left(\frac{\tau_T}{G\theta} \right)^3 \right). \end{aligned}$$

При $L = 0$ (диаграмма напряжений Прандтля) получаем

$$M \langle L = 0 \rangle = -\frac{1}{6} \pi \tau_T r_T^3 + \frac{4}{6} \pi \tau_T R^3, \quad r_T = \sqrt[3]{4R^3 - \frac{6M \langle L = 0 \rangle}{\pi \tau_T}}.$$

С другой стороны, при $L = 0$ крутящий момент равен

$$M \langle L = 0 \rangle = \frac{1}{6} \pi \tau_T R^3 \left[4 - \left(\frac{\tau_T}{GR\theta} \right)^3 \right],$$

$$M \langle L = 0, \theta = \theta_T \rangle = \frac{1}{2} \pi \tau_T R^3, \quad M \langle L = 0, \theta = \infty \rangle = \frac{2}{3} \pi \tau_T R^3.$$

При $L = 0$ пластическая деформация на поверхности круглого бруса впервые наступает, когда

$$r_T = R = \sqrt[3]{4R^3 - \frac{6M \langle L = 0 \rangle}{\pi \tau_T}}, \quad M \langle L = 0 \rangle = \frac{1}{2} \pi \tau_T R^3.$$

При $L = 0$ максимальный крутящий момент достигается при

$$r_T = 0 = \sqrt[3]{4R^3 - \frac{6 \max M \langle L = 0 \rangle}{\pi \tau_T}}, \quad \max M \langle L = 0 \rangle = \frac{2}{3} \pi \tau_T R^3.$$

При $R = r_T$ и $\theta = \theta_T$ получаем

$$M \langle R = r_T, \theta = \theta_T \rangle = \frac{1}{2} \pi \tau_T R^3.$$

Приведем выражение для крутящего момента к безразмерному виду

$$\frac{2M}{\pi \tau_T R^3} = \frac{1}{3} \left(1 - \frac{L}{G} \right) \left(4 - \left(\frac{\tau_T}{GR\theta} \right)^3 \right) + \frac{L}{G} \left(\frac{G\theta R}{\tau_T} \right).$$

При $L = 0$, $\theta = \theta_T$ получаем

$$\theta_T = \frac{\tau_T}{GR}, \quad \theta_T R = \frac{\tau_T}{G}, \quad \frac{\tau_T}{GR\theta_T} = 1, \quad \frac{GR\theta_T}{\tau_T} = 1,$$

$$\frac{2M}{\pi \tau_T R^3} = \frac{1}{3} \left(4 - \left(\frac{\tau_T}{GR\theta_T} \right)^3 \right) = 1 = \frac{GR\theta_T}{\tau_T}.$$

При чисто упругом кручении круглого бруса

$$I_p = \frac{\pi D^4}{32} = \frac{\pi R^4}{2}, \quad W_p = \frac{\pi D^3}{16} = \frac{\pi R^3}{2},$$

$$\tau_{\max} = \frac{M}{W_p} = \frac{16M}{\pi D^3} = \frac{2M}{\pi R^3} \leq \tau_T, \quad M \leq \frac{1}{2} \pi \tau_T R^3 = \frac{1}{16} \pi \tau_T D^3.$$

