Международная Объединенная Академия Наук

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

Рецензируемый научный журнал

Март 2019 г.

НОМЕР 48

ЧАСТЬ 7

Самара 2019

УДК 001.1

ББК 60

T34

Рецензируемый научный журнал «Тенденции развития науки и образования». Март 2019 г. №48, Часть 7 Изд. НИЦ «Л-Журнал», 2019. - 96с.

SPLN 001-000001-0430-LJ

DOI 10.18411/lj-03-2019-p7

IDSP ljjournal-03-2019-p7

В выпуске журнала собраны материалы из различных областей научных знаний.

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

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

Информация об опубликованных статьях будет передана в систему ELIBRARY

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

УДК 001.1

ББК 60

SPLN 001-000001-0430-LJ

<http://ljjournal.ru>

Содержание

РАЗДЕЛ XXII. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	5
Абрамов В.А., Попов О.Б., Чернышева Т.В. Метод измерения качества передачи в адаптивных каналах звукового вещания по реальному сигналу	5
Абрамов В.А., Попов О.Б., Чернышева Т.В. Метод измерения качества передачи в адаптивных каналах звукового вещания на основе многокомпонентного тестирования	8
Абрамов В.А., Попов О.Б., Чернышева Т.В. Особенности оценки интегральной информативности вещательных сигналов	10
Ахмедова Р.К., Селимханов Д.Н., Абдуллаев А.Р., Ахмедов М.Х. Совершенствование технологии и методов проектирования, строительства, эксплуатации и ремонта автомобильных дорог	13
Блинков Е.М. Интернет вещей как неотъемлемая часть современного мира.....	17
Блинков Е.М. Интернет вещей в России и в мире	20
Бобриков И.С., Вагин А.В. Формирование характеристики направленности при круговом обзоре гибкой протяженной буксируемой антенны в режиме приёма.....	21
Бобров Б. Ф., Брысин А.Н., Соловьев В.С. Экономические аспекты влияния вибрации на водителей	25
Буренчева Е.И, Оськин В.С., Книгин М.Н., Горин С.С. Информирование населения при наводнении	29
Вилкова М.Р. Совершенствование процесса проектирования моделей сложных форм с использованием САПР	31
Габдуллин А.А., Кафиев И.Р. Система управления электроприводом медогонной установки	35
Дмитриевский Б.С., Канавалов И.А., Лемкина М.В., Нестеров Н.А. Система управления расписанием производства	38
Кабашов В.Ю., Андрианова Л.П., Хайрисламов Д.С. Причины аварийных отключений сельских воздушных линий электропередачи напряжением 10 (6) кВ.....	40
Канавалов И.А. Краткое описание способов организации безнагревных адсорбционных процессов разделения газовых смесей	45
Караваева М.Б., Рязанцева А.В. Об особенностях оценки химического фактора при проведении специальной оценки условий труда	47
Коробков С.В., Кошин А.А., Михайлов Д.А. Моделирование аэродинамической и тепловой интерференции системы моделей зданий в виде квадратных призм, расположенных в тандеме	51

Коробков С.В., Гныря А.И., Михайлов Д.А. Исследование локального по высоте внешнего теплообмена при обтекании воздушным потоком группы моделей зданий при поперечном их смещении	55
Коробков С.В., Дудов Д.О., Михайлов Д.А. Моделирование механических свойств твердеющего портландцемента при В/Ц = 0,26 и 0,35 в зависимости от времени гидратации	58
Лавров В.В., Немыкин О.И., Прохоров М.Е., Рындин Ю.Г., Маричева О.Д., Тюрин В.С. Алгоритмы вычисления двумерных вариаций однобайтовых изображений с использованием аппарата булевых матриц.....	63
Паршина А.Ю., Высотин Н.А., Зимин С.Ю., Полудняков А.И. Анализ и принятие решения по замене системы очистки	71
Розина В.Е., Чу-Сан-да В.А. Современные технологии устройства монолитных стыков в каркасных зданиях при отрицательных температурах	74
Смирнов А.Б., Полищук М.Н. Новые подходы к разработке многокоординатных систем микропозиционирования с пьезоактюаторами	77
Тускаева З.Р., Карибов К.В. Сметная стоимость как основной экономический инструмент, используемый в строительстве	87
Hovhannisyan A.T., Krmoyan N.M., Arzanyan R.G., Khachatryan V.H., Azatyan R.G. The calculation algorithm of the magnetoelectric induction generator with a change of the magnetic flux value (2-II)	91

РАЗДЕЛ XXII. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Абрамов В.А., Попов О.Б., Чернышева Т.В.

Метод измерения качества передачи в адаптивных каналах звукового вещания по реальному сигналу

Московский технический университет связи и информатики
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/lj-03-2019-136

idsp: ljjournal-03-2019-136

Аннотация

В статье рассматривается способ формирования объективной прогнозирующей оценки качества передачи сигнала звукового вещания коррелированной с субъективной оценкой слушателя, который основан на использовании статистических распределений параметров реального сигнала звукового вещания непосредственно в процессе его передачи. Показано, что для повышения точности формирования оценки качества передачи с использованием модели слухового анализатора, сигнал звукового вещания может быть представлен в виде набора непрерывных субполосных сигналов на шкале частот, адаптивно смещающейся вместе с локальными максимумами огибающей амплитудного спектра. Данная работа выполнена при помощи Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ).

Ключевые слова: комплексное представление звукового сигнала, канал с адаптивно изменяющимися параметрами, объективная оценка качества передачи, соответствующая субъективной оценке, субполосные сигналы.

Abstract

The article deals with the method of forming an objective predictive assessment of the quality of the sound broadcast signal correlated with the subjective assessment of the listener, which is based on the use of statistical distributions of the parameters of the real sound broadcast signal directly in the process of its transmission. It is shown that in order to improve the accuracy of the formation of the transmission quality assessment using the model of the auditory analyzer, the audio signal can be represented as a set of continuous subband signals on the frequency scale, which adaptively shifts along with the local maxima of the envelope of the amplitude spectrum. This work was carried out with the help of the Russian Foundation for basic research (RFBR).

Keywords: complex representation of the audio signal, channel with adaptively changing parameters, objective evaluation of the transmission quality corresponding to subjective evaluation, sub-band signals.

С разработкой алгоритмов формирования аналитической огибающей, комплексного представления звукового сигнала и точного спектрального оценивания появилась возможность реализации оценки качества передачи по изменению статистических свойств сигнала звукового вещания (СЗВ) непосредственно в ходе передачи.

В процессе вещательной передачи формируется ограниченный набор интегральных распределений, оценивающих как объективные текущие изменения сигнала при передаче его по каналу с адаптивно изменяющимися параметрами, так и влияние этих изменений на усредненную субъективную оценку качества передачи слушателем. В этом состоит суть метода интегральных распределений параметров оценки (МИРПО) качества передачи реального вещательного сигнала по каналам с адаптивно изменяющимися параметрами (КАП).

Рассматривается метод субъективной оценки (МСО) качества передачи с использованием реального вещательного сигнала, при котором предлагается формирование объективных характеристик канала и формирование объективной оценки качества передачи по усредненным субъективным параметрам. МСО, в принципе, должен обеспечить возможность: 1) формирования оценки, совпадающей с оценкой, полученной при проведении измерений по существующим методикам и в соответствии со стандартами и другой нормативно-технической документацией, с использованием малокомпонентных тестовых сигналов; 2) формирования оценки объективных параметров качества канала передачи с использованием реального вещательного сигнала; 3) формирования объективной оценки качества передачи по критериям субъективно воспринимаемого слушателем качества.

Наиболее сложной задачей является формирование объективной оценки качества передачи, соответствующей субъективной оценке его слушателем [1, 2]. В условиях производства и эксплуатации часто пользуются физическими критериями качества, например, такими простыми, как отношение мощности сигнала к мощности искажений. При этом неощущаемыми считаются искажения, лежащие на плоскости слышимости ниже порога слышимости. После превышения порога искажения имеют некоторую громкость, которая связана с их заметностью, и, в конечном счете, с качеством передачи.

Незаметность искажений трактуется, как их нулевая громкость, а качество передачи рассматривают как некоторую монотонно убывающую функцию громкости искажений. При проведении таких расчетов за основу берут модель формирования ощущения громкости маскированных звуков [3]. Наличие такой модели и большой объем имеющихся результатов по маскировке при использовании существующих методов спектрального анализа, в принципе, позволяют проводить расчет заметности искажений для стационарных сигналов с известным спектром, если известны параметры искажений, возникающих в системе передачи.

При попытке реализации такого алгоритма оценки с использованием реального сигнала, когда неизвестны ни его спектральный состав, ни характер искажений, возникает неоднозначность интерпретации оценки из-за низкой точности вычислительно реализуемых современных способов спектрального анализа сигнала вещания. Анализ необходимой точности показал, что при формировании требований к ней, за основу может быть принята точность периферического слухового анализатора человека. Такая точность обеспечивает возможность формирования объективной оценки по субъективному восприятию и достаточна для формирования объективных параметров оценки качества передачи по каналу в соответствии с нормативной документацией.

В работе [3] определены требования к точности спектрального анализа сигнала вещания, рассмотрены основные способы формирования оценки мгновенного спектра (спектрального оценивания) сигнала, разработан способ спектрального анализа повышенной точности [3]. Разработан алгоритм и программное обеспечение формирования автоматизированной оценки качества передачи сигнала вещания непосредственно по передаваемому сигналу, исходя из критериев субъективного восприятия. После накопления данных, производятся вычисления величины искажений сигнала и оценка субъективной заметности этих искажений слушателем.

Основные недостатки метода определяются способом формирования спектральной оценки, традиционные способы получения которой с использованием цифровой фильтрации или ортогональных преобразований обладают рядом погрешностей. Существуют: 1) погрешности представления, когда при формировании оценки не учитываются особенности способа перехода в частотную область, например, обогащение спектра за счет конечности выборки при ортогональных преобразованиях или за счет просачивания при полосовой фильтрации; 2) погрешности интерпретации, когда на сформированную оценку распространяются закономерности восприятия реальных спектральных составляющих; 3) погрешности реализации, определяемые используемыми техническими решениями, например, приближенным определением ширины "критических полос" и жестким закреплением их границ.

Попытки найти более эффективные способы представления СЗВ в частотной области, в виде кепстральных оценок [4] или набора функций, модулированных по амплитуде и частоте [5] не привели пока к желаемому результату.

Опыт работы с комплексным представлением СЗВ, использованным в МТУСИ ранее для регулирования его уровня [3], показал возможность представления сигнала набором функций со смешанной (амплитудно-частотной) модуляцией, позволяющего снизить влияние перечисленных выше погрешностей. Цифровое преобразование производится последовательно с использованием следующих операций для одной итерации: 1) комплексного представления СЗВ в виде огибающей и мгновенной фазы; 2) формирования опорного колебания из низкочастотных составляющих огибающей и первой производной мгновенной фазы - мгновенной частоты; 3) устранения полученного комплексного опорного сигнала из исходного; 4) транспонирования спектра сигнала остатка в сторону низких частот на величину частоты опорного сигнала; 5) разделение сигнала остатка на два субполосных модулирующих сигнала, соответствующих группам положительных и отрицательных частот. Полученные субполосные сигналы обрабатываются аналогично повторением данной последовательности операций.

Каждый субполосный сигнал представляет собой модулирующую функцию сигнала предыдущей итерации, что позволяет представить СЗВ в виде набора непрерывных субполосных сигналов на шкале частот, адаптивно смещающейся вместе с локальными максимумами огибающей амплитудного спектра. Ширина полосы анализа может меняться в зависимости от положения на шкале; за счет устранения найденных более мощных компонентов в процессе последовательного анализа удастся минимизировать искажения просачивания. Можно предположить, что разработанный способ представления СЗВ позволит повысить точность формирования оценки качества передачи с использованием модели слухового анализатора.

Формирование автоматизированной оценки с измерением параметров на реальном сигнале с одновременным сбором статистических данных на заданном временном интервале и документированием результатов, исключает, в какой-то степени, осознанный субъективизм auditors.

Заключение

Предложен способ формирования объективной прогнозирующей оценки качества передачи сигнала звукового вещания коррелированной с субъективной оценкой слушателя, который основан на использовании статистических распределений параметров реального сигнала звукового вещания непосредственно в процессе его передачи.

Разработанный способ представления СЗВ позволит повысить точность формирования оценки качества передачи с использованием модели слухового анализатора.

Формирование автоматизированной оценки с измерением параметров на реальном сигнале с одновременным сбором статистических данных на заданном временном интервале и документированием результатов, исключает, в какой-то степени, осознанный субъективизм auditors

1. Мишенков С.Л., Попов О.Б. Электроакустика и звуковое вещание. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – 156 с.
2. ГОСТ Р 52742 2007 Каналы и тракты звукового вещания. Типовые структуры. Основные параметры качества. Методы измерений.
3. Попов О.Б., Рихтер С.Г. Цифровая обработка и измерения сигналов в трактах звукового вещания. –М.: Инсвязыздат, 2010. – 320 с.
4. Попов О.Б., Рихтер С.Г., Терехов А.Н., Чернышева Т.В. Методы оценки качества в каналах телерадиовещания. Учебное пособие для вузов. – М.; Горячая линия – Телеком, 2016. – 232 с.
5. Литвин С.А. Попов О.Б. Чернышева Т.В. Аудиопроекторная обработка сигналов звукового вещания. Учебное пособие для вузов. – М.; Горячая линия – Телеком, 2016. – 232 с.

Абрамов В.А., Попов О.Б., Чернышева Т.В.

**Метод измерения качества передачи в адаптивных каналах звуково-го вещания
на основе многокомпонентного тестирования**

*Московский технический университет связи и информатики
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/lj-03-2019-137

idsp: ljjournal-03-2019-137

Аннотация

В статье рассматривается метод многокомпонентного тестирования при оценке канала с использованием набора сложных тестовых сигналов. Выясняется, что общими и наиболее существенными операциями, используемыми при реализации алгоритмов измерений, являются: формирование огибающей сигнала на основе синтеза сигнала, сопряженного с исходным по Гильберту; разделение огибающей на НЧ и ВЧ компоненты; уточненный спектральный анализ в базисе БПФ, сравнение массивов данных для выявления повторяющихся отклонений мгновенных спектров сигнала от эталонных значений с учетом заданных критериев совпадения. Данная работа выполнена при помощи Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ).

Ключевые слова: сигнал звукового вещания, параметры качества передачи, метод субъективной оценки, многокомпонентное тестирование, сложные тестовые сигналы, каналы с адаптивно изменяющимися параметрами, комплексная оценка совместного влияния различных искажений.

Abstract

The article deals with the method of multicomponent testing in the evaluation of the channel using a set of complex test signals. It turns out that the General and the most significant operations used in the implementation of the algorithms of measurements are: the formation of the enveloping signal on the basis of a synthesis signal associated with the source at the Gilbert; the division on the envelope of the LF and HF components; refined spectral analysis in the FFT basis, comparison of data sets to identify repetitive deviations of the instantaneous signal spectra from the reference values taking into account the specified criteria of coincidence. This work was carried out with the help of the Russian Foundation for basic research (RFBR).

Keywords: the audio broadcasting signal, the parameters of the transmission quality, the method of subjective evaluation, multi-component testing of complex test signals, channels with adaptive varying parameters, a comprehensive assessment of joint effects of various distortions.

Метрологическое обеспечение звукового вещания, как и в других отраслях, создавалось разработчиками аппаратуры и сотрудниками эксплуатационных организаций. Естественно параметры качества передачи сигнала звукового вещания (СЗВ), измеряемые в соответствии с разработанными методиками, обеспечивались используемым оборудованием.

Парадокс заключается в том, что в соответствии с методиками, измерениям подвергается один канал, а передача происходит совсем по другому каналу. В современных каналах широко используются: автоматические регуляторы уровня сигнала, компрессоры и экспандеры, инерционные и безынерционные ограничители, адаптивные преобразователи спектра, шумоподавители, которые отключаются на время проведения измерений и кстати не всегда включаются после их окончания.

При использовании в канале вещания цифровых трактов с устранением статистической и психофизической избыточности СЗВ, качество канала оценивается при передаче одночастотного синусоидального сигнала, а передается широкополосный реальный, причем большинство форматов, позволяя сохранить высокое субъективное качество передачи, не сохраняют форму сигнала. Все это делает малоэффективным, а в ряде случаев бессмысленным, использование методик измерения приведенных в ГОСТе при оценке современных адаптивных, как аналоговых, так и цифровых каналов. Собственно, это предусмотрено самим ГОСТом, в котором предлагается перед

производством измерений отключить все устройства дополнительной обработки сигнала. Выход может быть найден либо в применении, разработанных в [1], набора многокомпонентных тестовых сигналов, приближенных по свойствам к реальным, либо в переходе к формированию автоматизированной оценки качества передачи сигналов звукового вещания (ЗВ) на реальных вещательных сигналах.

Выполнение нормативных требований в процессе эксплуатации каналов ЗВ должно гарантировать заданный набор объективных параметров качества передачи [2]. В то же время сертификация услуг ЗВ предполагает достижение высокого субъективного качества вещания. Поэтому адекватными могут быть признаны только субъективно-статистические испытания на реальном вещательном сигнале, вид измерений, совершенно не пригодный для практического применения, ни в процессе сертификации услуг ЗВ, ни тем более в условиях эксплуатации [3]. Тем не менее, как показано в работе [4], современные ПК в мультимедийной комплектации позволяют сформировать усредненную субъективную оценку качества реального вещательного сигнала с использованием модели слухового анализатора - аналогичную получаемой в результате проведения ССИ. Метод измерений, связанный с получением усредненной субъективной оценки качества вещательного сигнала, назовем методом субъективной оценки (МСО).

При формировании оценки учитываются: длительность искажений; относительная их значимость; влияние частотной маскировки; местоположение на шкале частот; общее количество "заметных" слушателю искажений на длительности программы. По окончании обработки формируется интегральная оценка - искажения "заметны" или "незаметны" - относительно заданных (пороговых) значений нормируемых параметров качества. Одновременно с формированием субъективной оценки производится накопление данных для формирования оценки объективных параметров канала передачи. При формировании оценки используются результаты исследований заметности искажений звукового сигнала [3]. Такой подход к оценке качества передачи звукового сигнала во многих случаях остается единственным возможным, так как многообразие возможных помех и искажений сигнала в каналах передачи делает необъективной любую оценку, сформированную вне воспринимающего субъекта или его модели.

Предлагается метод многокомпонентного тестирования (ММТ), который может применяться при оценке канала с использованием набора сложных тестовых сигналов. В [3] разработаны набор тестовых сигналов, позволяющий оценить качество передачи сигналов вещания по каналам с адаптивно изменяющимися параметрами (КАП), методика измерения параметров, способ оценки и интерпретации ее результатов, с учетом влияния изменения характеристик вещательного сигнала на субъективную оценку качества передачи слушателем.

ММТ предполагает использование набора тестовых сигналов обеспечивающих контроль изменения: процесса нарастания (атаки) для сигналов разного уровня, смежных градаций уровня сигнала по громкости и спектра сигнала в момент изменения коэффициента передачи тракта (нелинейные искажения), защитное отношение сигнал/шум в паузе и защитное отношение сигнал/шум канала, деформация градаций уровня и изменение динамического диапазона в целом, защищенность спектральных компонентов сигнала от шумов канала в зависимости от их положения на оси частот. Кроме того, для определения изменения огибающей амплитудного спектра шумов и ее соответствия огибающей спектра сигнала производится уточненное оценивание и сравнение мгновенных спектров обработанных реальных вещательных сигналов основных жанров до и после прохождения тракта, что позволяет охарактеризовать динамические, адаптивные к сигналу системы, как по объективным, так и по приближенным к субъективным критериям. Алгоритм измерений включает: передачу реальных сигналов различных жанров по исследуемому каналу или их обработку на программной модели; уточненное оценивание мгновенных спектров входного и выходного сигналов; формирование их разностной оценки для каждого мгновенного спектра; усреднение полученных оценок.

Общими и наиболее существенными операциями, используемыми при реализации алгоритмов измерений, являются: формирование огибающей сигнала на основе синтеза

сигнала, сопряженного с исходным по Гильберту [5]; разделение огибающей на НЧ и ВЧ компоненты; уточненный спектральный анализ в базисе БПФ, сравнение массивов данных для выявления повторяющихся отклонений мгновенных спектров сигнала от эталонных значений с учетом заданных критериев совпадения. Перечисленные тестовые сигналы в рамках ММТ позволяют производить раздельное шкалирование (оценку относительного уровня) конкретных типов искажений сигнала в канале передачи с адаптивно изменяющимися параметрами. На этой основе, с использованием многокомпонентного тестового сигнала, может быть получена комплексная оценка совместного влияния различных искажений, результаты которой должны быть близки к субъективной оценке качества реального вещательного сигнала, переданного по исследуемому тракту. Таким образом результаты ММТ фактически приводят к получению оценки, близкой к усредненной субъективной оценке качества реального вещательного сигнала слушателем. Этот вывод делает естественным интерес к МСО, в рамках которого автоматически формируется усредненная субъективная оценка качества непосредственно по реальному вещательному сигналу (а не по сложному многокомпонентному тестовому).

Заключение

1. Выяснено, что при формировании оценки качества сигнала должны учитываться: длительность искажений; относительная их значимость; влияние частотной маскировки; местоположение на шкале частот; общее количество "заметных" слушателю искажений на длительности программы а по окончании обработки должна формироваться интегральная оценка - искажения "заметны" или "незаметны" - относительно заданных значений нормируемых параметров качества.

2. Предложен метод многокомпонентного тестирования при оценке канала с использованием набора сложных тестовых сигналов.

3. Показано, что общими и наиболее существенными операциями, используемыми при реализации алгоритмов измерений, являются: формирование огибающей сигнала на основе синтеза сигнала, сопряженного с исходным по Гильберту; разделение огибающей на НЧ и ВЧ компоненты; уточненный спектральный анализ в базисе БПФ, сравнение массивов данных для выявления повторяющихся отклонений мгновенных спектров сигнала от эталонных значений с учетом заданных критериев совпадения.

1. Мишенков С.Л., Попов О.Б. Электроакустика и звуковое вещание. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – 156 с.
2. ГОСТ Р 52742 2007 Каналы и тракты звукового вещания. Типовые структуры. Основные параметры качества. Методы измерений
3. Попов О.Б., Рихтер С.Г. Цифровая обработка и измерения сигналов в трактах звукового вещания. – М.: Инсвязьиздат, 2010. – 320 с.
4. Попов О.Б., Рихтер С.Г., Терехов А.Н., Чернышева Т.В. Методы оценки качества в каналах телерадиовещания. Учебное пособие для вузов. – М.; Горячая линия – Телеком, 2016. – 232 с.
5. Литвин С.А. Попов О.Б. Чернышева Т.В. Аудиопроекторная обработка сигналов звукового вещания. Учебное пособие для вузов. – М.; Горячая линия – Телеком, 2016. – 232 с.

Абрамов В.А., Попов О.Б., Чернышева Т.В.

Особенности оценки интегральной информативности вещательных сигналов

*Московский технический университет связи и информатики
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/lj-03-2019-138

idsp: ljjournal-03-2019-138

Аннотация

В статье исследуется проблема взаимосвязи смысловой и эмоциональной составляющих при восприятии звукового сигнала. Рассмотрен подход к оценке степени корреляции семантической и эмоциональной составляющих, Дано частотное

распределение коэффициентов взаимной корреляции. Данная работа выполнена при помощи Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ).

Ключевые слова: информативность вещательного сигнала, психофизиологическое восприятие звука, семантическая и эмоциональная составляющие, взаимная корреляция.

Abstract

The article examines the problem of the relationship of semantic and emotional components in the perception of a sound signal. An approach to assessing the degree of correlation of semantic and emotional components is considered. The frequency distribution of cross-correlation coefficients is given. This work was carried out with the help of the Russian Foundation for Basic Research (RFBR).

Keywords: information content of the broadcast signal, psycho-physiological perception of sound, semantic and emotional components, mutual correlation.

Для более полного восприятия звуковой информации при дополнительных акцентах на необходимые составные части речевого сигнала желательно обработать исходный звуковой образ так, чтобы добиться поставленной цели. Особенно это важно при решении задач идеологической работы. Следует отметить тесную связь законов психофизиологического восприятия звука и составляющими вещательного сигнала (ВС). При рассмотрении и анализе параметров вещательных сигналов с целью повышения его информативности следует обратить внимание на его составляющие: семантическую (смысловую) и эмоциональную. И, если смысловую информацию трактуют как логическую, входящую в структуру сообщения, то для эмоциональной информации нет четкого определения. Определено лишь ее влияние на психофизиологическое состояние слушателя при восприятии сообщения [1].

Исследуя информативность ВС в целом, необходимо сформулировать общие принципы подхода к оценке, желательно количественной, каждой из них.

Проведенные исследования показали связь между изменением параметров ВС и восприятием сообщения в качественном выражении [2]. Это дало возможность определить принадлежность параметров к составным частям сообщения. Одним из результатов работы явилось представление частотной характеристики относительного количества информации (рисунок 1). Кроме того, там же выдвигается предположение о наличии корреляционных связей частотного распределения относительного количества информации речевого сигнала с его спектральной плотностью мощности. Анализ энергетического спектра ВС проводился на интервале стационарности речевого сигнала.

Рисунок 1. Распределение относительного количества звуковой информации на

Единицу полосы

Выделение информативно значимых интервалов в распределении указанных двух составляющих с последующей их раздельной обработкой не даст искомого результата. Во-первых, максимумы их значений сосредоточены в разных диапазонах частот. Во-вторых, составляющие с малой информативностью вносят свой, пусть менее значимый, но все же вклад в информативность сигнала в целом. Последним нельзя пренебрегать.

Остановимся сначала на рассмотрении эмоциональной составляющей ВС. В силу сложности её описания аналитическим аппаратом можно рассматривать подход к анализу с точки зрения использования аппарата количественной оценки информации, а также с помощью системного подхода, который представляется более обобщающимся. Остановимся на последнем.

Практическая реализация оценки качества ВС при известных свойствах восприятия преобразованного сигнала сталкивается с рассмотрением общих свойств при взаимном влиянии их друг на друга. Тогда, выделяя те или иные элементы рассмотрения, можно определить их взаимное влияние с помощью аналитического аппарата: методом корреляционного анализа. Но задача анализа в этом случае становится многокритериальной. Как показывает практика, количество взаимозависимых параметров следует брать как можно меньше именно в силу их взаимного влияния. Поэтому при выборе рассматриваются наиболее значимые, в большей степени дающие представления об эмоциональном воздействии ВС на слушателя. При этом следует помнить, что необходимо не только выбрать нужные (необходимые) параметры, но и определить их взаимосвязи. Что касается последнего, то следует, безусловно, дать аналитическое описание взаимной корреляции выбранных параметров. Материал для анализа удобно представить в матричной форме. Целесообразность такого подхода не вызывает сомнения, так как отражает не только прямое (непосредственное) влияние самих параметров, но и все многообразие многократных их изменений при влиянии друг на друга. Если рассматривать корреляционные связи между семантическими и эмоциональными компонентами, то они будут описываться коэффициентами взаимной корреляции.

Принимая во внимание результаты исследований [3] и полагая, что эмоциональная составляющая ВС постоянно меняет свои значения по мере изменения поступающего сигнала при восприятии его слушателем. Информационный сигнал всегда случайный. А, следовательно, изменения его параметров и параметров восприятия непредсказуемы, и должны оцениваться статистическими законами с их постоянными параметрами распределения.

Это позволит аналитически описать и решить в прикладном отношении поставленные вопросы. Но изменяющийся по случайному закону ВС заставляет слушателя, используя механизм приспособления к звуковой панораме, вырабатывать оценку меняющейся относительной постоянной и случайных информационных составляющих. Следует заметить, что постоянная составляющая это та часть сигнала, которая связана с ранее накопленным опытом восприятия слушателем звуковой панорамы [4]. То есть она меняется, но более медленно, чем случайная переменная. Указанное изменение можно трактовать как рассеивание параметров. Из изложенного материала ясно, что обе составляющие при постоянном изменении тесно связаны друг с другом.

Эта связь в силу законов эволюции позволили выжить человеку как виду. Поэтому рассмотрение взаимного влияния этих составляющих позволит более точно определить граничные условия применения статистической теории к аналитическому описанию эмоционального продукта ВС. Тогда на основании анализа можно будет сделать выводы об усилении или ослаблении эмоционального воздействия на слушателя. Из представленных в [2] результатов можно построить диагональную матрицу взаимной корреляции. Тогда ее коэффициенты определяют соотношение между смысловой и эмоциональной составляющими ВС. Как следует из рисунка 1, распределение спектра количества звуковой информации для каждой из этих составляющих различно. Поэтому

представляет интерес рассмотреть те области спектра, где взаимное влияние их будет наибольшим.

Примем описание двух составляющих, изображенных на рисунке 1 в виде

$$X(t) = A_1 \cos(\omega_1 t + \alpha_1) = \sum a_k \cdot e^{j\omega_1 t}$$

$$Y(t) = A_2 \cos(\omega_2 t + \alpha_2) = \sum b_k \cdot e^{j\omega_2 t}$$

где A , ω , α – известные параметры составляющих ВС, а $p(t)$ и $q(t)$ определяют начальные условия, которые для простоты рассуждений можно принять за нулевые.

Тогда коэффициент взаимной корреляции можно представить как

$$R_{x,y}(\tau) = \begin{cases} 1/2 \cdot A_1 \cdot A_2 \cdot \cos(\omega_1 t + \alpha_1 - \alpha_2) & \text{при } \omega_2 = \omega_1 \\ 0 & \text{при } \omega_2 \neq \omega_1 \end{cases}$$

Вычисления значения $R_{x,y}(\tau)$ показывает, что максимум взаимного влияния находится в области частот 4кГц. Меньшее по величине взаимное влияние будет наблюдаться на частотах 250Гц и 1кГц, соответственно 0,77 и 0,79.

Таким образом, при обработке ВС необходимо решить какие параметры воспринимаемого звукового образа следует изменить и, поставив им в соответствие нужную область частот, изменять спектральные составляющие для придания более полного эффекта при прослушивании материала.

1. Моль А. Теория информации и эстетическое восприятие. – М.: Мир, 1966. – 351 с.
2. Мишенков С.Л., Попов О.Б. Электроакустика и звуковое вещание. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – 156 с.
3. Попов О.Б., Рихтер С.Г. Цифровая обработка и измерения сигналов в трактах звукового вещания. – М.: Инсвязьиздат, 2010. – 320 с.
4. Попов О.Б., Рихтер С.Г., Терехов А.Н., Чернышева Т.В. Методы оценки качества в каналах телерадиовещания. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2016. – 232 с.

Ахмедова Р.К., Селимханов Д.Н., Абдуллаев А.Р., Ахмедов М.Х.
Совершенствование технологии и методов проектирования, строительства,
эксплуатации и ремонта автомобильных дорог

ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)» Махачкалинский филиал
(Россия, Махачкала)

doi: 10.18411/lj-03-2019-139

idsp: ljournal-03-2019-139

Аннотация

Статья посвящена развитию и совершенствованию технологии и методов проектирования, строительства, эксплуатации и ремонта автомобильных дорог. Системный подход при проектировании автомобильных дорог реализуется через применение современных технологий и методов производства изысканий, современных систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог.