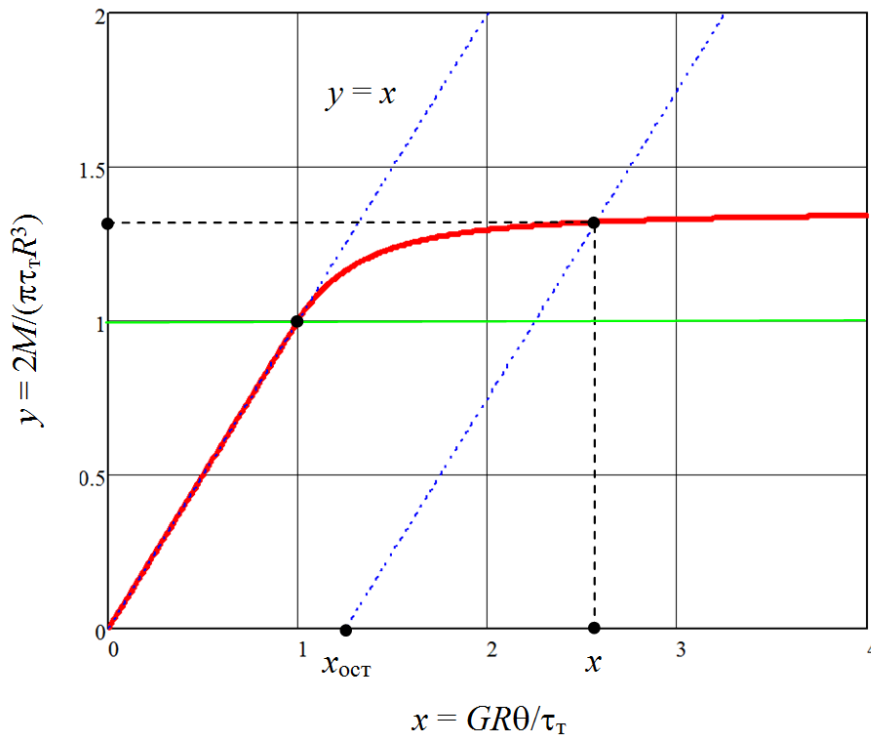


Рис. 3. Зависимость крутящего момента от относительного угла закручивания

При чисто упругом кручении крутящий момент M в поперечном сечении бруса равен

$$\begin{aligned} M &= \int_0^{2\pi} \int_0^R r \tau(r) r dr d\psi = \int_0^{2\pi} d\psi \cdot \int_0^R r \tau(r) r dr = 2\pi \int_0^R r^2 \tau(r) dr = \\ &= 2\pi \int_0^R r^2 Gr\theta dr = 2\pi G\theta \int_0^R r^3 dr = \frac{1}{2} \pi G\theta R^4, \end{aligned}$$

$$\frac{2M}{\pi GR^3} = \theta R = \frac{\tau_T}{G} \frac{GR\theta}{\tau_T}, \quad \frac{2M}{\pi \tau_T R^3} = \frac{GR\theta}{\tau_T}.$$

Зависимость крутящего момента M от относительного угла закручивания θ показана на рис. 3.

Коэффициент пружинения. Вычислим коэффициент пружинения $\beta(\theta)$ относительного угла закручивания θ при кручении круглого бруса:

$$\begin{aligned} \frac{2M}{\pi \tau_T R^3} &= \frac{1}{3} \left(1 - \frac{L}{G}\right) \left(4 - \left(\frac{\tau_T}{GR\theta}\right)^3\right) + \frac{L}{G} \left(\frac{GR\theta}{\tau_T}\right), \\ \theta_{\text{ост}} &= \theta - \frac{2M}{\pi GR^4} = \left(1 - \frac{2M}{\pi GR^4 \theta}\right) \theta = \beta(\theta) \theta, \\ \beta(\theta) &= 1 - \frac{2M}{\pi GR^4 \theta} = 1 - \frac{\tau_T}{GR\theta} \left(\frac{2M}{\pi \tau_T R^3}\right) = \\ &= 1 - \frac{\tau_T}{GR\theta} \left[\frac{1}{3} \left(1 - \frac{L}{G}\right) \left(4 - \left(\frac{\tau_T}{GR\theta}\right)^3\right) + \frac{L}{G} \left(\frac{GR\theta}{\tau_T}\right) \right] = \\ &= \left(1 - \frac{L}{G}\right) - \frac{1}{3} \left(1 - \frac{L}{G}\right) \frac{\tau_T}{GR\theta} \left(4 - \left(\frac{\tau_T}{GR\theta}\right)^3\right) = \\ &= \frac{1}{3} \left(1 - \frac{L}{G}\right) \left(1 - \frac{\tau_T}{GR\theta}\right)^2 \left[\left(\frac{\tau_T}{GR\theta}\right)^2 + 2 \left(\frac{\tau_T}{GR\theta}\right) + 3 \right], \\ \theta_{\text{ост}} = \beta(\theta) \theta, \quad \beta(\theta) &= \frac{1}{3} \left(1 - \frac{L}{G}\right) \left(1 - \frac{\tau_T}{GR\theta}\right)^2 \left[\left(\frac{\tau_T}{GR\theta}\right)^2 + 2 \left(\frac{\tau_T}{GR\theta}\right) + 3 \right]. \end{aligned}$$

Зависимость коэффициента пружинения β от относительного угла закручивания θ показана на (рис. 4).