Ключевые слова: современные технологии строительства, автоматизированное проектирование, автомобильная дорога, вяжущие материалы, асфальтобетон, реконструкция.

Abstract

The Article is sanctified to development and perfection of technology and methods of planning, building, exploitation and repair of highways. Approach of the systems at planning of highways will be realized through application of modern technologies and methods of production of researches, modern computer-aided of highways designs.

Keywords: modern building technology, automated planning, highway, astringent materials, bituminous concrete, reconstruction.

Основной целью строительства автомобильной дороги является создание комплекса ее инженерных сооружений с заданными потребительскими свойствами при минимальных затратах финансовых, материальных, трудовых ресурсов и при минимальных сроках строительства.

Для перспективного развития автомобильно-дорожного комплекса требуется постоянное совершенствование в области проектирования, строительства, ремонта и эксплуатации дорог. Сам же прогресс в строительстве автомобильных дорог связан с рядом крупных проблем:

- всестороннее исследование и изучение грунтов, законов водно-теплого – режима земляного полотна, способов его регулирования;
- совершенствование расчета дорожных одежд и способов комплексного конструирования земляного полотна;
- широкое изучение минеральных материалов и подробное исследование органических вяжущих;
- исследование технологии строительства асфальтобетонных покрытий и др.

На сегодня системный подход при проектировании автомобильных дорог реализуется через применение:

- современных технологий и методов производства изысканий, основанных на использовании высокопроизводительных методов сбора информации о местности (использование ГИС-технологий);
- современных систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог, предоставляющих проектировщику инструменты для решения задач по формированию цифровых моделей местности зоны проектирования, трассированию проектируемой автомобильной дороги, проектированию продольного профиля дороги, проектированию поперечных профилей и дорожных одежд, проектированию искусственных сооружений и инженерно-сервисного обустройства дороги, оценке проектных решений [1].

Совершенствование методов строительства автомобильных дорог связано с решением ряда крупных проблем, среди которых можно выделить как наиболее важные следующие проблемы:

развитие методов оценки строительно-технических свойств грунтов и разработка эффективных способов их укрепления вяжущими материалами и добавками поверхностно-активных, гидрофобизирующих и других химических веществ, применение различных геосинтетических материалов с целью армирования, дренирования, защиты грунтов от эрозии и т.п.;

изучение структуры, прочности, коррозионной стойкости минеральных материалов (щебня, гравия), побочных продуктов (шлака и др.), совершенствование способов их применения, использования и оценки свойств;

исследование свойств органических вяжущих (битумы, дегти, эмульсии, битумосодержащие горные породы) с добавками полимерных, поверхностно-активных, структурирующих и других химических веществ; совершенствование способов получения и применения органических вяжущих;

совершенствование технологии строительства асфальтобетонных покрытий из различных видов смесей с учетом их технологических особенностей, изучение особенностей поведения асфальтобетона в дорожных покрытиях в различных районах страны;

исследование неорганических вяжущих, химических добавок (противоморозных, пластифицирующих и др.), создание дорожных бетонов с высокими сроками службы в различных условиях эксплуатации;

разработка технологии строительства бесшовных непрерывно армированных цементобетонных покрытий и оснований, в том числе из укатываемого бетона;

разработка научных основ дорожного машиностроения, расширение номенклатуры и типоразмеров дорожных машин;

создание современных асфальтобетонных и цементобетонных заводов, битумных и эмульсионных баз, камнедробильных заводов на основе комплексной механизации, автоматизации и передовой технологии работ;

создание электронных высокоточных и производительных приборов для контроля качества дорожных работ [2].

На сегодня системный подход при проектировании автомобильных дорог реализуется через применение:

- современных технологий и методов производства изысканий, основанных на использовании высокопроизводительных методов сбора информации о местности (использование ГИС-технологий);
- современных систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог, предоставляющих проектировщику инструменты для решения задач по формированию цифровых моделей местности зоны проектирования, трассированию проектируемой автомобильной дороги, проектированию продольного профиля дороги, проектированию поперечных профилей и дорожных одежд, проектированию искусственных сооружений и инженерно-сервисного обустройства дороги, оценке проектных решений.

На сегодня наибольшее распространение получили следующие системы автоматизированного проектирования автомобильных дорог ведущих отечественных и зарубежных разработчиков: IndorCAD/Road (разработчик – Indorsoft, Россия), ROBUR (разработчик – Topomatic, Россия), GIP (разработчик – ГИПРОДОРИИ, Россия), AutoCAD/Civil 3D (разработчик – Autodesk, США), CARD/1 (разработчик – IB&T Group, Германия), MXROAD (разработчик – BentleySystems, США), Plateia (разработчик – CGS plusd.o.o., Словения), CREDO ДОРОГИ (разработчик – Кредо-Диалог, Беларусь) [3,4]

Перечисленные программные комплексы предназначены для проектирования строительства, реконструкции и ремонта автомобильных дорог.

Предусматривается создание новых материалов, конструкций и технологий для повышения надежности и долговечности сооружений на основе углубления знаний в области механизма и закономерностей работы всех конструктивных элементов дороги в различных природных условиях. Реализация работ данного направления должна позволить получить дополнительные финансовые возможности для строительства автомобильных дорог общего пользования и искусственных сооружений на них за счет снижения стоимости работ строительного комплекса.

В состав направления входят:

- разработка усовершенствованных технологий инженерных изысканий и автоматизированного проектирования автомобильных дорог общего пользования и мостов, в т.ч. развитие применения GPS-систем;
- разработка норм проектирования автомобильных дорог общего пользования с учетом необходимости гармонизации отечественных и

зарубежных нормативов для обеспечения однородных условий движения на международных маршрутах;

- разработка норм в области организации и надзора за строительством автомобильных дорог общего пользования с учетом обеспечения требуемого уровня качества дорожных работ;
- создание и внедрение новых искусственных материалов с управляемыми физико-механическими свойствами для применения в различных слоях дорожных конструкций и создание новых нетрадиционных дорожных конструкций;
- разработка альтернативных вяжущих для покрытий автомобильных дорог высоких категорий;
- совершенствование методов применения долговечных цементобетонных конструкций дорожных одежд.

К научному обеспечению совершенствования методов ремонта и содержания дорог также относятся:

- разработка методов оценки и прогнозирования состояния земляного полотна, дорожных одежд и покрытий в процессе эксплуатации;
- разработка методов повышения трещиностойкости асфальтобетонных покрытий на различных основаниях;
- разработка принципов и методов применения предупредительных мероприятий и ремонтов, позволяющих существенно снизить затраты на ремонт и содержание дорог, в том числе методов оценки, прогноза и образования колеи, неровностей, ямочности, трещин, шелушения и выкрашивания;
- разработка методов ликвидации деформаций и разрушений земляного полотна и дорожных одежд на ранней стадии их развития;
- развитие холодных технологий при ремонте и содержании автомобильных дорог;
- поиск новых методов зимнего содержания дорог, защиты дорог от снежных заносов, прогнозирования и предупреждения зимней скользкости путем создания антигололедных покрытий, новых экологически безопасных химических материалов;
- разработка методов оценки и прогнозирования сроков службы эксплуатируемых мостов на основе их мониторинга.

Выводы. Основное внимание уделено работам по систематическому уходу за существующей сетью автомобильных дорог, предупреждению и устранению мелких повреждений дорог и сооружений, улучшению условий для безопасного движения транспорта, решению задач наиболее эффективного использования элементов и конструкций существующей дороги, путем разработки специальных норм и требований проектирования реконструкции, разработки современных методов реконструкции труб и других инженерных сооружений.

1. Справочная энциклопедия дорожника. V том Проектирование автомобильных дорог / под ред. Г. А. Федотова, П.И. Пospelова. – М., 2007.
2. Справочная энциклопедия дорожника. Том I. Строительство и реконструкция автомобильных дорог/ под ред. А.П. Васильева – М., 2005.
3. AutoCADCivil 3D 2017. □URL: <http://www.csoft.ru/catalog/soft/autocad-civil-3d/autocad-civil-3d-2017.html>.
4. Credo-Dialogue – Программные продукты комплекса CREDO. □URL:http://www.credo-dialogue.com/software/list_programs/credo_dorogi.aspx.

Блинков Е.М.

Интернет вещей как неотъемлемая часть современного мира

Уральский технический институт связи и информатики (филиал) Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики
(Россия, Екатеринбург)

doi: 10.18411/lj-03-2019-140

idsp: lj-03-2019-140

Аннотация

В статье описаны предпосылки и история возникновения концепции Интернета вещей, от систем автоматизации до умного дома, предприятия, города. Рассмотрены вопросы технического оснащения существующих телекоммуникационных сетей и их готовности к массовому внедрению систем интернета вещей.

Ключевые слова: Интернет вещей, Умный дом, Умный город, Умные транспортные средства, системы автоматизации, сенсорные системы, инфокоммуникации.

Abstract

The article describes the background and history of the concept of the Internet of things, from automation systems to smart home, business, city. The questions of technical equipment of the existing telecommunication networks and their readiness for mass introduction of the Internet of things systems are considered.

Keywords: Internet of things, Smart home, Smart city, Smart vehicles, automation systems, sensor systems, Infocommunications.

В современной действительности наше общество сложно представить без технических достижений последнего времени, в первую очередь это касается различных электронных средств и систем, не исключением являются системы Интернета вещей и как частный случай – системы умного дома, предприятия, города. Интернет вещей представляет собой некоторую концепцию сети, в которую объединяются, в наиболее общем понимании, различные предметы (объекты, системы) окружающего нас мира. Такая сеть может быть, как интегрирована и унифицирована с компьютерными сетями, так и работать независимо с применением совершенно иных протоколов и интерфейсов. Простейший пример (см. рисунок 1) показывает, как компьютер через публичный интернет или ЛВС может связаться с некоторыми датчиками и удалённо получить с них информацию. Пример назван простым, так как в реальности число различных устройств и путей их взаимодействия не должно быть ограниченным, а должно стремиться к бесконечности.

Рисунок 1 – Приложение к определению Интернета вещей

Концепция интернета вещей позволяет повысить производительность и эффективность различных систем, обеспечивая нередко функцию контроля и управления, а при должной надёжности вполне возможно и исключение человеческого труда по

обеспечению данных задач. Однако, стоит сделать очень важную отметку, что Интернет вещей не несёт собой цель полного исключения человека из различных процессов. Он не служит средством полной автоматизации вещей, а ориентирован, в первую очередь, на человека и необходим для наиболее удобного и оптимизированного доступа к вещам. Таким образом, человек остаётся во главе системы, а Интернет вещей служит неким посредником между вещами и человеком. Но при этом вещи способны вести себя уже совершенно иначе, не так мы привыкли. Каждая вещь, обладая уникальным идентификатором, может уже взаимодействовать, как с человеком, так и с другими вещами.

При масштабном внедрении Интернета вещей наша повседневная жизнь кардинально изменится, это можно назвать уже следующим, новым этапом развития информационного общества. Останутся в прошлом проблемы и сложности связанные с поиском необходимых вещей, кражи мобильных устройств, угоны автомобилей будут сведены к минимуму, так как будет точно известно, что где и в каком количестве находится, производится и потребляется. При наличии радио меток и радиомаяков будет возможна всеобщая и повсеместная идентификация различных вещей. По оценкам экспертов компании Cisco количество объектов, которые Интернет вещей сможет соединить между собой, будет сравнимо с количеством атомов на поверхности Земли [2].

Производители различных устройств и систем понимают, что человечество в ближайшем будущем будет не способно (в силу различных причин начиная от обычной привычки, заканчивая тем, что слишком сложная система не сможет быть подконтрольной человеку или же это будет не выгодно или не удобно) обходиться без умных систем. Поэтому широко ведутся работы по созданию экосистем для взаимодействия между устройствами. Таким образом зарождается экосистема потребительских устройств Интернета вещей, лежащая в нескольких аспектах: [1]

1) Умные транспортные средства – такие системы позволяют диагностировать состояние и управлять транспортными средствами. Ярким примером является применение на ТС (транспортных средствах) систем глобального позиционирования. Это не редкость уже последние 15-20 лет. В России, например, с января 2018 года установка систем ЭРА ГЛОНАСС на частные и коммерческие ТС уже обязательна и это утверждено на законодательном уровне, что говорит о невозможности отказа от таких систем уже сейчас, не говоря о будущем. Так же в России на базе «Автоваза» и многих других предприятий ведётся разработка беспилотных автомобилей.

2) Умные носимые устройства, необходимые для сбора показателей состояния и физической активности человека, а также совершения звонков и просмотра различных уведомлений. Примером подобных устройств могут служить различные «Умные браслеты» и «Smart-часы», работающие в паре со смартфоном или карманным компьютером.

3) Умный дом, в таком доме присутствует множество сенсоров, датчиков и актуаторов. Это позволяет управлять освещением, замками, термостатами, системами сигнализации, климатическими системами и многим другим.

4) Умные города, что включает в себя умную городскую инфраструктуру, умная социальная система и система здравоохранения, последние сейчас достаточно активно внедряются и развиваются в России (например, портал «Единых Государственных Услуг» или же система «Дневник» для контроля и учёта успеваемости учащихся школ.

Интернет вещей является не просто научно-технической концепцией, несёт вполне ощутимый экономический эффект, так как уже в 2008-9 годах количество устройств подключенных к глобальной сети превысило численность населения Земли, поэтому можно говорить о переходе от «Интернета людей» к «Интернету вещей» уже в полной мере. Иллюстративное пояснение вышеизложенной мысли можно видеть на рисунке 2 [2].

Дальнейшее внедрение и расширение сферы применения различных систем и устройств Интернета вещей позволит решать различные проблемы во многих сферах человеческой деятельности. Очень важным аспектом является внедрение умных носимых устройств в медицине, что позволит выявлять проблемы со здоровьем на ранних стадиях с

помощью различных датчиков и сенсоров. Уже сейчас умные браслеты помогают человеку, например, когда он занимается физической культурой, а также помогает легче засыпать и просыпаться, отслеживая фазы сна. Посредством миниатюрных беспроводных интернет устройств могут проводиться обследования различных органов и систем, не прибегая к необходимости нахождения в стационаре.

Рисунок 2 – Временная шкала изменения количества людей и предметов, подключенных к интернет (источник: Cisco IBSG, 2011) [2]

При всей масштабности Интернет вещей в наше время всё же сформирован из разрозненных сетей, каждая из которых выполняет свою специфическую и достаточно узкую задачу. Простым примером такой сети в нашей повседневной жизни может служить связка смартфон – умные часы – фитнес браслет и так далее. Так же во многих жилых и не жилых помещениях развёртывают системы Умного дома для управления освещением, охранными системами, климатическими системами, но, как правило, они не выходят за рамки одного объекта. Бортовой компьютер автомобиля с системой датчиков так же можно считать некоторой локальной системой интернета вещей (или некоторой сенсорной сетью), и снова в рамках только одного объекта. Такие сети слабо связаны между собой. Для ещё большего расширения возможностей необходимо идти по пути организации взаимодействия между различными сетями Интернета вещей с переходом к перспективе создания глобального Интернета вещей.

При полномасштабном развёртывании Интернета вещей в перспективе на текущий момент возникают ряд проблем:

- 1) Ограниченность адресного пространства используемого повсеместно протокола IPv4, и как следствие необходимость массового перехода к IPv6, а современные сети в полной мере к этому ещё не готовы.
- 2) Низкая автономность отдельных элементов Интернета вещей, большинство датчиков условию высокой автономности не удовлетворяют.
- 3) Не очень высокий уровень стандартизации устройств Интернета вещей.
- 4) Необходимость расширения возможностей и надёжности существующих систем по обеспечению безопасности и конфиденциальности, так как низкая защищённость, например, умного дома, при несанкционированном доступе может привести к очень серьёзным и даже катастрофическим последствиям.

1. Гарифуллина А.Р., Крюкова А.А. ТЕХНОЛОГИЯ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ: [Электронный ресурс] // Электронный научный журнал «Международный студенческий научный вестник» ISSN 2409-529X, ИФ РИНЦ = 0,281, URL: <https://eduherald.ru/article/view?id=17856> (Дата обращения: 12.01.2019).
2. Росляков, А.В. Интернет вещей: учебное пособие [текст] / А.В. Росляков, С.В. Ваяшин, А.Ю. Гребешков. – Самара: ПГУТИ, 2015. – 200 с.

Блинов Е.М.**Интернет вещей в России и в мире**

*Уральский технический институт связи и информатики (филиал) Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики
(Россия, Екатеринбург)*

doi: 10.18411/lj-03-2019-141

idsp: lj-03-2019-141

Аннотация

Статья описывает современное состояние по вопросу Интернета вещей в России и в мире, оценивается значимость, а также степень внедрения. Рассматриваются масштабы проникновения Интернета вещей в жизнь современного общества, значимость данного явления и перспективы дальнейшего развития.

Ключевые слова: Интернет вещей, Умный дом, инфокоммуникации, мировой рынок Интернета вещей, Международный Союз электросвязи, интегрированные сервисы, цифровизация.

Abstract

The article describes the current state of the Internet of things in Russia and in the world, assesses the importance and degree of implementation. The scale of penetration of the Internet of things into the life of modern society, the importance of this phenomenon and prospects for further development are considered.

Keywords: Internet of things, Smart home, Infocommunications, world market of Internet of things, international telecommunication Union, integrated services, digitalization.

Решающую роль в дальнейшем развитии отрасли инфокоммуникаций на сегодняшний день играет концепция Интернета вещей. Данный факт подтверждает позиция Международного Союза электросвязи (МСЭ), а также Европейского Союза касательно данного вопроса. В США, Китае и других странах Интернет вещей включён в перечень прорывных технологий. При этом на международном уровне концепция IoT обретает черты уже вполне сформированной технологии, но в данной области ведутся очень активные работы по стандартизации архитектуры, технических компонентов, приложений. Однако, количество мнений о структуре и методах построения Интернета вещей велико.

Наша страна по разработкам в области Интернета вещей существенно отстаёт от Запада, но при этом данная концепция уже прочно закрепилась в общественном сознании. Активные разработки в направлении Интернета вещей ведут многие отечественные компании, не исключением является и «Яндекс» со своими «умными навигаторами» (интегрированный сервис Яндекс пробки) и голосовым помощником «Алиса», масштабы интеграции которого в различные устройства только растут. В будущем предвидится существенная динамика роста за счёт государственного финансирования и государственных заказов на строительство и развёртывания систем Интернета вещей.

Рынок Интернета вещей в России на 2018 год достиг 3,67 миллиардов долларов США. По мнению аналитиков IDC, ежегодный прирост рынка интернета вещей в России в период 2018-2022 гг. составит порядка 18%. Это значительно выше, чем ежегодный прогноз по глобальному рынку, оцениваемый в IDC на уровне 13,6% [1]. Ожидается, что на конец 2022 года расходы на Интернет вещей со стороны конечных пользователей в России достигнут 7,61 миллиарда долларов США (примерно 521,7 миллиардов рублей по нынешнему курсу) [1].

Что касается мирового рынка, то по данным Jon & Partners Consulting в перспективе до 2020 года объем вырастет до 359 миллиардов долларов США и до 34,2 миллиардов устройств (см. рисунок 3) [2].

Оценивая опыт использования и внедрения Интернета вещей в России и в мире можно отметить преобладание его в различных секторах экономики и народного

хозяйства. Например, в России Интернет вещей наиболее востребован в области добывающей промышленности и природопользования, а в США задействован в государственном и оборонном секторах, то есть прослеживается более милитаристический подход. В Японии и других странах с высоким уровнем цифровизации идёт значительный подъём и в гражданском секторе.

Рисунок 3 – Прогноз развития мирового рынка Интернета вещей на период 2010-2020 гг.

По экспертным оценкам, к 2020 году стоимость мирового рынка Интернета вещей составит 7,1 трлн. долл. США, а количество подключенных устройств достигнет цифры в 25 миллиардов, и это без учета планшетных компьютеров, смартфонов и ноутбуков.

1. Рынок интернета вещей в России в 2018 г: [Электронный ресурс] // С-NEWS-издание о высоких технологиях, URL: http://www.cnews.ru/news/top/2018-12-21_rynok_interneta_veshchej_v_rossii_po_itogam_goda (Дата обращения: 12.01.2019).
2. Гарифуллина А.Р., Крюкова А.А. ТЕХНОЛОГИЯ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ: [Электронный ресурс] // Электронный научный журнал «Международный студенческий научный вестник» ISSN 2409-529X, ИФ РИНЦ = 0,281, URL: <https://eduherald.ru/article/view?id=17856> (Дата обращения: 12.01.2019).

Бобриков И.С., Вагин А.В.

Формирование характеристики направленности при круговом обзоре гибкой протяженной буксируемой антенны в режиме приёма

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

doi: 10.18411/lj-03-2019-142

idsp: ljjournal-03-2019-142

Аннотация

В работе исследован тракт приёма гибкой протяженной буксируемой антенны, работающей в режиме приёма при круговом обзоре пространства. Произведен расчёт и построение характеристики направленности для различных углов компенсации.

Ключевые слова: буксируемая антенна, характеристика направленности, интенсивность звука

Abstract

The receiving path of a flexible extended antenna operating in the receiving mode with a circular view of space is investigated in this work. The calculation and construction have been done for the directivity for different angles of compensation.

Keywords: towed antenna, directivity pattern, intensity of sound

Гибкие протяженные буксируемые антенны (ГПБА) применяются для обеспечения поддержания требуемой эффективности гидроакустических комплексов (ГАК) и станций в таких сигнально-помеховых и гидролого-акустических условиях, когда возможности антенн, установленных на корпусе надводного корабля, существенно снижаются.

Использование буксируемых антенн по отношению к антеннам, устанавливаемым на корпусе корабля, дает следующие преимущества:

- обеспечиваются наилучшие условия для обнаружения целей, в том числе находящихся ниже слоя скачка скорости звука;
- уменьшается уровень помех от собственного корабля-носителя; минимизируется дестабилизирующее влияние качки корабля;
- возможность заглубления антенны на ось подводного звукового канала (ПЗК), что резко увеличивает дальность действия ГАК.

Несмотря на приведенные преимущества использования буксируемых антенн, при их эксплуатации необходимо учитывать погодные условия, так как штормовое состояние моря может просто наложить запрет на использование ГПБА. Также имеется сложность в управлении положением буксируемой антенны, связанная с необходимостью учета его вертикальных перемещений в толще воды, особенно при изменении курса или скорости корабля-носителя.

К основным требованиям, которым должна удовлетворять ГПБА, относятся [1]:

- формирование в рабочем диапазоне частот требуемой характеристики направленности (ХН), обеспечивающей необходимую разрешающую способность ГАС по пространству;
- минимальные искажения при передаче сигналов от гидрофонов к бортовой аппаратуре;
- плавучесть, близкая к нейтральной;
- ремонтпригодность.

Целью данной статьи является построение ХН для тракта приема при круговом обзоре ГПБА. Расчёт сигнала, пришедшего на ГПБА от предполагаемой цели, выполняется с вычисления интенсивности сигнала относительно среды, в которой происходит распространение. Интенсивность в точке расположения цели на расстоянии r от источника (без учёта отражений от дна и поверхности моря) определяется по формуле [2]:

$$I_{i,j} = \frac{P_0 \sqrt{\Delta f}}{f_i^{\alpha_f} D_j} \cdot \left(\frac{V}{V_0} \right)^{\alpha_v} \cdot \sqrt{A_j} \cdot 10^{-0.05 D_j \beta_i},$$

где i – номер отсчета по частоте; j – номер объекта; P_0 – приведенный уровень шумности; Δf – излучаемая полоса частот; f_i – частотные отсчеты; α_f – частотный спектр; D_j – расстояние до объекта; V – скорость буксировки, V_0 – скорость приведения; α_v – показатель степени приведения; A_j – фактор аномалии для j -го луча, приходящего в точку наблюдения; β_i – коэффициент затухания среды.

Коэффициент затухания среды β_i – частотно зависимая величина, показывающая закон изменения звукового поля с расстоянием. Фактор аномалии A_j – это отношение интенсивности акустического поля рефрагирующей среды, в точке, удаленной на расстояние r от источника, к интенсивности звука (I_0) в однородной безграничной среде на том же расстоянии r от источника [3].

Следует отметить, что ГПБА работает в диапазоне низких частот. Выбор низкочастотного диапазона обусловлен отсутствием добавочных максимумов у характеристики направленности, затрудняющих принятие решения о направлении прихода полезного сигнала от цели и повышающих вероятность ложной тревоги, а также требованием максимизации дальности действия. Дискретные отсчеты частоты

можно представить в виде следующего выражения: $f_i = f_0 + i\Delta f$, где Δf – шаг по частоте.

После приема сигнала от цели ГПБА необходимо учесть направленные свойства антенны в виде ее характеристики направленности, как отношение звукового давления, создаваемого антенной в дальнем поле излучателя в произвольном направлении к давлению, создаваемому антенной в фиксированном направлении на одинаковом расстоянии от антенны.

ХН в тракте приема ГПБА соответствует ХН линейной дискретной эквидистантной антенне с заданным распределением углов компенсации θ_k . При поиске подводной цели, то есть при определении угловых координат лоцируемого (пеленгуемого) объекта возникает задача управления положением главного максимума ХН, называемая сканированием. Сканирование заключается в выборе фазового распределения отдельных элементов дискретной антенны, благодаря чему формируется веер ХН в заданном направлении приема сигналов. Положение пространственных каналов определяется на основе положения оси главного максимума ХН на определенных углах компенсации, по формуле:

$$\theta_k(n) = \frac{180}{\pi} \arcsin \left[\frac{n - (N+1)/2}{(N-1)/2} \right],$$

где n – номер пространственного канала; N – количество пространственных каналов, равное 81.

Расчёт ХН эквидистантной антенны осуществлялся по формуле (1), с учетом зависимости от угла компенсации:

$$R(\theta, \theta_k, \lambda_i) = \frac{\sin(n \cdot Z(\theta, \theta_k, \lambda_i))}{n \cdot Z(\theta, \theta_k, \lambda_i)}, \quad (1)$$

где $Z(\theta, \theta_k, \lambda_i) = \frac{\pi d}{\lambda_i} \cdot (\sin \theta - \sin \theta_k)$, d – расстояние между преобразователями антенны,

λ_i – длина излучаемой волны на i частотном отсчете.

Изменяя значения угла характеристики направленности θ_k в диапазоне $-90^\circ \dots +90^\circ$ построим веер характеристик направленности по формуле (1) для различных направлений приёма ГПБА (рисунок 1).

Рисунок 1. Характеристика направленности для различных углов компенсации

Для рассматриваемого диапазона частот отсутствуют дополнительные максимумы, что положительно сказывается на точности пеленгования целей.

Направленные свойства антенны учитываются путём умножения ХН (1) на интенсивность сигнала, пришедшего от объекта с учётом параметров среды:

$$S(\theta_k) = I_{i,j} R(\alpha, \theta_k, \lambda_i),$$

где α – заданный пеленг на цель.

Учитывая факт отсутствия информации о параметрах принимаемого сигнала необходимо произвести суммирование по всему частотному диапазону приёма антенны для учёта всех составляющих излучения волны от цели. Исходя из этого получим сигнал в рассматриваемом частотном диапазоне:

$$T(\theta_k) = \sum_{i=f_H}^{f_B} I_{i,j}^2 R^2(\alpha_j, \theta_k, \lambda_i),$$

где f_H, f_B – нижняя и верхняя границы рассматриваемого частотного диапазона.

После суммирования по частотным отсчетам принимаемый сигнал будет иметь следующий вид (рисунок 2).

Рисунок 2. Принимаемый сигнал после энергетического суммирования

Как видно из рисунка 2, ширина принимаемого сигнала увеличилась по сравнению с шириной характеристикой направленности на тех же углах компенсации.

В реальных условиях на ГПБА приходит не только полезный сигнал от цели, но и помехи, которые обусловлены шумами различных источников надводного и подводного мира: надводные корабли, подводные лодки, шумы биологических животных.

Таким образом, представляется логичным оценить влияние помехи на характеристику направленности в условиях помехо-сигнальной обстановки.

Значение для шумовой помехи записывается в виде [4]:

$$W(\theta_k) = \sum_{i=f_H}^{f_B} \frac{P^2}{K(\theta_k, \lambda_i) f_i^2},$$
 где P – давление в точке излучения, $K(\theta_k, \lambda_i)$ – коэффициент осевой концентрации (КОК).

В таблице 1 приведены значения коэффициента осевой концентрации для 81 пространственного канала.

Таблица 1.

Значения коэффициента концентрации ГПБА

Номер пространственного канала	Угол компенсации	КОК
1	-90	96
2	-86,43	81
3	-82,26	62
4...78	-77,16...77,16	48
79	82,26	62
80	86,43	81
81	90	96

Таким образом, рассмотрена модель сигнала в режиме приёма ГПБА при круговом обзоре. Построены характеристики направленности для двух случаев анализа принимаемого сигнала: до энергетического суммирования и после. Рассчитан коэффициент осевой концентрации с учётом влияния помех, характеризующий направленность антенны.

1. Корякин Ю.А., Смирнов С.А., Яковлев Г.В. Корабельная гидроакустическая техника: состояние и актуальные проблемы. СПб.: Наука, 2004, 410 с.
2. Сverdlin Г.М. Прикладная гидроакустика. Л.: Судостроение, 1990, 318 с.
3. Сташкевич А.П. Акустика моря. Л.: Судостроение, 1996, 350 с.
4. Крылов В.В. Основы теории излучения и рассеяния звука. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989, 118 с.

Бобров Б. Ф., Брысин А.Н., Соловьев В. С.

Экономические аспекты влияния вибрации на водителей

*Институт машиноведения им. А.А.Благонравова Российской академии наук
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/lj-03-2019-143

idsp: ljjournal-03-2019-143

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы создания методики расчета экономической эффективности использования водительских сидений с повышенными виброзащитными свойствами.

Ключевые слова: Водительское сиденье, экономическая эффективность, методика расчета, прибыль, бизнес-планирование.

Abstract

The article deals with the creation of methods for calculating the economic efficiency of the use of driver's seats with increased vibration-proof properties.

Keywords: Driver's seat, economic efficiency, calculation method, profit, business planning.

Нелегкий труд водителя транспортного средства или трактора сопровождается вибрацией, снижающей производительность и приводящей к профзаболеваниям. Важность проблемы вибраций подтверждается многолетними исследованиями российских специалистов.

Общая вибрация, как результат механического взаимодействия человека с внешней средой, является на протяжении всей биологической эволюции важным экологическим фактором и обладает большой биологической активностью. Формирование физиологических и патологических сдвигов со стороны различных систем организма, частота и степень выраженности этих нарушений зависят от физических параметров, эргономических данных рабочего места и медико-биологических характеристик человека.

Выявлено [1-3], что характер и глубина вибрационных нарушений обусловлены изменениями в вестибулярном анализаторе, опорно-двигательном аппарате, сердечно-сосудистой системе, гемодинамике центрального и периферического кровообращения, нейро-гуморальной сфере. Наиболее чувствительной к вибрации является оптовестибулоспиная система с развитием основных клинических проявлений: головные боли, несистемные головокружения, нарушение координации, лабильность артериального давления, изменение сосудов глазного дна, признаки неврозоподобного синдрома и вегетативной дисфункции, боли в мышцах спины, поясничном отделе позвоночника.