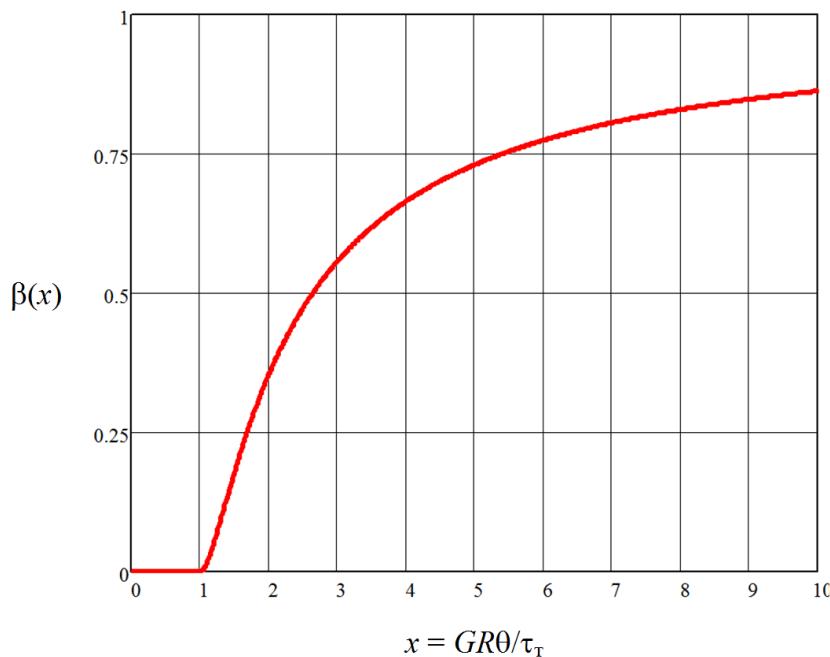


Рис. 4. Зависимость коэффициента пружинения от относительного угла закручивания

Заключение. Получено аналитическое выражение для коэффициента пружинения круглого бруса при упругопластическом кручении. Результаты исследований могут быть применены в металлургической и машиностроительной промышленности при производстве металлических изделий из круглого бруса и строительной арматуры [1–65].

Список литературы

1. Мошнин Е.Н. Гибка и правка на ротационных машинах. Технология и оборудование. – М.: Машиностроение, 1967. – 272 с.
2. Буланов Э.А., Шинкин В.Н. Механика. Вводный курс. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 172 с.
3. Шинкин В.Н. Сопротивление материалов. Простые и сложные виды деформаций в металлургии. – М: Изд. Дом МИСиС, 2008. – 307 с.
4. Шинкин В.Н. Теоретическая механика для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2012. – 679 с.
5. Шинкин В.Н. Сопротивление материалов для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2013. – 655 с.
6. Шинкин В.Н. Механика сплошных сред для металлургов. – М: Изд. Дом МИСиС, 2014. – 628 с.
7. Шинкин В.Н. Математическая модель правки стальной полосы на пятироликовой листопрямительной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 8 (88). С. 344–349.
8. Шинкин В.Н. Правка толстой стальной полосы на одиннадцатироликовой листопрямительной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 359–365.
9. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки тонкой стальной полосы на пятнадцатироликовой листопрямительной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 10 (90). С. 361–366.
10. Шинкин В.Н. Холодная правка толстого стального листа на девятироликовой машине фирмы SMS Siemag на металлургическом комплексе стан 5000 // Молодой ученый. 2015. № 11 (91). С. 467–472.
11. Шинкин В.Н. Четырехроликовый режим холодной правки толстого стального листа на пятироликовой листопрямительной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 12 (92). С. 356–361.
12. Шинкин В.Н. Упругопластическая деформация металлического листа на трехвалковых вальцах // Молодой ученый. 2015. № 13 (93). С. 225–229.
13. Шинкин В.Н. Шестироликовый режим предварительной правки стальной полосы на листопрямительной машине фирмы Fagor Arrasate // Молодой ученый. 2015. № 14 (94). С. 205–211.
14. Шинкин В.Н. Определение критических давлений магистральных газонефтепроводов при частичном несплавлении продольного сварного шва стальных толстостенных труб // Молодой ученый. 2015. № 15 (95). С. 222–227.
15. Шинкин В.Н. Критерий разрушения труб при дефекте раскатной пригар // Молодой ученый. 2015. № 16 (96). С. 261–265.
16. Шинкин В.Н. Дефект перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессе // Молодой ученый. 2015. № 17 (97). С. 318–323.
17. Шинкин В.Н. Подгибка кромок стального листа по эвольвенте // Молодой ученый. 2015. № 18 (98). С. 231–237.
18. Шинкин В.Н. Критерий образования гофра при формовке стального листа на кромкогибочном прессе SMS Meer // Молодой ученый. 2015. № 19 (99). С. 238–243.