Вибрация вызывает снижение остроты зрения, нарушение цветоощущения, сужение поля зрения, уменьшение устойчивости ясного видения, снижение функциональной подвижности, расстройство фиксации предметов глазом, нарушение четкости восприятия объектов, затруднение чтения приборной информации.

При воздействии значительных доз вибрации у мужчин отмечено угнетение половой функции, развитие импотенции церебрально-спинального типа.

Снижение уровней вибрации рабочих мест и улучшение их эргономических характеристик позволит решить одну из важнейших проблем улучшения условий труда и сохранения здоровья рабочих.

Основным средством борьбы с неизбежной вибрацией и обеспечения удобной рабочей позы является сиденье водителя. Современное водительское сиденье имеет две основные части - это посадочное место (само сиденье и спинка с подголовником) и подвеска сиденья (достаточно сложное устройство с пружиной - механической или пневматической, амортизатором и специальным направляющим устройством).

Посадочное место должно обеспечить оптимальную рабочую позу водителя, прежде всего, с точки зрения сведения к минимуму напряжения в позвоночном столбе - для этого необходимо обеспечить изменение профиля спинки, например, с помощью специальных воздушных карманов, расположенных под обивкой, в которые подается воздух, или из которых он стравливается в атмосферу. Подушки сиденья решают вопросы высокочастотной виброзащиты и создают необходимый режим тепло- и влагообмена. При необходимости предусматривается подогрев подушек с помощью специальных термоэлементов, подключаемых к бортовой электросети.

К посадочному месту относятся также повышающие комфорт водителя - подлокотники и способствующий оптимальной рабочей позе - подголовник. Эти элементы имеют свои регулировки - подлокотники, как правило, делают откидывающимися, а в некоторых случаях имеется возможность менять их угол наклона и точку крепления. К посадочному месту крепится и пояс безопасности.

Таким образом, совершенное водительское сиденье является сложным узлом, а защита водителя от вибрации при движении автомобиля представляют собой инженерную задачу, требующую значительных затрат.

Но у производителя машин не хватает денег на зарплату рабочим, а у потребителя нет средств на покупку более дорогой машины. И получается, что и производитель и клиент заинтересованы на практике получить дешевую машину. Но чем оборачивается эта мнимая дешевизна в будущем для обеих? Насколько экономически выгодно для клиента покупать дешевую машину?

Одним из сдерживающих факторов развития машиностроения является отсутствие простой и доступной методики учета экономической стороны внедрения современных средств виброзащиты. С помощью разработанной методики можно доказать, что кроме социальной значимости защиты операторов транспортных средств, виброзащита приносит конкретному предпринимателю реальный экономический доход.

Известные методы расчета условного годового экономического эффекта (ущерба) мероприятий при эксплуатации техники не могут быть признаны корректными по ряду следующих основных причин.

1. При расчетах «*условного годового экономического ущерба*» неопределенными или бездоказательным является следующее:

- * термин «*ущерб*» не является строгим экономическим понятием при нормальном функционировании рабочих мест.
- * Неясно, кто конкретно получает ущерб - оператор, предприятие, регион или государство
- * не определено понятие «*условный*» - что за условия приняты в методике?

2. Понятие «*народного хозяйства*» не имеет четкого определения, а вместе с ним нормативный коэффициент экономической эффективности носит произвольный характер.

3. «Годовые эксплуатационные расходы»

- * нет методики расчета
- * не учитывается неравномерность их по годам (сиденье -продукт длительного использования)

Указанные недостатки методики приводят к *условным и недостоверным* значениям показателя, которые для практики оценки инновационной деятельности мало пригодны.

Методической базой для разработки методики по оценке экономической эффективности установки виброзащитных сидений на транспортные и строительно-дорожные машины должны быть - современные методические материалы по бизнес-планированию и методология имитационного моделирования предприятия.

Основное назначение методики дать теоретический инструмент и компьютерную программу для практических оперативных.

В настоящее время в Институтах Машиноведения и Медицины труда РАН получены определенные результаты по разработке подобной методики.

В основу новой методики расчета экономической эффективности инноваций предлагается следующее:

1. При бизнес-планировании проектирования, производства, сбыта и обслуживания производимых машин необходимо глубокое знание факторов и их качественных связей, влияющих на объем продаж в соответствии с представленным рисунком 1.

Рис.1. Основные факторы и их качественные связи, влияющие на объем продаж.

2. Расчет экономики инноваций проводится в принятых на Западе и сейчас в России понятиях - прибыли (убытков) и затрат, а не «условных ущербов» от воздействия вибрации.
3. Понятие выигрыша и прибыли имеет конкретный адресный характер:
 - предприятие – изготовитель
 - предприятие – использующий технику
 - регион
 - страна

Это важно, так как весьма прибыльная для предприятия инновация, может принести огромные убытки региону и стране или наоборот.

4. Расчет прибыли проводим по методике ЮНИДО, применяемой при составлении бизнес-планов.
5. На основе оценки прибыли могут быть вычислены применяемые экономические показатели.
6. Расчет зависит от назначения:

- демонстрационный (рекламный) для дистрибьютера
- оценка качества вариантов сидений для предприятия – изготовителя техники
- оценка качества вариантов сидений для предприятия эксплуатирующего технику
- бизнес-план для изготовителя сидений.

7. Все вычисления проводятся на имитационной модели субъекта экономики, построенной на электронных таблицах.

Методика расчета для эксплуатирующего предприятия принципиально отличаются от расчета для завода-изготовителя. Приобретенная машина предназначена для производства некоторого продукта, выпускаемого эксплуатирующим предприятием. Для приобретения машины требуются существенные капитальные затраты и эксплуатационные расходы. Подсчитать точно чистый доход, приходящийся на одну машину весьма сложно. Тем не менее, можно подсчитать дополнительный доход (убытки) для альтернативных вариантов машины и выбрать лучший.

Установка нового сиденья предоставляет покупателю выбор между моделями машин, что позволит увеличить спрос на машины. А повышение цены на более дорогую машину позволит заводу получить дополнительную прибыль.

Рассмотрим упрощенный пример использования настоящей методики. Пусть некоторый завод производит большегрузные автомобили. Годовая программа выпуска составляет – 100 шт в год. Цена машины (без сиденья) составляет 300 тыс. руб. Стоимость базового сиденья – 2 тыс. руб. Стоимость нового виброзащитного сиденья – 15 тыс. руб. приводит руководителей в шоковое состояние.

Но произведем простой расчет. Пусть норма дохода завода от продаж одной машины составляет 10% (30 тыс. руб.). При установке нового сиденья доход завода можно повысить повышением продажной цены например до 315 тыс. Во-вторых за счет повышения качества машины можно увеличить число продаж (в том числе за рубежом), пусть на 1% (всего на одну машину с новым сиденьем). В результате мы получим дополнительный доход от продажи одной машины:

- От роста цены – 2 тыс. руб.
- От роста продаж – 30 тыс. руб.

Заключение. Установка нового виброзащитного сиденья существенно изменяет свойства машины - качество, цена социальные последствия; положительно влияет на деятельность завода изготовителя (имидж, маркетинговые усилия, конкуренция).

Установка нового сиденья экономически выгодна заводу-изготовителю из-за возможности увеличить спрос на машины при одновременном увеличении возможности улучшения своего имиджа. Улучшение маркетинга основано на росте качества машины и росте дополнительных преимуществ для покупателя. А о преимуществах потребителя мы поговорим в следующей публикации.

Разрабатываемый подход может быть использован и для оценки экономической эффективности совершенствования других узлов машин.

1. Никомбеков А. Н. , Старожук И. А. Критерии оценки воздействия общей вибрации на человека. Мат. 2-го Междунар. совещ. , М. , 1992.
2. Классификация вибрационной болезни от воздействия общей вибрации. М. , 1982.
3. Крившич С. Я. , Старожук И. А. , Цейтлина Г. С. Сб. “Оптимизация условий труда и профилактики заболеваемости рабочих угольной промышленности”, Кемерово, 1990.

Буренчева Е.И., Оськин В.С., Книгин М.Н., Горин С.С.

Информирование населения при наводнении

ПКИТ (ф) ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)»

(Россия, Пенза)

doi: 10.18411/lj-03-2019-144

ids: lj-03-2019-144

Аннотация

В период нарастания угрозы наводнения необходимо своевременное оповещение граждан о надвигающейся беде. Это можно сделать только в условиях совместной работы оперативных служб. Информация должна доводиться до населения как можно быстрее, ведь от этого зависит не только величина материального ущерба, но и жизнь людей.

Ключевые слова: наводнение, чрезвычайная ситуация, население, материальный ущерб, оповещение, оперативные службы

Abstract

In the period of growing threat of flooding, timely notification of citizens about impending disaster is necessary. This can be done only under the conditions of joint work of operational services. Information should be communicated to the population as quickly as possible, because not only the amount of material damage, but also the lives of people depends on it.

Keywords: flood, emergency, population, material damage, warning, operational services

Различные времена года сопровождаются сезонными чрезвычайными ситуациями и происшествиями. Так, летом - это высокая пожароопасность, зимой - это выпадение большого количества снега, сход снежных лавин, селей, понижение температуры до критических значений, весной - быстрое таяние большого количества снега, что приводит к паводку и затоплению обширных территорий.

В настоящее время заметно меняется климат. Новые температурные рекорды удивляют и практически шокируют своей непредсказуемостью. Выпадение осадков, в виде снега, каждого последующего года бьет рекорд предыдущего. Таяние снега приводит к сильнейшему паводку и затоплению большой территории. Количество чрезвычайных ситуаций увеличивается с каждым годом [1,2]. В России площадь паводкоопасных зон составляет более 450 тысяч квадратных метров, на которых расположено около 320 больших городов, десятки тысяч населенных пунктов, большое количество хозяйственных объектов, более 7 млн. га сельхозугодий. Наиболее уязвимыми в этом плане районами являются: Северный Кавказ, Приморский край, Сахалинская и Амурская области, Забайкалье, Средний и Южный Урал, Нижняя Волга, Восточная Сибирь.

Половодье опасно тем, что по мере того, как повышается температура воздуха и начинается прогревание почвы, а с ней и снежного покрова с последующим таянием, постоянный приток воды резко повышает допустимый уровень и приводит к подтоплению освоенных территорий. Половодье может появляться также и от таяния ледников, сбросов воды из водохранилищ, проливных дождей.

Необходимо внимательнее анализировать вопросы, ведущие к возрастанию угрозы наводнений. К первоочередным относятся:

- увеличение количеств осадков;
- ускоренное таяние льдов и снега.

И именно в период, нарастания угрозы, необходимо своевременное оповещение граждан о надвигающейся беде. Если вовремя не предупредить население об опасности паводка и не принять надлежащих мер, то наводнение может застать человека врасплох, сделать его уязвимым перед лицом опасности, повлечь человеческие жертвы. Паводок не только опасен для жизни и здоровья человека, но и причиняет большой материальный

ущерб: ломает дома, наносит вред сельскому хозяйству (если не успеть вывести скот, то погибнет поголовье), наносит большой вред природным ресурсам, в горной местности может привести к изменению ландшафта, уничтожению дорог федерального и областного значения.

Для создания условий борьбы с паводком необходимо провести целый ряд мероприятий, которые помогут заблаговременно предотвратить или хотя бы свести к минимуму ущерб от наводнения. К этим мерам относятся:

- своевременный вывоз снега из больших городов;
- наблюдение за погодой;
- особое наблюдение за водохранилищами, реками с большим руслом;
- для борьбы с заторными явлениями проводятся ледорезные и ледовзрывные работы, чернение льда;
- информирование населения;
- обучение персонала предприятий и учреждений;
- построение баррикад и различных преграждений перед стихией.

Своевременная и правильная организация спасательных работ влияет на быстроту оказания помощи людям, попавшим в сложную жизненную ситуацию. Иногда дорога каждая минута, поэтому помощь должна быть оказана быстро, четко и организованно.

Изучив все собранные данные и сделав выводы о характере половодья, о месте расположения населенного пункта, времени до начала его затопления, состоянии транспортных коммуникаций и других факторов, влияющих на проведение эвакуации, служба МЧС может начать спасательные работы, не дожидаясь затопления. Следует проводить работы немедленно, эвакуируя людей пешим порядком или с использованием транспортных средств. Параллельно с эвакуацией населения также организованно должен проводиться вывоз сельскохозяйственных животных, материальных и культурных ценностей. И вновь, своевременное оповещение о паводке имеет первостепенное значение.

Следует также отметить, что такое понятие как вариативность мышления и поведения предполагает множественный подход к поведению людей во время экстремальной ситуации. Все же надо понимать, что хотя и существуют определенные правила, которых следует придерживаться, но следует учитывать и тот факт, что человек должен принимать меры адекватно сложившейся ситуации.

Эвакуация населения производится в районы, свободные от затопления. Расселение населения осуществляется в общественные здания, школы, клубы, или на жилую площадь, предоставляемую местными жителями. Информация о них должна быть своевременно доведена до населения.

Также, крайне необходимо проводить инструктаж с населением тех районов, в которых есть высокий риск паводка. Необходимо разъяснить людям правила поведения во время чрезвычайной ситуации, и вовремя эвакуировать население вместе с домашним скотом. Важнейшим элементом здесь является наблюдение за состоянием территориальной техносферы [3,4].

Опасность состоит в том, что значительный паводок может вызвать большие проблемы, такие как: размыв берегов рек, разрушение и повреждение мостов, тоннелей, газопроводов, нефтепроводов, дамб, плотин, городских коммуникаций, повреждение и порча оборудования предприятий [5,6]. Также возникает угроза и после наводнения: это обвалы, оползни, сели, просадка лесов [7]. К числу кардинальных мер по предупреждению последствий паводка может относиться полное переселение людей из опасных мест проживания, где на протяжении многих лет половодье и его следствие - затопление территории, является проблемой и нет альтернативного решения.

Необходимо улучшить меры оповещения населения о паводке, для обеспечения наиболее благополучного исхода. К мерам, которые можно использовать для этого, кроме обычных сообщений по радио и телевидению, можно рекомендовать следующие:

- оповещение населения в виде смс сообщений от оператора;

- оповещение при помощи подачи звукового сигнала, как в во время войны, оповещали об угрозе авианалета;
- оповещение при помощи громкоговорителей из автомобилей МЧС и других спецслужб.

Анализируя ущерб от паводка, можно сделать вывод, что за последние годы все же возрастает внимание к данной чрезвычайной ситуации, т. к. люди, планируя строительство поселков, заводов, хозяйств вблизи рек, приходят к пониманию того, что такие месторасположения нерациональны и опасны иногда даже для жизни.

В основу мер проводимых в чрезвычайных ситуациях положен принцип того, что материальный вред от ЧС должен сводиться к минимуму, не говоря уже о человеческих жертвах. В настоящее время службы МЧС России отличаются большим профессионализмом и имеют огромный опыт в проведении спасательных работ в период паводка, однако вопросам заблаговременного информирования населения о паводке необходимо уделять больше внимания. И только в этом случае, удастся сократить материальный ущерб и предотвратить гибель людей.

1. Тверская С.С. Безопасность жизнедеятельности. - М.: Издательство «МПСи», 2013. - 456 с.
2. Казаков В.А., Виноградов О.С., Виноградова Н.А., Наумов Л.В., Макришина М.В. Предупреждение чрезвычайных ситуаций в электрохимических производствах // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2012. №1. С.52-57
3. Виноградов О.С., Безбородова О.Е., Виноградова Н.А., Шерстнев В.В. Система сбора экологической информации о состоянии территориальной техносферы // Наука Красноярья. 2018. Т.7 № 4
4. Мастрюков Б.С. Опасные ситуации техногенного характера и защита от них. Учебник для вузов / Б.С. Мастрюков.- М.: Академия, 2009. - 320 с.: ил.
5. Мастрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. - Изд. 5-е, перераб.- М.: Академия, 2008.- 334 с.: ил.
6. Казаков В.А., Виноградов О.С., Виноградова Н.А., Таранцева Б.Л. Модернизация электрохимических производств с целью снижения экологической опасности // XXI век: Итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. №5 (21). С.195-198.
7. Альгин А.П. Риск и его роль в общественной жизни. - М.: Академия, 2013. - 201 с.

Вилкова М.Р.

Совершенствование процесса проектирования моделей сложных форм с использованием САПР

*ГБОУ ВО Нижегородский государственный инженерно-экономический университет
(Россия, Княгинино)*

doi: 10.18411/lj-03-2019-145

idsp: ljjournal-03-2019-145

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы повышения эффективности процесса проектирования одежды с использованием САПР «Грация». Приводится пример, когда построение конструкций сложных силуэтных форм выполняется быстро и качественно, а использование САПР в этом процессе обосновано и результативно.

Ключевые слова: конструирование одежды, система автоматизированного проектирования, САПР одежды, формообразование, конструктивный метод, прибавки, оригинальные конструкторские решения.

Abstract

The article discusses issues of improving the efficiency of the design process of clothes using CAD "Gracia". An example is given when the construction of structures of complex silhouette shapes is carried out quickly and efficiently, and the use of CAD in this process is justified and effective.

Keywords: clothing design, computer-aided design, clothing CAD, shaping, constructive method, gains, original design solutions.

Не случайно говорят, что конструирование одежды – это искусство, обрамленное в рамки строгих расчетов. Это ли не загадка, когда из плоских деталей, странных очертаний, получают удивительные по красоте модели одежды, то с четкими до безукоризненности отточенными формами, то плавно струящиеся, с постоянно меняющимся силуэтом в такт движений фигуры.

Время изменило отношение к ремеслу портного. Если раньше искусством кроя овладевали с сантиметровой лентой в руках, то теперь первым инструментом для решения конструкторских задач стал компьютер. Компьютерные технологии появились в швейном производстве не многим более тридцати лет назад. Появились и развиваются системы автоматизированного проектирования (САПР) одежды, которые позволяют воплотить в реальность самые смелые фантазии модельеров-конструкторов и открывают безграничные возможности в производстве одежды. На современном рынке представлено значительное количество отечественных и зарубежных САПР, среди которых особое положение занимает САПР «Грация».

САПР «Грация» – это система нового поколения. Она базируется на результатах фундаментальных исследований в области математического моделирования и оптимального проектирования, именно она используется в большинстве учебных заведений, готовящих модельеров-конструкторов одежды.

Формы современной одежды сложны и многообразны, а их создание достигается не только расчленением монолитной формы на части определенного геометрического вида, но и формообразованием отдельных деталей. Способ формообразования деталей зависит от конфигурации поверхности участка (вогнутости или выпуклости), свойств материалов, направления моды и т. д.

Внутренняя форма одежды является элементом ее функции и во многом определяет качество построенной конструктором развертки одежды, соответствие ее форме и размеру поверхности фигуры человека. Перед конструктором стоит задача соотносить внутреннюю форму изделия и фигуру потребителя. Внутренняя форма и размеры одежды не являются точной копией фигуры: на опорных участках одежда плотно прилегает к телу, на других располагается свободно, а может деформировать отдельные участки, придавая фигуре стройность. Следовательно, конструктор должен понимать не только внешнее проявление формы, но и ее внутреннюю сущность. Внешняя форма одежды, проектируемая художником, как основной компонент композиции определяется, прежде всего, ее внутренней формой, силуэтными и конструктивными линиями, пропорциями.

Ниже опорной поверхности между одеждой и телом образуются воздушные зазоры, обеспечивающие удобство ношения одежды, свободу дыхания и движений, нормальное самочувствие человека и теплообмен, а также создание объемной формы одежды в соответствии с направлением моды.

Для обеспечения этих зазоров внутренние размеры одежды всегда выполняют больше размеров тела человека на величину прибавок на свободное облегание. В настоящее время разработана система прибавок и припусков для построения конструкции одежды. От правильного выбора прибавок на свободное облегание зависит точность создания конструкции проектируемой формы. Изменяя величины прибавок, конструктор может значительно менять силуэт модели, плотность прилегания одежды на отдельных участках тела.

В качестве примера рассмотрим проектирование конструкции комбинезона женского для торжественных случаев из трикотажного гладкокрашеного полотна, небольшого объема с выделенной линией талии (рис.1)

Для получения формы проектируемой модели был выбран конструктивный метод формообразования. Он обеспечивает получение объемной формы деталей за счет их полного или частичного членения материала на части конструктивными, конструктивно-декоративными линиями и вытачками. Достоинством метода является возможность получения поверхности формы любой сложности из любых материалов с высокой

точностью воспроизведения. Для этого метода характерно устойчивое закрепление практически любой формы и ее формоустойчивость в процессе эксплуатации.

Рисунок 1- Фото и технический рисунок проектируемой модели

На выбор конструктивных прибавок оказывают влияние свойства материалов для одежды. Использование эластичных материалов для проектирования одежды облегающего силуэта требует построения конструкций деталей, размеры которых меньше размеров тела человека. Значение прибавок варьируется в зависимости от вида изделия, материала и силуэта одежды (формы).

Легкорастяжимые трикотажные полотна способны плотно, без складок, морщин и перекосов, покрывать поверхность только при условии определенного растяжения материала. Поэтому бельевые и некоторые верхние трикотажные изделия, всегда конструируют с нулевыми или даже отрицательными припусками (т. е, с некоторым сужением) по ширине изделия.

При определении рационального значения отрицательного припуска к поперечным размерам трикотажных изделий (коэффициент сужения) учитывают ряд требований: удобство изделия для человека (минимальное давление, не нарушающее дыхания, кровообращения и свободы движений), устойчивость его размеров и формы в эксплуатации, износостойкость полотна, отсутствие искажения рисунка полотна и др.

Основным аспектом при выборе материала верха для проектируемой модели являлся вопрос обработки открытых срезов волана. Для решения этой проблемы при изготовлении модели был выбран синтетический материал неопрен– это искусственный, вспененный каучук, покрытый с двух сторон гладкой, приятной на ощупь тканью. Неопрен хорошо держит форму, из-за чего объемные детали отделки смотрятся более эффектно. Неопрен плотный, но вместе с тем легкий. Он не утяжеляет силуэт, не свисает, и хорошо сохраняет форму. Но опыт работы в швейной промышленности с этим материалом не очень большой.

Для уточнения формы, созданной расчетно-графическим способом, в процессе проектирования модели, оригинальные конструкторские решения проверялись муляжным методом, и конструкция нуждалась в значительной корректировке, в том числе и в вопросе прилегания (изменении прибавок на отдельных участках конструкции).

Трудоемкий процесс разработки новой конструкции, требующий многократных проверок и корректировок, стал тормозом в конструкторской и технологической

подготовке производства. Одной из главных причин невысоких темпов роста производительности труда в проектировании одежды является слабая оснащенность конструкторов современными техническими средствами.

Опыт ведущих отраслей промышленности показывает, что наиболее прогрессивной и перспективной основой совершенствования процесса проектирования, является создание и внедрение в практику объектно-ориентированных систем автоматизированного проектирования (САПР), оснащенных современными ЭВМ с развитыми терминальными устройствами.

Для построения конструкции комбинезона применялись оригинальные конструкторские решения и возможности САПР «Грация», принципы построения и функционирования которой позволяют решать задачи не только технического, но и интеллектуального плана (рис.2).

Подсистема «Конструирование и моделирование» САПР «Грация» реализует высокую компьютерную технологию создания модели с использованием любой из существующих методик конструирования, а также моделирования на основе уже разработанной модели из базы данных программы. Она ни в чем не ограничивает возможности конструктора, оставляет творческую работу ему, а выполнение технической, рутинной работы поручает системе.

Творческий процесс — это достижение единства формы и содержания. Формы современной одежды сложны и многообразны, а их создание достигается не только расчленением монолитной формы на части определенного геометрического вида, но и формообразованием отдельных деталей, правильным применением приемов конструктивного моделирования, обоснованным выбором прибавок, красотой и сопрягаемостью конструктивных линий.

Рисунок 2- Чертеж модельной конструкции и шаблоны деталей модели, полученные в САПР «Грация»

Внесение изменений в лекала с учетом пожеланий после изготовления макета или опытного образца, изменения свойств материалов и направлений моды в программе для моделирования одежды САПР «Грация» решается быстро и качественно, в первую очередь, благодаря тому, что обеспечивается взаимосвязь при построении деталей. В большинстве случаев достаточно изменить значения прибавок, параметров или реализовать конструктивные решения. Новые лекала будут получены в течение нескольких секунд в результате повторного выполнения построения с учетом внесенных изменений. Эффективность производства моделей одежды самых оригинальных и сложных конструкций значительно повышается. А работа по проектированию моделей

одежды становиться интересной и привлекательной для начинающих модельеров-конструкторов одежды.

1. Еремина Н.А., Вилкова М.Р., Степанидина С.В. Особенности формообразования швейных изделий (теория и практика): учебно-методическое пособие для обучающихся и преподавателей/ Еремина Н.А., Вилкова М.Р., Степанидина С.В.; ИПТД - филиал ГБОУ ВО НГИЭУ – Нижний Новгород: 2017.- 110с.
2. Вилкова М.Р., Китт Л.Г. Возможности САПР «Грация в автоматизации швейного производства// Информационные и инфокоммуникационные технологии – реалии, возможности, перспективы, 2013. с.26-31.
3. Сурикова Г.И. Проектирование изделий легкой промышленности в САПР (САПР одежды): учебное пособие /Г.И.Сурикова, О.В.Сурикова, В.Е.Кузьмичев, А.В.Гниденко.- М.: ИД «Форум»: ИНФРА-М, 2017.- 336 с.- (Высшее образование).

Габдуллин А.А., Кафиев И.Р.

Система управления электроприводом медогонной установки

*Бакирский государственный аграрный университет
(Россия, Уфа)*

doi: 10.18411/lj-03-2019-146

idsp: ljjournal-03-2019-146

Аннотация

В статье рассматривается система управления электроприводом медогонной установки на основе линейного асинхронного двигателя. Предложена схема преобразователя частоты марки «ОВЕН», подключенная к линейному асинхронному двигателю.

Ключевые слова: электропривод, система управления, медогонная установка, кинематическая схема, линейный асинхронный двигатель.

Abstract

The article discusses the control system for the electric drive of the honey-jet plant based on a linear asynchronous motor. The proposed scheme of the frequency converter brand "ARIES", connected to a linear induction motor.

Keywords: electric drive, control system, medogonny installation, kinematic scheme, linear induction motor.

В настоящее время в приводах медогонных установок нашли широкое использование вращающиеся асинхронные двигатели [1]. Данные двигатели не позволяют получить низкую частоту вращения, с возможностью ее плавного регулирования без усложнения конструкции установки (использования ременных, клиноременных передач, редукторов и т.д.).

Линейные асинхронные двигатели (ЛАД), которые находят применение в приводах различных технологических машин в сельском хозяйстве, лишены этих недостатков [2, 3].

В данной статье предлагается система управления электроприводом на базе преобразователя частоты «Овен» медогонной установки, кинематическая схема которой представлена на рисунке 1.

Способ частотного управления был известен давно, но его применение сдерживалось отсутствием надежных преобразователей частоты вплоть до 2000 годов. В настоящее время данная проблема снята в связи с появлением надежных и эффективных преобразователей частоты элитного сегмента ABB, Siemens, Веспер, а также бюджетного исполнения «Овен» [4].

Преобразователи частоты векторные (ПЧВ) выпускаются в разных исполнениях, отличающихся друг от друга питающим напряжением, выходной мощностью и наличием встроенной системы динамического торможения электродвигателя.

Для предлагаемой установки был рассчитан и выбран ПЧВ205-18К-В. Схема преобразователя частоты, подключенной к ЛАД, представлена на рисунке 2.

Рисунок 1 – Кинематическая схема медогонной установки с ЛАД в приводе: 1 – ось; 2 – барабан для установки рам; 3 – корпус; 4 – кран для слива меда; 5, 7 – индукторы ЛАД; 6 – вторичный элемент ЛАД в форме диска;

8 – механический элемент для перемещения индукторов;

9 – преобразователь частоты; 10 – датчик уровня;

M_d – момент движения; $M_{с.тр}$ – момент сухого трения; F – движущая сила; $F_{с.тр}$ – сила сухого трения

Рисунок 2 – Электрическая схема преобразователя частоты ПЧВ2 марки «Овен»

Конфигурация предназначена для управления скоростью ЛАД по цифровым входам, на четырех фиксированных скоростях, принципом векторного управления.

В режиме «ПУСК/ДИСТ» имеются следующие режимы [5]:

- «Медленный режим»;
- «Средний режим»;
- «Усиленный режим»;
- Фиксированная скорость».

Программа конфигурации ПЧВ для управления ЛАД представлена в таблице 1.

Таблица 1.

Программирование трехскоростного режима

№	Код	Наименование	Значение	Примечание
1	3-10[0] 3-10[1] 3-10[2]	Предустановленное Задание, %	20 50 100	Скорость 10 Гц Скорость 25 Гц Скорость 50 Гц
2	3-15	Источник задания 1	0	Не используется
3	3-16	Источник задания 2	0	Не используется
4	3-17	Источник задания 3	0	Не используется
5	4-14	Предел частоты, Гц	50	Максимальная скорость
6	5-11	Функция цифрового входа, клемма 19	16	Предустановленный бит 1
7	5-12	Клемма 27	17	Предустановленный бит 2

На рисунке 3 представлена схема подключения «Овен» для конфигурации «Работа на трех предустановленных скоростях».

Рисунок 3 - Схема подключений «Овен» для конфигурации «Работа на трех предустановленных скоростях»

Последовательность включения ключей при работе на трех предустановленных скоростях следующий:

В режиме «ПУСК/ДИСТ»:

«ПУСК/ОСТАНОВ» происходит замыкание/размыкание S1;

«Слабый режим» (20 % от $v_{ном}$, где $v_{ном}$ - номинальная скорость вращения оси барабана медогонной установки) – разомкнуты S2, S3, S4;

«Средний режим» (50 % от $v_{ном}$) - замыкание S2;

«Усиленный режим» (100 % от $v_{ном}$) - замыкание S3;

«Фиксированная скорость» - замыкание S4.

Вывод. Применение векторного преобразователя частоты для двухстороннего ЛАД в приводе медогонной установки позволяет получить непосредственно низкие частоты вращения рабочего органа в нескольких режимах работы, а также дистанционное управление с помощью персонального компьютера.

1. Медогонки Грановского [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pchelgid.ru/opisanie-medogonki-granovskogo> (дата обращения 25.01.2019).

2. Аипов Р.С. Линейные электрические машины и приводы на их основе: учебное пособие / Р.С. Аипов. – Уфа: БГАУ, 2003. – 201 с.
3. Аипов Р.С. Регулирование скорости жерновой мельницы с двухсторонним линейным асинхронным двигателем в приводе / Р.С. Аипов, Р.Р. Нугуманов // Российский электронный научный журнал, 2014. - № 1 (7). - С. 8-19.
4. Преобразователь частоты векторный ПЧВ1-XX и ПЧВ2-XX. Руководство по программированию КУВФ.421212.004 РП. Версия 06 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://owen-pribor.ru/files/devices-files.pdf> (дата обращения 25.3.2019).
5. Преобразователи частоты. Обзор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.owen.ru/catalog/preobrazovateli_chastoti/info/modification (дата обращения 25.3.2019).