19. Шинкин В.Н. Остаточные напряжения при экспандировании стальной трубы // Молодой ученый. 2015. № 20 (100). С. 88–93.
20. Шинкин В.Н. Разрушение стальных труб при дефекте «раскатанный пригар с риской» // Молодой ученый. 2015. № 22 (102). С. 213–225.
21. Шинкин В.Н. Гидроиспытания стальных труб на прочность на заводе. Труба с «донышками» // Молодой ученый. 2015. № 23 (103). С. 268–276.
22. Шинкин В.Н. Холодная правка металлической полосы на семироликовой листопрямляющей машине // Молодой ученый. 2016. № 3 (107). С. 228–237.
23. Шинкин В.Н. Гофр продольной кромки листа при его формовке на кромкогибочном прессе // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. 2009. № 6. С. 171–174.
24. Шинкин В.Н., Уандыкова С.К. Гибка стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессе при производстве труб большого диаметра // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2009. № 16. С. 110–112.
25. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Моделирование процесса формовки заготовки для труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 1. С. 54–58.
26. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Формовка листовой заготовки в кромкогибочном прессе и условие возникновения гофра при производстве труб магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 4. С. 14–22.
27. Шинкин В.Н. Математическое моделирование процессов производства труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2011. Т. 4. № 4 (62). С. 69–74.
28. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Уругопластическое формоизменение металла на кромкогибочном прессе при формовке труб большого диаметра // Сталь. 2011. № 6. С. 53–56.
29. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Модель пластического формоизменения кромок листовой заготовки при производстве труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Известия вузов. Черная металлургия. 2011. № 9. С. 45–49.
30. Шинкин В.Н., Коликов А.П. Моделирование процессов экспандирования и гидроиспытания труб большого диаметра для магистральных трубопроводов // Производство проката. 2011. № 10. С. 12–19.
31. Шинкин В.Н., Коликов А.П., Барыков А.М. Технологические расчеты процессов производства труб большого диаметра по технологии SMS Meer // Металлург. 2011. № 11. С. 77–81.
32. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Simulation of the shaping of blanks for large-diameter pipe // Steel in Translation. 2011. Vol. 41. No. 1. P. 61–66.
33. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Elastoplastic shaping of metal in an edge-ending press in the manufacture of large-diameter pipe // Steel in Translation. 2011. Vol. 41. No. 6. P. 528–531.
34. Шинкин В.Н., Барыков А.М., Коликов А.П., Мокроусов В.И. Критерий разрушения труб большого диаметра при несплавлении сварного соединения и внутреннем давлении // Производство проката. 2012. № 2. С. 14–16.
35. Шинкин В.Н., Коликов А.П., Мокроусов В.И. Расчет максимальных напряжений в стенке трубы при экспандировании с учетом остаточных напряжений заготовки после трубоформовочного пресса SMS Meer // Производство проката. 2012. № 7. С. 25–29.
36. Шинкин В.Н. Критерий перегиба в обратную сторону свободной части листовой заготовки на трубоформовочном прессе SMS Meer при производстве труб большого диаметра // Производство проката. 2012. № 9. С. 21–26.
37. Шинкин В.Н., Мокроусов В.И. Критерий разрыва труб газонефтепроводов при дефекте «раскатной пригар с риской» // Производство проката. 2012. № 12. С. 19–24.
38. Shinkin V.N., Kolikov A.P. Engineering calculations for processes involved in the production of large-diameter pipes by the SMS Meer technology // Metallurgist. 2012. Vol. 55. Nos. 11–12. P. 833–840.

39. Шинкин В.Н. Производство труб большого диаметра по схеме JCOE фирмы SMS Meer для магистральных трубопроводов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 3–1. С. 64–67.
40. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров кромкогибочного прессы фирмы SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 4–1. С. 114–119.
41. Шинкин В.Н. Математический критерий возникновения гофра при формовке стальной листовой заготовки на кромкогибочном прессы SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 5–1. С. 96–99.
42. Шинкин В.Н. Расчет усилий трубоформовочного прессы SMS Meer при изгибе плоской толстой стальной заготовки при производстве труб большого диаметра // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 6–1. С. 115–118.
43. Шинкин В.Н. Оценка усилий трубоформовочного прессы SMS Meer при изгибе стальной цилиндрической заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 7–1. С. 74–78.
44. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Сила давления пуансона трубоформовочного прессы SMS Meer при изгибе частично изогнутой толстой стальной заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 8–1. С. 78–83.
45. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Математический критерий перегиба стальной заготовки на трубоформовочном прессы SMS Meer // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 9–1. С. 73–77.
46. Шинкин В.Н. Влияние остаточных напряжений на прочность металла при экспандировании стальной заготовки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 10–1. С. 153–157.
47. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Гибка стального листа на вальцах трехвалковых // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 11–1. С. 252–257.
48. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Правка толстой стальной полосы на пятироликовой листопрямительной машине // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 11–1. С. 257–262.
49. Шинкин В.Н. Расчет кривизны стального листа при холодной правке на одиннадцатирولیковой машине // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 12–2. С. 246–251.
50. Шинкин В.Н. Прочностные гидроиспытания стальных труб с заглушками на заводе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 12–2. С. 251–258.
51. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров семироликовой листопрямительной машины // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 2–2. С. 134–141.
52. Шинкин В.Н., Федотов О.В. Расчет технологических параметров правки стальной горячекатаной рулонной полосы на пятироликовой машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2013. № 9. С. 43–48.
53. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Расчет технологических параметров холодной правки стального листа на девятироликовой машине SMS Siemag металлургического комплекса стан 5000 // Производство проката. 2014. № 5. С. 7–15.
54. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Математическая модель расчета формы трубной заготовки после кромкогибочного прессы SMS Meer // Евразийский союз ученых. 2014. № 5. Часть 3. С. 112–115.
55. Шинкин В.Н. Расчет технологических параметров правки стального листа на одиннадцатирولیковой листопрямительной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Arrasate // Производство проката. 2014. № 8. С. 26–34.
56. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Расчет формы трубной заготовки при гибке на

кромкогибочном и трубоформовочном прессах фирмы SMS Meer при производстве труб большого диаметра по схеме JCOE // Производство проката. 2014. № 12. С. 13–20.

57. Шинкин В.Н., Борисевич В.Г., Федотов О.В. Холодная правка стального листа в четырехроликовой листопрямительной машине // В сборнике: Глобализация науки: проблемы и перспективы. Т. 2. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2014. – С. 119–121.

58. Шинкин В.Н. Математическая модель правки тонкого стального листа на пятнадцатирولیковой листопрямительной машине линии поперечной резки фирмы Fagor Agrasate // Производство проката. 2015. № 1. С. 42–48.

59. Шинкин В.Н., Барыков А.М. Гибка стального листа на трубоформовочном прессе при производстве труб большого диаметра // Сталь. 2015. № 4. С. 38–42.

60. Шинкин В.Н. Оценка критических давлений при разрушении стальных труб магистральных газонефтепроводов при несплавлении сварного соединения // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2015. № 5–6. С. 7–11.

61. Шинкин В.Н. Математический критерий разрушения стальных толстостенных труб при дефекте раскатной пригар // Мир науки и инноваций. 2015. Т. 5. № 2 (2). С. 57–64.

62. Шинкин В.Н. Прочность стальных труб при внутреннем давлении // Научные труды SWorld. 2015. Т. 5. № 4 (41). С. 50–58.

63. Шинкин В.Н. Геометрия листа при правке на семирولیковой машине // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 1–1. С. 131–139.

64. Шинкин В.Н. К вопросу о правке листа на семирولیковой машине // В сборнике: Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом. №. 3. – Новосибирск: ООО «Ареал», 2016. – С. 64–70.

65. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – Л.: Машиностроение, 1971. – 782 с.

Подписано в печать 12.04.2016. Гарнитура Times New Roman.
Формат 60×84/16. Усл. п. л. 8,37. Тираж 100 экз. Заказ 104.
ООО «ЭПИЦЕНТР»
308010, г. Белгород, ул. Б.Хмельницкого, 135, офис 1
ИП Ткачева Е.П., 308000, г. Белгород, Народный бульвар, 70а