Дмитриевский Б.С., Канавалов И.А., Лемкина М.В., Нестеров Н.А.

Система управления расписанием производства

ТГТУ «Тамбовский государственный технический университет»

(Россия, Тамбов)

doi: 10.18411/lj-03-2019-147

idsp: ljjournal-03-2019-147

Аннотация:

Разработана система управления расписанием производства. Система может успешно применяться на любом предприятии, которое ставит главной задачей, быть экономически оправданным и успешным.

Ключевые слова: система управления, расписание производства, эффективность, методы составления.

Abstract

A system for managing production schedules has been developed. The system can be successfully applied in any enterprise that sets the main task to be economically justified and successful.

Keywords: control system, production schedule, efficiency, compilation methods.

Основной целью составления производственного расписания является удовлетворение некоторых производственных требований, учет определенных ограничений и оптимизация целевой функции, обычно основанной на ожидаемой плановой рентабельности. При составлении расписания необходимо учитывать множество субъективных факторов. Для учёта важности изготовления, как определённой партии, так и определённой детали при составлении производственных расписаний традиционно используют систему приоритетов. При распределении ресурсов предпочтение получают партии с более высоким приоритетом. Эффективность алгоритма зависит от эффективности разработанных эвристических правил и их применение к составлению расписаний также позволяет учитывать специфику конкретного предприятия.

Методы составления производственных расписаний обычно рассматривают такие параметры расписания как время производства, состояние предприятия и другие параметры, заданные при составлении расписания и остающиеся постоянными в течение значительного периода времени. В реальных случаях, однако, данные параметры являются неопределёнными и могут подвергаться значительным изменениям во время реализации расписания. Соответственно производственные расписания могут стать неэффективными и возможно невыполнимыми. В данном случае, начальное расписание должно быть модернизировано с учетом рассмотрения новой ситуации. Составление расписания представляет собой продолжительную и непрерывную процедуру.

Существует две альтернативы модернизации расписания: генерировать новое расписание или изменять начальное расписание для адаптации к новым условиям. Первая альтернатива может в принципе быть лучше для создания оптимальных решений, но данные решения редко достижимы на практике и требуют недопустимо длительных вычислений. Более того, частая генерация расписания может привести к неустойчивости и

отсутствию непрерывности в подробных расписаниях предприятия, приводя к дополнительным производственным издержкам.

Поэтому целью составления производственного расписания должна быть не только генерация оптимальных расписаний, но расписаний, которые выполняют производственные цели, удовлетворяют ограничениям составления расписания и могут быть также легко адаптированы к изменяющимся условиям окружающей среды. Последняя характеристика является помехоустойчивостью расписания. Основной характеристикой помехоустойчивого расписания является сокращение влияния неопределенности на его эффективность.

Влияние неопределенности на составление расписания часто не учитывалось. Однако существует алгоритм модификации спроектированного режима эксплуатации, который корректирует время начала и завершения операций. В дополнение к изменениям времени операций можно включить неготовность оборудования при изменении времени работы, т.е. возможность изменения назначений оборудования. Существуют методы изменения расписания, в которых рассматриваются отклонения во времени работы и неготовность оборудования вследствие отказов, получая новое выполнимое расписание при помощи сдвига операций и изменения назначений оборудования.

Количественная оценка помехоустойчивости расписания является весьма сложной. В любом случае, данная оценка необходима для различия помехоустойчивых и помехонеустойчивых расписаний. Поэтому вводится показатель, или индекс, надежности расписания. Данный индекс учитывает возможность отказов оборудования во время выполнения расписания и также рассматривает возможность изменения назначений задач, на выполнение которых повлиял отказ оборудования. Индекс надежности расписания позволяет включить помехоустойчивость как критерий оптимизации в целевую функцию, аналогично показателю минимизации потерь.

Предупредительное техническое обслуживание (ТО) оборудования предприятия значительно влияет на помехоустойчивость расписания. Оно повышает надежность оборудования и как следствие помехоустойчивость расписания. Выгода, связанная с выполнением задач ТО, будет зависеть от использования оборудования, которое также определяется производственным расписанием, однако, наличие ТО связано с затратами времени производства и потреблением других производственных ресурсов. Таким образом, составление производственного расписания и расписания ТО должно выполняться одновременно с использованием методов многоцелевой оптимизации.

Для расчёта производственного расписания система управления должна быть обеспечена всеми необходимыми данными. Исходными данными для расчёта расписания являются: структура и состав производимых изделий, нормативы или материальные карты, технологические процессы производства по каждому из компонентов собственного изготовления. Данные о производственном оборудовании с распределением по цехам и участкам, данные о производственном персонале с распределением по подразделениям и с указанием информации о профессиях и разрядах, режимы работы оборудования и персонала, планы производства.

Месячные планы производства и информация о технологических процессах в настоящее время на предприятии представляется в электронном виде. Для решения задачи составления расписания необходимо также организовать ввод данных о сотрудниках и оборудовании. Эта информация может быть получена из документации предприятия, служебных записок или устных сообщений.

Рассчитанная производственная программа может быть оптимальной по множеству критериев и обещать высокие показатели производства, но для её реализации необходимо организовать управление цехами. Поэтому не менее важной задачей работы системы управления является обеспечение возможностей диспетчеризации производства.

Главная задача любого предприятия - экономически оправданное изготовление качественной, востребованной рынком продукции. Соответственно, основное, на что должно быть ориентировано применение системы управления – это возможность более эффективно решать эту задачу.

Кроме того система управления должна обеспечить простоту эксплуатации и ее поддержки. Необходимо разработать понятный интерфейс, структура системы должна быть понятной пользователю, а также необходима разработка инструкции по

использованию. Система должна быть функциональной и адаптивной к изменяющимся условиям ее функционирования. То есть система должна включать в себя возможность изменять ее структуру с течением времени, добавлять новые функции.

Источниками переменной информации для решения поставленной задачи является месячный план производства, состояние обрабатывающих центров, расписание работы персонала и подетальный учет выполнения плана. Обычно существующая на предприятии информационная база содержит информацию о месячном плане производства, однако состояние оборудования и сменность работы персонала не всегда учитываются. Внесение информации о доступности оборудования и персонала позволит оперативно адаптировать производственный план к изменяющейся ситуации. Источником постоянной информации является описание технологических процессов производства изделий. Эти данные обычно присутствуют в системе, функционирующей на предприятии.

Контроль над реализацией производственной программы является одним из ключевых факторов, определяющих успешное выполнение календарного плана. Даже имея оперативную информацию о выполнении нарядов, достаточно сложно в полном объеме оценить выполнение заказов. Компьютерная обработка данных позволяет в оперативном режиме оценить отклонения от календарного плана и принять соответствующие управленческие решения, а также отслеживать выпуск партий изделий, выявлять свободные производственные ресурсы.

Система составления расписания в реальном масштабе времени на основе изменений производственной системы модифицирует исходное расписание для настройки к текущей ситуации и обеспечивает генерацию модифицированного расписания в краткосрочные периоды и при завершении каждой задачи.

Система включает время запаздывания между продуктами, которое определяется через самое раннее и позднее время завершения каждой задачи при ограничениях на время ожидания между задачами. После получения обновленной информации система смещает задачи, входящие в расписание, но еще не законченные, вперед или назад для включения пересмотренного времени запаздывания между продуктами. Система может не рассматривать изменения назначения оборудования или изменение их последовательности. Данные возможности предоставляются системе высшего уровня, которая вызывается, если на данном уровне нельзя найти выполнимое модифицированное расписание.

Для реализации данной системы выбрана объектно-ориентированная модель, так как происходит детализация модели на классы и описание взаимодействия классов при помощи различных диаграмм, в объектно-ориентированной модели рассматривается взаимосвязь классов, при этом указываются варианты использования классов, помимо этого в модели объект описывается при помощи диаграммы классов, диаграммы взаимодействия. Это позволяет комплексно описать систему, указать не только схему логической реализации, но и схему физической реализации системы управления.

Кабашов В.Ю., Андрианова Л.П., Хайрисламов Д.С.

Причины аварийных отключений сельских воздушных линий электропередачи напряжением 10 (6) кВ

*Башкирский государственный аграрный университет
(Россия, Уфа)*

doi: 10.18411/lj-03-2019-148

ids: lj-03-2019-148

Аннотация

В статье представлены результаты анализа аварийных отключений воздушных линий электропередачи 10 (6) кВ при воздействии ветровых и гололедных нагрузок, приведены конструктивные особенности этих линий, которые объясняют их высокую повреждаемость по сравнению с воздушными линиями электропередачи 35 кВ и выше. Рассмотрены причины повреждения опор, опасных сближений, схлестываний и обрывов проводов в пролете, креплений проводов к штыревым изоляторам. На

основании результатов анализа разработана блок-схема, описывающая причинно-следственную зависимость повреждаемости ВЛ 10 (6) кВ с учетом возможных негативных факторов, влияющих на надежность работы воздушной линий электропередачи и её элементов.

Ключевые слова: воздушная линия электропередачи, аварийное отключение, стрела провеса провода, опора, сближение и схлестывание проводов, крепление провода к изолятору.

Abstract

The article presents the results of analysis of emergency outages of overhead transmission lines 10 (6) kV under the influence of wind and ice loads, design features of these lines are given, which explain their high damageability in comparison with overhead transmission lines of 35 kV and above. The reasons for damage to the supports, dangerous rapprochements, clashing and breakages of the wires in the span, damages to the fastening of wires to the pin insulators are examined. Based on the results of the analysis a bloc diagram describing the cause-and-effect dependence of the 10 (6) kV overhead line damageability has been developed taking into account possible negative factors affecting the reliability of the overhead power transmission line and its elements.

Keywords: overhead transmission line, emergency outages, sag of wire, support, rapprochement and clashing of wires, fastening of wire to the insulator.

В России 30% населения живёт в сельскохозяйственных районах, и около 30% валового продукта приходится на долю сельского хозяйства. От надежности и качества электроснабжения потребителей в значительной степени зависят дальнейшее развитие сельскохозяйственных районов и уровень жизни их населения. Таким образом, обеспечение эффективного и надежного электроснабжения сельскохозяйственных районов является важной общегосударственной политической и экономической задачей.

Воздействие неблагоприятных метеорологических факторов приводит к повреждениям элементов пролета воздушных линий электропередачи всех классов напряжений, что вызывает их аварийные отключения. Анализ аварийных отключений ВЛ 6-110 кВ, проведенный в ряде энергосистем России и стран СНГ, показывает, что наибольшее количество отключений приходится на линии напряжением 6-10 кВ. Так, например, в апреле 2018 г. на территории шести субъектов Центрального федерального округа Российской Федерации

из-за воздействия сильного ветра (с порывами до 20-25 м/с) происходили массовые отключения в электрических сетях 35-500 кВ и массовые аварийные отключения в распределительных сетях 6-10 кВ. В Тверской области были отключены 155 ВЛ 6-10 кВ, 2195 подстанций (ТП 6-10 кВ); в Смоленской области – 38 ВЛ 6-10 кВ, 342 подстанции; в Московской области 48 ВЛ 6-10 кВ, 791 подстанция; во Владимирской области – 18 ВЛ 6-10 кВ, 197 подстанций; в Тульской области – 41 ВЛ 6-10 кВ, 513 подстанций; в Рязанской области –

26 ВЛ 6-10 кВ, 354 подстанции. Без электроснабжения суммарно оставалось 115550 человек.

Рядом конструктивных особенностей ВЛ 10 (6) кВ (малые сечения проводов и стрелы их провеса, короткие пролеты, незначительные межфазные расстояния между проводами, малая крутильная жесткость проводов, большая разрегулировка их стрел провеса в пролете, жесткое крепление проводов на штыревых изоляторах) объясняется их высокая повреждаемость по сравнению с ВЛ 35 кВ и выше.

Воздушная линия электропередачи напряжением 10 (6) кВ представляет систему, элементы которой связаны между собой сложной причинно-следственной зависимостью. Это подтверждается тем, что в ряде энергосистем России и стран СНГ

аварийные отключения ВЛ 10 (6) кВ по неизвестным причинам составляют до 30-40%. Надежность работы каждого элемента по-разному влияет на работу других элементов, один вид повреждения переходит в другой, т.е. наблюдается явление развития аварии.

Из всех повреждений на ВЛ 10 (6) кВ, наиболее тяжелыми по своим последствиям являются разрушения опор (19,9% аварийных отключений по количеству и 28,1% по длительности) [1]. Аварийные отключения из-за повреждения опор и приставок возникают при воздействии значительных ветровых (49,7%), гололедно-изморозевых нагрузок (19,3%), грозových разрядов молний, вызывающих расщепление или возгорание верхней части деревянных опор (23,0%). Аварии, связанные с ветровыми нагрузками, происходили при скоростях ветра 26...35 м/с. Следует отметить, что разовый случай аварийного отключения, зарегистрированный в первичной документации, может охватывать несколько опор (массовое падение или возгорание), увеличивая масштабы аварии. Так, были разрушены 267 железобетонных опор

(44 аварийных отключения), 129 деревянных опор (46 отключений), 364 деревянные опоры на железобетонных приставках (97 отключений).

Для выработки стратегии работ по повышению надежности ВЛ 10 (6) кВ разработана блок-схема, описывающая причинно-следственную зависимость повреждаемости этих линий (рисунок 1), при этом учтены все неблагоприятные факторы, влияющие на надежность работы ВЛ. Из схемы видно, что применение более прочных опор и проводов, совершенствование гололедного и ветрового районирования территории страны могут исключить лишь часть причин повреждаемости ВЛ 10 (6) кВ. Остаются не охваченными направления работ, связанные с уменьшением повреждаемости проводов и устройств для их крепления к опоре при воздействии неблагоприятных метеорологических факторов.

Большинство аварийных отключений ВЛ 10 (6) кВ происходит в результате воздействия ветровых и гололедных нагрузок, при этом 60-70% этих отключений связано с динамическим поведением проводов в ветровом потоке. Эти отключения вызваны одним из следующих повреждений: обрыв провода или проволоочной вязки провода к изолятору, пережоги проволок проводов при их опасных сближениях и схлестываниях, срыв изолятора с крюка.

Обрывы проводов при отсутствии гололедных отложений возникают при скоростях ветра 20-30 м/с с порывами до 35-40 м/с. Обрывам проводов, как правило, предшествовали их ослабления из-за пережогов, усталостных изломов или перетираний в месте крепления провода к штыревому изолятору. Обрывы проводов происходят в зоне $1/4-1/2$ длины пролета (61,1%) и непосредственно у места крепления провода к изолятору (38,9%).

Аварийные отключения ВЛ 10 (6) кВ из-за опасных сближений и схлестывания проводов при воздействии ветра происходили при наличии разрегулировки стрел провеса фазных проводов относительно друг друга от 20 до 60% [2, 3]. При этом изменение частоты маятниковых колебаний проводов составляет 9...21%, а логарифмического декремента внутреннего трения – 7,8...23,4%, что существенно усиливает несинхронность их маятниковых раскачиваний при воздействии ветра и способствует взаимным сближениям проводов на опасные в изоляционном отношении расстояния [4].

При грозových разрядах часто перекрывается линейная изоляция, и импульсное перекрытие переходит в короткое замыкание проводов разных фаз на «землю» или между собой. При этом под действием токов короткого замыкания происходят пережоги проволок и обрывы проводов, в основном, в местах их закрепления на опорах.

Рисунок 1. Блок-схема, описывающая причинно-следственную зависимость повреждаемости ВЛ 10 (6) кВ:

– повреждения при механических нагрузках в пределах расчетных величин

Проведенные верховые осмотры показали, что основной причиной разрегулировки стрел провеса проводов в пролете является ослабление крепления провода к штыревому изолятору проволоочной вязкой при воздействии ветра со скоростью 25...35 м/с. Вязальная проволока не способна выдерживать длительные динамические нагрузки, возникающие при колебаниях проводов при ветре и гололеде, при этом происходит ее ослабление и разрушение (рисунок 2)

Рисунок 2. Обрыв вязальной проволоки в месте крепления провода к штыревому изолятору

При ослабленном креплении разница в гололедно-ветровых нагрузках на провода соседних пролетов приводит к проскальзыванию провода в узле крепления и смещению его относительно штыревого изолятора [5, 6]. Это вызывает изменение длины фазных проводов в пролете и разрегулировку их стрел провеса.

Кроме устойчивых отказов работы ВЛ из-за опасных сближений проводов под действием порывистого ветра имеют место неустойчивые самоустраняющиеся отказы, которые устраняются действием АПВ или РПВ. В отдельных случаях количество автоматических отключений одной и той же воздушной линии электропередачи достигает нескольких десятков. Такие кратковременные отключения представляют большую опасность, так как вызывают локальные повреждения проводов (пережог проволок), которые в дальнейшем становятся потенциальными очагами аварий.

Таким образом, наряду с усилением механической прочности элементов пролета ВЛ 10 (6) кВ к числу мероприятий по повышению их надежности относятся защита проводов в режимах их низкочастотных колебаний при воздействии гололедных и ветровых нагрузок, координация расстояний между фазными проводами по условиям их схлестывания, совершенствование конструкции устройств для крепления провода к штыревому изолятору.

1. Усманов Ф.Х. Анализ отключений сельских ВЛ 6–10 кВ / Ф.Х. Усманов, В.Ю. Кабашов, В.А. Максимов // Электрические станции, 1980. – № 8. – С. 56-58.
2. Усманов Ф.Х. О расстоянии между фазными проводами сельских ВЛ 10 кВ / Ф.Х. Усманов, М.Т. Сулейманов, В.Ю. Кабашов // Энергетик, 1989. – № 6. – С. 22-23.
3. Кабашов В.Ю. Исследование условий возможного схлестывания проводов сельских ВЛ 6–10 кВ // Электротехнические и информационные комплексы и системы, 2013. – № 2, Т. 9. – С. 9-12.
4. Усманов Ф.Х. О схлестывании проводов сельских линий 6–10 кВ / Ф.Х. Усманов, В.Ю. Кабашов // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1981. – № 6. – С. 31-32.
5. Кабашов В.Ю. Совершенствование конструкции крепления проводов к штыревым изоляторам на сельских ВЛ 6–10 кВ / В.Ю. Кабашов, Ф.Х. Усманов // Энергетик, 2006. – № 3. – С. 25-26.
6. Кабашов В.Ю. Повышение надежности крепления провода к штыревому изолятору на ВЛ 6-10 кВ // Электрификация сельского хозяйства: межвузовский научный сборник. Уфа: Башкирский ГАУ, 2008. – Вып. 5. – С. 29-32.

Канавалов И.А.

Краткое описание способов организации безнагревных адсорбционных процессов разделения газовых смесей

ТГТУ

(Россия, Тамбов)

doi: 10.18411/lj-03-2019-149

idsp: ljjournal-03-2019-149

Аннотация

Современное состояние технологии и исследований в области моделирования и управления процессом адсорбционного разделения газовых смесей по методу сверхкороткоциклового безнагревной адсорбции приводится краткое описание и классификация способов организации безнагревных адсорбционных процессов разделения газовых смесей.

Ключевые слова. Газовая смесь, адсорбция, адсорбционная установка, процесс.

Abstract

The current state of technology and research in the field of modeling and controlling the process of adsorption separation of gas mixtures according to the method of ultrashort-cycle adsorption without heat, provides a brief description and classification of methods for organizing heat-free adsorption processes for separation of gas mixtures.

Keywords. Gas mixture, adsorption, adsorption unit, process.

В основе адсорбционных процессов очистки и разделения в газов, лежит схема, предложенная в 1960 году американским изобретателем Скарстромом (патент US 2944627), предназначенная для осушки сжатого воздуха. На рисунке 1. представлена схема установки Скарстрома. Принцип действия подобной установки применительно к процессу разделения газовой смеси заключается в следующем:

Рисунок 1. – Схема установки Скарстрома

Исходная сжатая смесь вводится в коллектор с помощью клапанов K_I , K_{II} . В момент времени, когда открыты клапаны K_I , K_{II}^* , KO_I , клапаны K_{II} , K_I^* , KO_{II} закрыты. Исходная смесь через клапан K_I поступает в адсорбер A_I , заполненный адсорбентом который селективно поглощает один (несколько) из компонентов исходной газовой смеси. Через обратный клапан KO_I выходит смесь концентрированная менее сорбирующимся компонентом (МСК). Часть смеси

насыщенной МСК дросселируется до атмосферного давления в дросселе Д и противоточно выводится в адсорбер A_{II} .

Взаимодействие смеси МСК с адсорбентом, насыщенным более сорбирующимся компонентом (БСК) в течение предшествующей стадии адсорбции, приводит к десорбции БСК и регенерации адсорбента. Через клапан K_{II}^* сбрасывают смесь БСК. Переключение клапанов осуществляется через равные промежутки времени $\tau_{пц}$.

Существует большое многообразие газоразделительных адсорбционных установок, реализующие различные принципы организации безнагревных адсорбционных процессов, отличающиеся друг от друга способом проведения каждой из четырех стадий. Стадия продуцирования может протекать при повышенном давлении (0,1-1,1 МПа) в случае напорного варианта организации процесса или при атмосферном давлении (безнапорный). Применение того или иного варианта определяется давлением в системе потребления (0,2 – 2 МПа). Давление на стадии продуцирования определяет давление на стадии регенерации. Для напорных схем это вакуум или атмосферное давление, для безнапорных – вакуум.

Для обеспечения возможности получения чистой фракции МСК при регенерации используют флегмовое «орошение» адсорбента частью продукционной смеси. В установках, работающих без обратной продувки остаточное содержание примесей в продукционной смеси определяется остаточным давлением в адсорбере в конце стадии регенерации. Комбинирование вышеуказанных способов организации стадий продуцирования и регенерации определяет семь типов безнагревных процессов приведенных в таблице 1.

Как следует из анализа патентной литературы, наиболее популярными являются установки напорного типа с атмосферным давлением регенерации (Тип I). Данный тип установок применяется для обеспечения тонкой очистки газов, а также для разделения газовых смесей с высокой частотой целевого компонента. Избыточное давление продуцирования в установках данного типа не требует применения дополнительных устройств, для подачи газовой смеси потребителю.

Таблица 1

Способы организации процесса безнагревной адсорбции

Тип	Давление продуцирования	Давление регенерации	Наличие продувки
I	Избыточное	Атмосферное	нет
II	Избыточное	Вакуум	
III	Избыточное	Вакуум	
IV	Избыточное	Атмосферное	нет
V	Атмосферное	Атмосферное	
VI	Атмосферное	Вакуум	нет
VII	Атмосферное	Вакуум	

Характерным свойством процессов типа III, VI является не большой расход продукционной смеси на регенерацию адсорбента. Величина расхода продувочной смеси зависит от отношения давлений на стадиях регенерации и продуцирования. Полное отсутствие продувки адсорбента на этапе десорбции, свойственно для процессов типа IV, VII, что позволяет применять их только для не глубокого разделения ГС. Низкая степень разделения характерна для процессов типа II (грубое разделение), а для грубой очистки используют тип V.

В процессе разделения газовой смеси в условиях безнагревной адсорбции важнейшую роль играет характер протекания переходных процессов подъема и сброса давления. Данные стадии могут осуществляться различными способами. Различают прямоточный, противоточный, прямо противоточный способ подъема давления в

адсорбере. Прямоточный набор давления осуществляется путем подачи в адсорбер исходной смеси. Противоточный подъем давления реализуется подачей в адсорбер продукционной смеси. В случае прямо противоточного подъема вначале давление повышают до некоторого значения продукционной смесью, а затем подачей исходной смеси давление доводят до верхнего значения.

Противоточный сброс давления осуществляется сбросом газа заполняющего адсорбер в атмосферу. В процессах вакуумного типа сброс давления совмещается с регенерацией. В этих процессах (III, IV, VI, VII) смесь,

находящаяся в адсорбере вначале сбрасывают в атмосферу, а затем откачивается вакуум – насосом, при этом происходит совмещение стадий сброса и регенерации. В таблице 2. приведены возможные комбинации способов подъема – сброса давления применительно к различным типам процессов.

Таблица 2

Способы подъема-сброса давления в адсорберах

Подъем давления	Сброс давления	Типы
Прямоточный	Противоточный	I, II
Противоточный	Противоточный	I
Прямо противоточный	Прямо противоточный	I
Прямоточный	Противоточный с регенерацией	III, IV, VI, VII
Противоточный	Противоточный с регенерацией	III, IV, VI, VII
Прямо противоточный	Прямо противоточный с регенерацией	III, IV

На практике тип процесса определяется его назначением. Выбор способа подъема давления определяется из соображения оптимизации, что и определяет способ сброса давления (таблица 2).

При выборе числа адсорберов руководствуются тем что, большему количеству адсорберов соответствует большая степень извлечения, при этом увеличиваются экономические затраты, усложняется система управления, понижается надежность.

В установках СКБА применяются два технологических новшества: роторная система с использованием всего двух клапанов и структурированный адсорбент нового поколения, устойчивый к флюидизации. Это позволяет до 100 раз увеличить скорость цикла – до 50 циклов в минуту – по сравнению с традиционными установками КБА. Установки СКБА могут иметь произвольное количество адсорберов.

1. Устинов Е.А. Закономерности динамики циклических адсорбционных процессов разделения бинарных газовых смесей. ЖПХ, 1980, т.53, № 9, с. 2015-2021

Караваева М.Б., Рязанцева А.В.

Об особенностях оценки химического фактора при проведении специальной оценки условий труда

*Ивановский государственный политехнический университет
(Россия, Иваново)*

*Московский политехнический университет
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/lj-03-2019-150

idsp: ljjournal-03-2019-150

Аннотация

Рассмотрены основные особенности оценки химического фактора при проведении специальной оценки условий труда медицинских работников, основные аспекты применения формалина в медицинских учреждениях, приведены данные

контроля содержания формальдегида в воздухе рабочей зоны, даны рекомендации по снижению риска неблагоприятных последствий для здоровья работников.

Ключевые слова: специальная оценка условий труда медицинских работников, химический фактор, применение формалина, допустимые концентрации.

Abstract

The chemical factor influence on working environment of medical workers was investigated, authors reviewed key peculiarities of using formaline in healthcare institutions and the data values for formaldehyde concentration monitoring in working area air environment, proposed recommendations to reduce the risk of adverse consequences to worker's health.

Keywords: Special score working conditions of health workers, chemical factor, the use of formalin, permissible concentrations.

При проведении специальной оценки условий труда в медицинских учреждениях критерием для установления класса условий труда, как правило, являются биологический и химический факторы, т.к. именно по ним устанавливаются максимальные степени вредности. В этиологии профессиональной заболеваемости также лидируют патологии, обусловленные воздействием именно этих двух групп факторов [1]. К сложностям оценки химического фактора у медицинских работников относятся: мультizonальность рабочего места, комбинированное действие большого количества химических веществ (фармпрепараты, дезинфицирующие средства, средства наркоза), сочетанное действие производственных факторов различной природы, особенности трудового процесса (тяжесть, напряженность), несовершенство нормативной и методической базы для оценки (особенно выпадение из процедуры СОУТ нагрузок интеллектуального, эмоционального характера) и т.д. Достаточно непросто определить загрязнители, подлежащие приоритетной оценке, поскольку дополнительные испытания и измерения удорожают процедуру специальной оценки, финансовое бремя которой ложится на работодателя. Это особенно актуально для государственных учреждений, которые при выборе организации, проводящей специальную оценку должны, кроме всего прочего, руководствоваться еще и Федеральным законом от 05.04.2013 N 44-ФЗ (ред. от 27.12.2018) "О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд" (с изм. и доп., вступ. в силу с 07.01.2019). Также надо помнить, что абсолютно все категории медиков имеют право на различные виды гарантий и компенсаций, а порядок предоставления их в связи с принятием закона «О специальной оценке условий труда» изменен. Поэтому «недооценка» воздействия каких-либо вредных факторов может привести к снижению объема предоставляемых трудящимся гарантий и компенсаций, росту социального недовольства и обиды у небогатой, и без того, категории работников, а также поводом для различного рода судебных тяжб. Установление же без достаточных оснований более высокого класса условий труда удовлетворяет коллектив и профсоюзную организацию, но влечет за собой, помимо выплат и необходимости предоставления работникам дополнительных отпусков, сокращенной продолжительности рабочего времени, медицинских осмотров, выдачи молока, и т.п., применение дополнительных тарифов к платежам в ПФР и ФСС РФ.

Часто сами работники не могут достоверно перечислить все вредные химические вещества, с которыми им приходится сталкиваться в процессе своей деятельности. Например, в лабораториях медицинских учреждений пользуются, в основном, готовыми реактивами, композиция которых точно неизвестна; в качестве дезсредств также применяются покупные составы или таблетки для разведения; один раз в полгода, как правило, происходит их замена, чтобы не вырабатывалась устойчивость патогенной микрофлоры к антисептическим веществам. Обычно это

сертифицированные препараты, разрешенные к применению на территории РФ, рекомендованные в руководящих нормативных документах по соблюдению санитарно-эпидемиологического режима. Например, применяются дезинфицирующие составы на основе глutarового альдегида (пентадиала), который относится к 3 классу опасности или четвертичных аммонийных соединений (4 класс) в отличие от формальдегида, относящегося ко второму классу опасности.

При оценке химического фактора мы также сталкиваемся с некоторыми противоречиями в Методике [2]. Например, в Классификаторе [2] под химическим фактором понимаются «химические вещества и смеси, измеряемые в воздухе рабочей зоны и на кожных покровах работников», а в разделе: «Отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда при воздействии химического фактора» эта процедура описывается только в отношении концентраций веществ в воздухе рабочей зоны либо, для ряда веществ, без проведения измерений по наличию их в трудовом процессе (наркотики, противоопухолевые лекарственные средства, гормоны). В медицинских организациях, где часто основной путь проникновения вредных веществ в организм работника – резорбтивный, известны связанные с этим профзаболевания – аллергии, экземы, поэтому работники очень «обижаются», когда из оценки выпадают вещества, воздействующие таким образом. Обязательные медицинские осмотры, направленные на профилактику и выявление профзаболеваний по данному основанию, никто из сотрудников не считает гарантией или компенсацией, предоставляемой ему работодателем, а напротив, воспринимают как дополнительное затруднение, не имеющее практического смысла. Вообще, у медицинских работников и представителей профсоюзных организаций сложилось мнение, что основная задача СОУТ – отмена гарантий и компенсаций, предоставляемых государством, а вовсе не стимулирование работодателей к обеспечению на рабочих местах государственных нормативных требований охраны труда.

До сих пор в медицинских учреждениях широко применяется формалин – 40%-ный водный раствор формальдегида, стабилизированный метанолом либо этанолом. Он используется в качестве бальзамирующего средства в патанатомии, дезинфицирующего средства в разных отраслях медицины, в стоматологии, а также в качестве лекарственного препарата в виде слабого раствора. В хирургических отделениях даже детских больниц широко применяются пароформалиновые камеры для временного сохранения стерильности инструмента, а также для стерилизации хрупкого, дорогого и термолабильного инструмента (естественно, с предварительной предстерилизационной обработкой в других растворах, т.к. формалин фиксирует органические загрязнения). Формалин имеет весьма характерный удушливый запах, обладает острым раздражающим действием, при хроническом воздействии является аллергеном и канцерогеном, максимально-разовая ПДК_{р.з.} = 0,5 мг/м³ [3, 4]. Однако известно [5], что ощущать запах формальдегида человек может при концентрациях ниже 0,1 мг/м³, а при воздействии в течении 4 часов в концентрациях 0,36 мг/м³ возникает раздражение глаз, выраженное в повышении частоты мигания и покраснении конъюнктивы, поэтому ВОЗ рекомендует в качестве уровня, не вызывающего видимых неблагоприятных изменений (No Observable Adverse Effect Level), 0,1 мг/м³ при воздействии в течении 30 мин (т.е. это аналог нашей предельно-допустимой максимально-разовой концентрации). При проведении исследований в медицинских учреждениях г. Иванова и Ивановской области самые значительные превышения допустимых концентраций по формальдегиду были выявлены в патологоанатомических отделениях. В одной организации это еще и усугублялось неработающей системой вентиляции, поэтому в момент проведения выемки тканей на анализ было зафиксировано превышение ПДК в зоне дыхания врача-патологоанатома в 50 раз. Уровень загрязнения воздуха был настолько велик, что сотрудник, который в данный момент не проводил измерения, а стоял у входа в помещение на расстоянии

нескольких метров ощущал запах и слезотечение. Патологоанатомы жаловались на работников хирургического отделения, что при консервации тканей для последующего анализа те используют раствор формалина без учета требований безопасности. Это было несколько лет назад при проведении тогда еще аттестации рабочих мест, рабочее место пришлось закрыть до нормализации параметров рабочей среды. Но и в других патологоанатомических отделениях были зафиксированы концентрации формальдегида в воздухе рабочей зоны на уровне $0,75 - 1,0 \text{ мг/м}^3$ в комнате для вырезки и $0,6 \text{ мг/м}^3$ в секционной, около $0,5 \text{ мг/м}^3$ (т.е. на уровне ПДК) в лабораториях патологоанатомических отделений. При использовании пароформалиновых камер для хранения стерильного инструмента также были зафиксированы превышения допустимых концентраций в 1,1 – 1,6 раза в зоне дыхания оперирующей бригады в момент открытия камеры и несколько минут спустя в 1,1 – 1,2 раза.

Понятно, что полный отказ от использования формальдегида в медицине в настоящее время невозможен при всей широте спектра предлагаемых дезинфицирующих средств, бальзамирующих, консервирующих препаратов. Однако хотелось бы рекомендовать работодателям при использовании такого безусловно небезопасного вещества максимально соблюдать требования действующих санитарно-эпидемиологических нормативов. Мероприятия, позволяющие снизить вредное канцерогенное действие, перечислены в [4, 6]: максимальное ограничение круга лиц, подвергающихся действию фактора, периодический контроль соблюдения нормативов содержания вредных веществ в воздухе, герметизация оборудования, обязательное применение местных вытяжных устройств. По возможности – замена канцерогенных веществ неканцерогенными (уже упомянутыми дезсредствами на основе глутарала, ЧАС и т.п., временное хранение стерильного инструментария в ультрафиолетовых камерах сохранения стерильности), при невозможности отказа от использования – дозирование расхода в соответствии с требованиями санитарных норм, недопущение бесконтрольного применения, поддержание систем вентиляции в рабочем состоянии, информирование работников о мерах профилактики, использовании средств коллективной и индивидуальной защиты, недопустимость слива растворов в систему канализации. В ряде случаев все-таки отказ от применения формальдегида обязателен, например, недопустимо применять пароформалиновые камеры для стерилизации гибких эндоскопов [7]. Необходимо учитывать, что формальдегид входит в несколько групп суммации: с аммиаком, с аммиаком и сероводородом, с диоксидом азота, оксидом углерода и гексаном, ацетоном, фурфуролом и фенолом, диоксидом азота и озоном. Большую роль играет обучение и просвещение работников в области охраны труда, сознательное соблюдение ими превентивных мер безопасности при работе с медицинским оборудованием и химическими веществами, понимание большей ценности работы в условиях, отвечающих требованиям гигиены и безопасности труда по сравнению с сиюминутной выгодой получения компенсаций за уже причиненный вред здоровью. При этом речь идет о здоровье не только медицинского персонала, но и пациентов.

1. В.В. Косарев, С.А. Бабанов. Профессиональные заболевания медицинских работников // Медицинский альманах, 2010, №3 (12). С. 18-21.
2. Приказ Минтруда России от 24.01.2014 N 33н (ред. от 07.09.2015) "Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению" (Зарегистрировано в Минюсте России 21.03.2014 N 31689)/ URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_158398/ (дата обращения 6 марта 2019 г.)
3. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 13.02.2018 N 25 "Об утверждении ГН 2.2.5.3532-18" ("Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны", утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 13.02.2018) (Зарегистрировано в

- Минюсте России 20.04.2018 N 50845/ URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=312504/> (дата обращения 6 марта 2019 г.)
4. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 21.04.2008 N 27 (ред. от 22.12.2014) "Об утверждении СанПиН 1.2.2353-08" (вместе с "СанПиН 1.2.2353-08. Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы") (Зарегистрировано в Минюсте России 19.05.2008 N 11706)/URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77176/ (дата обращения 6 марта 2019 г.)
 5. Руководство ВОЗ по качеству воздуха в помещениях: избранные загрязняющие вещества. Резюме. Европейское региональное бюро, 2011/URL: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0009/128169/e94535.pdf (дата обращения 6 марта 2019 г.)
 6. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 18.05.2010 N 58 (ред. от 10.06.2016) "Об утверждении СанПиН 2.1.3.2630-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность" (вместе с "СанПиН 2.1.3.2630-10. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы...") (Зарегистрировано в Минюсте России 09.08.2010 N 18094). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_104071/ (дата обращения 6 марта 2019 г.)
 7. Письмо Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 1 декабря 2008 г. № 01/14112-8-32 "О совершенствовании мероприятий по обеспечению эпидемиологической безопасности манипуляций гибкими эндоскопами". URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/4087621/#ixzz4XFqHH5so/> (дата обращения 6 марта 2019 г.)

Коробков С.В., Кошин А.А., Михайлов Д.А.

Моделирование аэродинамической и тепловой интерференции системы моделей зданий в виде квадратных призм, расположенных в тандеме

*ФГБОУ ВО Томский государственный архитектурно-строительный университет
(Россия, Томск)*

doi: 10.18411/lj-03-2019-151

idsp: ljjournal-03-2019-151

Аннотация

В статье представлены результаты экспериментальных исследований по установлению зависимости динамических коэффициентов и тепловых потерь от ветрового потока при обдувании тандема моделей зданий в виде двух квадратных призм, а также влияния относительного положения и угла атаки воздушного потока на эти параметры.

Ключевые слова: динамическая и тепловая интерференция, модель здания, строительная аэродинамика, физическое моделирование

Abstract

The article presents the results of experimental studies to establish the dependence of dynamic coefficients and heat losses on wind flow when blowing tandem building models in the form of two square prisms, as well as the effect of the relative position and angle of attack of the air flow on these parameters.

Keywords: aerodynamic and thermal interference, building model, aerodynamics of buildings, physical modeling

Введение. Актуальность темы исследования обусловлена увеличением темпов строительства в России высотных зданий и зданий повышенной этажности. Благодаря этому удастся наиболее компактно расположить жилые и рабочие площади в городской черте. Одновременно с этим плотность застройки городских кварталов увеличивается. Обтекание воздушным потоком систем зданий разной высотности при различной их планировке, является сложной и многофакторной задачей. Образующаяся система отрывных течений, взаимодействующих между собой, создает значительные трудности при разработке численных моделей расчета аэродинамики и теплообмена. Это направление сейчас активно развивается, и, достигнут значительный прогресс для

относительно простых форм плохообтекаемых тел: куб в пограничном слое, протяженная квадратная призма, пластина, круглый цилиндр и др.

Явление интерференции отрывных потоков, как показатель, наиболее удачно характеризует изменения динамического воздействия воздушного потока и интенсивности теплопередачи при расположении изучаемой модели в следе за возмущающей преградой. К настоящему времени накоплена обширная информация по исследованию эффектов интерференции динамических и тепловых потоков для моделей различной геометрической формы, большая часть из которых посвящена тандему из двух квадратных или прямоугольных призм [1-6]. Работы [7-8] выполнены с применением численного моделирования. Установление прямой зависимости теплотерм от ветрового давления остается сложной и многофакторной задачей, одним из решений которой является анализ и сравнение динамической и тепловой интерференций, рассчитанных на основании систематических экспериментальных исследований. Цель работы заключается в экспериментальном изучении динамической и тепловой интерференции тандема моделей зданий из двух квадратных призм, а также влияния на эти параметры их взаимного расположения в потоке воздуха.

Экспериментальная часть. В основе экспериментальных исследований заложен метод физического моделирования систем моделей зданий на основе теории подобия.

Основным предметом исследования является установление зависимости коэффициентов динамической и тепловой интерференции от ветрового потока посредством анализа данных по распределению полей давления и конвективной теплоотдачи. Все эксперименты проводились на аэродинамической трубе разомкнутого типа в лаборатории кафедры ТСП ТГАСУ [9].

Экспериментальные модели для изучения теплообмена и ветрового давления представляли собой квадратные призмы со стороной $a = 50$ мм и относительными высотами $H/a = 1; 3; 6$. Для измерения коэффициентов давления и теплообмена при вариации взаимного расположения призм в рабочую камеру аэродинамической трубы устанавливались две модели: первая – впереди стоящая-препятствие, а вторая – исследуемая. Расстояние между моделями изменялось в двух направлениях: продольном – ($L1/a$ от 1,5 до 6,0 с интервалом 0,5) и поперечном $L2/a$ от 0,5 до 3,0 с интервалом 0,5 (рис.1).

Общий вид и конструкция измерительной модели «2», а также методика проведения экспериментов представлены в [9–10].

Рисунок 1. Схема расположения моделей при продольных ($L1$) и поперечных ($L2$) смещениях: 1 – впереди стоящее препятствие; 2 – исследуемая модель

Коэффициент давления рассчитывался по формуле:

$$C_p = \frac{p - p_0}{\frac{1}{2} \cdot (\rho \cdot U_0^2)}, \quad (1)$$

где: p и p_0 – статическое давление в i -ой точке поверхности и в центре канала на 100 мм выше по потоку, соответственно (Па), ρ и U_0 – плотность и скорость набегающего

потока, (кг/м^3) и (м/с). Регистрация распределения перепада давления производилась на наклонном дифференциальном многоканальном микроманометре, показания с которого фиксировались на фотокамеру с дальнейшей обработкой на компьютере. Максимальная погрешность измерения не превышала 5 Па.

Результаты. Аэродинамика тандема двух квадратных призм при наличии поперечного смещения $L2/a$ имеет ряд особенностей, не характерных при их осевом расположении (рис. 2). При малом смещении $L2/a = 0,5$ (рис. 2, а) изменение потока наблюдается непосредственно за моделью «1» в виде отклонения зоны вторичного отрыва перед моделью «2» и вихревой дорожки за ней. Грань ($D-A$) попадает в след модели «1», в то время как грань ($B-C$) оказывается под воздействием вторичного отрыва, сформированного ребром B . По мере увеличения смещения $L2/a > 2,0$ (рис. 2, б) модель «2» гранью ($A-B$) входит в зону действия первичного отрыва, и разделение потока становится более явным. Вихревая дорожка в следе модели «2» отклоняется в сторону ребра D и здесь формируется мощная струя газа.

Рисунок 2 Картина обтекания двух призм, смещенных в поперечном направлении: $L1/a = 3$, угол атаки воздуха 0° , $Re = 4.25 \cdot 10^4$: а – $L2/a = 0,5$; б – $L2/a = 2,0$.

В результате проведенных исследований получены результаты взаимного влияния двух квадратных призм. Изменение фактора динамической и тепловой интерференции, определенного по интегральному давлению и теплоотдаче по всей поверхности призмы демонстрируются на рисунке 3.

Рисунок 3. Фактор динамической (а) и тепловой (б) интерференции, определенный по интегральным значениям коэффициентов давления C_p и чисел Нуссельта Nu

Интенсивность данного процесса принято характеризовать величиной факторов динамической или тепловой интерференций:

$$IF(C_p) = C_p/C_{p0}, \quad IF(Nu) = Nu/Nu_0, \quad (2)$$

где C_p и Nu – коэффициент давления и число Нуссельта в системе из двух призм, а C_{p0} и Nu_0 – аналогичные параметры, но для одиночной призмы. Факторы интерференции IF могут определяться по средним, максимальным и минимальным значениям C_p и Nu на каждой из граней или по всей поверхности призмы.

Анализируя графики, представленные на рисунке 3,а можно с уверенностью сказать, какое влияние оказывает впереди стоящая призма на интегральное давление и теплоотдачу призмы находящейся в ее следе. Так поперечное смещение второй призмы относительно первой приводит к значительному снижению $IF(Cp)$, что обусловлено ростом уровня разрежения в окрестности рассматриваемой призмы. При больших смещениях $L2/a \sim 3$ обтекание второй призмы приближается к потенциальному и фактор интерференции $IF(Cp) \rightarrow 1$.

Фактор тепловой интерференции оказался более консервативным по отношению к возмущениям, создаваемым призмой, стоящей верх по потоку. Это следует из данных рисунка 3,б, где показано изменение $IF(Nu)$ в зависимости от расстояния между призмами и величины поперечного смещения. Видно, что наличие передней призмы при всех условиях приводит к подавлению теплообмена. Это снижение не велико и не превышает 20%. Увеличение промежутка между призмами также снижает интенсивность теплообмена, в то время как рост смещения между ними вызывает интенсификацию процессов теплообмена. Так при $L2/a \rightarrow 3$ задняя призма выходит из застойной зоны, поэтому воздействие впереди стоящей призмы полностью нивелируется и $IF(Nu) \rightarrow 1$.

С использованием фактора интерференции можно легко проанализировать значение экстремальных давлений и тепловых потоков на поверхности моделей в зависимости от большого числа факторов, в том числе и их взаимного расположения.

Заключение

В результате проведенных исследований установлено:

1. При исследовании коэффициентов динамической и тепловой интерференции для тандема квадратных призм показано сильное изменение коэффициентов динамической интерференции от взаимного расположения призм и консервативность тепловой интерференции к указанным факторам.
2. Сформулированы подходы к инженерным оценкам динамических нагрузок и теплоотдачи при интерференции отрывных потоков в тандеме двух квадратных призм.
3. Установлено, что интерференция воздушных потоков, формирующихся вблизи группы зданий, оказывает значительное влияние как на теплотери, так и на ветровые нагрузки, которые, в свою очередь влияют на внутренний микроклимат в здании, на его эксплуатационные характеристики, а также на безопасность его строительства.

1. X.F. Yu, Z.-N. Xie, J.B. Zhu. Interference effects on wind pressure distribution between two high-rise buildings // Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 2015. – Vol. 142. – Pp. 188 – 197.
2. M. Gu, Z.-N. Xie. Interference effects of two and three super-tall buildings under wind action // Journal of Acta Mechanica Sinica, 2011. – Vol. 27(5). – Pp. 687–696.
3. Y. Hui, A. Yoshida, Y. Tamura. Interference effects between two rectangular-section high-rise buildings on local peak pressure coefficients // Journal of Fluids and Structures, 2013. – Vol. 37. – Pp.120–133.
4. W. Kim, Y. Tamura, A. Yoshida. Interference effects on aerodynamic wind forces between two buildings // Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 2015. – Vol. 147. – Pp. 186 – 201.
5. T.G. Mara, B.K. Terry, T.C.E. Ho, N. Isyumov. Aerodynamic and peak response interference factors for an upstream square building of identical height // Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 2014. – Vol. 133. – Pp. 200 – 210.
6. H. Dongmei, Z. Ledong, D. Quanshun, Z. Xue, C. Wei. Aeroelastic and aerodynamic interference effects on a high-rise building // Journal of Fluids and Structures, 2017. – Vol. 69. – Pp. 355–381.
7. A. Lankadasu, S. Vengadesan. Interference effect of two equal-sized square cylinders in tandem arrangement: With planar shear flow // International Journal for numerical methods in fluids, 2008. Vol. 57. □ P.1005–1021.
8. J.R. Meneghini, F. Saltara, C.L.R. Siqueira, J.A. Ferrari Jr. Numerical simulation of flow interference between two circular cylinders in tandem and side-by-side arrangements // Journal of Fluids and Structures, 2001. – Vol. 15. – Pp.327–350.

9. Aleksey I. Gnyrya, Sergey V. Korobkov, Anton A. Koshin, Victor I. Terekhov. Physical simulation of wind pressure on building models at various arrangement and airflow conditions / Proceedings of the IV International research conference «Information technologies in Science, Management, Social sphere and Medicine» (ITSMSSM 2017) // Advances in Computer Science Research (ACSR), 2017. – Vol. 72. – Pp. 389 – 392.
10. A. Gnyrya, S. Korobkov, A. Koshin, V. Terekhov. Aerodynamic and thermal interference of turbulent separated flows over building models // MATEC Web of Conferences (STS-33), 2017. – Vol. 115 (02002). – Pp.1–4.

Коробков С.В., Гныря А.И., Михайлов Д.А.

**Исследование локального по высоте внешнего теплообмена при обтекании
воздушным потоком группы моделей зданий при поперечном их смещении**

*ФГБОУ ВО Томский государственный архитектурно-строительный университет
(Россия, Томск)*

doi: 10.18411/lj-03-2019-152

idsp: ljjournal-03-2019-152

Аннотация

В статье представлены результаты экспериментальных исследований по изучению изменения тепловых потерь по высоте модели при обдувании воздушным потоком системы моделей зданий в виде двух квадратных призм в зависимости от их взаимного расположения.

Ключевые слова: динамическая и тепловая интерференция, модель здания, строительная аэродинамика, физическое моделирование

Abstract

The article presents the results of experimental studies on the change in heat losses along the height of the model when blowing a system of building models in the form of two square prisms depending on their relative position with airflow.

Keywords: aerodynamic and thermal interference, building model, aerodynamics of buildings, physical modeling

Введение. Большое количество информации в области аэродинамики строительных конструкций в большей мере покрывает нужды современных методов проектирования зданий и сооружений. Тем не менее, влияние расположений зданий и сооружений на интерференцию ветровых потоков и их взаимодействие остается малоизученным. Здания и сооружения могут быть различной формы и конфигурации и изучение движения потоков ветра в трехмерном пространстве, при взаимодействии с препятствием, является одним из наиболее сложных случаев формирования отрывных потоков. Поэтому исследования, направленные на совершенствование расчетов локального и интегрального теплообмена при обтекании группы моделей зданий ветровым потоком, является актуальным.

Целью данной работы является проведение комплекса экспериментальных исследований по изучению внешнего теплообмена модели здания для выявления закономерностей теплопотерь в зависимости от расстояния между 2-мя зданиями, расположенными перпендикулярно ветровому потоку и угле атаки 0 градусов.

Экспериментальная часть. Главным методом по изучению локального и интегрального теплообмена группы моделей зданий является проведение комплексных экспериментальных исследований на установках, которые моделируют реальные условия воздействия ветрового потока.

Предметом исследования является конвективный теплообмен наружной поверхности модели здания при вариации расстояния между группой зданий, расположенных перпендикулярно ветровому потоку, и угле атаки ветрового потока 0 градусов.

Все эксперименты проводились на аэродинамическом стенде, который находится на кафедре ТСП ТГАСУ. Общий вид аэродинамической установки был приведен в статье [2].

Максимальная скорость ветрового потока в аэродинамическом стенде 28,4 м/с, что равняется числу Рейнольдса $Re = 5,65 \times 10^4$.

В опытах использовалась квадратная призма с относительной высотой $H/a = 5$ и шириной грани $a = 30$ мм. Измерение температуры на одной из граней модели производилось с помощью ХК-термопар диаметром 0,5 мм. Термопары устанавливались и в горизонтальном, и в вертикальном направлении. Общий вид и методика проведения экспериментов представлены в [1–2].

Нумерация граней и направление движение ветрового потока указано на рисунке 1.

Рисунок 1. Схемы расположения моделей зданий:
1 – модель-препятствие; 2 – исследуемая модель

Результаты. По окончании экспериментальных исследований получены данные, в ходе обработки и систематизации которых были построены графики внешнего теплообмена моделей зданий.

На рисунке 2 представлены графики изменения внешнего теплообмена по высоте граней модели «2» здания при угле атаки ветрового потока 0 градусов и относительном поперечном расстоянии между моделями $L1/a = 1$.

Рисунок 2. Графики внешнего теплообмена по высоте граней модели «2» здания при угле атаки ветрового потока 0 градусов и относительном поперечном расстоянии между моделями $L1/a = 1$

Из графиков, представленных на рисунке 2 видно, что наименьшие показатели теплопотерь находятся верхней части модели, а при приближении к основанию модели

идет стремительный рост показателей внешнего теплообмена на всех гранях. Наибольшие показатели теплотерь находятся у основания модели на боковых гранях (В-С) и (D-A). На этих гранях теплотери внизу модели больше, чем вверху в 4,9 раз. Так же видно, что наименьшие теплотери по всей высоте модели наблюдаются на кормовой грани (С-D). Это связано с меньшим воздействием на эту грань отрывных воздушных потоков. Самый интенсивный рост теплотерь начинается при $y/H = 0,5$ и ниже.

На рисунке 3 представлен графики изменения внешнего теплообмена по высоте граней модели «2» здания при угле атаки ветрового потока 0 градусов и относительном поперечном расстоянии между моделями $L1/a = 2$.

Рисунок 3. Графики внешнего теплообмена по высоте граней модели «2» здания при угле атаки ветрового потока 0 градусов и относительном поперечном расстоянии между моделями $L1/a = 2$

При анализе графиков на рисунке 3 выявлено, что наибольшие теплотери находятся у основания моделей зданий. Интенсивный рост внешнего теплообмена начинается с $y/H = 0,4$, а в промежутке $y/H = 1 - 0,4$ теплотери изменяются не критично. Показатели теплотерь достигают своего максимума на боковых гранях (В-С) и (D-A), а минимальные находятся на кормовой грани (С-D). На боковых гранях теплотери в нижней части модели в 6 раз больше, чем вверху, а на лобовой грани (А-В) и кормовой (С-D) теплотери в нижней части в 4,3 больше, чем в верхней части модели.

На рисунке 4 графики изменения внешнего теплообмена по высоте граней модели «2» здания при угле атаки ветрового потока 0 градусов и относительном поперечном расстоянии между моделями $L1/a = 3$.

Рисунок 4. Графики внешнего теплообмена по высоте граней модели «2» здания при угле атаки ветрового потока 0 градусов и относительном поперечном расстоянии между моделями $L1/a = 3$

Из графиков на рисунке 4 видно, что наибольшие показатели теплопотерь находятся у основания модели. Максимальные показатели внешнего теплообмена достигаются у основания модели на боковой грани (D-A) и они больше, чем вверху модели в 7,8 раз. Наименьшие показатели теплообмена находятся на кормовой грани (C-D), а теплопотери у основания модели больше, чем вверху в 3,8 раз. Интенсивный рост показателей внешнего теплообмена на боковых гранях (B-C), (D-A) и лобовой грани (A-B) начинается при $y/H = 0,4$ и ниже. Рост показателей теплопотерь на кормовой грани (C-D) идет не так интенсивно, в отличие от трех других граней модели здания.

Заключение. В результате обработки и систематизации полученных данных по внешнему теплообмену моделей зданий можно сделать следующие выводы:

1. Не зависимо от поперечного смещения (калибра) Ll/a происходит рост значений внешнего теплообмена по направлению к основанию модели здания начиная с $y/H = 0,4$.
2. Наибольшие показатели внешнего теплообмена наблюдаются на боковых гранях (B-C) и (D-A), а наименьшие на кормовой грани (C-D).
3. При калибре $Ll/a = 3$ рост показателей внешнего теплообмена на кормовой грани (C-D) не такой интенсивный, как на всех других гранях модели здания.

Полученные результаты дополняют известные данные как отечественных, так и зарубежных исследователей в области исследования теплообмена и архитектурной аэродинамики при обтекании группы зданий, моделирующих квартальную застройку. В конечном итоге оптимальное расположение зданий при застройке кварталов может снизить количество продуваемых зон и сократить потери тепла в зданиях и сооружениях.

1. S. Korobkov, A. Gnyria, A. Dyogin, M. Sokol, V. Terekhov. Vortex formation and heat transfer in the system of building models at turbulent separated flow // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series, 2018. – Vol. 1105 (012019). – Pp. 1–6.
2. Сокол М.Н., Дёгин А.Г., Коробков С.В. Экспериментальное исследование распределения локального теплообмена по высоте модели здания, расположенной в группе подобных при вариации расстояний между ними / Сборник статей Международной научно-практической конференции: Экологические, инженерно-экономические, правовые и управленческие аспекты развития строительства и транспортной инфраструктуры (27-28 ноября 2017 г., г. Краснодар). – Уфа: ОМЕГА САЙНС, 2017. – С. 81–84.

Коробков С.В., Дудов Д.О., Михайлов Д.А.

Моделирование механических свойств твердеющего портландцемента при $V/C = 0,26$ и $0,35$ в зависимости от времени гидратации

*ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет (ТГАСУ)»
(Россия, Томск)*

doi: 10.18411/lj-03-2019-153

idsp: ljjournal-03-2019-153

Аннотация

В данной статье рассматриваются факторы, влияющие на механические свойства гидратированного портландцемента при разных водоцементных отношениях. Механические свойства для 36 образцов обработанного цементного камня были получены на машине Instron 3382. Данные свойства были проанализированы с помощью программного комплекса Origin и инженерно-математического

программного обеспечения Mathcad. Результаты исследования и сравнения свойств приведены в статье.

Ключевые слова: моделирование свойств цементного камня, предел прочности цементного камня, предел текучести цементного камня, водоцементное отношение, избыточная вода.

Abstract

This article discusses the factors affecting the mechanical properties of hydrated Portland cement in different water-cement relations. Mechanical properties for 36 samples of treated cement stone were obtained by Instron 3382. These properties were analyzed using Origin software and Mathcad engineering software. The results of the study and comparison of properties are given in the article.

Keywords: modeling of cement stone properties, cement stone strength, cement stone yield point, water-cement ratio, excess water.

Как известно физико-химические свойства бетона изменяются в период формирования его структуры и последующего набора прочности. Изменения физико-химических свойств бетона наиболее интенсивны в начальном временном отрезке формирования структуры, в особенности, во время перехода бетонной массы от псевдожидкой структуры в твердую. Со временем эти изменения постепенно замедляются. Гидратация цемента влияет на изменение свойств бетона [1]. В бетоне цемент выполняет роль гидравлического вяжущего. При твердении портландцемента наблюдается ряд довольно сложных физических и химических реакций, в частности гидратация [2].

Используя модельное тестирование свойств портландцементов, позволяет добиться уменьшения времени, материалов и человеческих ресурсов для определения физико-химических свойств бетонов. Эффективным инструментом для этого является программный комплекс VCCTL [3,4].

Целью данной работы является исследование закономерностей в процессе гидратации и твердения портландцемента с двумя водоцементными отношениями 0.26 и 0.35, а также, сравнение изменений их механических свойств на протяжении 28 дней.

Основными компонентами портландцемента являются четыре минерала. Первым по значимости является алит $C_3S(3CaO \times SiO_2)$ – это твердый раствор на основе трехкальциевого силиката. Доля алитовой фазы в клинкере достигает 50-70%. Этот минерал обеспечивает набор прочности в течение всего твердения бетона. На втором месте по значимости идет белит $C_2S(2CaO \times SiO_2)$. Он представляет собой твердый раствор на основе двухкальциевого силиката. Его содержание в клинкере колеблется в пределах 15-30%. Он неинтенсивно реагирует с водой, и из-за этого оказывает незначительное влияние на набор прочности в первые 28 дней, но ощутимо повышает прочность на более поздних сроках. Третье место по содержанию (5-10% от объема клинкера) занимает целит $C_3A(3CaO \times Al_2O_3)$, который является твердым раствором на основе трехкальциевого алюмината. Он активно действует с самого начала схватывания бетона. Так же являясь самым активным клинкерным минералом, при взаимодействии с водой. C_3A оказывает значительное влияние на раннее структурообразование в цементной массе и ощутимо ускоряет сроки его схватывания. Однако, побочный продукт его твердения имеет повышенную пористость, малую прочность и долговечность [5]. На последнем месте идет целит $C_4AF(4CaO-Al_2O_3-Fe_2O_3)$ (5-15% от объема клинкера). Он является твердым раствором на основе четырехкальциевого аллюмоферрита. Прочность продуктов его гидратации на ранних сроках ниже, чем у алита, но несколько выше, чем у белита.

В процессе набора прочности в портландцементных бетонах наблюдается ряд химических реакций с формированием различных продуктов. На содержание конечных продуктов

гидратации значительное влияние оказывает исходный состав клинкера и водоцементное отношение. В данной работе моделирование гидратации осуществлялось с применением программного комплекса VCCTL [1,2]. В качестве объекта для исследований был выбран портландцемент со следующим составом: C3S – 61.06г, C2S – 13.62г, C4AF – 12.79г, C3A – 6.50г, (Цем I 42,5Б) с водоцементным отношением 0.26 и 0.35. В ПК VCCTL моделирование гидратации цемента основано на построении трехмерных микроструктур по данным 2-мерных растровых изображений [1,2].

Рис.1. Зависимость от времени тепловыделения (а,б) и степени гидратации (в,г) для в/ц 0.26 и 0.35 соответственно

Рис.2. Зависимость от времени для В/Ц=0.26: а) – объемной доли клинкерных фаз: алит (VfC3S), белит (VfC2S), алюминат (VfC3A), аллюмоферрит (VfC4AF); б) – продуктов гидратации: Bassanit ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$), ангидрит (CaSO_4), гунс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$); AFm, C3AH6, FH3; C-S-H, C-H, этtringит; для В/Ц=0.35: в) и г), соответственно

Рис. 3. Зависимость от времени объемной доли пор

На рисунках 1÷3 приведены результаты моделирования гидратации портландцемента на протяжении 28 дней при температуре $T=20^{\circ}\text{C}$.

На рисунках 2 и 3 показано, что в портландцементе с изначальным составом при взаимодействии с водой образуются следующие продукты гидратации: Bassanit ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$), ангидрит (CaSO_4), гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), моносulfат (AFM), гидрогарнет (C_3AH_6), $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (FH3), цементный камень CSH, портландит (CH), эттрингит (Aft ettringite). Полученные данные свидетельствуют о сложных процессах, проходящих в портландцементе. Скорость гидратации (рис.1б) наиболее интенсивна в начальный период (10–50 часов), а затем размеренно снижается. Степень гидратации коррелирует с выделением тепла (рис.1а,б), объемной долей порового пространства (рис. 3а, 3б), причем объемная доля пор значительно снижается в течение первых 160 – 200 часов. В течение первых 28 дней наблюдается значительное растворение C_3A . Наиболее интенсивное растворение алита (C_3S) происходит в начальные 200 часов набора прочности. Такое же утверждение справедливо относительно белита (C_2S) и аллюмоферрита (C_4AF).

Рис. 4. Зависимость от времени а) - предела текучести (yield point), б) - предела прочности (strength); в) - модуля сдвига (yield shift); г) - пластичности.

Рис. 5. Деформационные кривые напряжение-деформация (σ - ϵ) для В/Ц 0.26 после 4 часов (а), 7 (б) и 28 (в) дней твердения и для В/Ц 0.35, соответственно (г,д,е). Красная линия – оценка модуля упругости, проходящая через предел текучести, красная – через предел прочности

В качестве исследуемого материала для проведения лабораторных испытаний был использован портландцемент класса Б 42,5. Образцы в количестве 18 штук были изготовлены в лаборатории в формах 6ФК-20 с размеров ячеек 20x20x20 мм [6,7]. После этого были сформированы 18 образцов в формах 6ФК-20 с размеров ячеек 20x20x20 мм. Важным условием при формировании образцов является соблюдение правильности их геометрических размеров, а также подготовка форм. Несоблюдение этих условий влечёт за собой погрешность при проведении испытаний из-за неравномерности приложения нагрузки.

После формирования образцы выдерживались в нормальных условиях. Испытания по определению прочности и предела текучести проводились через: 4 ч, 1 сутки, 3 суток, 7 суток, 14 суток и 28 суток. Для этого использовалась универсальная электромеханическая машина Instron 3382 с максимальной нагрузкой 100 кН и точностью её приложения 5 Н, скорость деформации образцов составляет 0,5 мм/мин. Нагрузка прикладывалась до образования значительных макротрещин на поверхности образца. Результаты сохранялись в виде электронных таблиц для обработки. При каждом испытании использовались 3 образца, а результаты усреднялись. Результаты испытаний приведены на рис.4,5.

Таким образом, в результате моделирования портландцемента I 42,5Б в течении 28 суток в программном комплексе VCCTL было выявлено, что алюминат частично растворяется в пределах 672 часа, алит - в начальный срок до 200 часов. В портландцементе формируется следующий набор гидратов: CSH, CH, Bassanit, ангидрит, гипс, AFm, C3AH6, FH3, среди которых преобладающими являются цементный камень и портландит, суммарная доля которых существенно повышается в анализируемый период. Так же было установлено, что упругие модули существенно возрастают в период до 400 часов, далее интенсивность роста монотонно снижается, достигая значительных величин. По истечению 28 суток процесс твердения в

портландцементе продолжается перспективы достижения высоких прочностных характеристик могут быть связаны со снижением объемной доли порового пространства, прочности межфазных границ с целью повышения эффективных характеристик к расчетным модельным значениям.

Заключение. Исследование механических свойств цементного камня при разных водоцементных отношениях, позволяет сделать следующие выводы. При увеличении количества воды при затворении, образуется избыточная вода. При испарении избыточной воды в образцах образуются поры и, как следствие, уменьшаются пределы текучести и прочности, но повышается удобоукладываемость смеси. Из этого следует, что оптимальное содержание воды ведет к уменьшению суммарного объема пор, образуемых её избытком. Раствор с минимальным общим объемом пор является наиболее плотным и прочным.

1. Кузнецова И.Н Гидравлические вяжущие вещества: учебное пособие/ Кузнецова И.Н, Ращупкина М.А, Косач А.Ф, Гутарева Н.А – Омск: СибАДИ, 2012 – 74с;
2. Губайдуллина А.М Исследование процессов гидратации и твердения портландцемента методами термического анализа/ Губайдуллина А.М, Лыгина Т.З, Халитова А.Н, Панина А.А// Вестник казанского технологического университета. – 2012 - №21. –С. 15-17;
3. <http://ciks.cbt.nist.gov/monograph>;
4. Bentz D.P. A three-dimensional Cement Hydration and Microstructures Program. I. Hydration Rate, Heat of Hydration and Chemical Shrinkage / NISTIR 5756. Maryland. 1995. Pp.1–47;
5. Домокаев А.Г Строительные материалы: [Учебник для вузов по спец. "Стр-во"] / А. Г. Домокаев. - М. : Высш. школа, 1982. - 383 с. : ил.; 22 см.; ISBN В пер. (В пер.)
6. ГОСТ 310.3-76 «Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема»;
7. ГОСТ 22685-89 «ФОРМЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ БЕТОНА».

**Лавров В.В.¹, Немыкин О.И.¹, Прохоров М.Е.¹, Рындин Ю.Г.¹, Маричева О.Д.²,
Тюрин В.С.³**

Алгоритмы вычисления двухмерных вариаций однобайтовых изображений с использованием аппарата булевых матриц

¹ПАО Межгосударственная акционерная корпорация «Вымпел»

²ООО "Институт инновационных исследований"

³АНО «НИЦ ракетных и космических технологий Российской академии космонавтики
имени К. Э. Циолковского»
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/lj-03-2019-154

idsp: ljjournal-03-2019-154

Аннотация

Вводится представление однобайтового цифрового оптического изображения (ОИ), формируемое в пассивных системах атмосферного видения с использованием булевых матриц. Предлагается использовать ОИ в таком представлении при разработке алгоритмы вычисления интегральных показателей ОИ [5]. Синтезируется рациональный алгоритм выделения односвязных областей в структуре булевых матриц (сегментации) с использованием аппарата теории графа и свойств его матрицы смежности. Приводятся иллюстрационные примеры анализа ОИ, формируемых в упомянутых системах

Ключевые слова: алгоритм, аппарат теории графа, булева матрица, интегральные показатели, матрица смежности, однобайтовое оптическое изображение, односвязная область, сегментация, характеристика поведения

Abstract

It is introduced the representation of a single-byte digital optical image (OI), formed in passive systems of atmospheric vision using Boolean arrays. It is proposed to use OI in such a representation when developing algorithms for calculating integral OI indicators [5]. A rational algorithm for isolating simply-connected domains in the structure of Boolean matrices (segmentation) is synthesized using the apparatus of the graph theory and the properties of its adjacency matrix. Illustrative examples of the analysis of OI generated in the mentioned systems are given.

Key words: algorithm, apparatus of graph theory, Boolean matrix, integral indicators, adjacency matrix, single-byte optical image, single-connected region, segmentation, behavior characteristics

Введение

Формируемые наземным телескопом полутоновые однобайтовые (монохромные) оптические изображения (ОИ) удалённого космического объекта (КО) в пассивных системах атмосферного видения следует рассматривать как полученные в условиях существенной априорной неопределённости. В качестве факторов, оказывающих влияние на структуру таких ОИ, можно упомянуть следующие. Как правило, изображения регистрируются при наличии сложного динамического фона с неизвестными статистическими характеристиками. Условия освещения Солнцем наблюдаемого объекта неизвестны, а на структуру рассеиваемого поля существенное влияние оказывают как динамическое поведение КО, так и рассеивающие свойства его конструктивных элементов и процессы переотражения рассеиваемого КО поля, а также искажения, вносимые атмосферой на пути распространения. Следовательно, в реальных ситуациях неискажённое ОИ недоступно. Нужна численная оценка его структуры, не использующая оригинальное ОИ, которая была бы адекватна изображению как двумерной функции.

Основная проблема при синтезе алгоритмов обработки ОИ неизвестного объекта связана как с выбором функционала качества, так и с оценкой качества полученного после обработки изображения. В [1, 3] помимо информационного показателя качества, в качестве которого может быть выбрано значение информации по Шеннону, для метрических характеристик двумерных ОИ было предложено ввести две двумерные вариации Кронрода [2], использование которых позволяет оценить топологические и метрические свойства широкого класса непрерывных функций двух переменных. Значением одной из них является показатель числа объектов изображения (односвязных областей), усреднённых во всем динамическом диапазоне изменения уровней яркости ОИ, а значение второй характеризует сумму периметров выделенных областей с учетом наличия в них односвязных областей, яркость которых не превышает пороговую.

В [3, 4] показано, что при использовании функционалов качества, структура которых зависит от вариаций Кронрода, в условиях априорной неопределённости удаётся синтезировать алгоритмы обработки, формирующие оценки ОИ, которые близки к оригинальному ОИ.

Аналоги этих вариаций для анализа структуры и качества однобайтового цифрового изображения предложены в [5], где также введены характеристики их поведения как функций уровней яркости. Предложено считать их интегральными показателями качества ОИ. В данной работе проводится синтез алгоритмов вычисления интегральных показателей и характеристик их поведения с использованием аппарата теории графов и булевых матриц [6].

Интегральные показатели однобайтового изображения и характеристики их поведения

В качестве соответствующих интегральных показателей (вариаций) однобайтовых ОИ будем использовать следующие параметры:

значение информации по Шеннону I , вычисляемое по формуле $I = \sum_{l=1}^N p_l \log_2 p_l$, где $N=255$ – максимальный уровень яркости байтового ОИ; усреднённое по уровням яркости значение количества односвязных областей W_0 ;

соответствующее ему усреднённое значение суммарных периметров с учетом наличия возможных внутренних контуров в односвязных областях W_1 ;

а также дополнительный показатель компактности μ , представляющий собой нормированное к единице отношение количества значимых пикселей при выбранном порогом уровне яркости для формирования битового ОИ к квадрату суммарного периметра выделенных областей.

Введение значения μ избыточно. Однако его использование при выборе функционала качества для синтеза алгоритмов обработки ОИ с учётом доступной априорной информации вместо W_1 предпочтительно, поскольку μ является безразмерной величиной, функционально связанной с W_1 .

Для описания поведения указанных показателей как функций уровней яркости были в [5] введены следующие вектора-столбцы размерности N :

нормированный вектор гистограммы распределения яркостей $|P\rangle = |P(Y)\rangle$;

вектор $|V_0\rangle$ количества односвязных областей битовых ОИ, элементы которого $V_0(l)$ вычисляются при выбранном пороговом значении яркости, равном l ;

вектор $|V_1\rangle$, компоненты которого – значения суммарных периметров соответствующих компонент $|V_0\rangle$;

вектор $|\mu\rangle$ парциальных значений компактности $\mu(l)$, вычисляемых по формуле $\mu(l) = CS(l)/(V_1(l)^2)$, где $C=16$ нормировочный коэффициент, $S(l)$ – количество значимых пикселей битового ОИ.

Значения интегральных показателей ОИ с использованием введённых векторов $|A\rangle \in \{|V_0\rangle, |V_1\rangle, |\mu\rangle\}$ вычисляются с использованием скалярного произведения $\langle 1|A\rangle / N$, где $\langle 1|$ – вектор-строка, все компоненты которого равны единице.

Представление байтового изображения с использованием аппарата булевых матриц

Для синтеза оптимального алгоритма вычисления интегральных показателей байтового ОИ и характеристик их поведения, а также разработки рациональной архитектуры его программной реализации целесообразно представить исходное ОИ Y в виде совокупности битовых ОИ с использованием булевых матриц U [6]

$$Y = \sum_{l=1}^N l * U_l$$

где $l = \overline{1, N}$ – текущие уровни яркости; U_l – булевы матрицы, структура которых соответствует структуре Y с элементами $U_l(i, j) = Y(i, j)$ при уровне яркости l и $U_l(i, j) = 0$ в противном случае. Заметим, что справедливо следующее соотношение $U_l \cap U_k = \emptyset$ при $l \neq k$, где $\emptyset$ – нулевая матрица.

Для вычисления элементов векторов $|V_0\rangle$ и $|V_1\rangle$ необходимо использовать пороговые битовые ОИ, формируемые из Y при выбранном пороге яркости, равном l_0 . Их структура при наличии матриц U_l задается выражением $U(l_0) = \bigcup_{l=l_0}^N U_l$, а элементы $Y(i, j)$, формируемого по совокупности $U(l_0)$ ОИ Y , восстанавливаются с использованием соотношения

$$Y(i, j) = \max_{l_0} l_0 * U(i, j|l_0) \quad i, j = \overline{1, M}$$

Отметим, что синтезированные алгоритмы обработки ОИ при использовании выбранной в работе формы его представления могут быть использованы для эффективной разработки архитектуры цифровых спец вычислителей с использованием параллельных вычислительных процессов.

Алгоритмы вычисления характеристик поведения и значений интегральных показателей

Алгоритмы вычисления компонент векторов $|P\rangle$ и $|\square\square\square\square\rangle$ традиционны при восстановленных значениях компонент вектора $|V_1\rangle$ и мощностей (кардинальных числах) булевых матриц $\beta(U(l)) = \text{card}(U(l))$ [6].

Оценку количества связанных областей $B(i, l) \ i = \overline{1, V_0(l)}$ в структуре $U(l)$ целесообразно искать с использованием модифицированного алгоритма сегментации [5], в основу которого положены свойства неориентированного графа $G = G(u, q)$. Вершины графа $u = \{u(i, k), i = \overline{1, n_k}, k = \overline{1, K}\}$ – это односвязные интервалы значимых элементов, выделенные на строках $u(k)$ булевой матрицы $U(l) - u(i, k)$, где n_k – количество связанных интервалов в k строке $U(l)$, число которых равно K . Решается задача формирования совокупности односвязных сегментов путём восстановления связей q (рёбер) между вершинами графа на его соседних уровнях с последующим поиском их полного количества в графе, т. е. оценка числа $V_0(l)$ сегментов в рамках рекуррентной процедуры, начиная с вершин верхнего уровня $i=1$.

Связность между отдельными интервалами, расположенными на двух соседних строках $\beta(i, j, k, k+1)$, определяется в рекуррентной процедуре по значениям кардинальных чисел с использованием операции логического пересечения

$$\beta(i, j, k, k+1) = \text{card}(u(i, k) \cap u(j, k+1)), i = \overline{1, n_k}, \quad j = \overline{1, n_{k+1}}.$$

Из всех вершин графа $k+1$ уровня, для которых выполняется условие $\beta(i, j, k, k+1) \neq 0$, формируется строка $\hat{u}(j, k+1/i)$, она используется на следующем шаге поиска односвязного сегмента. При выполнении условия $\beta(i, j, k, k+1) = 0$ выделение сегмента прекращается. Найденная совокупность вершин удаляется из графа, а выделенная структура связанных подстрок добавляется в коллекцию уже найденных сегментов. При этом в ситуации, когда коллекция не пуста, проверяется факт наличия в ней связанных с найденным сегментов. При его подтверждении проводится соответствующая коррекция состава и структуры выделенных сегментов.

Алгоритм завершает работу, когда остаточный граф становится пуст $G = \emptyset$.

В модифицированном варианте программной реализации алгоритма по сравнению с приведённой в [5] внесены следующие изменения.

- В качестве исходного ОИ используется его представление с использованием булевых матриц U_l с последующим вычислением матриц $U(l)$.
- Существуют два варианта определения связности цифровых ОИ: 4 связность (по кресту) и 8 связность (по квадрату), использование которых целесообразно в зависимости от практического назначения прикладной задачи [7]. Это обстоятельство учтено при формировании представления булевых строк $\hat{u}(j, k+1/i)$.
- В состав класса булева сегмента $B_*(*)$ (здесь символ "*" указывает на возможность наличия совокупности информационных индексов) включён дополнительный атрибут, представляющий собой прямоугольник, координаты которого связаны с положением сегмента относительно начального пикселя.
- Уточнено выражение для вычисления значения $V_1(l)$, которое имеет вид $V_1(l) = 2 * (V_0(l) + \text{card}(U(l)) - \sum_{k=2}^K \text{card}(u(k) \cap u(k-1)))$.

Исследование алгоритма показало его достаточно высокое быстроедействие, однако в архитектуре его программной реализации не учтены все свойства неориентированного графа G . В частности, речь идёт матрице смежности $S = S(G)$ и проведении избыточных вычислений при поиске компонент вектора $|V_0\rangle$, обусловленных структурой матриц $U(l)$. Рассмотрим следующий альтернативный

алгоритм восстановления односвязных сегментов, базирующийся на свойствах матрицы S , структура которого включает три основных варианта деятельности (вычислительных процедур) [8].

- Выделение односвязных сегментов в структуре матрицы U_l .
- Формирование участков границ выделенных сегментов.
- Формирование сегментов матрицы $U(l)$

Выделение односвязных сегментов в структуре матрицы U_l

Задача состоит в представлении U_l в виде $U_l = \bigcup_{i=1}^{m(U_l)} B_l(i)$.

Пусть найдены все связи между интервалами, выделенными на соседних строках матрицы U_l , и построена матрица S . Поскольку между отдельными вершинами графа односвязных интервалов $G = G(u, q)$ любой матрицы U_l может существовать не более одной связи, то соответствующая ему квадратная матрица смежности S - симметричная булева матрица с нулевыми элементами на диагонали [6]. Перенумеруем последовательно слева направо и сверху вниз найденные вершины графа (односвязные интервалы) $G = G(u, q)$ матрицы U_l . Данному представлению графа соответствует матрица смежности блочной структуры, в которой подматрица, связанная с вершинами любых двух соседних строк U_l (далее без потери общности считаем, что первых) $S(1,2)$, имеет вид

$$S(1,2) = \begin{pmatrix} 0 & S_{12} \\ S_{21} & 0 \end{pmatrix}$$

где $\|0\|$ – нулевая матрица, $\|S_{12}\|$ – булева матрица размерности $n_1 * n_2$, а $\|S_{21}\|$ – транспонированная матрица $\|S_{12}\|$.

Для каждой строки матрицы $\|S_{12}\|$ $S_{12}(i)$ $i = \overline{1, n_1}$ вычислим $\beta(S_{12}(i))$. В результате имеем.

Обозначим $\beta(S_{12}(i)) = v$. Тогда при $v = 0$ односвязный интервал i представляет собой изолированный сегмент, образованный данным интервалом (соответствующие данные, связанные с анализируемой строкой, удаляются из матрицы $S(1,2)$);

При $v \neq 0$ существует связь между i строкой матрицы $\|S_{12}\|$ и v строками матрицы $\|S_{21}\|$. Вычисляем локальную структуру найденных на первом уровне связных сегментов с помощью следующего алгоритма.

- Инициализируем битовую строку $b_0(k)$ элементы которой равны 1, если $k = i$, или 0 в противном случае, $k = \overline{1, n_1}$,
- а также структуру первой строки выделяемого сегмента $res = b_0$.
- Сформируем битовую строку из строк матрицы $\|S_{21}\|$ по следующему правилу: $b_1 = \bigcup_{l=1}^{n_2} S_{12}(l)$ если $\beta(S_{12}(l, i)) = 1$, иначе $b_1 = \emptyset$.
- Исключим из b_1 информацию, содержащуюся в строке res , положим $res = res \cup b_1$.

При выполнении условия $b_1 = \emptyset$ формирование локальной структуры двух соседних строк сегмента завершается, в противном случае считаем, что $b_2 = b_1$, и уточняем локальную структуру анализируемого сегмента с использованием вышеописанного алгоритма.

По завершению процесса выделения локальных структур очередного сегмента проводим уточнение номеров графа G таким образом, чтобы преобразование матрицы S приводимо её к диагональному блочному виду. Тогда каждый ненулевой выделенный блок характеризует односвязный сегмент исходной матрицы U_l .

Алгоритм вычисления граничных сегментов выделенных сегментов $B_{lg} = \{B_{lg}(i)\}_{i=1}^{m(U_l)}$, наличие которых необходимо для решения проблемы поиска связных

областей в структуре матрицы $U(l)$ по найденной статистике $\{B_l(i)\}_{i=1}^{m(U_l)}$ содержит совокупность следующих известных операторов [6]

- оператора прямой свертки матрицы сегмента $B_l(i)$ с ядром связности $jac(*)$ $B_{ljac}(i) = B_l(i) \otimes jac(*)$
- вычисления матрицы граничных элементов как множества значимых элементов матрицы $B_{ljac}(i)$, не принадлежащих матрице $B_l(i)$ при поэлементном сравнении, т.е. (формально) $B_{lg}(i) = B_{ljac}(i)/B_l(i)$.

Для полного восстановления описания граничного сегмента для $B_{lg}(i)$ строится обрамляющий её прямоугольник по известному алгоритму.

Программная реализация представленных вариантов деятельности легко реализуема с использованием архитектуры параллельных вычислительных процессов в силу справедливости соотношения $U_l \cap U_k = \emptyset$ при $l \neq k$.

Формирование сегментов матрицы $U(l)$ при наличии статистик $\{B_l(i)\}_{i=1}^{m(U_l)}$ и $B_g = \{B_{lg}(i)\}_{i=1}^{m(U_l)}$ реализуется с помощью следующей рекуррентной процедуры.

Начальные условия $U(l=1) = \bigcup_{i=1}^{m(U_1)} B_1(i)$, $B_g = B_g(1)$.

В цикле по $l = \overline{2, N}$ строим граф $G(\{\{B_l(i)\}_{i=1}^{m(U_l)}, B_g\}, q)$ и его матрицу смежности. Заметим, что в качестве объектов вершин графа выступают последовательно упорядоченные элементы множеств $\{\{B_l(i)\}_{i=1}^{m(U_l)}, B_g\}$.

Уточняем структуру односвязных сегментов с учётом существования связей между объектами множеств $\{B_l(i)\}_{i=1}^{m(U_l)}$ и B_g . Обнаружение связи определяется по наличию непустых областей пересечений обрамляющим прямоугольником и структур значимых элементов булевых матриц, принадлежащих найденным областям пересечений с использованием структуры алгоритма “Выделение односвязных сегментов в структуре матрицы”. При выявлении связи между объектами классов $B_l(i)$ и $B_g(j)$ состояние объекта $B_l(i)$ корректируется с учетом структуры объекта $B_{l-1}(j)$ с использованием операции логического объединения структуры его булевой матрицы и уточнения параметров обрамляющего прямоугольника.

По завершению процесса уточнения с использованием алгоритма “Формирование сегментов границ выделенных сегментов” корректируется состояние множества B_g с учётом текущего состояния матрицы $U(l)$ и осуществляется переход к следующему значению индекса цикла.

Представление структуры изображений, формируемых в пассивных наземных системах видения

Помимо фонового излучения структура ОИ, формируемых в пассивных наземных системах атмосферного видения, включает в себя ОИ отдельных звёзд, известных (идентифицированных) космических объектов (КО) искусственного происхождения и неидентифицированных КО. В зависимости от разрешающей способности телескопов и их режимов функционирования наземного телескопа можно выделить три вида формируемых системой ОИ: ОИ отдельных КО формируемых в системах высокого разрешения, изображения звёздного неба в режиме контроля и изображения звёздного неба в режиме сопровождения идентифицированного искусственного космического объекта (КО). На следующем рисунке приведены примеры поведения введённых в работе интегральных показателей и характеристик их поведения для полученных в натуральных условиях ОИ выделенных классов, восстановленных с использованием программно реализованных алгоритмов их вычисления.

Рисунок 1. Примеры оптических изображений различного вида, их интегральных показателей и характеристик поведения: а) детальное ОИ отдельного КО; б) ОИ звёздного неба в режиме контроля; в) ОИ звёздного неба в режиме сопровождения КО.

В верхней части каждого рисунка приведены зависимости: нормированной гистограммы яркостей - красным цветом; количества выделенных связанных сегментов – синим; их суммарных периметров – зелёным; коэффициента компактности – лиловым. На графиках относительные уровни значений гистограммы яркостей отображены в форме линий гистограммы при выбранных значениях яркости, а поведение остальных показателей качества в виде непрерывных зависимостей. Характеристики приводятся на одном графике. При этом масштаб представления каждой характеристики по оси ординат выбран в соответствии с её размахом.

Отметим основные особенности, характерные для каждого вида ОИ. Структура детального ОИ КО в области малых значений яркости содержит область высоких относительных уровней яркости, количества сегментов и их периметров. При этом в области высоких значений яркости значения нормированных показателей компактности достаточно высоки, а количество односвязных сегментов порядка десяти.

ОИ звездного неба в режиме контроля содержат несколько сотен односвязных областей во всём динамическом диапазоне яркостей. При этом гистограмма яркостей в области малых значений существенно шире диаграммы, формируемой в режиме сопровождения КО, что связано с наличием на снимке ОИ существенного количества звезд с большим значением видимой звездной величины. При этом ОИ отдельных звезд близко к круговому в отличие ОИ, формируемых в режиме сопровождения КО, где они представляют собой отдельные “треки” похожей формы различной яркости.

Заметим, что изменения значения информативности на снимках различного вида существенно меньше изменения других интегральных показателей, что подтверждает целесообразность использования функционалов качества, структура которых зависит от вариаций Кронрода, при синтезе алгоритмов обработки [3,4] ОИ в прикладных целях. В частности, можно указать на задачу обнаружения неидентифицированных КО по локальным участкам ОИ, выделенных на рис.1 б, в прямоугольниках красного цвета.

Заключение

В работе введено представление однобайтового цифрового оптического изображения в виде совокупности булевых матриц, структура которых формируется по исходному ОИ и предложено его использовать при программной реализации алгоритма вычисления интегральных показателей ОИ в составе информации по Шеннону, количества связанных областей, их суммарных периметров и показателя компактности, а также характеристик их поведения как функций уровней яркости.

С использованием матрицы смежности ненаправленного графа синтезирован рациональный алгоритм выделения односвязных областей в структуре булевых матриц, формируемых по исходному ОИ при выбранных пороговых уровнях яркости.

Для трёх видов ОИ, формируемых в пассивных системах атмосферного видения, приведены примеры анализа поведения введённых показателей ОИ и характеристик их поведения.

**Работа выполнена финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) (проекты № 17-07-00127, 17-07-00157, 19-07-00197, 19-07-00225).*

1. Milyukova O.P. On Justification of Image Model. Optical Information Science and Technology (OIST97) Proc. SPIE, vol. 3348, 1997, pp. 283–289.
2. Кронрод А.С. О функциях двух переменных. // УМН. 1955. т. 5, № 1(35), С. 24–134.
3. Чочиа П.А. Двумерные вариации как средство оценивания сложности изображений. // Машинное обучение и анализ данных, 2015, Т. 1, № 11. С. 1660-1676.

4. Чочиа П.А. Оценивание сложности изображений двумерными вариациями. http://www.machinelearning.ru/wiki/images/0/04/01_ChochiaMMPR2015.pdf
5. Лавров В. В., Лучкин Р. С., Немыкин О. И., Прохоров М. Е., Рындин Ю. Г., Тюрин В. С. Методы и алгоритмы полного цикла обработки последетекторного малоконтрастного оптического изображения // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 3. С. 99–107. DOI 10.21778/2218-5453-2018-3-99-107
6. Гусева А.И., Тихомирова А.Н. Дискретная математика для информатиков и экономистов: Учебное пособие. – М.: НИЯУ МИФИ, 2010. – 280 с.
7. Павлидис Т. Алгоритмы машинной графики и обработки изображений. http://lib.alnam.ru/book_almg.php?id=2
8. Г. Буч, Д. Рамбо, А. Джекобсон. Язык UML. Руководство пользователя; пер. с англ./ - М.: ДМК Пресс, 2000, 496 с.: ил.

Паршина А.Ю., Высотин Н.А., Зимин С.Ю., Полудняков А.И.

Анализ и принятие решения по замене системы очистки

*ПКИТ (ф) ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)»
(Россия, Пенза)*

doi: 10.18411/lj-03-2019-155

idsp: ljjournal-03-2019-155

Аннотация

Для улучшения экологической ситуации, связанной с промышленной деятельностью, необходимо заниматься вопросами снижения объема отходов и сточных вод. В статье предлагается заменить распространенную устаревшую реагентную очистку стоков на перспективную электрофлотационную. Такая замена позволит сократить время на проведение очистки, вернуть очищенную воду в технологический цикл.

Ключевые слова: экология, система очистки, электрохимическое производство, сточные воды, осадок, электрофлотация

Abstract

To improve the environmental situation associated with industrial activity, it is necessary to deal with the issues of reducing the volume of waste and wastewater. The article proposes to replace the common obsolete reagent wastewater treatment with a promising electroflotation. Such a replacement will reduce the time for cleaning and return the purified water to the technological cycle.

Keywords: ecology, purification system, electrochemical production, wastewater, sediment, electroflotation

Проблемы обеспечения качественной очистки сточных вод являются актуальными для многих производств, в том числе и электрохимических [1, 2]. Рассмотрим возможность замены реагентной очистки стоков на электрофлотационную.

Реагентная очистка характеризуется большим количеством влажных отходов и невозможностью возврата очищенной воды в технологический цикл. Кроме того, при реагентной очистке происходит вторичное загрязнение сточных вод, т.к. в процессе работы производится подщелачивание, подкисление, добавление флокулянта и известкового «молока» [3, 4].

Суть реагентной очистки заключается в сборе стоков в сборник 1, куда добавляется щелочной раствор (дозатор 2) и известковое «молоко» (дозатор 3) для перевода всех металлов в нерастворимые гидроксидные или карбонатные соединения [5, с.196]. По окончании процесса отстаивания (позиция 4) осадок отфильтровывают (позиция 5) и вывозят на захоронение, а воду сбрасывают в канализацию, предварительно подкисляя до нейтральной кислотности (рис.1).

Рисунок 1-Схема реагентной очистки

Электрофлотационная очистка, хотя и дороже, однако лишена некоторых из вышеперечисленных недостатков.

Рассмотрим процесс нанесения покрытия олово-свинец. Цех, в котором расположена линия, включает в себя: служебные помещения; автооператорную линию покрытия олово-свинец; участок подготовки деталей; лабораторию; помещения для хранения реактивов и готовых изделий.

Автооператорная линия включает в себя 2 автооператора консольных, 15 ванн в которых осуществляются следующие операции:

- обезжиривание (для снятия с поверхности изделия жировых и масляных загрязнений;
- промывка горячая и, следом, холодная;
- травление, для снятия оксидной пленки с поверхности изделия;
- осветление;
- активация;
- меднение;
- нанесение сплава олово - свинец;

После каждой из вышеперечисленных операций проводятся промывки, а по окончании процесса осуществляется обработка дистиллированной водой.

Осаждения покрытий ведется из электролитов нижеследующего состава.

Меднение ведется из пирофосфатного электролита:

- медь сернокислая ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 70-90 г/л;
- калий пирофосфорнокислый 300-350г/л;
- аммоний азотнокислый (NH_4NO_3) 7-15 г/л;
- pH= 8.2-9. температура электролита 30-50 С, плотность тока 0,3-1,5 А/дм², продолжительность процесса 10 мин.

Электролит сплава олово-свинец:

- порошок оловянный - 45-60 г/л;
- свинец углекислый (в пересчете на металл)
- 20-35 г/л;
- кислота борфтористоводородная (свободная) - 80-130 г/л;
- кислота борная (свободная) - 25-40 г/л;
- клей мездровый - 3-5 г/л.

При этом, температура электролита комнатная, плотность тока 0,8-2А/дм², продолжительность процесса- 2 мин

Ванны для нанесения покрытий изготовлены из стали, футерованы пластиком, оборудованы двусторонним бортовым отсосом, двумя анодными штангами и змеевиком. Ванны имеют уклон в сторону штуцера для слива раствора. Гальваническая линия предназначена для нанесения покрытия сплавом олово-свинец с подслоем меди на стальные детали, представляющие собой угольник, которые завешиваются на подвеску с помощью специально разработанного крепежного приспособления. Для переноса детали с позиции на позицию рекомендована подвеска рамочного типа, изготовленная из латуни, диаметр стоек 30 мм, диаметр траверсов 30 мм, одновременно на подвеску завешивается 30 деталей, расположенных по 15 штук в 2 ряда. Перемещение подвески с позиции на позицию, подъем и опускание подвески производится при помощи консольного автооператора. Автооператор представляет собой механизм, включающий двигатели горизонтального и вертикального перемещения, грузозахваты, с помощью которых происходит захват подвески. К автооператорной линии подведены следующие трубопроводы:

- воды водопроводной;
- пара;
- воды дистиллированной;
- воды горячей

От линии отводятся: конденсат; сточные воды.

Таким образом, в сточных водах содержатся соединения олова, меди, свинца и разнообразные кислотные остатки.

Предлагаем для очистки этих стоков применить электрофлотационную систему. Это позволит сократить объем шлама и вернуть очищенную воду в технологический цикл (рис.2).

Суть электрофлотационной очистки сводится к тому, что из сборника кислотнo-щелочных стоков 1, жидкость насосами 2 перекачивается в реактор 3, туда же подается щелочь и флокулянт (позиции 10). После смешивания стоки попадают в электрофлотатор 5, где отделяются гидроксиды металлов, а очищенная вода поступает в емкость 6 и далее на фильтр 7. В последующем, вода поступает на доочистку, где происходит извлечение следовых концентраций ионов тяжелых металлов до региональных требований ПДК. После очистки, вода сбрасывается в канализацию, либо может быть частично возвращена в технологический цикл на повторное использование для технических нужд предприятия. Шлам подается для обезвоживания на фильтр-пресс 8. Обезвоженный шлам влажностью не более 70% вывозится на захоронение.

Рисунок 2- Электрофлотационная очистка

В результате проведенной замены значительно снижается время, затрачиваемое на проведение очистки, сокращается объем шлама, вода, полученная в результате проведенной операции, может быть повторно использована в производстве.

1. Бочкарева Л.П. Исследование особенностей развития экологического сознания учащихся старших классов // В сборнике: Экология. Производство. Общество. Человек. Сборник статей XXIX Международной научно-практической конференции. 2017. С. 16-19.
2. Казаков В.А., Виноградов О.С., Виноградова Н.А., Боклашов Н.М. Моделирование движения автооператора в целях повышения эффективности ванн улавливания // Экономика и управление 2012. №3. (77) С.120 -125.
3. Гуляева Э.Ю. Анализ и решение проблемы сокращения сточных вод электрохимических цехов // В сборнике: Лучшая студенческая статья 2017 Сборник статей X Международного научно-практического конкурса. В 2-х частях. 2017. С. 50-52.
4. Ажигитова И.Ш., Гуляева Э.Ю., Абукаев А.Р. Проблемы экономической безопасности гальванического производства // В сборнике: Приоритеты социально-экономического развития Евразийского пространства Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции. 2017. С. 10-12.
5. Казаков В.А., Виноградов О.С., Виноградова Н.А., Таранцева Б.Л. Модернизация электрохимических производств с целью снижения экологической опасности // XXI век: Итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. №5 (21). С.195-198.

Розина В.Е., Чу-Сан-да В.А.

Современные технологии устройства монолитных стыков в каркасных зданиях при отрицательных температурах

*Иркутский национальный исследовательский технический университет
(Россия, Иркутск)*

doi: 10.18411/lj-03-2019-156

idsp: ljjournal-03-2019-156

Известно, что при контакте прогреваемой бетонной смеси с поверхностями сборных конструкций наблюдается эффект термодиффузии, который состоит в миграции влаги из бетонной смеси по направлению потока тепла [2]. Результатом такого процесса является миграция жидкой фазы к поверхностям омоноличиваемых конструкций, что приводит к снижению или полному исключению адгезии. По окончании прогрева и набора прочности бетоном между поверхностями сборных конструкций и участками омоноличивания образуется прослойка жидкой фазы, которая препятствует монолитности конструкций, снижая несущую способность. Таким образом, для получения равнопрочных стыков сборных конструкций и участков омоноличивания необходимо произвести, отогрев стыкуемых элементов. Требуемая глубина отогрева зависит от температуры окружающей среды и продолжительности работ, связанных с последующими операциями по установке опалубки, размещению теплоизоляции и других процессов. До укладки бетонной смеси требуется отогреть: участки колонны выше перекрытия и ниже положения ригелей; ригели и элементы многопустотного настила.

Рассмотрим процесс отогрева ригеля. В силу того, что его сечение значительно меньше длины, в качестве модели можно принять бесконечный стержень и считать, что его концы при отрицательных температурах окружающей среды не оказывают взаимного влияния друг на друга. Передача тепловой энергии осуществляется через торец стержня. В реальных условиях необходим отогрев не только торцевых элементов ригелей, но и колонн, а также узлов размещения плит перекрытий с опорами на ригели. Это требует более сложной модели исследований. Практический прием отогрева конструктивных элементов стыков состоит в устройстве теплоизолирующих штор на пролет здания с конвективным прогревом теплогенераторами. При этом процесс отогрева должен осуществляться на стадии полностью смонтированных элементов, дополнительного армирования и установки систем электропрогрева. Такое решение позволяет в одном технологическом цикле осуществить отогрев и укладку бетонной смеси с теплоизоляцией

открытых поверхностей и прогревом до получения критической прочности бетона. Наиболее рациональным является отопгрев конструкций после проведения работ по дополнительному армированию и укладки греющих проводов. Как правило, для каркасных систем продолжительность отопгрева составляет 6...12 ч и зависит от температуры наружного воздуха и средств теплового воздействия (теплогенераторы, инфракрасные излучатели, тэны и др.) [4].

С минимальным перерывом производится укладка и уплотнение бетонной смеси с теплогидроизоляцией открытых поверхностей. Высокий модуль поверхности и малые объемы бетона омоноличивания требуют использования технологий, обеспечивающих плавный разогрев смесей со скоростью до $10\text{ }^{\circ}\text{C/ч}$, поддержание изотермического прогрева до получения 70 % прочности бетона и остывания, исключающих возникновение деструктивных процессов монолитных участков. Наиболее технологичным является прогрев бетонной смеси греющими проводами, при котором передача тепла происходит кондуктивно и все тепло, выделяемое нагревателями, передается бетонной смеси. В качестве нагревательных проводов используются стальные жилы с термостойким покрытием, выдерживающим температуру прямого воздействия до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. В последнее время нашли практическое применение неметаллические полимерные провода. Токопроводящая жила из полимерного композита закатывается в специальное полимерное покрытие с термостойкостью до $150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Это позволяет отопгревать стыкуемые элементы без опасения расплавления защитной полимерной оболочки и потери свойств изоляции [6]. Электрический расчет сводится к определению рабочего напряжения при минимально допустимой длине нагревателя и максимально допустимой для него мощности. Так, для прогрева бетонной смеси стыка колонн с ригелями сечением $30\times 30\text{ см}$ расчетная мощность составляет около 28-30 кВт/м³, что соответствует шагу проводов 4...5 см с погонной нагрузкой 40 Вт. Использование понижающих трансформаторов со ступенями от 40 до 130 В позволяет регулировать тепловую мощность проводов при изменении температуры среды. Принципиальные схемы размещения греющих проводов, отопгрева стыков сборных элементов с использованием теплогенераторов, а также продолжительность набора прочности бетона при температурах изотермического прогрева при 45, 50 и 55 $^{\circ}\text{C}$ приведены на рис. 1.

Рис. 1. Схема раскладки греющего провода. (1 – колонна, 2 – бетон омоноличивания, 3 – ригель, 4 – греющий провод, 5 – опалубка, 6 – коммутационный кабель, 7 – утеплитель)

Показано, что при температуре прогрева 55 $^{\circ}\text{C}$ продолжительность набора 70 %-й прочности составляет 24...26 ч, при 50 $^{\circ}\text{C}$ — 46...48 ч и при 40 $^{\circ}\text{C}$ — 60...65 ч. Для омоноличивания стыков целесообразно использовать модифицированные высокоподвижные бетонные смеси на мелком заполнителе. Это обеспечивает хорошую заполняемость стыков и не требует интенсивного вибрационного воздействия. При выполнении работ на захватке или секции жилого дома разрабатываются технологические карты на омоноличивание стыков, где указывается технологическая

последовательность производства работ, устанавливается трудоемкость процессов, производится расчет режимов отопления и прогрева, исходя из прогнозируемой температуры, определяются средства тепловой защиты, температурный контроль и оценка физико-механических свойств твердеющего бетона неразрушающими методами. Результаты регистрации заносятся в журнал работ и учитываются при составлении актов на скрытые работы [5]. Расчетными и экспериментальными данными установлено, что продолжительность работ по отоплению сборных конструкций узлов, бетонированию и прогреву смесей до получения критической прочности при температурах ниже $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ увеличивает время монтажа каркасов на 40...60 %. При этом в 1,5...2 раза возрастает себестоимость работ. В этих условиях целесообразно смещать монтажный цикл на период с температурами, близкими к положительным, что позволяет организовать непрерывные поточные циклы монтажа и омоноличивания, исключив вероятность получения бракованных стыков.

Рис. 2 Расчетная схема теплотерь узла сопряжения колонны и 2-х ригелей. (1 – колонна, 2 – ригель, 3 – бетон омоноличивания, 4 – опалубка)

Q_1 – поток тепла от прогреваемого бетона омоноличивания в окружающую среду через тело колонны; Q_2 – то же, через ригель; Q_3 – теплотери через ж/б стенки узла омоноличивания ригеля; Q_4 – теплотери узла омоноличивания ригеля через неопалубленную поверхность; Q_5 – теплотери узла омоноличивания колонны через неопалубленную поверхность; Q_6 – теплотери узла омоноличивания колонны через опалубку.

Расчет параметров прогрева бетона стыков омоноличивания позволил учесть теплотехнические особенности стыка, характер его утепления, температуру наружного воздуха.

В ходе эксперимента исследованы технико-экономические параметры процессов омоноличивания узлов сборно-монолитного каркаса с применением греющих проводов. Экспериментальные параметры прогрева греющими проводами узла омоноличивания колонны и 2-х ригелей с утеплением и без утепления, представлены на рисунке (рис.3).

Рис. 3. Экспериментальные параметры прогрева греющими проводами узла омоноличивания колонны и 2-х ригелей (с утеплением и без утепления) (1 – прочность бетона в утепленном стыке, 2 – то же в не утепленном; 3 – температура бетона в утепленном стыке, 4 – то же не в утепленном; 5 – мощность греющего провода в утепленном стыке, 6 – то же в не утепленном; 7 – температура наружного воздуха)

Использование греющих проводов для прогрева бетона омоноличивания позволило обеспечить подвод тепла непосредственно бетону омоноличивания в необходимом объеме на всех стадиях выдерживания бетона и дало возможность регулировать скорость подъема температуры и остывания.

1. Гмыря А.И., Коробков С.В. Технология бетонных работ в зимних условиях. Томск : Изд-во ТГАСУ, 2011. 411 с.
2. Афанасьев А.А., Селищев К.С. Технологии омоноличивания стыков при возведении каркасных зданий // Вестник МГСУ. 2010. № 4. С. 34—38.
3. Афанасьев А.А., Минаков Ю.А. Оценка тепловых полей при ускоренных методах твердения бетона в монолитном домостроении // Сб. тр. Теоретические основы строительства. М., 1999. С. 16—22.

Смирнов А.Б., Полищук М.Н.

**Новые подходы к разработке многокоординатных систем
микропозиционирования с пьезоактюаторами**

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/lj-03-2019-157

idsp: ljjournal-03-2019-157

Аннотация

Статья посвящена разработке и исследованию двухкоординатного предметного столика микроперемещений с приводом от биморфных пьезоэлектрических актюаторов (БПА). Дан анализ известных технических решений многокоординатных систем точного позиционирования для относительно больших перемещений и микроперемещений с использованием пьезоэлектрических актюаторов. Рассмотрены пути повышения качества таких устройств. Предложен двухкоординатный столик с коррекцией углового смещения, приводимый в действие тремя пакетами БПА. Приведены аналитические зависимости микроперемещений по осям X и Y от электрических напряжений, подаваемых на БПА. Рассмотрена схема системы управления двухкоординатного столика, определены параметры ее основных компонентов, включая емкостные датчики перемещений.

Приведены результаты компьютерного моделирования в среде Simulink динамической системы столика с ПИД-регулятором с учетом гистерезиса БПА. Показаны пути улучшения качества управления двухкоординатным столиком при заданной точности позиционирования.

Ключевые слова: двухкоординатный предметный столик, микроперемещение, биморфный пьезоэлектрический актюатор, система управления, емкостной датчик перемещений, ПИД-регулятор, компьютерное моделирование, точность позиционирования, быстродействие

Abstract

The article is devoted to the development and research of the two-coordinate micro-displacement stage driven by bimorph piezoelectric actuators (BPA). An analysis of the known technical solutions of multi-axis precision positioning systems for relatively large displacements and micro-movements using piezoelectric actuators is given. Considered ways to improve the quality of such devices. A two-coordinate stage with correction of angular displacement, powered by three BPA packages, is proposed. The analytical dependences of microdisplacements along the X and Y axes on the electrical voltages applied to the unit are given. A diagram of the control system of the two-coordinate stage is considered, the parameters of its main components, including capacitive displacement sensors, are determined. The results of computer modeling of the dynamic stage system are given. Showing ways to improve the control system of the two-coordinate stage. The impact of non-linearity with hysteresis by means of computer simulation in Simulink, resulting into development of block diagrams of the control system with PID controllers is investigated. Necessary requirements in terms of accuracy and performance solutions for precise positioning tasks with feedback on moving and optimal tuning PID parameters are suggested.

Keywords: operating XY-stage, micro-displacement, bimorph piezoelectric actuator, control system, capacitive sensor of movement, PID controller, computer modeling, accurate positioning, system response speed

При работе с микрообъектами широко используются микроманипуляционные системы, в состав которых обычно входят микроскоп с системой технического зрения, микроманипуляторы, многокоординатные предметные столики и вспомогательное оборудование. Исследуемый микрообъект закрепляется на предметном столике, подводится в рабочую зону микроманипулятора и фиксируется. Далее все действия с микрообъектом осуществляются одним или двумя микроманипуляторами с ручным управлением при помощи джойстиков. Такой традиционный подход к работе с микрообъектами имеет ряд недостатков, например, низкое быстродействие микроманипуляторов из-за их высокой инерционности и ограниченных функциональных возможностей. Высокая инерционность обусловлена сравнительно большими массами подвижных частей микроманипуляторов, которые обеспечивают их высокую жесткость. Ограниченные функциональные возможности манипуляторов связаны с малым (обычно не более трех) числом степеней подвижности. Повышение быстродействия и функциональных возможностей микроманипуляционных систем является актуальной задачей.

Основные методы повышения эффективности микроманипуляционных систем

В настоящее время известно несколько перспективных способов расширения функциональных возможностей и повышения быстродействия микроманипуляционных систем при сохранении их высоких точностных характеристик:

- конструктивные изменения отдельных элементов, ведущие к перераспределению их функций в системе;
- комбинированные методы, включающие конструктивные изменения, влекущие за собой изменения структуры системы управления и введение дополнительных функций.

В случае конструктивных изменений уменьшается число степеней подвижности микроманипулятора, что упрощает его конструкцию и уменьшает инерционность. Часть дополнительных функций берет на себя предметный столик. Теперь он не только подводит исследуемый микрообъект в поле зрения микроскопа и рабочую зону микроманипулятора, но также обеспечивает и точные микроперемещения объекта относительно рабочего органа микроманипулятора. Для реализации таких функциональных возможностей необходимо увеличить число степеней подвижности предметного столика в области микроперемещений. Максимальное число степеней подвижности для микроперемещений объекта, закрепленного на предметном столике, равно шести, однако в большинстве случаев достаточно иметь две или три.

При комбинированных методах применяется упрощение кинематических цепей с использованием параллельной кинематики. Это позволяет использовать мехатронные принципы построения манипуляционных систем, влекущие за собой увеличение функциональной нагрузки на систему управления. Идея состоит в том, что направление движения столика по ортогональным координатам задается не механическими направляющими, а системой управления, которая компенсирует отклонение столика от заданного направления движения.

В качестве примера использования первого способа можно рассмотреть предметный столик, который имеет по крайней мере два последовательно соединенных модуля: двух-трех координатный модуль грубых перемещений с ходом порядка 50...100 мм с точностью позиционирования $\pm 0,05$ мм и модуль точных микроперемещений с ходом 0,5...1,0 мм с точностью позиционирования порядка $\pm 0,1$ мкм (для биологических исследований клеток этого вполне достаточно). Модуль грубых перемещений может быть реализован на базе шаговых двигателей с шарико-винтовыми передачами, а модуль точных микроперемещений – на базе пьезоэлектрических актюаторов [1]. Для указанного диапазона микроперемещений столика наилучшим образом подходят биморфные пьезоэлектрические актюаторы (БПА) [2].

БПА таких фирм, как ЭЛПА (Россия), APC (США), Physik Instrumente (Германия) при размерах 40...60 мм (длина), 10...20 мм (ширина), 0,6...0,8 мм (толщина) и используемых напряжениях $\pm(80...150)$ В имеют диапазоны перемещений без нагрузки от ± 1 до ± 2 мм [3, 4, 5]. Таким образом, при относительно небольших габаритах указанные БПА могут обеспечить требуемый диапазон перемещений столика. Однако следует иметь в виду, что БПА имеют малую блокирующую силу (от 0,3 до 0,6 Н) и соответственно – низкую жесткость.

Одним из перспективных путей повышения быстродействия является уменьшение инерционности столика. В традиционных многокоординатных предметных столиках используется последовательная кинематическая цепь: на подвижной платформе с одной степенью подвижности расположен привод второй степени подвижности. На рис. 1 на корпусе устройства расположен электродвигатель М1 с шарико-винтовой передачей (ШВП), который перемещает подвижную платформу по одной оси, а на подвижной платформе расположен электродвигатель М2 с ШВП, который перемещает столик по второй оси.

Рис. 1. Предметный столик с двумя степенями подвижности и последовательной кинематической цепью: а – с шаговыми двигателями; б – с пьезоактюаторами

При такой кинематике массы подвижных частей возрастают в зависимости от количества степеней подвижности, что влечет за собой снижение быстродействия всего устройства в целом. По такой же схеме построен двухкоординатный столик микроперемещений фирмы PI, в котором в корпусе в виде рамки на упругих направляющих установлена вторая рамка [5]. Привод осуществляется при помощи двух пьезоэлектрических актюаторов.

Для повышения быстродействия двухкоординатных столиков применяют параллельные кинематические цепи. Например, в системе Twin Gantry фирмы Schneeberger (Швейцария) использованы шаговые двигатели M1 и M2, которые расположены на неподвижном основании, ШВП и шариковые направляющие (рис. 2, а) [7].

Для микроперемещений фирма PI разработала предметный столик с параллельной кинематикой (рис. 2, б). Он содержит основание в виде рамки, в котором подвижная платформа может перемещаться относительно основания по двум взаимно перпендикулярным осям и поворачиваться в плоскости столика в упругих направляющих с помощью трех монолитных пьезоактюаторов продольного типа [5]. Такое устройство имеет диапазон микроперемещений порядка десятков микрон.

Рис. 2. Предметный столик с параллельной кинематикой: а – с шаговыми двигателями (две степени подвижности); б – его общий вид; в – с монолитными пьезоактюаторами

Для повышения диапазона микроперемещений двухкоординатного столика может быть использован упругий вариант двойного параллелограмма (аналог шарнирного пантографного механизма чертежного прибора – кульмана) с двумя стержневыми пьезоактюаторами продольного типа PEA A и PEA B (рис. 3).

Рис. 3. Двухкоординатная система микроперемещений с двойным упругим пантографным механизмом: а – вид сверху, б – кинематика

Диапазон перемещений по осям X и Y удалось увеличить до 30 мкм при габаритах $40 \times 40 \times 6$ мм [8]. Однако быстродействие такой системы довольно низкое по причине большой инерционности подвижных частей и низкой жесткости.

Анализ многокоординатных систем микроперемещений показал, что использование пакетных и стержневых пьезоэлектрических актюаторов в качестве приводов перспективно, однако диапазоны микроперемещений малы для ряда задач, решаемых в биологии и микротехнике.

Предметный столик микропозиционирования с биморфными пьезоактюаторами

Для увеличения диапазона микроперемещений на порядок вместо стержневых и пакетных пьезоактюаторов целесообразно использовать БПА. Для двухкоординатного столика микроперемещений с коррекцией угла поворота предлагается устройство с тремя БПА и тремя датчиками положения (рис. 4).

Столик перемещается в плоскости XY под действием БПА вдоль осей X и Y . БПА объединены в три пакета 1, 2 и 3, на которые подаются напряжения U_1 , U_2 , U_3 (рис. 4). В каждом пакете три БПА взаимодействуют друг с другом при помощи своих выступов. Для повышения силовых характеристик и жесткости количество БПА в пакетах может быть увеличено.

Пакеты БПА 1, 2 и 3 закреплены консольно на основании и контактируют своими выступами со столиком 4. Пружина 5, выполненная, например, в виде упругого тонкого кольца, прижимает столик 4 к выступу пакета БПА 3, осуществляя тем самым силовое замыкание по оси X . Для создания силового замыкания по оси Y между столиком и основанием установлена пружина 6. На основании закреплены датчики перемещения 7, 8 и 9, которые определяют положение столика по осям X и Y , а также угловое смещение в плоскости XY .

При подаче электрических напряжений $U_1=U_2$ на пакеты БПА 1 и 2 они изгибаются и своими выступами перемещают столик 4 по оси Y вниз, сжимая пружину 6. При изменении знака напряжений U_1 и U_2 на противоположные концы пакетов БПА 1 и 2 перемещаются по оси Y вверх. За счет этого пружина 6 разжимается и перемещает столик 4 вверх. При неравном силовом воздействии пакетов БПА 1 и 2 кроме перемещения вдоль оси Y возникает поворот столика 4 на малый угол в плоскости XY . По этой причине показания датчиков 8 и 9 будут разными, и система управления скорректирует напряжения U_1 и U_2 , пока показания датчиков не сравняются. Для перемещения столика по оси X на пакет БПА 3 подается электрическое напряжение U_3 .

В предложенном устройстве столик 4 установлен на четырех тонких цилиндрических стержнях 10, расположенных по углам столика и служащих упругими направляющими (подобно упругому параллелограмму). Такое решение позволяет осуществлять плоскопараллельное движение столика 4 относительно основания вдоль

осей X и Y . Кроме этого, при несимметричной нагрузке со стороны пакетов БПА 1 и 2 столик может поворачиваться вокруг оси Z на малый угол, корректируя тем самым отклонение перемещений от направлений осей X и Y .

Статика двухкоординатного столика микроперемещений

Зависимость перемещения свободного конца одинарного БПА и пакета БПА без нагрузки от напряжения U определяется выражением [2]:

$$\xi_0 = A \cdot U, \quad (1)$$

$$\text{где } A = \frac{3}{4} \cdot \frac{d_{31} \left[\left(h_p + \frac{h_M}{2} \right)^2 - \frac{h_M^2}{4} \right] l^2}{\left[E_M s_{11}^E \frac{h_M^3}{8} + \left(h_p + \frac{h_M}{2} \right)^3 - \frac{h_M^3}{8} \right] h_p},$$

E_M – модуль упругости средней пассивной части (рессоры) БПА, s_{11}^E – податливость пьезокерамики, d_{31} – пьезомодуль, h_M и h_p – толщина рессоры и пьезоэлектрического элемента соответственно.

Зависимость силы F , развиваемой любым пакетом БПА на конце, состоящем из n БПА (в нашем случае $n=3$) при подаче напряжения U от перемещения, имеет вид

$$F = \frac{3n}{\lambda l^3} (\xi_0 - \xi),$$

где λ – податливость поперечного сечения БПА, определяемая из выражения

$$\lambda = \frac{12}{b \left\{ E_M h_M^3 + 2 \frac{h_p^3}{s_{11}^E} \left[1 + 3 \left(1 + \frac{h_M}{h_p} \right)^2 \right] \right\}},$$

где b – ширина БПА.

Чтобы восстановить первоначальное положение свободного конца БПА при подаче напряжения U , нужно приложить внешнюю блокирующую силу F_0 , которую можно найти из формулы, определяющей перемещение консольно закрепленной упругой балки [1]:

$$\xi_0 = \frac{F_0 \lambda l^3}{3}, \quad (2)$$

Из (2) получаем коэффициент жесткости одного БПА

$$C_p = \frac{F_0}{\xi_0} = \frac{3}{\lambda l^3}.$$

Для пакета, состоящего из n БПА, коэффициент жесткости можно найти по формуле

$$C_{np} = \frac{3n}{\lambda l^3}.$$

Перемещения столика по осям X , Y могут быть найдены без учета сил трения между БПА и столиком следующим образом

$$\xi_x = \frac{0,5 \xi_0}{1 + \frac{\lambda l^3 (C_1 + C_2)}{6n}}, \quad \xi_y = \frac{\xi_0}{1 + \frac{\lambda l^3 (C_1 + C_2)}{6n}}, \quad (3)$$

где C_1 – коэффициент жесткости пружин 5, 6, C_2 – коэффициент жесткости упругих направляющих 10 (рис. 4).

Необходимо заметить, что формула (3) для ξ_y справедлива, если подаваемые напряжения $U_1=U_2$. В частном случае при $U_1=U_2=U_3$ перемещение по оси X будет в два раза меньше, чем по оси Y : $\xi_x=0,5 \xi_y$. В частном случае, когда $C_1=C_2=C_p$, перемещения столика по осям X, Y равны

$$\xi_x = \frac{n \xi_0}{2(n+1)}, \quad \xi_y = \frac{n \xi_0}{n+1}. \quad (4)$$

Таким образом, по сравнению с перемещением конца свободного БПА при $n=3$ перемещение столика меньше в направлении оси X в 2,67 раза, а по оси Y – в 1,33 раза. Для БПА №40-2020 фирмы APC (США) с рабочей частью длиной 30 мм, шириной 20 мм и толщиной 0,7 мм при напряжении 150 В перемещение свободного конца БПА $\xi_0=1,1$ мм [4]. В этом случае перемещение столика по оси X $\xi_x=0,41$ мм, а перемещение по оси Y $\xi_y=0,82$ мм. Для сравнения: у фирмы PI XY-стол (P-734.2CL) имеет диапазоны перемещений 0,1 мм по обеим осям при напряжении 120 В.

Используя формулы (1) и (3) или (4), можно найти зависимости перемещений столика по осям X и Y от напряжений на пакетах БПА 1, 2, 3. Эти зависимости необходимы для формирования управляющих напряжений системой управления.

Система управления двухкоординатным столиком

Система управления (рис. 5) включает контроллер, джойстик, ЦАП и АЦП, усилители и датчики обратной связи. От промышленного компьютера (ПК) сигнал через переходник USB-COM подается на вход контроллера.

Рис. 5. Схема управления столиком

На схеме управления можно выделить три ветви (по числу БПА и соответственно степеней подвижности: перемещение по оси X , перемещение по оси Y , поворот в плоскости XY). Процессы в каждой из ветвей протекают схожим образом. Сигнал от контроллера через ЦАП и усилитель U подается на пакет БПА. Датчик D дает информацию о текущем положении по соответствующей координате в цепь обратной связи. Для перевода сигнала из аналоговой формы в цифровую используется АЦП. Сигнал от АЦП через контроллер датчика ($KД$) поступает в систему управления. При угловом отклонении столика система управления возвращает его в положение, перпендикулярное начальному положению. Это необходимо для обеспечения плоскопараллельного движения по осям X и Y с заданной точностью. С помощью джойстика, имеющего связь с контроллером, оператор управляет столиком, задавая необходимое перемещение по осям.

В качестве датчиков перемещения $D1...D3$ хорошо зарекомендовали себя емкостные датчики на базе контроллера AD7746 фирмы Analog Device [9]. В его состав входят сигма-дельта ($\Sigma-\Delta$) преобразователи емкости в цифровой код (capacitance-to-digital converter). Измеряемая емкость, которая характеризует расстояние от датчика до столика в соответствующем направлении, подключается непосредственно к входам контроллеров датчиков. Точность емкостного датчика зависит от множества факторов, одним из основных является точность преобразования аналогового сигнала в цифровой при помощи контроллера емкостного датчика AD7746, который имеет 24-разрядный АЦП. При минимальном зазоре между обкладками 0,1 мм погрешность измерения перемещения составляет $0,1 \cdot 1/2^{24} = 6,0 \cdot 10^{-9}$ мм. Стоит отметить, что аналогичные емкостные датчики перемещений фирмы PI имеют разрешение $0,4 \cdot 10^{-6}$ мм.

Для двухкоординатного столика с возможностью угловой коррекции необходимо иметь три датчика. Каждый такой емкостной датчик (рис. 6 а, б) содержит три электрода: два одинаковых по площади концентричных электрода ($S=1,0 \cdot 10^{-4}$ м²), расположенных в одной плоскости на неподвижном основании и подключенных к контроллеру датчика через АЦП, и один круглый электрод, закрепленный на подвижном столике и имеющий диаметр несколько больший, чем диаметр ответной части.

Рис. 6. Емкостной датчик положения столика: а – положение электродов датчика на столике, б – вид на кольцевые электроды со стороны столика

Этот электрод не подключен к электрической цепи. Таким образом, три указанных электрода образуют последовательное соединение двух емкостей C_1 и C_2 .

Так как площади концентрических электродов равны, то $C_1=C_2$, а суммарная емкость последовательного соединения в таком случае:

$$C_{\Sigma} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{C}{2} = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot S}{2 \cdot h} = \frac{1,8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 10^{-4}}{2 \cdot h} = \frac{4,425 \cdot 10^{-16}}{h} \text{ Ф},$$

где ε_0 – диэлектрическая проницаемость (для вакуума $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м); ε – относительная диэлектрическая проницаемость среды (для воздуха $\varepsilon = 1$); h – расстояние между обкладками конденсатора, м.

По условиям работоспособности контроллера AD7746 емкость датчика $C_{\Sigma \max}$ должна быть менее $4 \cdot 10^{-12} \Phi$, тогда

$$h_{\min} = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{2 C_{\Sigma \max}} = \frac{1,8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 4 \cdot 10^{-12}} = 0,106 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Для диапазона перемещения столика 0,5 мм, максимальное расстояние между обкладками $h_{\max}$ определяется выражением

$$h_{\max} = h_{\min} + 0,5 \cdot 10^{-3} = 0,606 \cdot 10^{-3} \text{ м ,}$$

тогда

$$C_{\min} = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot S}{2 \cdot h_{\max}} = \frac{1,8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 0,6 \cdot 10^{-3}} = 0,738 \cdot 10^{-12} \Phi ,$$

что удовлетворяет требованиям контроллера.

Таким образом, для указанных размеров электродов датчика минимальный зазор между ними должен составлять не менее 0,1 мм.

Для системы управления предложен контроллер DS1104 R&D фирмы dSPACE [10] с 16-разрядным АЦП и 16-разрядным ЦАП, а также четыре высоковольтных усилителя 601С фирмы TREK [11] (стабилизированный по постоянному току высоковольтный усилитель мощности), обеспечивающие прецизионное управление выходным напряжением, подаваемым на БПА, в диапазоне от 0 до ± 300 В.

Для повышения качества управления столиком, как в ручном, так и в автоматическом режиме, в управляющие цепи вводят ПИД-регулятор и обратные связи по положению [12,...15]. Быстродействие рассматриваемой системы составляет 0,15...0,3 с, что не всегда удовлетворяет требованиям оперативности.

Одним из факторов, влияющих на работу системы, является нелинейная зависимость перемещения от управляющего напряжения, характеризующаяся гистерезисом. Эта зависимость определяется экспериментально и вводится в динамическую модель столика в виде двух ветвей гистерезиса, аппроксимированных полиномами третьей степени. Улучшить динамику системы можно, форсировав переходный процесс путем добавления к управляющему напряжению от ПИД-регулятора дополнительной уставки, вычисляемой в зависимости от положения требуемой точки позиционирования. Для повышения быстродействия системы можно отключить управление по рассогласованию в момент, когда погрешность позиционирования e станет меньше допустимой величины например, при $|e| < 0,1$ мкм [16]. Для проверки этих возможностей было выполнено компьютерное моделирование работы столика. Модель системы в *Simulink* показана на рис. 7, а графики переходных процессов – на рис. 8.

Рис. 7. Модель системы в *Simulink* с дополнительной уставкой и отключением ПИД-регулятора при входе в зону позиционирования [16]

Рис. 8. Зависимость перемещения (м) от времени (с) в шаговом режиме: а – без обратных связей; б – с обратной связью; в – с обратной связью и уставкой

Анализ показал, что управление с обратной связью по положению и ПИД-регулятором позволяет избавиться от перерегулирования и свести к нулю установившуюся статическую ошибку. При подобранных при помощи программного блока *Signal Constraint* коэффициентах усиления можно обеспечить поведение системы близким по характеру к апериодическому. Следствием такого способа управления является улучшение быстродействия системы в 6 раз. При этом время переходного процесса составляет 0,05 с, что является хорошим результатом настройки системы управления.

Заключение

Создание двухкоординатных операционных столиков на базе биморфных пьезоэлектрических актюаторов с параллельной кинематикой является реальной и выполнимой задачей. По сравнению с аналогичными по размерам столиками известных производителей диапазон перемещений увеличивается в 4...8 раз.

Предлагаемый двухкоординатный столик имеет более простое и дешевое конструктивное решение по сравнению с известными прототипами. Замена шариковых опор на упругие направляющие позволяет снизить нежелательный эффект сил трения.

Приведенный способ организации управления путем добавки к управляющему напряжению от ПИД-регулятора дополнительной уставки, зависящей от заданной точности позиционирования, и отключения управления по рассогласованию в момент, когда погрешность позиционирования станет меньше допустимой величины, позволяет существенно увеличить быстродействие при заданной точности позиционирования столика.

Для достижения точности позиционирования столика порядка десятых долей микрометров обосновано применение емкостных датчиков с преобразователями емкости в цифровой код.

1. Никольский А.А. Точные двухканальные следящие электроприводы с пьезокомпенсаторами. М.: Энергоатомиздат, 1988. 160 с.
2. Смирнов А.Б. Элементная база автоматических машин и оборудования. Мехатронные модули микроперемещений технологических машин: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 172 с. URL: <http://elibr.spbstu.ru/dl/2/3878.pdf/view> (дата обращения 11.03.2019).
3. Сайт АО НИИ ЭЛПА URL: <https://www.elpapiezo.ru/> (дата обращения 11.03.2019)
4. Сайт компании APC URL: <https://www.americanpiezo.com> (дата обращения 11.01.2018).
5. Сайт компании Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG. URL: <http://www.physikinstrumente.com/products.html> (дата обращения 11.01.2018).
6. Сайт фирмы Jiangxi Liansheng Technolog. URL: <http://jxlslkj.en.made-in-china.com> (дата обращения 11.03.2019).
7. Сайт фирмы Schneeberger. URL: <https://www.schneeberger.com/ru> (дата обращения 11.03.2019).
8. Cas J., Skorc G., Safaric, R. Neural network position control of XY piezo actuator stage by visual feedback. Neural Computing and Applications. October 2010, Vol.19, Issue 7, pp 1043–1055.

9. Сайт фирмы Analog Device. URL: <http://www.analog.com/ru/products/analog-to-digital-converters/integrated-special-purpose-converters/capacitive-to-digital-and-touch-screen-controllers/ad7746.html#product-overview> (дата обращения 11.03.2019).
10. Сайт фирмы dSPACE. URL: <https://www.dspspace.com/en/pub/home/products/hw/singbord/ds1104.cfm> (дата обращения 11.03.2019).
11. Сайт фирмы TREK. URL: http://www.perel-russia.ru/catalog/usiliteli_do_5_kv_2/601c (дата обращения 11.03.2019).
12. Fang-Jung Shiou et al: Development of a real-time closed-loop micro-/nano-positioning system embedded with a capacitive sensor, 2010 Meas. Sci. Tech-nol. 21 054007. URL: <http://iopscience.iop.org/0957-0233/21/5/054007/> (дата обращения 11.01.2018).
13. Ravi Kant Jain, SomajyotiMajumder, BhaskarGhosh: Design and analysis of piezoelectric ac-tuator for micro gripper // International Journal of Mechanics and Materials in Design. Septem-ber 2015, Volume 11, Issue 3, pp. 253 – 276.
14. Yangmin Li, Qingsong Xu: Development and Assessment of a Novel Decou-pled XY Parallel Micropositioning Platform // IEEE/AsmeTransactions On Mechatronics, Vol. 15, No. 1, Febru-ary 2010. pp. 125 – 135.
15. Борисевич А.В., Гедько П.Ю., Смирнов А.Б. Микроробот на базе сфери-ческого шарнира с пьезоприводом//Научно-технические ведомости СПбГПУ. Наука и образование. 4(110)/2010. С. 116 – 124.
16. Смирнов А.Б., Зиеп Хоанг Фи, Полищук М.Н. Компьютерное моделиро-вание двухкоординатного столика с пьезоэлектрическими актюаторами // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 1(238) /2016. С. 172 – 182.

Тускаева З.Р., Карибов К.В.

Сметная стоимость как основной экономический инструмент, используемый в строительстве

*Северо – Кавказский горно – металлургический институт (государственный технологический университет)
(Россия, Владикавказ)*

doi: 10.18411/lj-03-2019-158

idsp: ljjournal-03-2019-158

Аннотация

В статье рассматриваются особенности, основные принципы и методы составления сметной документации. Раскрыты ключевые проблемы ценообразования и роль сметной стоимости на разных этапах жизненного цикла.

Ключевые слова: экономика, строительство, ценообразование, смета, стоимость, нормативные документы.

Abstract

The article discusses the features, basic principles and methods of budgeting. The key problems of pricing and the role of estimated cost at different stages of the life cycle are revealed.

Keywords: economics, building, pricing, estimate, the cost, normative document.

Экономика – это наука, которая занимается распределением ограниченных ресурсов между неограниченными потребностями. Распределение осуществляется посредством установления цен. Цена на строительную продукцию определяется сметой, которая является основой договорных отношений. Таким образом, можно утверждать, что определение сметной стоимости в экономике строительства играет особую роль. Это связано в первую очередь и с тем, что строительному рынку присуща некоторая особенность: образование цены того или иного объекта и конкуренция происходят в момент проведения подрядных торгов, а не во время продажи.

Сметная документация изначально составляется на стадии «проект», но уточняется и используется и на других этапах жизненного цикла объекта.

Большинству участников строительства необходима сметная оценка, например:

- 1) инвестору важна приблизительная оценка эффективности использования средств и планирования инвестиций (эти вложения можно определить на основе укрупненных нормативов цены строительства (НЦС) или объектов аналогов);
- 2) банк имеет возможность проводить личную оценку размера вложений для определения риска долговременного кредитования;
- 3) органы экспертизы выполняют обязательную проверку сметной стоимости строительства в том случае, если в инвестициях участвуют бюджетные средства [3, с. 210, 211];
- 4) сметные расчеты выполняются при составлении дополнительных соглашений и актов выполнения работ в ходе строительства [3, с. 211];
- 5) эксплуатирующие организации должны иметь сметные расчеты при ремонте, реконструкции и модернизации в течение всего периода эксплуатации объекта [3, с. 211].

Роль сметного дела представляется важной потому, что сметная стоимость является инструментом управления стоимостью, позволяет отслеживать реальные расходы и затраты ресурсов подрядных организаций, особенно в условиях дефицита денежных средств.

Основной проблемой при оценке стоимости объекта является тот факт, что составляемая смета не всегда отражает реальное положение дел (т. е. является приблизительной) из – за следующих факторов:

- 1) экономических особенностей отрасли (использованием подрядной формы организации работ; длительностью производственных процессов; большой номенклатурой работ, используемых материалов, изделий и конструкций);
- 2) сложного характера некоторых объектов;
- 3) принципа усреднения, на основе которого были созданы сметные нормативы;
- 4) применения индексов пересчета к строительно – монтажным работам (СМР) по федеральным округам в разрезе отраслей народного хозяйства, которые тоже являются достаточно усредненными;
- 5) форс – мажорных обстоятельств;
- 6) преждевременного определения стоимости объекта задолго до начала строительства и др.

Если рыночная цена формируется под воздействием определенных экономических законов (например, спроса и предложения), то сметная – это нормативная цена, определяемая на основе проекта (рабочих чертежей, спецификаций, ведомостей объемов работ), сметных норм, расценок и других данных, поэтому особые требования предъявляются к качеству и детализации проектной документации в строительстве, которая является основой для последующей разработки сметной документации. Как правило, сметная цена формируется на основании методической литературы, которая определяет правила счета, методики, рекомендации и нормы, имеющие теоретическое обоснование (методические документы в строительстве «МДС», руководящие документы в строительстве «РДС», государственные сметные нормативы «ГСН»).

Базовым документом для определения стоимости строительства является МДС 81-35.2004 (Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации). В соответствии с этим документом сметные нормативы – это обобщенное название комплекса сметных норм, расценок и цен, объединяемых в отдельные сборники [4, с. 3]. Вместе с правилами и положениями, содержащими в себе необходимые требования, они служат основой для определения сметной стоимости строительства [4, с. 3]. Под сметной нормой рассматривается совокупность ресурсов

(затрат труда работников строительства, времени работы строительных машин, потребности в материалах, изделиях и конструкциях и т.п.), установленная на принятый измеритель строительных, монтажных или других работ [4, с. 3].

Главной функцией сметных норм является определение нормативного количества ресурсов, минимально необходимых и достаточных для выполнения соответствующего вида работ, как основы для последующего перехода к стоимостным показателям [4, с. 3].

Для определения стоимости строительства в настоящее время применяются:

- 1) Государственные сметные нормативы (ГСН);
- 2) Территориальные сметные нормативы (ТСН);
- 3) Отраслевые сметные нормативы (ОСН);
- 4) Фирменные сметные нормативы (ФСН);
- 5) Индивидуальные сметные нормативы (ИСН).

Из практического опыта следует выделить то, что нельзя в одной смете использовать нормативы различных уровней.

Сметные расчеты выполняются полностью или частично, приближенно или более точно, с применением различных исходных данных и методов расчета [3, с. 211]. Сметные нормы и методические документы с одной стороны носят рекомендательный характер, а с другой являются обязательными, если речь идет о финансировании объектов за счет средств федеральных, региональных и местных бюджетов. Существуют различные компьютерные программы для определения сметной стоимости строительства, благодаря которым можно экономить самый важный ресурс специалиста сметчика – время. Составление смет – это заключительный этап при проектировании объекта, в связи с этим использование программных комплексов является лучшим и необходимым инструментом при подсчете цены строительства.

В МДС 81-35.2004 при производстве стоимостных расчетов предусматривается использование различных методов:

- ресурсного;
- ресурсно – индексного;
- базисно – индексного;
- на основе банка данных о стоимости ранее построенных или запроектированных объектов – аналогов.

Ресурсный – наиболее точный метод. Предполагает составление ресурсной ведомости и на ее базе локальной ресурсной сметы. Очень трудоемкий метод. Расчет ведется в текущих на момент составления ценах. В условиях постоянного роста цен на ресурсы строительства нужно постоянно пересчитывать ресурсные сметы, что является крайне трудоемким процессом [1, с. 154]. Рекомендуется для работ с небольшой продолжительностью (например, длительностью не более 1 месяца).

Ресурсно – индексный аналогичен ресурсному, однако расчет ведется в базовом уровне цен. Перевод осуществляется посредством умножения на индекс изменения стоимости строительства, ежеквартально разрабатываемый Минстроем РФ.

Базисно – индексный предполагает использование единичных расценок различного уровня (ФЕР, ТЕР, ОЕР). Относительно прост в расчетах, однако неинформативен. Расчет ведется в базовом уровне цен. Данный метод приближает стоимость строительства к оптимальному уровню, поэтому именно этот метод получил наибольшее распространение.

Базисные цены – это средние сметные цены на 01.01.2000 г, которые являются основанием для разработки федеральной и территориальной сметно – нормативной базы ценообразования в строительстве.

Текущие цены – это сметные цены, взятые на определенный текущий момент времени.

Для пересчета базисной стоимости в текущие (прогнозные) цены могут применяться индексы:

- к статьям прямых затрат (на комплекс или по видам строительно-монтажных работ);
- к итогам прямых затрат или полной сметной стоимости (по видам строительно-монтажных работ, а также по отраслям народного хозяйства) [4, с. 12].

Сборники индексов пересчета по видам работ и элементам прямых затрат выпускает ежемесячно региональный центр ценообразования в строительстве (РЦЦС) для ТЕР-2001. При расчете с использованием индексов 1 типа считается, что стоимость работ определяется с большей точностью, чем при применении индексов пересчета 2 типа.

В сборниках индексов пересчета к СМР по федеральным округам публикуют индексы на оборудование, прочие работы и затраты. Выходят один раз в квартал. Данные индексы применяются к ФЕР (ТЕР) и зависят от объекта строительства.

Метод аналогий предполагает определение стоимости в соответствии с информацией о ранее построенных или запроектированных объектов с аналогичными характеристиками. Может использоваться только инвесторами. Очень эффективен на ранних стадиях осуществления инвестиционного проекта.

В связи с экономическими особенностями, которые были рассмотрены ранее, в сметных расчетах обычно предусматривается резерв средств на непредвиденные затраты, который расходуется при возникновении каких – либо дополнительных работ. Он определяется в размере не более 2% для объектов социальной сферы, не более 3% для объектов производственного назначения и до 10% для уникальных и особо сложных объектов строительства по согласованию с заказчиком (соответствующим уполномоченным федеральным органом исполнительной власти в области строительства).

Подводя итоги, можно отметить, что проблемы в системе ценообразования в большей степени объясняются ее особенностями. Строительный объект является сложной динамической системой, подверженной самым разнообразным изменениям в ходе жизненного цикла [3, с.213]. Исходя из вышесказанного можно говорить о том, что те механизмы и инструменты ценообразования, которые мы имеем, не гарантируют полного соответствия сметной стоимости и реальным затратах на создание строительного объекта, но желательно, чтобы степень соответствия была выше. Таким образом, на любом этапе жизненного цикла добиться абсолютной точности определения цены строительства не представляется возможным, даже имея совершенные методы составления смет, высокий профессионализм инженеров – сметчиков, компьютерные программы. Однако, можно в полной мере утверждать, что составление сметной документации, которое во многом основано на традиционных методах и подходах – это необходимый инструмент регулирования и определения финансовых вложений в строительство.

1. Гумба, Х. М. Ценообразование и сметное дело в строительстве: учеб. пособие для академического бакалавриата / Х. М. Гумба, Е. Е. Ермолаев, С. С. Уварова, С. В. Беляева, В. А. Власенко, Е. Н. Жугаева; под общ. ред. Х. М. Гумбы. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт; ИД Юрайт, 2016. – 372 с. – Серия: Бакалавр. Академический курс.
2. Ардинов В., Барановская Н., Курочкин А. Сметное дело в строительстве. Самоучитель. 3 – е изд., перераб. и доп. – СПб.: Питер, 2016. – 512 с.: ил. – (Серия «Строительный бизнес»).
3. Павлов, А. С. Экономика строительства. В 2 ч. Ч. 1: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. С. Павлов. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 314 с. – (Серия: Бакалавр и магистр. Академический курс).
4. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации, (МДС 81-35.2004) (Госстрой России) Москва, 2004.
5. Ермолаев, Е. Е. Ценообразование и сметное нормирование в строительстве / Е. Е. Ермолаев, С. Б. Сборщиков, Н. М. Шумейко. – М., 2014.
6. Тусаева З. Р., Хадонов З. М. Особенности сметно-нормативной базы 2001 года / Сборник научных трудов СОО АНВШ РФ. – Владикавказ, 2005, № 2 (том 2).

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

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

doi: 10.18411/lj-03-2019-159

idsp: ljournal-03-2019-159

Abstract

The calculating mathematical apparatus of the magnetoelectric induction generator with change of the magnetic flux value direction has been designed. The algorithm, calculating mathematical expressions, the main characteristics and principals of choosing the working points are presented.

Keywords: induction, generator, voltage, autonomous, permanent magnet, winding, characteristic, working point.

Аннотация

Разработан расчетный математический аппарат с изменением величины магнитного потока магнитоэлектрического индукционного генератора. Представлен алгоритм расчета, математические выражения и принципы определения основных характеристик и рабочих точек.

Ключевые слова: индукция, генератор, напряжение, автономный, постоянный магнит, обмотка, характеристика, рабочая точка.

Problem settings and method justification

The structure, working principals, analyzes of the magnetic chain, and the characteristics of the magnetic system of the magnetoelectric induction generator (MIG) with change of the magnetic flux value are presented in the article «Research of the magnetoelectric induction generator with the change of the magnetic flux value (2-I)» (later «(2-I)»), which will be published in the February release of the journal.

For designing the calculation algorithm of MIG system corresponding literature was used [1-5].

The following permissions were made for this MIG system:

- the material of the magnetic wire is not saturated,
- the losses conditioned by the storm flux are not taken into account,
- the material of the PM is homogeneous, is magnitized in corresponding field with corresponding axis until its saturated, and stabilization is done,
- the presence of short circuit in IW is excluded.

For the calculation fo the MIG the following main data was accepted as initial:

- the brand of the PM,
- length of the PM, ℓ_{PM} ,
- width of the PM, a_{PM} ,
- thickness of the PM, b_{PM} ,
- value of the voltage amplitude of the load, U_ℓ ,
- resistance of the load, R_ℓ ,
- the length of the IW's window, ℓ_{IW} ,
- the height of the IW's window, h_{IW} .

The progress of the calculation

1. Using the directory the following parameters of the PM are registered:

- the coerced force, H_c ,

— the residual induction, B_r ,

— the maximum value of the magnetic energy, $(HB)_m$.

2. The convexity coefficient of the PM material is determined

$$\vartheta_b = \frac{(BH)_m}{H_c \cdot B_r}. \quad (1)$$

3. The $B(-H)$ characteristics of the PM is built on the coordinate axis plane according to the following expression («2-I» Fig. 6)

$$B_i = B_r \frac{H_c - H_i}{H_c - \vartheta_b H_i}, \quad (2)$$

where H_i values are in range from 0 to H_c .

4. The $W(B)$ characteristic of the PM's useful magnetic energy is constructed according to the following expression («2-I» Fig. 6)

$$W = \frac{B_i H_i}{2}, \quad (3)$$

where the values of B_i are in the range of 0 ... B_r , but the values of H_i values are determined by $B(-H)$ curve corresponding to the value of B_i .

5. On the PM's $B(-H)$ characteristic from the values of H_c and B_r perpendicular lines are taken and O' point of the intersection is marked. Then points O and O' are connected, A_m is the intersection of this line and the characteristics $B(-H)$, and characterizes the maximum value of the PM's magnetic energy.

«2-I» Fig. 6 shows the graphical connection between A_m and $W(B)$.

6. The m_f penetration coefficient of PM's form is determined.

The m_f penetration of PM's form having rectangular cross section, is determined in the following way

$$m_f = 1,7 \frac{\left(1 + \frac{a_{PM}}{b_{PM}}\right)^2 \cdot \ell_{PM}}{\frac{a_{PM}}{b_{PM}} \cdot P_{PM}} \left(1,5 + \frac{\ell_{PM}}{P_{PM}}\right), \quad (4)$$

where $P_{PM} = 2(a_{PM} + b_{PM})$.

7. Separately determining the parameters of the PM. A ray under α_1 angle is taken from the point O until it intersects $B(-H)$ in the point $A_1(H_1, B_1)$, the coordinates of which characterize the working parameters of the PM («2-I» Fig. 6).

The value of α_1 angle is determined by the following expression

$$\alpha_1 = \arctg \mu_0 \frac{m_f}{k_m}, \quad (5)$$

where k_m is the scale coefficient of the built description.

8. The return line of the PM's description is built, that's why the return line coefficient is determined

$$\rho_r = \frac{B_r}{H_c} (1 - \vartheta_b). \quad (6)$$

The return line is drawn from the point A_1 under β angle, the value of which is determined as follows («2-I» Fig. 6)

$$\beta = \arctg \frac{\rho_r}{k_m}. \quad (7)$$

9. The magnetic resistance of the air volume between the nachor and the magnetic wire is determined (Fig.1)

$$R'_0 = \frac{\ell_n \frac{r_m}{r_a}}{\mu_0 2\pi h_m}, \quad (8)$$

$$R_0 = 2R'_0, \quad \Lambda_0 = \frac{1}{R_0}. \quad (9)$$

Fig. 1. Letter notations of the MIG's magnetic wire in anchor's stretched position

10. The coordinates of PM's working point inside MIG's system are determined, when the anchor is in stretched position.

When inserting the PM into the magnetic wire the working point of the PM moves by the return line occupying a new $A_2(H_2, B_2)$ working position, to determine which a ray is taken from 0 origin with α_2 angle to intersection point with return line («2-I» Fig. 6). The α_2 angle is calculated in the following way

$$\alpha_2 = \arctg \left(\frac{\ell_{PM}}{S_{PM}} \Lambda_0 \frac{1}{k_m} \right). \quad (10)$$

11. By sketching the graph the coordinates of PM's working point A_2 are determined: H_2, B_2 .

12. PM's H_{fc2} fake coercive force is determined

$$H_{fc2} = \frac{B_2}{\rho_h} + H_2. \quad (11)$$

13. PM's fake F_{f2} value of MMF is determined

$$F_{f2} = H_{fc2} \ell_{PM}. \quad (12)$$

14. PM's magnetic resistance is determined

$$R_{PM} = \frac{\ell_{PM}}{\rho_f \cdot S_{PM}}. \quad (13)$$

15. The resistance of the magnetic chain is determined

$$R_{\Sigma 1} = R_0 + R_{PM}. \quad (14)$$

16. The value of the magnetic flux in the anchor is determined

$$\Phi_1 = \frac{F_{f2}}{R_{\Sigma 1}}. \quad (15)$$

17. Magnetic conductivity of the air gap in anchor's upper position is determined, considering the structure of the anchor as being a crossed cone and the air volume conditioned by r_0 (Fig. 2)

$$\Lambda'_\delta \approx \mu_0 \left[d_a \left(\frac{\pi d_a}{4 \delta \sin^2 \gamma} + 0,75 - \frac{0,157}{\sin^2 \gamma} \right) - \frac{S_0}{\delta} \right], \quad (16)$$

$$\Lambda_\delta = \frac{\Lambda'_\delta}{2}, \quad R_\delta = \frac{1}{\Lambda_\delta}. \quad (17)$$

Fig. 2. The letter notations of MIG's magnetic wire in anchor's upper position

18. R_{bm} Magnetic resistance between the magnetic wires is determined

$$R_{bm} = \frac{\ell_{PM}}{\mu_0 S_{sm}}, \quad (18)$$

where S_{sm} is the surface of the cover of the magnetic wire.

19. Resistance and conductivity of the magnetic chain is determined («2-I» Fig. 5)

$$R_{\Sigma 2} = \frac{(R_0 + R_{\delta 2}) R_{bm}}{R_0 + R_{\delta 2} + R_{bm}}, \quad (19)$$

$$\Lambda_{\Sigma 2} = \frac{1}{R_{\Sigma 2}}. \quad (20)$$

20. The coordinates of PM's working point inside MIG's system are determined, when the anchor is in upper position.

When anchor moves upwards the working point of the PM moves by the return line occupying a new $A_3(H_3, B_3)$ working position, to determine which a ray is taken from 0 origin with α_3 angle to intersection point with return line («2-I» Fig. 6). The α_3 angle is calculated in the following way

$$\alpha_3 = \arctg\left(\frac{\ell_{PM}}{S_{PM}} \Lambda_{\Sigma 2} \frac{1}{k_m}\right). \quad (21)$$

If $\alpha_3 \leq \alpha_1$, then we can assume that $\alpha_3 = \alpha_1$, hence $H_3 = H_1, B_3 = B_1$.

If $\alpha_3 > \alpha_1$, then H_3, B_3 coordinates of A_3 's working point are determined by graph sketching.

21. PM's H_{fc} fake coercive force is determined

$$H_{fc3} = \frac{B_3}{\rho_h} + H_3. \quad (22)$$

22. PM's fake F_{f2} value of MMF is determined

$$F_{f2} = H_{fc3} \ell_{PM}. \quad (23)$$

23. Resistance of the magnetic chain is determined

$$R_{\Sigma 3} = R_{\Sigma 2} + R_{PM}. \quad (24)$$

24. Total value of the magnetic flux is determined

$$\Phi_2 = \frac{F_{f2}}{R_{\Sigma 3}}. \quad (25)$$

25. Total value of magnetic fluxes fully or partially included in the IW is determined

$$\Phi_2' = \frac{R_{bm} \Phi_2}{R_2 + R_{bm}}, \quad (26)$$

$$\Phi_2'' = \Phi_2 - \Phi_2', \quad (27)$$

$$\Phi_{\Sigma 2} = \Phi_2' + 0,5 \Phi_2''. \quad (28)$$

26. Total value of the magnetic flux inducing EMF in the IW is determined

$$\Delta \Phi = 2(\Phi_1 - \Phi_{\Sigma 2}). \quad (29)$$

27. Approximate value of the EMF in the IW is determined

$$e_{IW} = k U_{\ell} = (1 + \Delta_{ss}) U_{\ell}, \quad (30)$$

where k is a coefficient which measures the dispersing fluxes and the decline amount of the voltage on the inner resistance of the IW, $k=1, 1 \div 2$, Δ_{ss} is the size of a step.

28. The number of the IW's spirals is

$$w = \frac{e_{IW} \Delta t}{\Delta \Phi}. \quad (31)$$

29. The d_w diameter of IW's copper wire is determined

$$d_w' \leq \sqrt{\frac{4 \cdot k_f \cdot h_{IW} \cdot \ell_{IW}}{\pi \cdot w}}, \quad (32)$$

where k_f is the filling coefficient of the IW.

Using corresponding literature the value of d_w is standardized and the values of S_w surface of the wire and Δ_{is} width of the isolating layer are recorded according to the type of the wire.

30. Active resistance of the IW is determined

$$r_{IW} = \rho_t \frac{\ell_{av} \cdot w}{S_w}, \quad (33)$$

where ℓ_{av} is the length of IW's average spiral, $\ell_{av} = \pi(d_a + h_{IW} + \delta_0)$.

31. The value of the current in the IW-load chain is determined by

$$I_c = \frac{e_{iw}}{r_{IW} + R_\ell}. \quad (34)$$

32. The following condition is checked

$$\varepsilon \leq \frac{I_c}{I_\ell}, \quad (35)$$

where I_ℓ is the current passing through the load $I_\ell = U/R_\ell$, ε is the relative deviation.

If the condition (35) is not true, the value of k must be changed.

33. The placement condition of the spirals in the IW's window is checked

$$S = \ell_{IW} h_{IW} \geq \frac{\pi(d_w + \Delta_{iz})^2 w}{4k_f}, \quad (36)$$

where k_f is the folding coefficient of the IW according to d_w .

If the condition (36) is not true, the values of k or d_w must be changed.

34. The calculating power of the load is determined

$$P_{c\ell} = I_c^2 R_\ell. \quad (37)$$

35. The energy conversion efficiency of the MIG is determined

$$\eta = \frac{R_\ell}{r_{IW} + R_\ell}. \quad (38)$$

The results of the research

For the calculation for the MIG the following main data was accepted as initial: the brand of the PM ЮН14ДК24, $H_c = 48 \cdot 10^3 A/m$, $B_r = 1,2T$, $(BH)_m = 36 \cdot 10^3 J/m^3$, $\ell_{PM} = 22mm$, $a_{PM} = 1mm$, $b_{PM} = 23mm$, $U_\ell = 4V$, $R_\ell = 2\Omega$, $\ell_{IW} = 22mm$, $h_{IW} = 8mm$, the sample values had the following values $\Delta t = 5 \cdot 10^{-3}s$, $\Delta_{ss} = 0,1$, $\varepsilon = 1,1$.

The results of calculation: $e_{IW} = 5,2V$, $w = 140$, $d_w = 0,86mm$, $r_{IW} = 0,3\Omega$, $I_{c\ell} = 2,26A$, $\eta = 87\%$, $P_{c\ell} = 10,2Watt$.

Conclusion

The calculating algorithm and mathematical apparatus of the MIG with change of the magnetic flux direction enable development of computer calculating algorithm and software, the usage of which will bring development of MIG's structure by changing the brand of PM's material, the diameter of IW's wire, and the number of the spirals. It is applicable in educational, engineering, scientific and research processes.

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

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

1. Буткевич Г.В., Дектярь В.Г., Сливинская А.Г. Задачник по электрическим аппаратам.- М.: Высшая школа, 1987.- 232 с.
2. Оганесян А.Т. Первичный индукционный преобразователь с постоянным магнитом // Известия вузов. Электромеханика.- 2012.-Т. 5.- С. 46-47.
3. Novhannisyanyan A.T., Qrmoyan N.M., Arzanyan R.G., Khachatryan V.H., Azatyan R.G. The calculation algorithm of the magnetoelectric induction generator with the change of the magnetic flux direction (II) // «Тенденции развития науки и образования», Январь, 2019, №46, Часть 6.- С. 45-48.
4. Сливинская А.Г. Электромагниты и постоянные магниты.- М.: Энергия, 1972.- 248 с.
5. Соболев С.Н. Расчет и конструирование низковольтной электрической аппаратуры.- М.: Высшая школа, 1981.- 224 с.

Научный журнал

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
№48, 03.2019

Март 2019 г.
Часть 7

SPLN 001-000001-0430-LJ

Подписано в печать 20.05.2019. Тираж 400 экз.
Формат.60х841/16. Объем уч.-изд. л.5,52
Бумага офсетная. Печать оперативная.
Отпечатано в типографии НИЦ «Л-Журнал»
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович