

ISSN 2072-0297



МОЛОДОЙ[®] УЧЁНЫЙ

международный научный журнал



5

2017
Часть I

16+

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал

Выходит еженедельно

№ 5 (139) / 2017

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г.

Журнал входит в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на платформе eLibrary.ru.

Журнал включен в международный каталог периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory».

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)

Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)

Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)

Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)

Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)

Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)

Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)

Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)

Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)

Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)

Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)

Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)

Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)

Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)

Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)

Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, кандидат педагогических наук, заместитель директора (Узбекистан)

Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)

Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)

Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)

Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)

Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)

Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)

Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)

Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)

Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)

Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)

Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)

Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)

Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)

Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)

Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)

Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)

Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Галина Анатольевна

Ответственные редакторы: Осянина Екатерина Игоревна, Вейса Людмила Николаевна

Художник: Шишков Евгений Анатольевич

Верстка: Бурьянов Павел Яковлевич, Голубцов Максим Владимирович, Майер Ольга Вячеславовна

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; http://www.moluch.ru/.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 22.02.2017. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

На обложке изображен незаурядный российский ученый, «Международный человек тысячелетия» (по признанию Биографического общества Кембриджского университета), почетный гражданин города Новосибирска, академик Российской академии медицинских наук, доктор медицинских наук, профессор *Влаиль Петрович Казначеев*.

Родился Влаиль Петрович в Томске 17 июля 1924 года. Со школьной скамьи он был призван на фронт. С 1942 по 1945 год воевал в составе третьего Украинского фронта, а незадолго до окончания войны был ранен и демобилизован.

Вернувшись с фронта, Казначеев поступил в Новосибирский государственный медицинский университет, с которым тесно была связана дальнейшая карьера ученого сначала в качестве студента, затем ординатора, ассистента, доцента, профессора, заведующего кафедрой факультетской терапии и наконец ректора.

Со студенческой скамьи Влаиля Петровича интересовали исследования в области адаптации человека к различным негативным факторам, а также взаимосвязь экологии, социально-производственных, климатогеографических условий и их влияние на организм.

Влаиль Петрович Казначеев одним из первых сформулировал и начал изучать системность изменений, происходящих в человеческом организме на молекулярном и клеточном уровне под воздействием характерных экологических и климатических факторов Заполярья. Именно Казначеев стал рассматривать экологию человека как единый сегмент науки о сохранении здоровья человека в изменяющихся условиях окружающей среды.

Другим значимым направлением исследовательской деятельности ученого были сверхслабые излучения в клетках и тканях человеческого организма. Вместе со своими учениками Влаиль Петрович разрабатывал новые методы диагностики, прогнозирования и коррекции биологических систем, в том числе и человеческого организма, с применением зеркально-лазерных систем и гипомагнитных установок.

Ученый опубликовал около 800 научных работ, в числе которых 52 монографии и 15 изобретений.

Влаиль Петрович Казначеев умер 13 октября 2014 года в Новосибирске в возрасте 90 лет.

Людмила Вейса, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

- Ашканов А. В., Илясов В. В., Попова И. Г.**
Упрочнение поверхности детали из AlSi10Mg карбидом титана TiC методом SLM 1
- Емельянов А. А., Бесклеткин В. В., Устинов А. П., Патерило А. С., Краев А. В., Иванин А. Ю., Худяков А. Е., Пестеров Д. И., Юнусов Т. Ш.**
Математическая модель асинхронного двигателя с переменными i_r — ψ_s на выходе интегрирующих звеньев в Simulink-Script 4
- Емельянов А. А., Бесклеткин В. В., Устинов А. П., Патерило А. С., Краев А. В., Насонов С. М., Худяков А. Е., Пестеров Д. И., Юнусов Т. Ш.**
Математическая модель асинхронного двигателя с переменными i_r — ψ_s на выходе апериодических звеньев в Simulink-Script 9
- Кочкин С. А., Фофанов А. С.**
Зависимости периода одномерного финитного движения релятивистской частицы от ее полной энергии и амплитуды во внешних потенциальных полях17

ИНФОРМАТИКА

- Кадиров Н. Т.**
Краткая история и классификация программного обеспечения совместной работы20
- Мусабекова Ж. Г., Азанов Н. П.**
Разработка и исследование информационной системы управления энергоснабжением города23
- Петухов Р. Н.**
Концепция базы данных для системы электронного документооборота в Oracle Database27

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Абилдаева Г. Б., Зайцева С. В., Мартыненко О. В., Савченко Н. К., Сайманова З. Б.**
Компьютерный инжиниринг как инструмент инженерной деятельности31
- Багманов А. М.**
Современные альтернативы автоматической коробке переключения передач33
- Блинов М. А., Савчиц А. В.**
Модернизация системы управления охлаждением обмоток статора турбогенератора ТВВ-16035
- Долаева З. Н., Махов А. Ю.**
Сокращение сроков в строительстве37
- Ибрагимов С. С., Ахметшин Р. С.**
Использования неселективной токовой отсечки в коротких кабельных сетях40
- Ли А., Ибрагимова Х. Р., Дустназарова С. А.**
О состоянии технического уровня машин для скашивания трав на сено в СНГ42
- Микляев Д. С., Стыцко А. Е.**
Физическая модель осциллографа45
- Нурматов Т. Б., Хужакулов О. А.**
Термодинамическое исследование работы холодильной установки с эффективными теплообменными аппаратами49
- Петров Е. Н., Петрова А. Ф.**
Восстановление простых линейных и итерационных функций средствами MATLAB ... 52
- Спатарь Е. В., Алькова Е. Л.**
Система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений55
- Хашимов А. А., Нуржанов Б. Р.**
Расчет энергетических параметров пуска асинхронного двигателя дутьевого вентилятора типа ВДН-18–1157
- Шамин А. А., Печерская Е. А., Перунков М. А.**
Методика расчета параметров СКЭС и СЭ ГОНП ... 60

Шамин А. А., Печерская Е. А., Перунков М. А.
Расчет параметров солнечных элементов СКСЭ
и ГОНП.....63

Эшев С. С., Хазратов А. Н.
Расчет волн на течении в больших водотоках при
ограниченном разгоне.....66

БИОЛОГИЯ

Терехова Я. В.
Выращивание редиса сортов «Кис-кис»
и «Сладкоежка» в условиях длинного светового
дня.....72

МЕДИЦИНА

Богданова С. М., Андреева О. Н., Львова Т. В.
Хроническая сердечная недостаточность
и приверженность к терапии на примере
клинического случая74

**Исмаилова Ф. З., Алиев А. Ш., Бойжонов А. О.,
Сафаров Х. Х., Тохтаев Г. Ш., Умаров Ж. М.**
Эффективность верапамиловой мази и препарата
кальция при лечении очаговой алопеции76

Кенгесбаева М. С., Реймова М. К.
Нарушение рационального питания как один из
ведущих факторов развития железодефицитной
анемии беременных78

Кузьяк Н. Б.
Особенности строения носовой области
в пренатальном периоде онтогенеза
млекопитающих79

Мухаметдинова З. М.
Анализ профессиональных рисков водителей
автобусов85

Панышева И. А., Смирнов В. П.
Динамика морфометрических показателей
изменения функционального элемента
ишемизированного миокарда88

Феськова А. А., Перцев А. В., Резова Н. В.
Вариабельность артериального давления у лиц
молодого возраста92

ВЕТЕРИНАРИЯ

Дробышева К. В.
Теория и практика трансплантации эмбрионов
крупного рогатого скота95

ФИЗИКА

Упрочнение поверхности детали из AlSi10Mg карбидом титана TiC методом SLM

Ашканов Артур Витальевич, аспирант;
Илясов Виктор Васильевич, доктор технических наук, профессор;
Попова Инна Григорьевна, старший преподаватель
Донской государственной технической университет

Исследуется процесс наплавки карбида титана на деталь из AlSi10Mg, проводится структурный анализ и определяются практические оптимальные параметры.

Ключевые слова: карбид титана, выборочное лазерное плавление, метод аддитивных технологий

Reinforcing the surface of AlSi10Mg titanium carbide by SLM method.

A. V. Ashkanov, V. V. Ilyasov, I. G. Popova
Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

Investigates the process of coating of titanium carbide on the part of the AlSi10Mg, carried out structural analysis and identifies the practical optimal parameters.

Keywords: titanium carbide, selective laser melting, the method of additive technologies.

Использование карбида титана в 3d-прототипировании является важным шагом в аддитивных технологиях, так как процесс получения деталей из этого материала субтрактивными способами имеет большие трудозатраты в виду высокой твердости и износостойкости материала. Для изучения технологии получения детали с максимально высокими прочностными характеристиками используется метод SLM прототипирования, с регулированием характеристик лазерного излучения и использования наноразмерных порошков карбида титана и укрепляющих нанокompозитов. Технология SLM позволяет не изготавливать деталь «с нуля», а использовать данную технологию для укрепления поверхности, чего необходимо и достаточно для получения компромисса между получением детали с высокими рабочими характеристиками и энергозатратами. Влияние параметров SLM, особенно «линейной лазерной плотности энергии» (LED), на уплотнение, микроструктурное развитие и механические свойства SLM-обработанных нанокompозитов было изучено практически в процессе в Гонконгском Аэрокосмическом университете и выложено в открытый доступ.

За прошлые несколько лет существенно вырос спрос на легкие материалы с высокой прочностью и жесткостью в современных отраслях промышленности [1]. Укре-

пленные частицей алюминиевые матричные соединения (SLS), из-за их низкой плотности, высокой прочности, низкого коэффициента теплового расширения, и выдающегося сопротивления трению, могут хорошо ответить этим требованиям и, соответственно, широко использоваться в промышленности и других областях: аэрокосмической, автомобильной, микроэлектроника, и т.д. Как потенциально выполнимое укрепление для SLS, TiC обладает рядом благоприятных характеристик, таких как высокий модуль упругости, высокая твердость, и особенно, его хорошая смачиваемость и термодинамическая стабильность в пределах литого алюминия [5]. Обычно, частицы укрепления крупных размеров используются в обычной обработке укрепленного частицей SLS, в пределах от нескольких десятков микрометров до сотни микрометров. Однако из-за ограниченной межфазной смачиваемости и склеивания между керамикой и металлами, крупные керамические частицы склонны к возникновению трещин во время механической нагрузки, что приводит к плохой пластичности и преждевременным поломкам SLS. Было выявлено, что сила и тягучесть SLS значительно зависят от размера частиц укрепления; и предел прочности и податливость увеличиваются с уменьшением размера частицы. Следовательно, применение усовершенствованных ча-

стиц укрепления может эффективно улучшить механические свойства SLS, например, снижение трещин и повышенное укрепление. Для укрепления микроstructures использовались наноконкомпозиты.

Выборочное (селективное) лазерное плавление (SLM) было выбрано как одно из наиболее эффективных технологий для добавления порошковых добавок. Из-за уникальных механизмов обработки SLM, например, полного плавления порошковых материалов с последующим быстрым затвердеванием в размере 106–108 K/s. Однако предыдущие исследования показали, что возможность обработки части алюминиевого сплава SLM значительно ниже, чем у сплавов титана, сплавов никеля или сталей. Это, главным образом, связано с уникальными физическими свойствами порошка алюминия, включая:

I) Очень низкую способность порошка алюминия впитывать (только 9%) лазерного луча.

II) Высокую теплопроводность 237 Вт / (мК), что в 11 раз больше по сравнению с Ti и в пять раз по сравнению с Fe.

III) Высокую близость к кислороду и повышенную кинетику окисления. Быстрое рассеивание тепла от расплавленной части, быстрое затвердевание материала и формирование оксидного слоя на верхней части бассейна в осажденных дорожках мешают диффузии расплава и, соответственно, уменьшают смачиваемость и лазерную технологичность. Тем не менее, части, плотностью превышающей 97% могут быть успешно получены с помощью процесса SLM, как правило, с использованием сплава AlSi10Mg в качестве исходного порошка. AlSi10Mg выбран для SLM из-за его благоприятной свариваемости, достаточной прокаливаемости, и отличной коррозионной стойкости.

В этой статье материал исследования был расширен от обычных сплавов AlSi10Mg к новым AlSi10Mg на основе наноконкомпозитов. Объемная форма TiC/AlSi10Mg наноконкомпозитов с уникальными наноразмерными укреплениями были успешно полностью подготовлены процессом SLM. Микроструктурная эволюция наноразмерных укреплений в SLM обработанных деталей при различных параметрах обработки SLM, была изучена и сопутствующий уровень уплотнения и механические свойства были оценены. Отношения материальной собственности ми-

кросструктуры было установлено для успешного производства SLS, наноразмерными укрепленными архитектурами и повышенными механическими характеристиками.

Чистота TiC нанопорошка на 99,0% с почти сферической формой и средним размером частицы 50 нм (Рис. 6.1a) и чистота на 99,7% порошок AlSi10Mg со сферической формой и средним диаметром частицы 30 нм (Рис. 6.1b) была использована. Порошковая система TiC / AlSi10Mg, состоящая из 2–5% веса TiC, была механически смешана в пульверизаторе 4 варио-планетарная мельница (Fritsch GmbH, Германия), используя соотношение веса шарика к порошку в отношении 1:1, скорость вращения основного диска 200 об/мин и продолжительности смешивания 4 ч.

Обработку SLM порошка TiC AlSi10Mg наноконкомпозитными порошками проводили с использованием в качестве источника энергии волоконный лазер.

Через серию предварительных экспериментов SLM, следующие параметры обработки были выбраны для изготовления из прямоугольных образцов с размерами 40 мм × 20 мм × 5 мм: размер сфокусированного пятна на поверхности подложки 70 мкм, мощность лазера (P) 80–140 Вт, скорость лазерного сканирования (v) 100–600 мм / с, линия интервала сканирования (l) 50 мкм, а толщина слоя порошка (d) 30–50 мкм. Согласно той же стратегии процесса контроля, как было указано выше, «линейная плотность лазерной энергии» (LED), которая определена $LED = Pv$, была использована для оценки вклада энергии лазера на порошковом слое переплавки.

Как правило, температура верхней расплавленной поверхности под лазерным лучом была достаточно высока, чтобы выпарить оксидную пленку на вершине расплавленного бассейна. Однако оксидные пленки на поверхности застывшей области в осажденной дорожке не может быть легко нарушены, если была применена недостаточная мощность лазера.

Влияние ввода энергии лазерного излучения на микроструктуру поперечного сечения и поведение уплотнений SLM-обработанных частей TiC/AlSi10Mg наноконкомпозитных частей представлено на Рис. 2.

После гравировки (травления) особенности микроstructures послойно стали видны, из-за совокупной производственной природы SLM. При относительно низкой

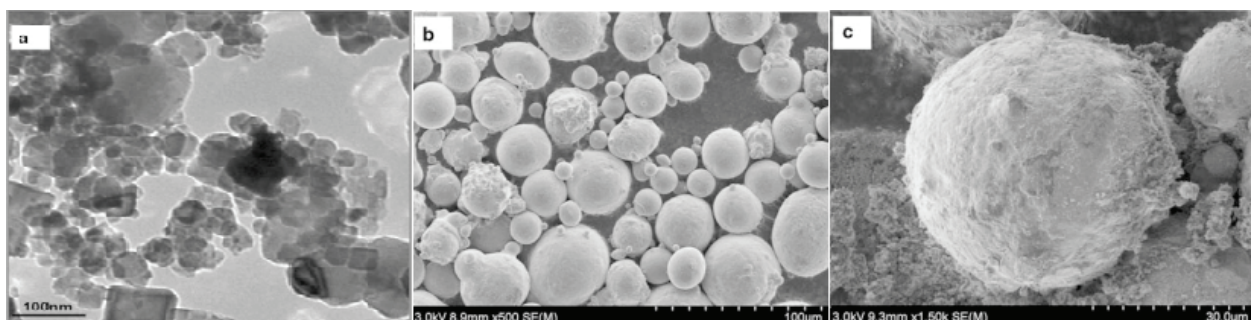


Рис. 1. Частицы TiC (a), AlSi10Mg (b) и однородно смешанный их порошок

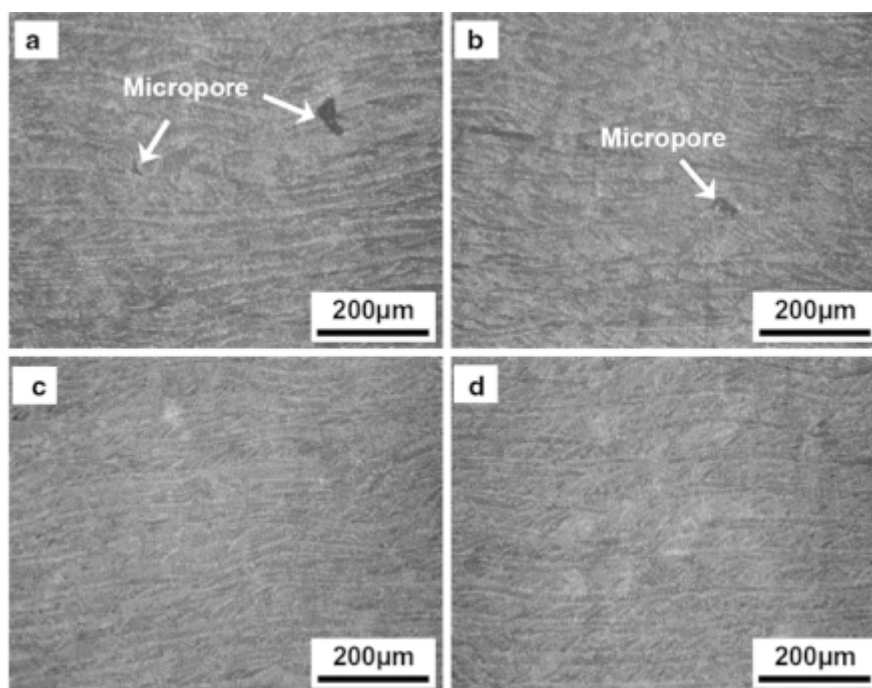


Рис. 2. Оптические микроскопы при выявлении характеристик материала после травления, для параметров
 (а) $P = 100$ Вт, $v = 400$ мм / с, $LED = 250$ Дж / м; (б) $P = 100$ Вт, $v = 200$ мм / с, $LED = 500$ Дж / м;
 (с) $P = 100$ Вт, $v = 143$ мм / с, $LED = 700$ Дж / м; (д) $P = 100$ Вт, $v = 100$ мм / сек, $LED = 1000$ Дж / м

LED250 Дж / м, поперечное сечение части SLM показало относительно разнородную послойную микроструктуру с формированием пор неправильной формы промежуточного слоя в масштабе несколько десятков микрометров (Рис. 2а). Соответствующая скорость уплотнения была около 92,5% от теоретической плотности (TD). FE-SEM характеристика показала, что имеется большое количество металлических шариков с диаметром в несколько десятков из микрометров, сформированных на SLM-обработанной поверхности (Рис. 2).

В связи с этим был сделан вывод, что эффект комкования, который был типичным металлургическим дефектом, связанным с порошком, связан с порошковым слоем на основе процесса SLM, инициированного в этом случае. Когда LED увеличилась до 500 Дж/м, хотя небольшое количество пор промежуточного слоя все еще присутствовало на поперечном сечении, размер остаточных пор стал значительно меньшим (Рис. 2b), приведя к очевидному увеличению относительной плотности TD на 95,3%. Когда LED дополнительно увеличилась выше 700 Дж/м, поперечное сечение показало однородную микроструктуру с равномерно распределенными слоями, появляется когерентное межслойное склеивание, способность к соединению промежуточного слоя, свободную от любых остаточных пор (Рис. 2 с и d). В этих ситуациях полностью плотные ($> 98\%$ TD) TiC / AlSi10Mg части обычно появлялись после SLM.

Во время SLM нанокompозит порошка TiC/AlSi10Mg плавится линией за линией с помощью лазерного луча, формируя мобильный литой бассейн с непрерывным фронтом жидкости. Количество расплавленной жидкости

влияет на уплотнение и результирующую микроструктуру SLM-обработанных частей, путем изменения термодинамических и термокапиллярных характеристик, таких как вязкость, смачиваемость, и жидко-твердые реологические свойства. В процессе SLM, уплотняющая активность расплава контролируется базовой вязкостью (μ_0), вязкость которой сильно зависит от температуры. Эта вязкость уменьшается с увеличением действующей температуры SLM, таким образом приводя к улучшению характеристик увлажняющих и улучшающих реакции уплотнения

При исследовании системы TiC/AlSi10Mg и TiC усиливающих частиц в жидкости из алюминиевого сплава, имеющих тенденцию к увеличению вязкости расплава, важно отметить, что, достаточный поток расплава уменьшает в целом реологические свойства композиционного расплава. В то же время, использование меньшего LED результатов в ограниченной температуре SLM и, соответственно, повышает базовую вязкость (μ_0) расплава.

Совместное влияние материального характера и недостаточный ввод лазерной энергии ниже 500 Дж/м ведет к снижению смачиваемости расплава в пределах бассейна, следовательно, уменьшая реакцию уплотнения после затвердевания. Кроме того, во время лазерного сканирования высокой энергией, высокий температурный градиент развивается между центром и краем бассейна по всей поверхности. Градиент температуры в бассейне приводит к поверхностным натяжениям и результирующему потоку эффекта Марангони. Благодаря совместным взаимодействиям потока Марангони и бедной текучести расплава, вызванного высокой вязкостью, расплав имеет тенденцию течь радиально внутрь по направлению к центру

бассейна расплава, вместо того, чтобы распространиться наружу на основную поверхность. Следовательно, нестабильная дорожка расплава распадается на несколько сферических агломератов для достижения равновесного состояния, которое называется как эффект «комкование (налипание)». Все время слой за слоем процесс SLM, эффект комкования вреден для равномерного отложения свежего порошка на предварительно обработанный слой. По мере того как происходит сканирование лазерного луча над таким неровным слоем порошка, особенно при высокой скорости сканирования (т.е. низкий LED), плавление / затвердевание фронта бассейн испытывает значи-

тельные нарушения и даже прерывания, в результате чего образуются остаточные поры между неровными слоями SLM и ограниченная реакция после уплотнения и затвердевание (рис. 6.3а и б).

Разумно сделать вывод о том, что высокая вязкость расплава и ограниченные характеристики смачивания, вызванные недостаточным входом лазерной энергии являются ключевыми факторами в производстве эффекта комкование и пор промежуточного слоя, следовательно, ослабляя деятельность уплотнения SLM — обработанных частей нанокompозитных TiC / AlSi10Mg нанокompозитных частей.

Литература:

1. Сергей Сергеевич Кипарисов, Юрий Валентинович Левинский, Александр Петрович Петров. Карбид титана: получение, свойства, применение. — Металлургия, 1987. — 215 с.
2. Донгдонг Гу, Лазерное аддитивное производство высокопрочных материалов. Нанкинский технологический университет Аэронавтики и астронавтики.
3. Buchbinder D, Meiners W, Pirch N et al (2014) Investigation on reducing distortion by preheating during manufacture of aluminum components using selective laser melting. J Laser Appl 26(1):012004
4. Rajmohan T, Palanikumar K, Arumugam S (2014) Synthesis and characterization of sintered hybrid aluminium matrix composites reinforced with nanocopper oxide particles and microsilicon carbide particles. Compos Part B Eng 59:43–49
5. Umasankar V, Xavior MA, Karthikeyan S (2014) Experimental evaluation of the influence of processing parameters on the mechanical properties of SiC particle reinforced AA6061 aluminium alloy matrix composite by powder processing. J Alloys Compd 582(5):380–386
6. Ozden S, Ekici R, Nair F (2007) Investigation of impact behaviour of aluminium based SiC particle reinforced metal-matrix composites. Compos Part A Appl Sci Manuf 38(2):484–494

Математическая модель асинхронного двигателя с переменными i_r — ψ_s на выходе интегрирующих звеньев в Simulink-Script

Емельянов Александр Александрович, доцент;

Бесклеткин Виктор Викторович, ассистент;

Устинов Артем Павлович, студент;

Патерило Александр Сергеевич, студент;

Краев Андрей Владиславович, студент;

Иванин Александр Юрьевич, студент;

Худяков Артем Евгеньевич, студент;

Пестеров Дмитрий Ильич, студент;

Юнусов Тимур Шамильевич, студент

Российский государственный профессионально-педагогический университет (г. Екатеринбург)

Данная работа является продолжением статьи [1], в которой проекции векторов \vec{i}_r и $\vec{\psi}_s$ были получены на выходе апериодических звеньев. В этой статье проекции векторов \vec{i}_r и $\vec{\psi}_s$ выведены на основе интегрирующих звеньев.

В работе [1] было получено уравнение (7'):

$$\frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot s \cdot \Psi_{sx} = u_{sx} - \left(\frac{r_s \cdot k_s}{l_m} \right) \cdot \Psi_{sx} + r_s \cdot k_s \cdot i_{rx} + \omega_k \cdot \Psi_{sy}$$

Обозначим $r_s \cdot k_s = r_{s4}$.

Тогда потокосцепление ψ_{sx} по оси (+1) определится в следующей форме:

$$\Psi_{sx} = \left[\frac{u_{sx}}{3} - \underbrace{\frac{r_{s4}}{l_m} \cdot \Psi_{sx}}_1 + \underbrace{r_{s4} \cdot i_{rx}}_2 + \underbrace{\omega_k \cdot \Psi_{sy}}_4 \right] \cdot \Omega_\sigma \cdot \frac{1}{s}$$

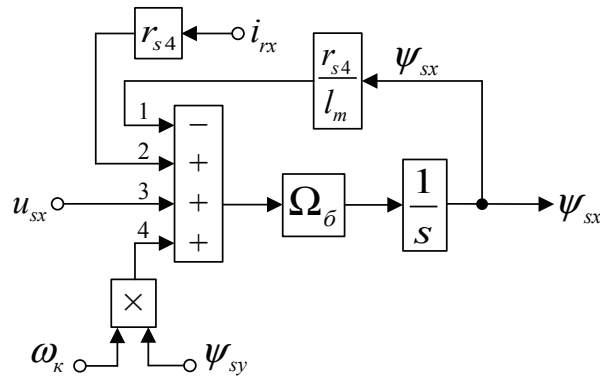


Рис. 1. Структурная схема для определения потокосцепления ψ_{sx}

Структурная схема для определения ψ_{sx} приведена на рис. 1.

Для определения тока i_{rx} приведем уравнение (8') из работы [1]:

$$0 = r_{rk} \cdot i_{rx} + k_s \cdot u_{sx} - \frac{r_s \cdot k_s^2}{l_m} \cdot \psi_{sx} + r_s \cdot k_s^2 \cdot i_{rx} + k_s \cdot (\omega_\kappa \cdot \psi_{sy}) + k_s \cdot l_{\sigma\alpha} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot s \cdot i_{rx} \right) - k_s \cdot (\omega_\kappa \cdot \psi_{sy}) + k_s \cdot z_p \cdot (\omega \cdot \psi_{sy}) - k_s \cdot l_{\sigma\alpha} \cdot (\omega_\kappa - \omega \cdot z_p) \cdot i_{ry}.$$

Перенесем $k_s \cdot l_{\sigma\alpha} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot s \cdot i_{rx} \right)$ в левую часть:

$$k_s \cdot l_{\sigma\alpha} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot s \cdot i_{rx} \right) = \frac{r_s \cdot k_s^2}{l_m} \cdot \psi_{sx} - (r_{rk} + r_s \cdot k_s^2) \cdot i_{rx} - k_s \cdot u_{sx} - k_s \cdot z_p \cdot (\omega \cdot \psi_{sy}) + k_s \cdot l_{\sigma\alpha} \cdot (\omega_\kappa - \omega \cdot z_p) \cdot i_{ry}.$$

Разделим обе части уравнения на k_s :

$$l_{\sigma\alpha} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot s \cdot i_{rx} \right) = \frac{r_{s4}}{l_m} \cdot \psi_{sx} - \left(\frac{r_{rk}}{k_s} + r_{s4} \right) \cdot i_{rx} - u_{sx} - \omega \cdot z_p \cdot \psi_{sy} + l_{\sigma\alpha} \cdot (\omega_\kappa - \omega \cdot z_p) \cdot i_{ry}.$$

Обозначим $\frac{r_{rk}}{k_s} + r_{s4} = r_{r5}$.

Тогда i_{rx} определится в следующей форме:

$$i_{rx} = \left[\frac{r_{s4}}{l_m} \cdot \psi_{sx} - \underbrace{r_{r5}}_1 \cdot i_{rx} - \underbrace{u_{sx}}_3 - \underbrace{\omega \cdot z_p \cdot \psi_{sy}}_5 + \underbrace{l_{\sigma\alpha} \cdot (\omega_\kappa - \omega \cdot z_p) \cdot i_{ry}}_4 \right] \cdot \frac{\Omega_\sigma}{l_{\sigma\alpha}} \cdot \frac{1}{s}.$$

Структурная схема для определения тока i_{rx} дана на рис. 2.

Аналогично, определим потокосцепление ψ_{sy} и ток i_{ry} по оси (+j).

Из уравнения (7'') работы [1] выразим ψ_{sy} :

$$\frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot s \cdot \psi_{sy} = u_{sy} - \left(\frac{r_s \cdot k_s}{l_m} \right) \cdot \psi_{sy} + r_s \cdot k_s \cdot i_{ry} - \omega_\kappa \cdot \psi_{sx};$$

$$\psi_{sy} = \left[\frac{u_{sy}}{s} - \frac{r_{s4}}{l_m} \cdot \psi_{sy} + r_{s4} \cdot i_{ry} - \omega_\kappa \cdot \psi_{sx} \right] \cdot \Omega_\sigma \cdot \frac{1}{s}.$$

Структурная схема для определения ψ_{sy} приведена на рис. 3.

Для определения i_{ry} приведем уравнение (8'') из работы [1]:

$$0 = r_{rk} \cdot i_{ry} + k_s \cdot u_{sy} - \frac{r_s \cdot k_s^2}{l_m} \cdot \psi_{sy} + r_s \cdot k_s^2 \cdot i_{ry} - k_s \cdot (\omega_\kappa \cdot \psi_{sx}) + k_s \cdot l_{\sigma\alpha} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot s \cdot i_{ry} \right) + k_s \cdot (\omega_\kappa \cdot \psi_{sx}) - k_s \cdot z_p \cdot (\omega \cdot \psi_{sx}) + k_s \cdot l_{\sigma\alpha} \cdot (\omega_\kappa - \omega \cdot z_p) \cdot i_{rx}.$$

Перенесем $k_s \cdot l_{\sigma\alpha} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot s \cdot i_{ry} \right)$ в левую часть и разделим уравнение на k_s :

$$l_{\sigma\alpha} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot s \cdot i_{ry} \right) = \frac{r_s \cdot k_s}{l_m} \cdot \psi_{sy} - \left(\frac{r_{rk}}{k_s} + r_{s4} \right) \cdot i_{ry} - u_{sy} + \omega \cdot z_p \cdot \psi_{sx} - l_{\sigma\alpha} \cdot (\omega_\kappa - \omega \cdot z_p) \cdot i_{rx}.$$

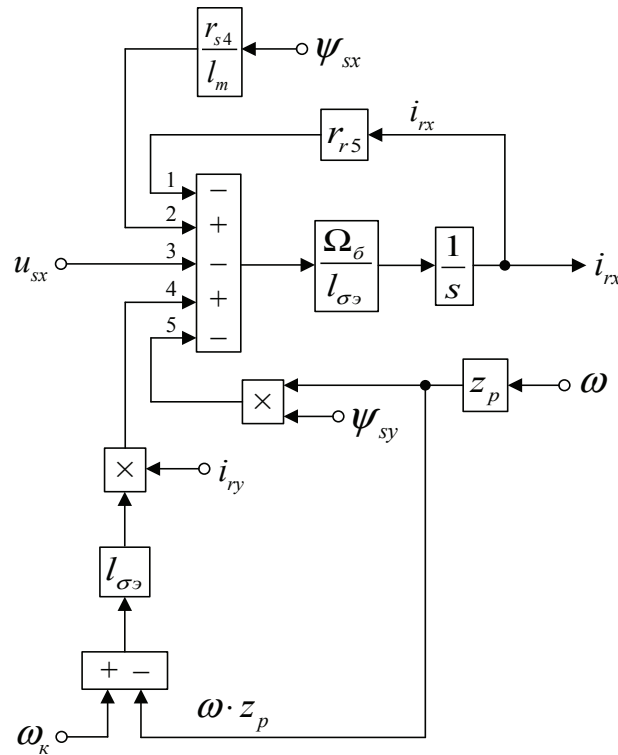


Рис. 2. Структурная схема для определения тока i_{rx}

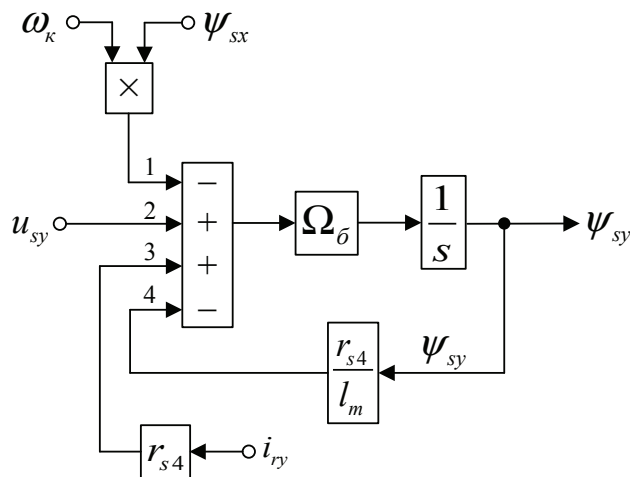


Рис. 3. Структурная схема для определения потока сцепления ψ_{sy}

Выразим ток i_{ry} :

$$i_{ry} = \left[\underbrace{\frac{r_{s4}}{l_m} \cdot \psi_{sy}}_4 - \underbrace{r_{r5} \cdot i_{ry}}_5 - \underbrace{u_{sy}}_3 + \underbrace{\omega \cdot z_p \cdot \psi_{sx}}_1 - \underbrace{l_{\sigma3} \cdot (\omega_k - \omega \cdot z_p) \cdot i_{rx}}_2 \right] \cdot \frac{\Omega_b}{l_{\sigma3}} \cdot \frac{1}{s}$$

Структурная схема для определения i_{ry} приведена на рис. 4.

На рис. 5 представлена структурная схема для реализации уравнения электромагнитного момента:

$$m = \zeta_N \cdot k_s \cdot (\psi_{sy} \cdot i_{rx} - \psi_{sx} \cdot i_{ry}).$$

Из уравнения движения выразим механическую угловую скорость вращения вала двигателя (рис. 6):

$$m - m_c = T_j \cdot s \cdot \omega;$$

$$\omega = (m - m_c) \cdot \frac{1}{T_j} \cdot \frac{1}{s}.$$

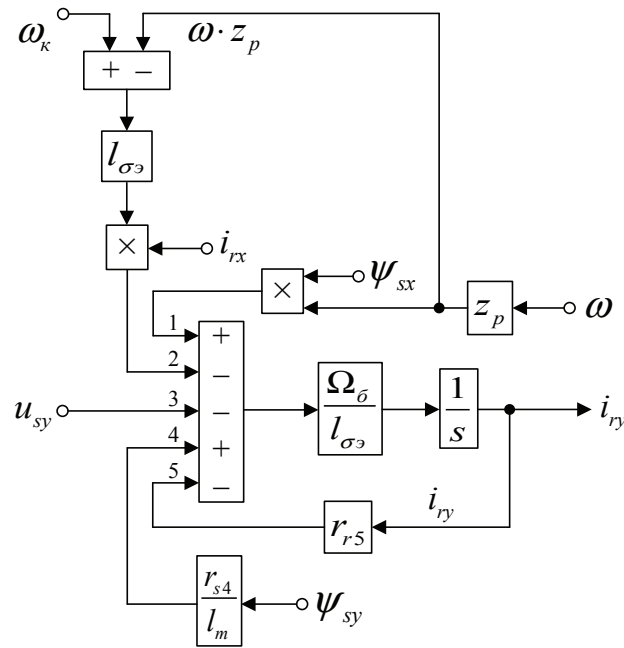


Рис. 4. Структурная схема для определения тока i_{ry}

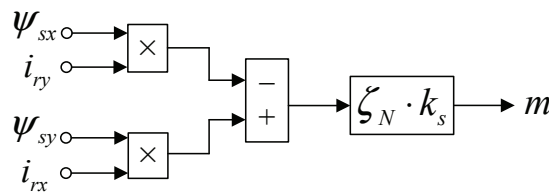


Рис. 5. Математическая модель определения электромагнитного момента m

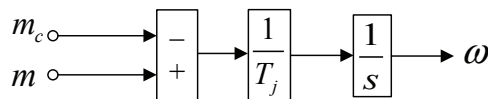


Рис. 6. Математическая модель уравнения движения

Математическая модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором с переменными $i_r - \psi_s$ на выходе интегрирующих звеньев приведена на рис. 7. Параметры асинхронного двигателя рассмотрены в работах [2] и [3].

Расчет параметров производим в Script:

```

PN=320000;           J=28;                               rr=Rr/Zb;
UsN=380;             Ub=sqrt(2)*UsN;                     lbr=Xr/Zb;
IsN=324;            Ib=sqrt(2)*IsN;                     lm=Xm/Zb;
fn=50;             OmegasN=2*pi*fn;                    Tj=J*Omegarb/Mb;
Omega0N=104.7;     Omegab=OmegasN;                     betaN=(Omega0N-OmegaN)/Omega0N;
OmegaN=102.83;    Omegarb=Omegab/zp;                   SsN=3*UsN*IsN;
nN=0.944;         Zb=Ub/Ib;                            ZetaN=SsN/Pb;
cos_phiN=0.92;    Psib=Ub/Omegab;                      ks=lm/(lm+lbs);
zp=3;             Lb=Psib/Ib;                           kr=lm/(lm+lbr);
Rs=0.0178;        kd=1.0084;                            lbe=lbs+lbr+lbs*lbr*lm^(-1);
Xs=0.118;        Mb=kd*PN/OmegaN;                       roN=0.9962;
Rr=0.0194;        Pb=Mb*Omegarb;                        rrk=roN*betaN;
Xr=0.123;        rs=Rs/Zb;                              rs4=rs*ks;
Xm=4.552;        lbs=Xs/Zb;                             rr5=rrk/ks+rs4;
    
```

Результаты моделирования асинхронного двигателя представлены на рис. 8.

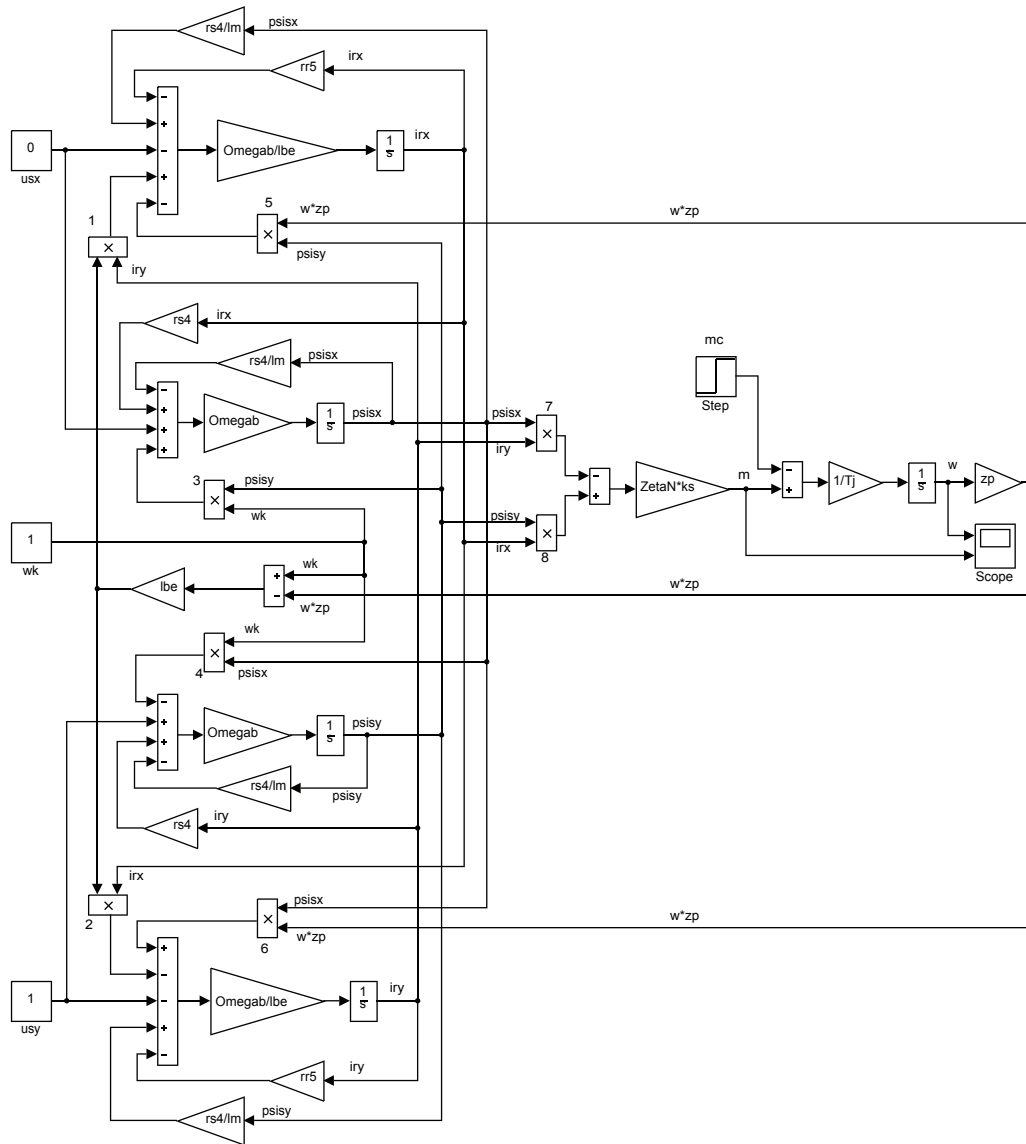


Рис. 7. Математическая модель асинхронного двигателя с переменными $i_r - \psi_s$ на выходе интегрирующих звеньев

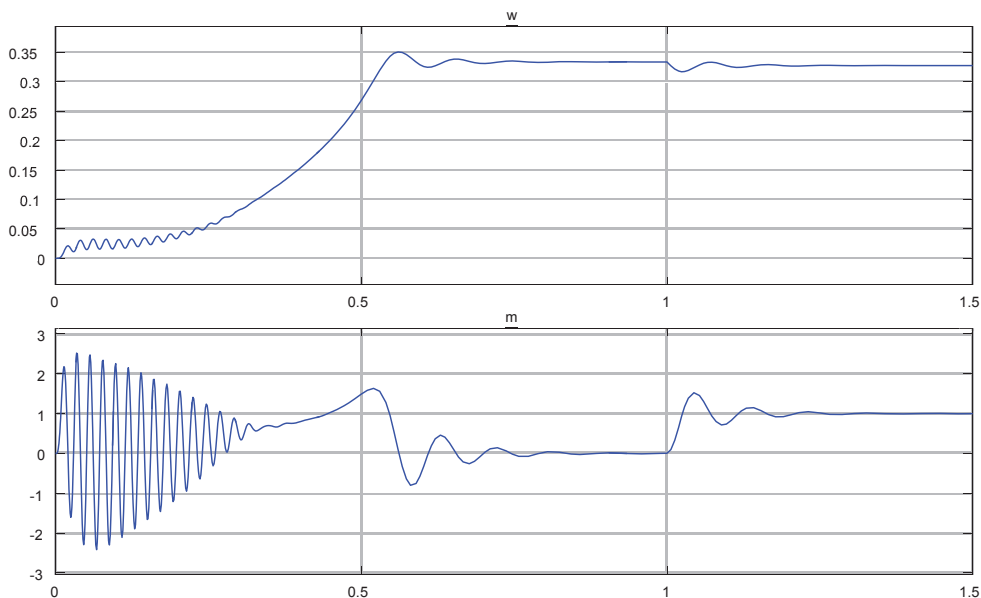


Рис. 8. Графики скорости и момента

Литература:

1. Емельянов А. А., Бескеткин В. В., Устинов А. П., Патерило А. С., Краев А. В., Насонов С. М., Худяков А. Е., Пестеров Д. И., Юнусов Т. Ш. Математическая модель асинхронного двигателя с переменными $i_r - \psi_s$ на выходе апериодических звеньев в Simulink-Script // Молодой ученый. — 2017. — № 5.
2. Шрейнер Р. Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. — Екатеринбург: УРО РАН, 2000. — 654 с.
3. Шрейнер Р. Т. Электромеханические и тепловые режимы асинхронных двигателей в системах частотного управления: учеб. пособие / Р. Т. Шрейнер, А. В. Костылев, В. К. Кривовяз, С. И. Шилин. Под ред. проф. д. т. н. Р. Т. Шрейнера. — Екатеринбург: ГОУ ВПО «Рос. гос. проф. — пед. ун-т», 2008. — 361 с.

Математическая модель асинхронного двигателя с переменными $i_r - \psi_s$ на выходе апериодических звеньев в Simulink-Script

Емельянов Александр Александрович, доцент;
 Бескеткин Виктор Викторович, ассистент;
 Устинов Артем Павлович, студент;
 Патерило Александр Сергеевич, студент;
 Краев Андрей Владиславович, студент;
 Насонов Станислав Михайлович, студент;
 Худяков Артем Евгеньевич, студент;
 Пестеров Дмитрий Ильич, студент;
 Юнусов Тимур Шамильевич, студент

Российский государственный профессионально-педагогический университет (г. Екатеринбург)

Данная работа является продолжением статьи [1], в которой были подробно даны способы и технологии получения пространственных векторов. В работах [2] и [3] приведено множество вариантов определения электромагнитных моментов комбинацией двух переменных ($\psi_r - i_s, \psi_s - i_r$ и т.д.).

В наших статьях за 2015 г. приведены математические модели с переменными ψ_r и i_s . В этой работе рассмотрим моделирование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором с переменными i_r и ψ_s . Так как главной целью является привлечение студентов к исследовательской работе, то в соответствии с нашей традицией, выводы всех уравнений приводим без сокращений.

Векторные уравнения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором имеют следующий вид:

$$\begin{cases} \bar{u}_s = r_s \cdot \bar{i}_s + \frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot \frac{d\bar{\psi}_s}{dt} + j\omega_\kappa \cdot \bar{\psi}_s; \\ 0 = r_{rk} \cdot \bar{i}_r + \frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot \frac{d\bar{\psi}_r}{dt} + j(\omega_\kappa - \omega \cdot z_p) \cdot \bar{\psi}_r; \\ \bar{\psi}_s = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot \bar{i}_s + l_m \cdot \bar{i}_r; \\ \bar{\psi}_r = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot \bar{i}_r + l_m \cdot \bar{i}_s; \\ m = \zeta_N \cdot k_s \cdot (\Psi_{sy} \cdot i_{rx} - \Psi_{sx} \cdot i_{ry}); \\ m - m_c = T_j \cdot \frac{d\omega}{dt}. \end{cases}$$

Переводим систему уравнений к изображениям $\left(\frac{d}{dt} = s\right)$:

$$\begin{cases} \bar{u}_s = r_s \cdot \bar{i}_s + \frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot s \cdot \bar{\psi}_s + j\omega_\kappa \cdot \bar{\psi}_s; & (1) \\ 0 = r_{rk} \cdot \bar{i}_r + \frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot s \cdot \bar{\psi}_r + j(\omega_\kappa - \omega \cdot z_p) \cdot \bar{\psi}_r; & (2) \\ \bar{\psi}_s = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot \bar{i}_s + l_m \cdot \bar{i}_r; & (3) \\ \bar{\psi}_r = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot \bar{i}_r + l_m \cdot \bar{i}_s; & (4) \\ m = \zeta_N \cdot k_s \cdot (\Psi_{sy} \cdot i_{rx} - \Psi_{sx} \cdot i_{ry}); & (5) \\ m - m_c = T_j \cdot s \cdot \omega. & (6) \end{cases}$$

Схема замещения и векторная диаграмма переменных [3] приведены на рис. 1 и 2.

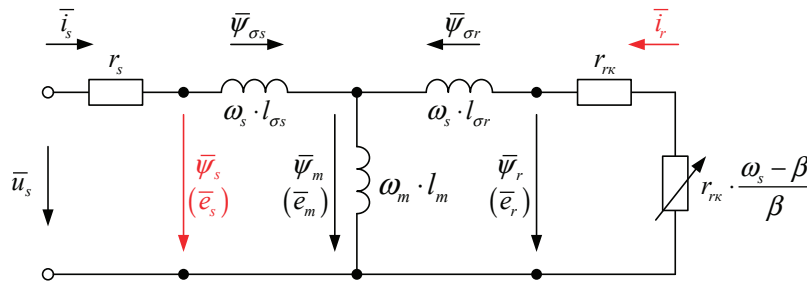


Рис. 1. Связь токов и потоковсцеплений в асинхронном двигателе

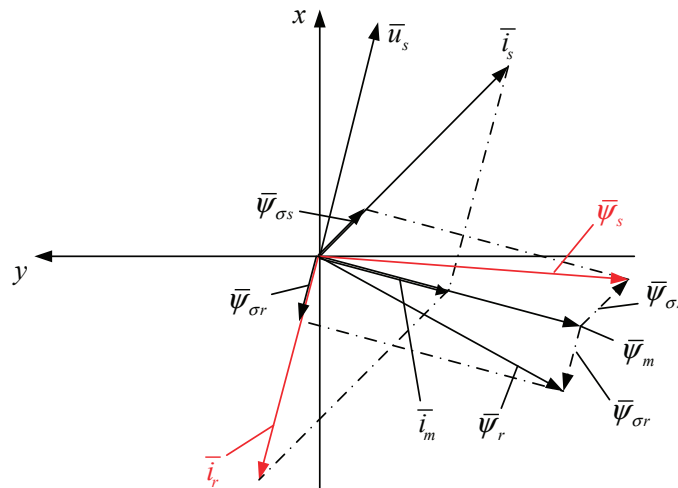


Рис. 2. Качественная картина расположения векторов в двигательном режиме асинхронного двигателя

Разложение векторных величин по проекциям:

$$\bar{u}_s = u_{sx} + ju_{sy}; \quad \bar{i}_s = i_{sx} + ji_{sy}; \quad \bar{i}_r = i_{rx} + ji_{ry}; \quad \bar{\psi}_s = \psi_{sx} + j\psi_{sy}; \quad \bar{\psi}_r = \psi_{rx} + j\psi_{ry}.$$

Записываем уравнения (1), ..., (4) по проекциям.

Уравнение (1):

$$u_{sx} + ju_{sy} = r_s \cdot i_{sx} + jr_s \cdot i_{sy} + \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{sx} + j \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{sy} + j\omega_{\kappa} \cdot \psi_{sx} - \omega_{\kappa} \cdot \psi_{sy}.$$

По оси (+1):
$$u_{sx} = r_s \cdot i_{sx} + \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{sx} - \omega_{\kappa} \cdot \psi_{sy}. \tag{1'}$$

По оси (+j):
$$u_{sy} = r_s \cdot i_{sy} + \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{sy} + \omega_{\kappa} \cdot \psi_{sx}. \tag{1''}$$

Уравнение (2):

$$0 = r_{rk} \cdot i_{rx} + jr_{rk} \cdot i_{ry} + \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{rx} + j \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{ry} + j(\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot \psi_{rx} - (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot \psi_{ry}.$$

По оси (+1):
$$0 = r_{rk} \cdot i_{rx} + \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{rx} - (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot \psi_{ry}. \tag{2'}$$

По оси (+j):
$$0 = r_{rk} \cdot i_{ry} + \frac{1}{\Omega_{\delta}} \cdot s \cdot \psi_{ry} + (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot \psi_{rx}. \tag{2''}$$

Уравнение (3):

$$\psi_{sx} + j\psi_{sy} = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot i_{sx} + j(l_m + l_{\sigma s}) \cdot i_{sy} + l_m \cdot i_{rx} + j(l_m \cdot i_{ry}).$$

По оси (+1):
$$\psi_{sx} = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot i_{sx} + l_m \cdot i_{rx}. \tag{3'}$$

По оси (+j):
$$\psi_{sy} = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot i_{sy} + l_m \cdot i_{ry}. \tag{3''}$$

Уравнение (4):

$$\psi_{rx} + j\psi_{ry} = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot i_{rx} + j(l_m + l_{\sigma r}) \cdot i_{ry} + l_m \cdot i_{sx} + j(l_m \cdot i_{sy}).$$

По оси (+1): $\Psi_{rx} = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot i_{rx} + l_m \cdot i_{sx}$. (4')

По оси (+j): $\Psi_{ry} = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot i_{ry} + l_m \cdot i_{sy}$. (4'')

Так как электромагнитный момент определяется через две переменные i_r и ψ_s , то из уравнений (1'), ..., (4') необходимо исключить переменные i_s и ψ_r .

Из уравнения (3') выразим i_{sx} :

$$i_{sx} = \frac{1}{l_m + l_{\sigma s}} \cdot \frac{l_m}{l_m} \cdot \Psi_{sx} - \frac{l_m}{l_m + l_{\sigma s}} \cdot i_{rx}$$

Обозначим $\frac{l_m}{l_m + l_{\sigma s}} = k_s$, тогда:

$$i_{sx} = \frac{k_s}{l_m} \cdot \Psi_{sx} - k_s \cdot i_{rx} \tag{5'}$$

Подставим уравнение (5') в (4'):

$$\Psi_{rx} = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot i_{rx} + l_m \cdot \frac{k_s}{l_m} \cdot \Psi_{sx} - l_m \cdot k_s \cdot i_{rx} = k_s \cdot \Psi_{sx} + (l_m + l_{\sigma r} - l_m \cdot k_s) \cdot i_{rx}$$

Обозначим $l_m + l_{\sigma r} - l_m \cdot k_s = k_s \cdot l_{\sigma \alpha}$:

$$l_m + l_{\sigma r} - l_m \cdot \frac{l_m}{l_m + l_{\sigma s}} = \frac{(l_m + l_{\sigma r}) \cdot (l_m + l_{\sigma s}) - l_m^2}{l_m + l_{\sigma s}} = \frac{l_m^2 + l_m \cdot l_{\sigma r} + l_{\sigma r} \cdot l_{\sigma s} + l_m \cdot l_{\sigma s} - l_m^2}{l_m + l_{\sigma s}} = \frac{l_m \cdot \left(l_{\sigma r} + l_{\sigma s} + \frac{l_{\sigma s} \cdot l_{\sigma r}}{l_m} \right)}{l_m + l_{\sigma s}} = \frac{l_m \cdot l_{\sigma \alpha}}{l_m + l_{\sigma s}} = k_s \cdot l_{\sigma \alpha}$$

Где $l_{\sigma r} + l_{\sigma s} + \frac{l_{\sigma r} \cdot l_{\sigma s}}{l_m} = l_{\sigma \alpha}$.

Отсюда потокосцепление Ψ_{rx} определится следующим образом:

$$\Psi_{rx} = k_s \cdot \Psi_{sx} + k_s \cdot l_{\sigma \alpha} \cdot i_{rx} \tag{6'}$$

Определим i_{sy} и Ψ_{ry} из уравнений (3'') и (4''):

$$\Psi_{sy} = (l_m + l_{\sigma s}) \cdot i_{sy} + l_m \cdot i_{ry};$$

$$\Psi_{ry} = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot i_{ry} + l_m \cdot i_{sy}$$

Из уравнения (3''):

$$i_{sy} = \frac{1}{l_m + l_{\sigma s}} \cdot \frac{l_m}{l_m} \cdot \Psi_{sy} - \frac{l_m}{l_m + l_{\sigma s}} \cdot i_{ry};$$

$$i_{sy} = \frac{k_s}{l_m} \cdot \Psi_{sy} - k_s \cdot i_{ry} \tag{5''}$$

Подставим (5'') в (4''):

$$\Psi_{ry} = (l_m + l_{\sigma r}) \cdot i_{ry} + l_m \cdot \frac{k_s}{l_m} \cdot \Psi_{sy} - l_m \cdot k_s \cdot i_{ry} = k_s \cdot \Psi_{sy} + \underbrace{(l_m + l_{\sigma r} - l_m \cdot k_s)}_{k_s \cdot l_{\sigma \alpha}} \cdot i_{ry};$$

$$\Psi_{ry} = k_s \cdot \Psi_{sy} + k_s \cdot l_{\sigma \alpha} \cdot i_{ry} \tag{6''}$$

Полученные зависимости рассмотрим в единой системе по проекции $x (+1)$:

$$\begin{cases} u_{sx} = r_s \cdot i_{sx} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \Psi_{sx} - \omega_{\kappa} \cdot \Psi_{sy}; \\ 0 = r_{rx} \cdot i_{rx} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \Psi_{rx} - (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{ry}; \\ i_{sx} = \frac{k_s}{l_m} \cdot \Psi_{sx} - k_s \cdot i_{rx}; \\ \Psi_{rx} = k_s \cdot \Psi_{sx} + k_s \cdot l_{\sigma \alpha} \cdot i_{rx}; \\ \Psi_{ry} = k_s \cdot \Psi_{sy} + k_s \cdot l_{\sigma \alpha} \cdot i_{ry}. \end{cases}$$

Подставим уравнение (5') в уравнение (1'):

$$u_{sx} = \frac{r_s \cdot k_s}{l_m} \cdot \Psi_{sx} - r_s \cdot k_s \cdot i_{rx} + \left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \Psi_{sx} \right) - \omega_{\kappa} \cdot \Psi_{sy}.$$

Определим $\left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \Psi_{sx} \right)$, которое нам понадобится в дальнейшем:

$$\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \Psi_{sx} = u_{sx} - \left(\frac{r_s \cdot k_s}{l_m} \right) \cdot \Psi_{sx} + r_s \cdot k_s \cdot i_{rx} + \omega_{\kappa} \cdot \Psi_{sy}. \tag{7'}$$

Для получения аperiодического звена вынесем в левую часть слагаемое $\left(\frac{r_s \cdot k_s}{l_m} \right) \cdot \Psi_{sx}$:

$$\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \Psi_{sx} + \frac{r_s \cdot k_s}{l_m} \cdot \Psi_{sx} = u_{sx} + r_s \cdot k_s \cdot i_{rx} + \omega_{\kappa} \cdot \Psi_{sy}.$$

Умножим обе части на l_m и вынесем за скобки $r_s \cdot k_s$:

$$r_s \cdot k_s \cdot \left(\frac{l_m}{r_s \cdot k_s} \cdot \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s + 1 \right) \cdot \Psi_{sx} = l_m \cdot u_{sx} + l_m \cdot r_s \cdot k_s \cdot i_{rx} + l_m \cdot \omega_{\kappa} \cdot \Psi_{sy}.$$

Обозначим $r_s \cdot k_s = r_{s4}$ и $\frac{l_m}{r_s \cdot k_s} = T_{s4}$.

Тогда Ψ_{sx} определится в следующей форме:

$$\Psi_{sx} = \left[\underbrace{l_m \cdot u_{sx}}_2 + \underbrace{l_m \cdot r_{s4} \cdot i_{rx}}_1 + \underbrace{l_m \cdot \omega_{\kappa} \cdot \Psi_{sy}}_3 \right] \cdot \frac{1/r_{s4}}{\left(T_{s4} \cdot \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \right) \cdot s + 1}.$$

Структурная схема для определения потокосцепления Ψ_{sx} приведена на рис. 3.

Подставим выражения Ψ_{rx} и Ψ_{ry} из уравнений (6') и (6'') в уравнение (2'):

$$0 = r_{\kappa} \cdot i_{rx} + \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \underbrace{(k_s \cdot \Psi_{sx} + k_s \cdot l_{\sigma 3} \cdot i_{rx})}_{\Psi_{rx}} - (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_{\rho}) \cdot \underbrace{(k_s \cdot \Psi_{sy} + k_s \cdot l_{\sigma 3} \cdot i_{ry})}_{\Psi_{ry}};$$

$$0 = r_{\kappa} \cdot i_{rx} + k_s \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \Psi_{sx} \right) + k_s \cdot l_{\sigma 3} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{rx} \right) - (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_{\rho}) \cdot k_s \cdot \Psi_{sy} - (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_{\rho}) \cdot k_s \cdot l_{\sigma 3} \cdot i_{ry}.$$

В полученное уравнение подставим выражение $\left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot \Psi_{sx} \right)$ из уравнения (7'):

$$0 = r_{\kappa} \cdot i_{rx} + k_s \cdot u_{sx} - \frac{r_s \cdot k_s^2}{l_m} \cdot \Psi_{sx} + r_s \cdot k_s^2 \cdot i_{rx} + k_s \cdot (\omega_{\kappa} \cdot \Psi_{sy}) + k_s \cdot l_{\sigma 3} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{rx} \right) - k_s \cdot (\omega_{\kappa} \cdot \Psi_{sy}) + k_s \cdot z_{\rho} \cdot (\omega \cdot \Psi_{sy}) - k_s \cdot l_{\sigma 3} \cdot (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_{\rho}) \cdot i_{ry}. \tag{8'}$$

Перенесем слагаемые с переменными i_{rx} в левую часть:

$$k_s \cdot l_{\sigma 3} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s \cdot i_{rx} \right) + \underbrace{(r_{\kappa} + r_s \cdot k_s^2)}_{r_{r4}} \cdot i_{rx} = \underbrace{\frac{r_s \cdot k_s^2}{l_m}}_{k_s/T_{s4}} \cdot \Psi_{sx} - k_s \cdot u_{sx} - k_s \cdot z_{\rho} \cdot (\omega \cdot \Psi_{sy}) + k_s \cdot l_{\sigma 3} \cdot (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_{\rho}) \cdot i_{ry}.$$

Обозначим $r_{\kappa} + r_s \cdot k_s^2 = r_{r4}$; $\frac{r_s \cdot k_s^2}{l_m} = \frac{k_s}{T_{s4}}$ и $\frac{k_s \cdot l_{\sigma 3}}{r_{r4}} = T_{r4}$.

$$r_{r4} \cdot \left[\left(\frac{k_s \cdot l_{\sigma 3}}{r_{r4}} \right) \cdot \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \cdot s + 1 \right] \cdot i_{rx} = \frac{k_s}{T_{s4}} \cdot \Psi_{sx} - k_s \cdot u_{sx} - k_s \cdot z_{\rho} \cdot (\omega \cdot \Psi_{sy}) + k_s \cdot l_{\sigma 3} \cdot (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_{\rho}) \cdot i_{ry}.$$

Тогда i_{rx} определится в следующей форме:

$$i_{rx} = \left[\underbrace{\frac{k_s}{T_{s4}} \cdot \Psi_{sx}}_1 - \underbrace{k_s \cdot u_{sx}}_2 - \underbrace{k_s \cdot z_{\rho} \cdot (\omega \cdot \Psi_{sy})}_4 + \underbrace{k_s \cdot l_{\sigma 3} \cdot (\omega_{\kappa} - \omega \cdot z_{\rho}) \cdot i_{ry}}_3 \right] \cdot \frac{1/r_{r4}}{\left(T_{r4} \cdot \frac{1}{\Omega_{\sigma}} \right) \cdot s + 1}.$$

Структурная схема для определения тока i_{rx} дана на рис. 4.

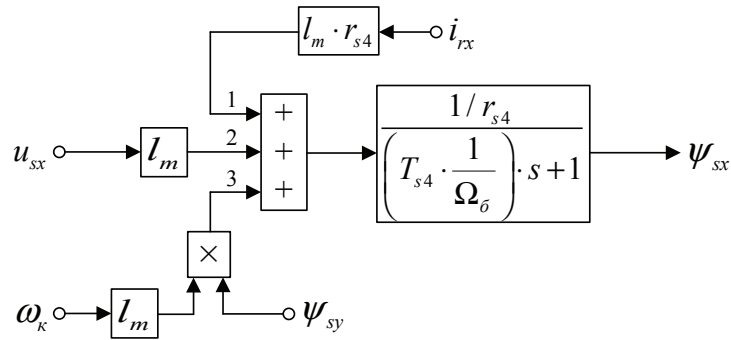


Рис. 3. Структурная схема для определения потокоцепления ψ_{sx}

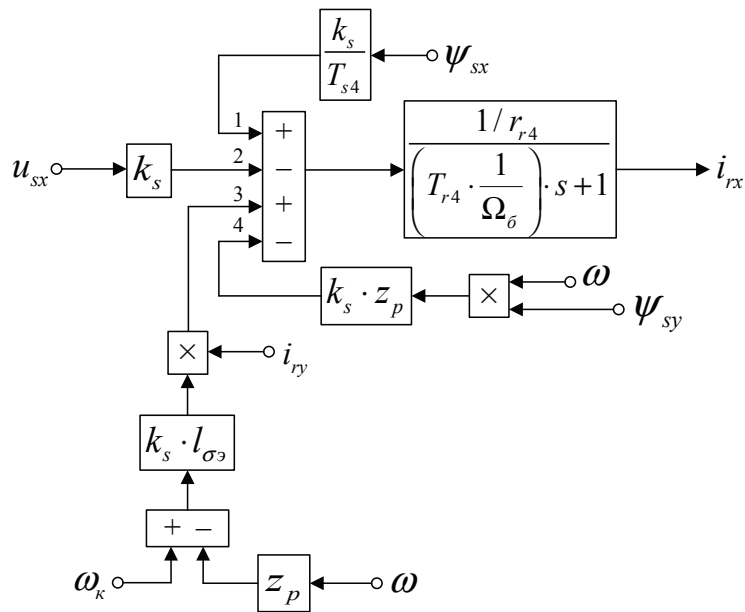


Рис. 4. Структурная схема для определения тока i_{rx}

Рассмотрим систему уравнений по проекции $y (+j)$:

$$\begin{cases} u_{sy} = r_s \cdot i_{sy} + \frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot s \cdot \Psi_{sy} + \omega_\kappa \cdot \Psi_{sx}; \\ 0 = r_{rk} \cdot i_{ry} + \frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot s \cdot \Psi_{ry} + (\omega_\kappa - \omega \cdot z_p) \cdot \Psi_{rx}; \\ i_{sy} = \frac{k_s}{l_m} \cdot \Psi_{sy} - k_s \cdot i_{ry}; \\ \Psi_{rx} = k_s \cdot \Psi_{sx} + k_s \cdot l_{\sigma\alpha} \cdot i_{rx}; \\ \Psi_{ry} = k_s \cdot \Psi_{sy} + k_s \cdot l_{\sigma\alpha} \cdot i_{ry}. \end{cases}$$

Подставим уравнение (5") в уравнение (1"):

$$u_{sy} = \frac{r_s \cdot k_s}{l_m} \cdot \Psi_{sy} - r_s \cdot k_s \cdot i_{ry} + \left(\frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot s \cdot \Psi_{sy} \right) + \omega_\kappa \cdot \Psi_{sx}.$$

Определим $\left(\frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot s \cdot \Psi_{sy} \right)$, которое нам понадобится в дальнейшем:

$$\frac{1}{\Omega_\sigma} \cdot s \cdot \Psi_{sy} = u_{sy} - \left(\frac{r_s \cdot k_s}{l_m} \right) \cdot \Psi_{sy} + r_s \cdot k_s \cdot i_{ry} - \omega_\kappa \cdot \Psi_{sx}. \tag{7"}$$

Для получения аperiodического звена вынесем $\left(\frac{r_s \cdot k_s}{l_m} \right) \cdot \Psi_{sy}$ в левую часть:

$$\frac{1}{\Omega_6} \cdot s \cdot \Psi_{sy} + \frac{r_s \cdot k_s}{l_m} \cdot \Psi_{sy} = u_{sy} + r_s \cdot k_s \cdot i_{ry} - \omega_\kappa \cdot \Psi_{sx}$$

Умножим обе части на l_m и вынесем за скобки $r_s \cdot k_s$:

$$\frac{r_s \cdot k_s}{r_{s4}} \cdot \left[\left(\frac{l_m}{r_s \cdot k_s} \cdot \frac{1}{\Omega_6} \right) \cdot s + 1 \right] \cdot \Psi_{sy} = l_m \cdot u_{sy} + l_m \cdot \frac{r_s \cdot k_s}{r_{s4}} \cdot i_{ry} - l_m \cdot \omega_\kappa \cdot \Psi_{sx}$$

Отсюда Ψ_{sy} определится в следующей форме:

$$\Psi_{sy} = \left[\frac{l_m \cdot u_{sy}}{2} + \frac{l_m \cdot r_{s4} \cdot i_{ry}}{3} - \frac{l_m \cdot \omega_\kappa \cdot \Psi_{sx}}{1} \right] \cdot \frac{1/r_{s4}}{\left(T_{s4} \cdot \frac{1}{\Omega_6} \right) \cdot s + 1}$$

Структурная схема для определения потокосцепления Ψ_{sy} приведена на рис. 5.

Для определения i_{ry} подставим уравнения (6'') и (6') в уравнение (2'')

$$0 = r_{rk} \cdot i_{ry} + \frac{1}{\Omega_6} \cdot s \cdot \underbrace{(k_s \cdot \Psi_{sy} + k_s \cdot l_{\sigma 3} \cdot i_{ry})}_{\Psi_{ry}} + (\omega_\kappa - \omega \cdot z_p) \cdot \underbrace{(k_s \cdot \Psi_{sx} + k_s \cdot l_{\sigma 3} \cdot i_{rx})}_{\Psi_{rx}};$$

$$0 = r_{rk} \cdot i_{ry} + k_s \cdot \left(\frac{1}{\Omega_6} \cdot s \cdot \Psi_{sy} \right) + k_s \cdot l_{\sigma 3} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_6} \cdot s \cdot i_{ry} \right) + (\omega_\kappa - \omega \cdot z_p) \cdot k_s \cdot \Psi_{sx} + (\omega_\kappa - \omega \cdot z_p) \cdot k_s \cdot l_{\sigma 3} \cdot i_{rx}$$

Подставим в полученное уравнение выражение $\left(\frac{1}{\Omega_6} \cdot s \cdot \Psi_{sy} \right)$ из (7'')

$$0 = r_{rk} \cdot i_{ry} + k_s \cdot u_{sy} - \frac{r_s \cdot k_s^2}{l_m} \cdot \Psi_{sy} + r_s \cdot k_s^2 \cdot i_{ry} - k_s \cdot (\omega_\kappa \cdot \Psi_{sx}) + k_s \cdot l_{\sigma 3} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_6} \cdot s \cdot i_{ry} \right) + k_s \cdot (\omega_\kappa \cdot \Psi_{sx}) - k_s \cdot z_p \cdot (\omega \cdot \Psi_{sx}) + k_s \cdot l_{\sigma 3} \cdot (\omega_\kappa - \omega \cdot z_p) \cdot i_{rx} \tag{8''}$$

Перенесем слагаемые с переменными i_{ry} в левую часть:

$$k_s \cdot l_{\sigma 3} \cdot \left(\frac{1}{\Omega_6} \cdot s \cdot i_{ry} \right) + \underbrace{(r_{rk} + r_s \cdot k_s^2)}_{r_{r4}} \cdot i_{ry} = \frac{r_s \cdot k_s^2}{l_m} \cdot \Psi_{sy} - k_s \cdot u_{sy} + k_s \cdot z_p \cdot (\omega \cdot \Psi_{sx}) - k_s \cdot l_{\sigma 3} \cdot (\omega_\kappa - \omega \cdot z_p) \cdot i_{rx};$$

$$r_{r4} \cdot \left[\left(\frac{k_s \cdot l_{\sigma 3}}{r_{r4}} \cdot \frac{1}{\Omega_6} \right) \cdot s + 1 \right] \cdot i_{ry} = \frac{k_s}{T_{s4}} \cdot \Psi_{sy} - k_s \cdot u_{sy} + k_s \cdot z_p \cdot (\omega \cdot \Psi_{sx}) - k_s \cdot l_{\sigma 3} \cdot (\omega_\kappa - \omega \cdot z_p) \cdot i_{rx}$$

Ток i_{ry} определится в следующей форме:

$$i_{ry} = \left[\frac{k_s}{T_{s4}} \cdot \Psi_{sy} - k_s \cdot u_{sy} + k_s \cdot z_p \cdot (\omega \cdot \Psi_{sx}) - k_s \cdot l_{\sigma 3} \cdot (\omega_\kappa - \omega \cdot z_p) \cdot i_{rx} \right] \cdot \frac{1/r_{r4}}{\left(T_{r4} \cdot \frac{1}{\Omega_6} \right) \cdot s + 1}$$

Структурная схема для определения i_{ry} приведена на рис. 6.

На рис. 7 представлена структурная схема для реализации уравнения электромагнитного момента (5):

$$m = \zeta_N \cdot k_s \cdot (\Psi_{sy} \cdot i_{rx} - \Psi_{sx} \cdot i_{ry})$$

Наконец, из уравнения движения (6) выразим механическую угловую скорость вращения вала двигателя:

$$m - m_c = T_j \cdot s \cdot \omega;$$

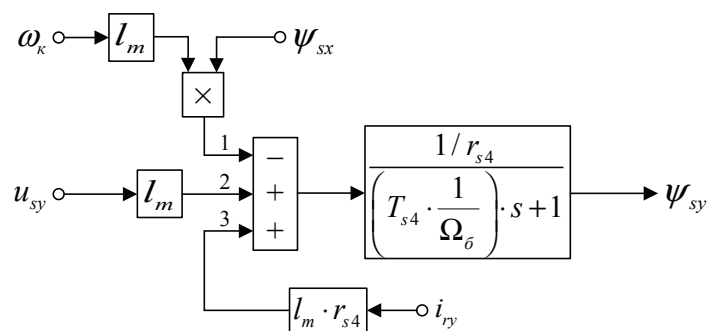


Рис. 5. Структурная схема для определения потокосцепления Ψ_{sy}

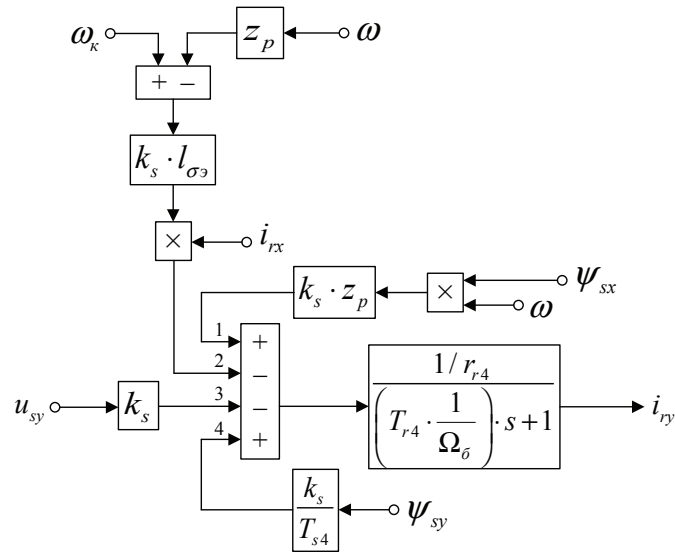


Рис. 6. Структурная схема для определения тока i_{ry}

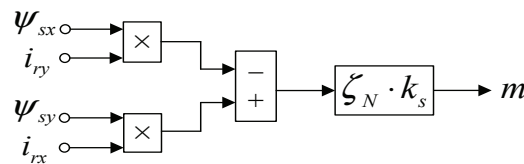


Рис. 7. Математическая модель определения электромагнитного момента m

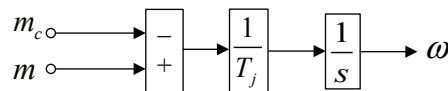


Рис. 8. Математическая модель уравнения движения

$$\omega = (m - m_c) \cdot \frac{1}{T_j} \cdot \frac{1}{s}$$

Структурная схема дана на рис. 8.

Математическая модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором с переменными $i_r - \psi_s$ на выходе апериодических звеньев приведена на рис. 9.

Расчет параметров производим в Script:

```

PN=320000;           Ub=sqrt(2)*UsN;           lm=Xm/Zb;
UsN=380;             Ib=sqrt(2)*IsN;           Tj=J*Omegarb/Mb;
IsN=324;             OmegasN=2*pi*fN;         betaN=(Omega0N-OmegaN)/Omega0N;
fN=50;              Omegab=OmegasN;          SsN=3*UsN*IsN;
Omega0N=104.7;       Omegarb=Omegab/zp;        ZetaN=SsN/Pb;
OmegaN=102.83;       Zb=Ub/Ib;                ks=lm/(lm+lbs);
nN=0.944;           Psib=Ub/Omegab;         kr=lm/(lm+lbr);
cos_phiN=0.92;      Lb=Psib/Ib;             lbe=lbs+lbr+lbs*lbr*lm^(-1);
zp=3;               kd=1.0084;          roN=0.9962;
Rs=0.0178;          Mb=kd*PN/OmegaN;        rrk=roN*betaN;
Xs=0.118;           Pb=Mb*Omegarb;         rs4=rs*ks;
Rr=0.0194;          rs=Rs/Zb;              rr4=rrk+rs*ks^2;
Xr=0.123;           lbs=Xs/Zb;            Ts4=lm/rs4;
Xm=4.552;           rr=Rr/Zb;             Tr4=ks*lbe/rr4;
J=28;               lbr=Xr/Zb;
    
```

Результаты моделирования асинхронного двигателя представлены на рис. 10.

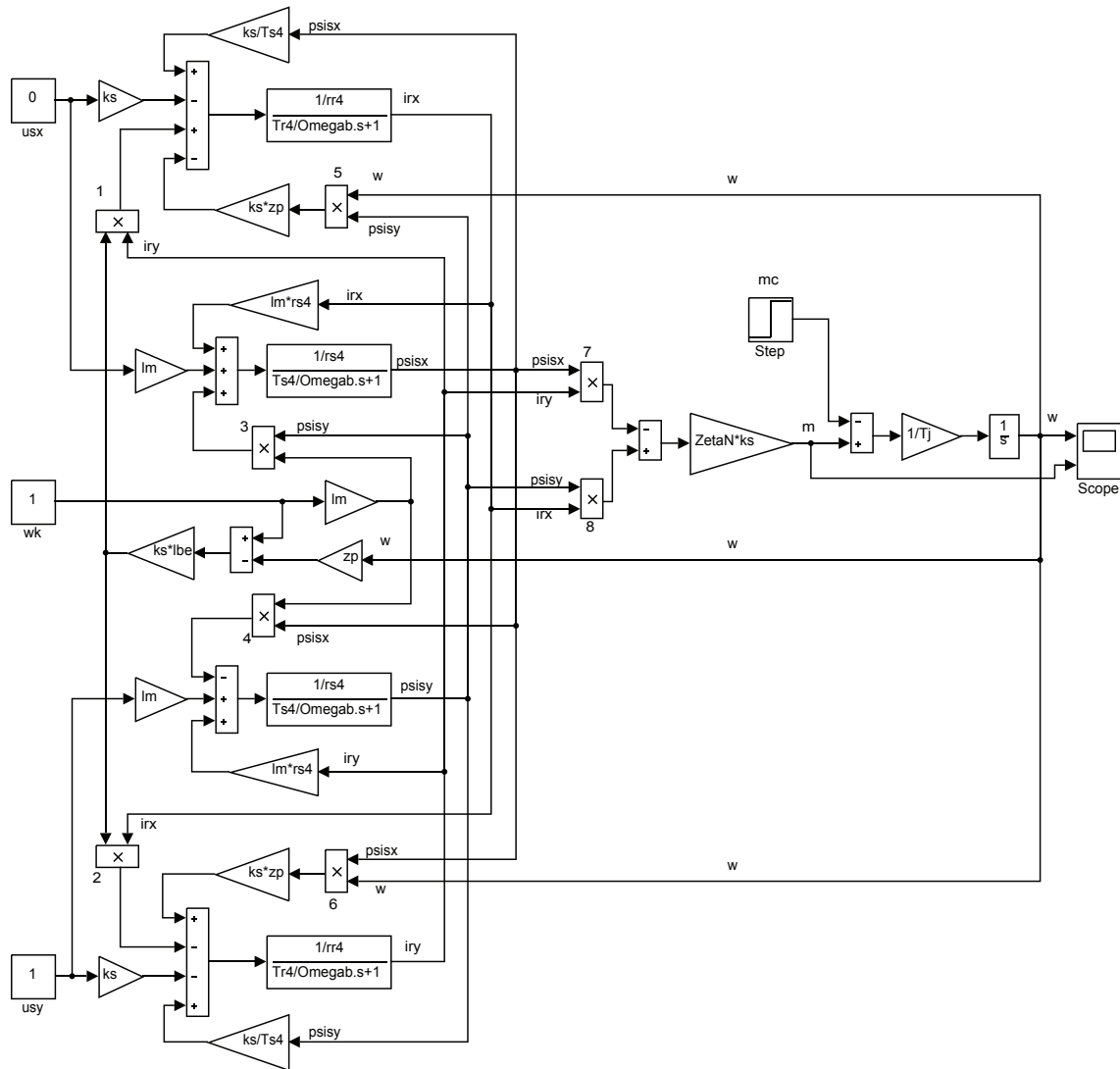


Рис. 9. Математическая модель асинхронного двигателя с переменными i_r — ψ_s на выходе аperiodических звеньев

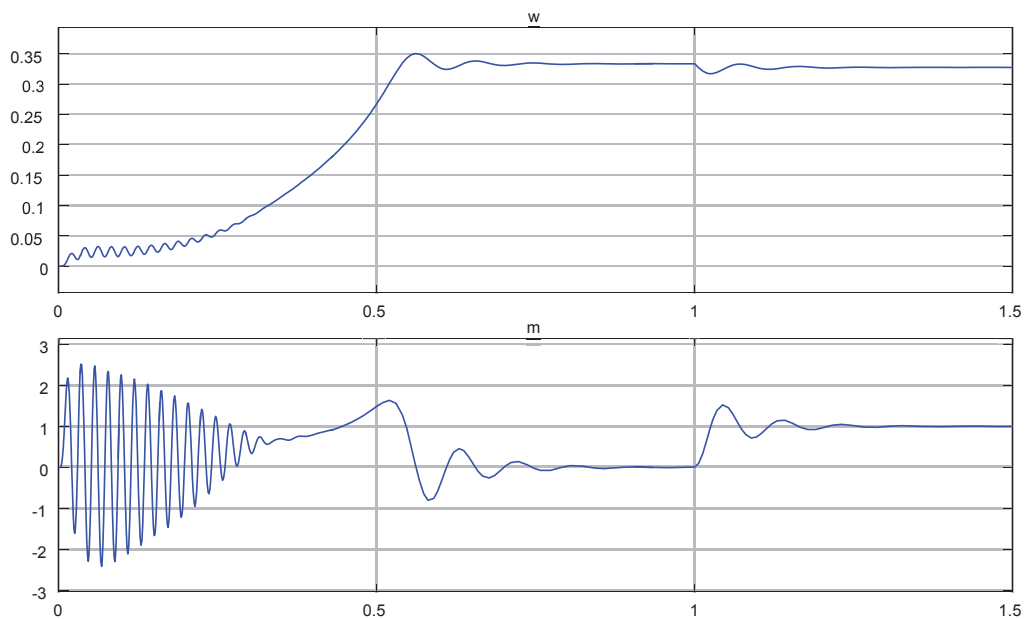


Рис. 10. Графики скорости и момента

Литература:

1. Емельянов А. А., Козлов А. М., Бесклеткин В. В., Авдеев А. С., Чернов М. В., Киряков Г. А., Габзалилов Э. Ф., Фуртиков К. А., Реутов А. Я., Королев О. А. Пространственные векторы в асинхронном двигателе в относительной системе единиц // Молодой ученый. — 2015. — № 11. — С. 133–156.
2. Шрейнер Р. Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. — Екатеринбург: УРО РАН, 2000. — 654 с.
3. Шрейнер Р. Т. Электромеханические и тепловые режимы асинхронных двигателей в системах частотного управления: учеб. пособие / Р. Т. Шрейнер, А. В. Костылев, В. К. Кривовяз, С. И. Шилин. Под ред. проф. д. т. н. Р. Т. Шрейнера. — Екатеринбург: ГОУ ВПО «Рос. гос. проф. — пед. ун-т», 2008. — 361 с.

Зависимости периода одномерного финитного движения релятивистской частицы от ее полной энергии и амплитуды во внешних потенциальных полях

Кочкин Сергей Алексеевич, кандидат физико-математических наук, доцент;
 Фофанов Андрей Сергеевич, студент
 Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова (г. Архангельск)

В данной работе в явном виде найдены зависимости периода одномерного финитного движения релятивистской частицы от ее полной механической энергии во внешних симметричных потенциальных полях. Также получены точные выражения для зависимостей периода от амплитуды колебаний частицы в таких полях, для энергетических зависимостей периода движения частицы в ультрарелятивистском случае, а также приведено сравнение полученных результатов с вычисленными периодами финитного движения нерелятивистской частицы в рассматриваемых полях.

Ключевые слова: релятивистская частица, финитное движение, зависимость периода от энергии, зависимость периода от амплитуды, ультрарелятивистский случай

Рассматривая в рамках классической механики одномерное финитное движение частицы во внешнем потенциальном поле [1], можно для целого ряда полей точно решить задачу о нахождении периода движения частицы в этих полях и выяснить, как период зависит от полной энергии или амплитуды колебаний частицы. Кроме этого, в некоторых частных случаях можно точно решить и обратную задачу — задачу о нахождении заранее неизвестной потенциальной энергии классической частицы, совершающей финитное движение в некотором — зачастую достаточно сложном — поле, по известной зависимости периода (или частоты) такого движения от полной механической энергии частицы [2, 3] или от ее амплитуды колебаний [4].

Переход от классической механики к релятивистской при описании движения всегда приводит к появлению определенных релятивистских эффектов и более сложных зависимостей между исследуемыми величинами. В данной работе выясним, для каких потенциальных полей прямая задача о нахождении зависимости периода финитного движения частицы от ее полной энергии имеет точное и простое решение, если частица будет двигаться со скоростью, близкой к скорости света, и соответственно найдем энергетические и амплитудные зависимости периода движения релятивистской частицы в таких полях.

Итак, рассмотрим релятивистскую частицу массой покоя m , которая может совершать одномерное финитное движение во внешнем поле с потенциальной энергией $U(x)$, зависящей от координаты частицы. Будем предполагать, что $U(x)$ — монотонно возрастающая при $x > 0$ функция, график которой симметричен относительно оси ординат, причем $U(0) = 0$. Будем также считать внешнее поле стационарным, поэтому сохраняется полная энергия W релятивистской частицы в данном поле, которую можно представить в следующем виде [5]

$$\frac{mc^2}{\sqrt{1 - \dot{x}^2/c^2}} + U(x) = W,$$

где первое слагаемое — это энергия движения свободной релятивистской частицы, \dot{x} — ее скорость, c — скорость света в вакууме.

Проинтегрируем это уравнение, разделяя переменные, в результате получим выражение, связывающее период финитного движения $T(W)$ и потенциальную энергию $U(x)$ релятивистской частицы в виде

$$T(W) = \frac{4}{c} \int_0^{x_0(W)} \frac{W - U(x)}{\sqrt{(W - U(x))^2 - m^2 c^4}} dx, \quad (1)$$

где $x_0(W)$ — точка возврата, являющаяся корнем уравнения $U(x_0) + mc^2 = W$.

Как показал анализ интеграла в (1), в общем случае для произвольной (например, степенной с любым показателем) зависимости потенциальной энергии от координаты частицы, данный интеграл не вычисляется точно, однако можно рассмотреть решение поставленной задачи в двух следующих частных случаях.

Пусть релятивистская частица совершает финитное движение в симметричном поле с потенциальной энергией $U(x) = kx$ при $x \geq 0$ и $U(x) = -kx$ при $x < 0$, где положительный коэффициент k численно равен возвращающей силе внешнего поля, действующей на частицу. Тогда, вычисляя интеграл в (1) с данным полем, получим точную зависимость периода финитного движения релятивистской частицы от ее полной энергии в следующем виде

$$T(W) = \frac{4}{ck} \sqrt{W^2 - m^2 c^4}. \quad (2)$$

Отметим несколько следствий из формулы (2). Во-первых, в случае энергий релятивистской частицы, много больших ее энергии покоя ($W \gg mc^2$), т. е. в так называемом ультрарелятивистском случае [6], получаем, что период финитного движения частицы линейным образом зависит от полной энергии частицы:

$$T(W) = \frac{4}{ck} W.$$

Во-вторых, для рассматриваемого поля легко получить приближение формулы (2) в нерелятивистском случае (при $\dot{x} \ll c$) в виде

$$T(E) = \frac{4}{k} \sqrt{2mE}, \quad (3)$$

где $E = \frac{m\dot{x}^2}{2} + U(x)$ — полная энергия нерелятивистской частицы. Заметим, что непосредственное вычисление периода финитного движения частицы в исследуемом поле в нерелятивистском случае (как это, например, описано в [1]) приводит к тому же результату (3).

Наконец, в-третьих, используя условие $W = mc^2 + kA$, где A — амплитуда колебаний частицы во внешнем поле $U(x) = k|x|$, из (2) получаем точное выражение для зависимости периода финитного движения релятивистской частицы от ее амплитуды в виде

$$T(A) = T_0(A) \sqrt{1 + \frac{kA}{2mc^2}},$$

где $T_0(A) = 4\sqrt{\frac{2mA}{k}}$ — период финитного движения нерелятивистской частицы в рассматриваемом поле, который можно найти из формулы (3).

Далее рассмотрим еще один частный случай, при котором возможно точное вычисление интеграла (1), а именно приведем полученное окончательное выражение для энергетической зависимости периода финитного движения релятивистской частицы в симметричном поле $U(x) = \alpha\sqrt{|x|}$ (α — постоянное положительное число):

$$T(W) = \frac{4}{c\alpha^2} \left[W\sqrt{W^2 - m^2 c^4} - m^2 c^4 \operatorname{Arch}\left(\frac{W}{mc^2}\right) \right]. \quad (4)$$

Аналогично первому случаю получим несколько следствий из формулы (4). Во-первых, в ультрарелятивистском случае ($W \gg mc^2$) следует квадратичная зависимость периода от полной энергии частицы:

$$T(W) = \frac{4}{c\alpha^2} W^2.$$

Во-вторых, для рассматриваемого поля также нетрудно получить приближение формулы (4) в нерелятивистском случае в виде

$$T(E) = \frac{16\sqrt{2m}}{3\alpha^2} E^{3/2}, \quad (5)$$

где E — полная энергия нерелятивистской частицы в данном поле. Также отметим, что выражение (5) тоже совпадает с энергетической зависимостью периода финитного движения частицы в исследуемом поле, получаемой в рамках классической механики [1].

И, наконец, в-третьих, с учетом условия $W = mc^2 + \alpha\sqrt{A}$, из (4) получим точное выражение для зависимости периода финитного движения релятивистской частицы во внешнем поле $U(x) = \alpha\sqrt{|x|}$ от ее амплитуды A в следующем виде

$$T(A) = T_0(A) \frac{3\sqrt{2}}{8\epsilon_A^{3/2}} \left[(1 + \epsilon_A) \sqrt{\epsilon_A^2 + 2\epsilon_A} - \text{Arch}(1 + \epsilon_A) \right], \quad (6)$$

где теперь $T_0(A) = \frac{16}{3} \sqrt{\frac{2m}{\alpha}} A^{3/4}$ — период финитного движения нерелятивистской частицы в поле $U(x) = \alpha\sqrt{|x|}$,

который можно получить из формулы (5), а также для краткости записи здесь введено обозначение $\epsilon_A = \frac{\alpha\sqrt{A}}{mc^2}$. Легко проверить, что в случае малого ϵ_A в первом приближении период (6) принимает вид классической зависимости $T_0(A)$ в данном поле.

Таким образом, расчет и анализ периода финитного движения релятивистской частицы в двух данных симметричных потенциальных полях показал, что он существенно отличается от периода финитного движения нерелятивистской частицы в тех же самых полях. В силу релятивистских эффектов усложняется зависимость периода как от полной энергии релятивистской частицы, так и от амплитуды ее колебаний по сравнению с результатами, получаемыми в рамках классической механики.

Литература:

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая механика. Т. 1. Механика. — М., 2004. — 224 с.
2. Кочкин с. А., Островский В. В. Определение потенциальной энергии частицы по известной линейной энергетической зависимости периода ее финитного движения в потенциальной яме // Молодой ученый. — 2016. — № 18(122). — С. 20–22.
3. Кочкин с. А., Розевика А. А. Задача о нахождении потенциальной энергии классической частицы по известной степенной зависимости периода ее финитного движения от полной энергии // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. — 2016. — № 8(1). — С. 23–26.
4. Кочкин с. А., Бригинец С. А. О нахождении потенциальной энергии классической частицы во внешнем поле по известной степенной амплитудной зависимости ее периода колебаний // Проблемы современной науки и образования. — 2016. — № 18(60). — С. 6–8.
5. Истеков К. К. Курс теоретической физики. — А., 2005. — 574 с.
6. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т. 1. Механика. — М., 2005. — 560 с.

ИНФОРМАТИКА

Краткая история и классификация программного обеспечения совместной работы

Кадилов Никита Тимурович, магистрант
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

В статье коротко рассматривается история программного обеспечения совместной работы (англ. groupware), феномена технологической поддержки совместной работы (англ. computer-supported cooperative work), а также происхождение этих терминов. Обсуждается подход к классификации ПО совместной работы на основе ключевого функционального назначения.

Ключевые слова: программное обеспечение совместной работы, ПО совместной работы, groupware, collaborative software

Более 25 лет назад Robert Johansen презентовал доклад «Teams for tomorrow», в котором рассказал 5 коротких историй — в сущности — собственных предположений о том, как командная работа изменится под влиянием развития информационных технологий в ближайшем будущем [7].

Он предположил, что многие задачи можно будет решать удалённо, не присутствуя на рабочем месте, с помощью переносных электронных устройств (планшетов, ноутбуков и т.д.). Тенденция была определена верно. Уже через пять лет появился специальный термин «цифровые кочевники» (англ. digital nomads) — работники сферы интеллектуального труда, способные, благодаря цифровым технологиям, работать из любого места и в любое время, использующие эту возможность, чтобы вести мобильный, «кочевнический» образ жизни [10; 11]. А по данным Бюро трудовой статистики США 24% сотрудников в 2015 году выполняли всю или часть своей работы, находясь дома [1].

Также Johansen считал, что компьютерные сети и программы, использующие их возможности, позволят организовать электронную инфраструктуру организации, с помощью которой можно будет эффективно управлять потоком работ. Сегодня для управления потоком работ компании используют как сложное программное обеспечение, предназначенное для различных сфер бизнеса (например, продукты компании SAP, Salesforce или JIRA), так и более простые приложения (например, Zoho Creator, Trello или Asana). Все они зависимы от сетевых технологий.

Кроме этого, Johansen полагал, что члены команды будут активно взаимодействовать друг с другом, используя технологии виртуальной реальности, а кросскультурные

команды получают программную поддержку межкультурных коммуникаций. И хотя рынок технологий виртуальной реальности активно растёт и по некоторым оценкам составит от 1 до 2 млрд долларов к 2020 году [12; 2], основное применение технологии — развлекательное — не связано с поддержкой командных взаимодействий. Продукты, функциональность которых позволила бы упростить межкультурные коммуникации, на текущий момент на рынке отсутствуют.

Последнее предположение связано с тем, что современный профессионал сталкивается с необходимостью постоянно учиться, с отсутствием возможности предварительно научиться решать все возможные задачи, из-за многообразия и динамики. Оно заключается в том, что сотрудники будут осваивать определённые знания или навыки так, чтобы овладеть ими к моменту, когда это станет необходимо для работы над проектом (англ. just-in-time learning). Такую возможность обеспечит то, что знания и навыки можно будет получать с помощью информационных технологий в любой момент и в любом месте. Описанная ситуация для некоторых современных отраслей вполне реальна. Большинству профессий цифровой эры можно обучаться, используя интернет-ресурсы, такие как Khan Academy, Udacity, Udemy, Coursera, Codecademy, Code School и так далее.

Предположения, сделанные Johansen'ом в 1991 году, как мы видим, были по большей части справедливы. Исследовательская область, к которой они относились, на тот момент была очень молодой. Она называется *computer-supported cooperative work* или, сокращённо, *CSCW*. Название было придумано в 1984 году на воркшопе, который организовали Irene Greif из MIT и Paul Cashman из компании Digital Equipment Corporation [3]. Воркшоп

был посвящён тому, каким образом технологии (в частности, персональные компьютеры и программы для них) могут помогать людям в их работе [6].

Согласно одному из общепринятых определений, *computer-supported cooperative work* — это исследовательская область, изучающая как совместную профессиональную деятельность и её координацию можно обеспечить поддержкой компьютерных систем. Под компьютерной системой подразумевается определённая комбинация аппаратного и программного обеспечения. В то время, как вычислительные мощности аппаратного обеспечения (англ. hardware) доступны для решения любых задач, программное обеспечение (англ. software), напротив, всегда создаётся специально, для решения конкретной проблемы. Программное обеспечение, разработанное для поддержки людей, совместно работающих над решением общих задач, называют *groupware* или *collaborative software*.

Термин *groupware* придумали в 1978 году исследователи Peter и Trudy Johnson-Lenz и определили его как «совокупность целенаправленных групповых процессов и программного обеспечения для их поддержки» [6]. Оригинальная трактовка, как замечают сами авторы [9, с. 395], шире понятия *computer-supported cooperative work*, поскольку объединяет в одну систему группу, технологические и даже культурные факторы. Термин *groupware* стал популярен после того, как в 1987 году Louis S. Richman использовал его в статье «Software catches the team spirit» для журнала Fortune. На русский язык *groupware* можно перевести как *программное обеспечение совместной работы* или *ПО совместной работы*. Устоявшегося русскоязычного термина на данный момент нет, часто используются англоязычные варианты, поэтому следует иметь их в виду.

Первые коммерческие приложения, относящиеся к классу *ПО совместной работы*, появились ещё в конце 1970-х. В первые десять лет технологические решения выглядели многообещающими, однако на практике успехов не достигали [6, с. 271]. Grudin [4] предполагал, что это происходило по трём причинам. Первая: бенефициар внедрения *ПО совместной работы* и его конечный пользователь не совпадали. Например, выгоду от внедрения и применения *ПО совместной работы* получал менеджмент, в то время как рядовые сотрудники должны были тратить время на дополнительное обучение, поскольку даже навык набора текста на компьютере в то время был очень редким. Вторая: дизайн был основан на большом числе интуитивных решений, которые принимались без внимания к потребностям конечного пользователя. Третья: было сложно оценивать/тестировать выгоду (или эффект) от применения *ПО совместной работы*, поскольку особенности групп неизбежно влияли на результат оценки/теста.

Изменения дали о себе знать в 1995 году. Тогда Jonathan Grudin [5] провёл исследование, которое включало серию интервью со специалистами, использующими

groupware. Он пришёл к выводу, что *ПО совместной работы* внедряется и успешно функционирует в крупных организациях и пользователи не противодействуют этому. Причина, на которую указывает Grudin, в общем элементарна — приложения приобрели интеллектуальную и полезную непосредственно пользователю функциональность, что позволило привлекать к использованию приложения критическую массу сотрудников компании, за которыми, спустя некоторое время, следовали остальные.

Существуют два распространённых способа классифицировать *ПО совместной работы*. Первый основан на двух критериях: место и время [4]. Члены группы или команды могут вести совместную деятельность, находясь в одном месте, а могут, напротив, взаимодействовать удалённо, находясь в разных местах. Что касается времени, то взаимодействия могут быть одновременными (синхронными) или наоборот. Таким образом, каждый критерий имеет две возможные опции. Сопоставив их во всех возможных комбинациях, получаем четыре классификационные группы: одно место и одно время, одно место и разное время, разные места и одно время, разные места и разное время.

Grudin (1997) предупреждает, что вышеописанная типология, несмотря на широкую популярность, не лишена недостатков. Проблема в том, что большинство реальных рабочих процессов не могут быть отнесены только к одной категории, и *ПО*, предназначенное для этих процессов, соответственно, тоже [4, с. 283].

Второй способ классификации основан на рассмотрении нескольких групп процессов, которые проявляются в практике совместной работы и, как правило, поддерживаются при помощи информационных технологий. Это коммуникационные и координационные процессы, а также процессы обмена информацией [4, с. 284]. Далее по порядку рассмотрим как *ПО совместной работы* соотносится с выделенными группами процессов.

ПО совместной работы может быть предназначено для *поддержки коммуникационных процессов (общения)*. Коммуникации с его помощью могут осуществляться как в реальном времени (синхронно), так и в разные временные промежутки (асинхронно).

Также *ПО совместной работы* может быть спроектировано для *поддержки сотрудничества и информационного обмена*. Обычно такое *ПО* представляет собой многопользовательское информационное пространство, которое позволяет представлять разнообразные данные, открывать доступ к ним, совместно манипулировать ими и так далее.

Можно заметить, что обмен информацией способствует и поддержка коммуникационных процессов, поскольку в ходе коммуникации происходит обмен сообщениями, а они по определению представляют собой закодированную информацию. С теоретической точки зрения это верно, потому что любая передача информации от отправителя к получателю — это акт коммуникации.

Однако на практике ПО совместной работы, созданное для поддержки коммуникационных процессов, фактически сфокусировано на поддержке внутригруппового общения, но не всего спектра существующих способов коммуникации.

А ПО совместной работы, предназначенное для сотрудничества и информационного обмена, даёт возмож-

ность обмениваться информацией, не вступая в процесс межличностного общения, таким образом поддерживая другую часть спектра.

ПО совместной работы, созданное для поддержки координации, обеспечивает дополнительные способы взаимодействий между членами группы и команды. Его первостепенное назначение — обеспечить возможность

Таблица 1. Классификация ПО совместной работы по поддерживаемым процессам

Категория	Примеры продуктов
<i>1 Приложения для поддержки коммуникационных процессов</i>	
1.1 Электронная почта	Gmail, Inbox, Microsoft Outlook
1.2 Синхронная конференцсвязь (аудиозвонки и видеозвонки, в том числе групповые)	Skype for Business Zoho Meeting Adobe Connect Битрикс24
1.3 Трансляция аудио и видео (прямые трансляции для неопределённого количества зрителей)	Webinato GoToWebinar YouTube
1.4 Мессенджеры	Slack HipChat Fleep
<i>2 Приложения, формирующие общее (распределённое) информационное пространство</i>	
<i>2.1 Для синхронных взаимодействий (позволяют в реальном времени работать над общей задачей)</i>	
2.1.1 Shared whiteboard (многопользовательская программная реализация маркерной доски)	RealttimeBoard Awwapp Shared Whiteboard Ziteboard
2.1.2 Системы для поддержки совещаний и коллективного принятия решений	Zoho Meeting GroupMap
<i>2.2 Для асинхронных взаимодействий (позволяют работать над общей задачей в разное время, независимо)</i>	
2.2.1 Управление документами (совместная работа над созданием документов, организация хранения и доступа к документам)	ZohoDocs XaitPorter Google Docs Microsoft Office Online
2.2.2 Управление информацией (приложения, позволяющие манипулировать всевозможными данными в общем информационном пространстве, а также репозитории для хранения данных и коллективного доступа к ним)	Confluence Trello GitHub Google Drive Dropbox
<i>3 Приложения для поддержки координации</i>	
3.1 Календари и расписания (составление групповых расписаний с напоминаниями)	Teamup Calendar Outlook Calendar Google Calendar
3.2 Управление потоком работ (создание и декомпозиция задач, назначение исполнителей и отслеживание прогресса, автоматизация потоков информации и т.д.)	JIRA Zoho Project Zoho Creator Salesforce Asana Zapier Wrike Битрикс24

взаимодействовать асинхронно. Например, с его помощью можно устанавливать и менять порядок задач, назначать им исполнителей, закреплять определённые паттерны взаимодействий и управлять потоком работ.

Совместная работа, в зависимости от особенностей задачи, подразумевает наличие определённой комбинации процессов коммуникации, координации и информационного обмена [4, с. 285]. Трудно представить ситуацию, в которой совместная работа может быть реализована за счёт какой-то одной группы процессов. Поэтому реальные продукты на рынке ПО совместной работы обладают широким набором функций, который минимально поддерживает все аспекты групповой деятельности. Тем не менее

ключевые функции продуктов обычно сфокусированы на конкретных процессах и это позволяет нам, с некоторой долей допущения, их классифицировать (см. таблица 1).

Таким образом, используя в качестве классификационного признака ключевую функцию ПО совместной работы, мы выделили 10 категорий, снабдили их пояснениями и примерами актуальных рыночных продуктов. Сегодня ПО совместной работы успешно применяется по многим крупным, средним и небольшим компаниям. Для решения различных задач появляются специализированные приложения, поэтому важным трендом и свойством современного ПО совместной работы является возможность интеграции со сторонними приложениями.

Литература:

1. American Time Use Survey — 2015 // U. S. Bureau of Labor Statistics. URL: <https://www.bls.gov/news.release/pdf/atus.pdf> (дата обращения: 3.02.2017)
2. David M. Ewalt. Virtual Reality Revenues Could Reach \$21.8 Billion By 2020 // Forbes. URL: <http://www.forbes.com/sites/davidewalt/2015/07/28/virtual-reality-revenues-could-reach-21-8-billion-by-2020/#161304a13363> (дата обращения: 3.02.2017)
3. Grudin J. CSCW: History and Focus. University of California //IEEE Computer. — 1994. — Т. 27. — № . 5. — С. 19–26.
4. Grudin J. Why CSCW applications fail: problems in the design and evaluation of organizational interfaces //Proceedings of the 1988 ACM conference on Computer-supported cooperative work. — ACM, 1988. — С. 85–93.
5. Grudin J., Palen L. Why groupware succeeds: Discretion or mandate? //Proceedings of the Fourth European Conference on Computer-Supported Cooperative Work ECSCW'95. — Springer Netherlands, 1995. — С. 263–278.
6. Grudin J., Poltrock S. E. Computer-supported cooperative work and groupware //Advances in computers. — 1997. — Т. 45. — С. 269–320.
7. Johansen R. Teams for tomorrow (groupware) //System Sciences, 1991. Proceedings of the Twenty-Fourth Annual Hawaii International Conference on. — IEEE, 1991. — Т. 3. — С. 521–534.
8. Johnson-Lenz P., Johnson-Lenz T. Groupware: The emerging art of orchestrating collective intelligence //World Future Society's First Global Conference on the Future, Toronto, Canada. — 1980.
9. Johnson-Lenz P., Johnson-Lenz T. Post-mechanistic groupware primitives: rhythms, boundaries and containers // International Journal of Man-Machine Studies. — 1991. — Т. 34. — № . 3. — С. 395–417.
10. Kleinrock L. Nomadicity: anytime, anywhere in a disconnected world //Mobile networks and applications. — 1996. — Т. 1. — № . 4. — С. 351–357.
11. Liegl M. Nomadicity and the care of place — on the aesthetic and affective organization of space in freelance creative work //Computer Supported Cooperative Work (CSCW). — 2014. — Т. 23. — № . 2. — С. 163–183.
12. Tim Merel. Augmented And Virtual Reality To Hit \$150 Billion, Disrupting Mobile By 2020 // TechCrunch. URL: <https://techcrunch.com/2015/04/06/augmented-and-virtual-reality-to-hit-150-billion-by-2020/> (дата обращения: 3.02.2017)

Разработка и исследование информационной системы управления энергоснабжением города

Мусабеева Жансая Габиденовна, магистрант;

Азанов Николай Прокопьевич, доцент

Казахский национальный университет имени аль-Фараби (г. Алматы)

В работе разработана система, в ходе выполнения которой, большая часть работы была ориентирована на то, чтобы сформировать программу, которая основана на базе данных. База данных хранит поступление новых показаний, снятых контролерами. Система нужна для хранения снятых показаний с электросчет-

чиков, об имеющихся в базе данных пользователей электроэнергии, а также для расчетов и точности вычислений по установленным тарифам.

Ключевые слова: электроэнергетика, энергия, Delphi, UML-диаграммы

1. Анализ информационных систем в электроэнергетике

Электроэнергетика является необычайно большой и значительной сферой деятельности людей. В настоящее время большая доля населенной местности снабжается электроэнергией. В данный момент от электроэнергии зависят практически все области деятельности человека.

Мы постоянно пользуемся электроэнергией в нашей повседневной жизни, и мы имеем прямую зависимость от её снабжения. От электричества всецело зависят практически все наши потребности. Снабжение надежного обеспечения электроэнергией — особо важная часть для функционирования нынешней здоровой деятельности людей [1].

Электроэнергетика — это неотъемлемая часть всех предприятий, так как именно снабжение электроэнергией позволят работать всему современному оборудованию. В настоящее время существует множество энергосбытовых организаций, осуществляющие продажу приобретённой электроэнергии, разрабатываются различные системы для хранения информации о продаже электрической энергии потребителям [2]. Вопросы оплаты электроэнергии и чистота расчетов вызывают огромное количество споров, что связано с недостатком существующей нормативно-правовой базы.

Надежность электроснабжения абонентов гарантируется своевременной выплате счетов перед энергоснабжающей компанией за потребленную энергию. За неоплаченную использованную энергию абоненту будет отключена подача электроэнергии до выплаты валютных долговых обязательств. На сегодняшний день сфера энергетической промышленности является очень востребованной, и еще достаточно долгое время не утратит своей актуальности [3, 4].

Предметной областью данной работы является деятельность электроэнергетической компании, в части выполнения следующих процессов [5]:

- хранение данных с электросчетчиков;
- запись о предоставленных услугах энергокомпанией;
- оформление договора с поставщиками;
- мониторинг поставок энергии с энергопредприятий;
- создание отчетности с последующим выводом на печать.

Для этого необходимо разработка информационной системы учета абонентов, которая помогала бы персоналу компании вести точный учет всех показаний и располагать необходимой информацией. Данная информационная системы [6] обладает всеми важными функциями для информационных систем такого типа. В свою очередь,

она обладает следующими особенностями: новых пользователей может регистрировать только администратор; эту систему могут использовать только авторизованные пользователи; для администраторов разработана удобная и простая для понимания форма редактирования элементов из комбинированного списка, которые могут добавляться, изменяться и удаляться в ходе усовершенствования системы.

Автоматизация этих функций позволит хранить информацию в одной базе, информация в которую вводится благодаря удобному интерфейсу.

Процессы по управлению, а также контроль эффективности выполнения указанных процессов осуществляются следующими специалистами:

- персонал компании;
- администрация;
- бухгалтерия.

Каждый потребитель «Energizer» имеет право получить идеальное обслуживание и правильный расчет за предоставленную энергию. Программы для автоматизации компании должны быть многофункциональными системами для улучшения точности и снижения издержек предприятия, элементарными во внедрении и простыми в обслуживании [7]. Автоматизация компании с помощью системы «Energizer» позволяет приемлемо совмещать все функции, необходимые для эффективного учета абонентов, предоставляя хорошую надежность и качество.

2. Обзор используемых программных и инструментальных средств

При разработке программного изделия было выбрано средство разработки Borland Delphi 7, утилита для интерактивной работы с таблицами реляционных баз данных Database Desktop. Для выполнения анализа и поддержки процесса создания информационных систем в данной дипломной работе было использовано CASE-средство, относящееся к категории верхнего уровня — ERwin.

Borland Delphi 7 дает возможность воплотить в реальность разного уровня программы: от простейших приложений до сложнейших программ администрирования распределенными базами. Пакет включает в себя различные утилиты, обеспечивающие эффективную работу программиста с базами данных, XML-документами, формирование справочного файла (HLP-файла), вывод иных задач. С помощью генерации машинного кода и уникальной сумме простоты языка, допускает достаточно хорошо взаимодействовать на невысоком уровне с операционной системой, а также с написанными на C/C++ библиотеками. Созданные программы не имеют зависимости от стороннего программного обеспечения, как Microsoft.NET

Framework или Java Virtual Machine. Интегрируя главные приложения разработки в общий и простой в применении пакет, Delphi 7 уменьшает жизненный цикл производства приложений и убыстряет вывод производимых благодаря программным продуктам на продажу [10].

3. Проектирование и разработка ИС «Energizer»

На диаграмме прецедентов (вариантов использования) показано взаимодействие между вариантами использования и действующими лицами. Она отражает требования к системе с точки зрения пользователя. Таким образом, варианты использования — это функции, выполняемые системой, а действующие лица — это имеющие отношения к работе системы. Важнейшая цель диаграммы прецедентов — представлять собой единое средство, которое может предоставить шанс совместно обсуждать полную функциональность системы и корректно-точное поведение системы. Диаграмма деятельности — это графическое представление реализации программы в алгоритме и описание последовательности операций для решения задач. Схема диаграммы деятель-

ности определяется в UML, которая определяет мероприятия, которые будут проводиться для достижения заданной функциональности. Диаграмма деятельности часто используется в качестве дополнения к модели диаграммы прецедентов, описывающих динамику, с которой они разрабатывают различные события. Диаграмма последовательности — подходящее средство с целью определения последовательности различных сообщений, с поддержкой которых объекты взаимно действуют друг на друга.

4. Разработка программного обеспечения ИС «Energizer»

При запуске программы открывается форма авторизации (рисунок 1). Эта форма содержит выбор типа пользователя, поле для ввода логина и пароля. Логин постоянно остается стандартным, так же как и пароль, которые закладываются в систему при регистрации в ИС «Energizer». Если администратор создал Вашу учетную запись в системе, то для авторизации нужно ввести логин пользователя и пароль.

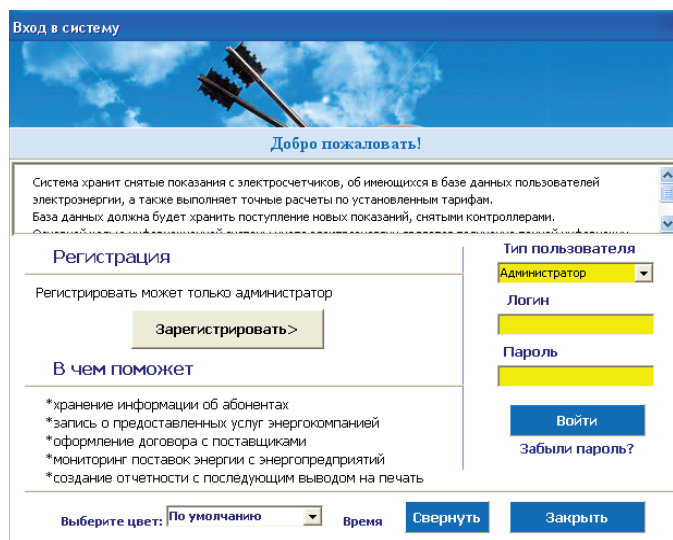


Рис. 1. Авторизация пользователя

А сегодня в этой системе не каждый может зарегистрировать, вернее, зарегистрировать могут не только исключительно все, мало кто может это делать, точнее это может делать только администратор.

Форма регистрации пользователя представлена на рисунке 2.

Нажав кнопку «Войти» проверяется соответствие логина и пароля с базой данных. В случае совпадения логина и пароля, пользователю открывается главное окно программы, в котором хранится вся основная информация системы. Нажав кнопку «Закрыть», программа закрывается.

Главное окно программы имеет довольно простой, интуитивно понятный интерфейс. Для большего комфорта

работы вся функциональность системы разделена на части, которые визуальны представлены в виде кнопок.

В этом окне содержатся основные данные, с помощью которых можно перейти к различным функциям системы. Также, прямо в этом окне можно воспользоваться поиском данных по таблицам, произвести фильтрацию записей, добавить, изменить и удалить информацию. Помимо этого в главном окне пользователь может прочитать информацию об энергоснабжении, о компании и создателе программы.

На этой форме отображаются кнопки по основным возможностям системы: открыть калькулятор, вывод на печать квитанции, мой профиль. Пройдя в «мой профиль» можно

Рис. 2. Регистрация пользователя

посмотреть и изменить Ваши личные данные. Нажав кнопку «Выйти» пользователь выходит из своей учетной записи.

По мере необходимости надобности той или иной формы, можно будет ссылаться на главное меню, где находятся:

- БД;
- информация об энергоснабжении;
- информация об электроэнергетике;
- о программе.

Система имеет возможность добавлять новых абонентов, так как абоненты являются ключевым моментом в продаже электроэнергии. Функция «Добавить» отмечена на рисунке 3. В этой форме осуществляется добавление новых абонентов, показаний электросчетчиков, тарифов, услуг, персонала, договора, поставщиков и информации о компании, в зависимости от выбранной таблицы. Кроме того, если возникла необходимость изменить какую-либо информацию из таблицы, то с помощью кнопки «Изменить» можно отредактировать или с по-

мощью кнопки «Удалить» избавиться от ненужной информации.

Заключение

В данной работе была разработана информационная система для энергопредприятия. Обоснована необходимость разработки ИС «Energizer», которая позволяет эффективно выполнять работу в энергетическом предприятии. Система хранит снятые показания с электросчетчиков, информацию об имеющихся в базе данных пользователей электроэнергии, а также выполняет расчеты по установленным тарифам.

Исследованы разработка UML-диаграмм и проектированию базы данных ИС «Energizer». Для построения моделей использовались UML-диаграммы, представлением логической модели БД является построение ER-диаграмм, и для построения информационной модели применялась методология IDEF1X.

Литература:

1. Томас К., Каролин Б. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. — СПб.: Вильямс, 2010. — 1440 с.
2. Осак А. Б., Домышев А. В., Шепилов О. Н. Разработка программных комплексов. — М.: Питер, 2008. — 299 с.
3. Иван Хладни Внутренний мир Borland Delphi 2006. — М.: Вильямс, 2006. — 615 с.
4. Кадлец В. Delphi. Книга рецептов. — М.: Наука и техника, 2006. — 412 с.
5. Скоз Е. Ю. Программные средства моделирования в САПР. Конспект лекций. — 2006. — 412 с.
6. Боггс У., Боггс М. UML и Rational Rose 2002. — М.: Лори, 2007. — 480 с.
7. Диаграммы UML Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/>
8. Шмуллер Д. Освой самостоятельно UML за 24 часа. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. — 416 с.
9. Введение в UML. Режим доступа: <http://www.intuit.ru>. — 30.10.2010.

Концепция базы данных для системы электронного документооборота в Oracle Database

Петухов Роман Николаевич, магистрант

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Документооборот является одним из важных процессов на предприятии, ежедневно на предприятии формируется множество различных документов, передаются от сотрудника к сотруднику. В век компьютеризации, большинство документов начинают принимать цифровой вид, вследствие чего, возникают новые требования к хранению и транспортировке документов.

Обобщенные требования к системам электронного документооборота:

- регистрацию, учет и контроль входящих, исходящих, внутренних документов, обращений граждан, организационно-распорядительных документов;
- возможность перевода бумажных документов в электронный вид, потоковое сканирование, распознавание документов;
- обмен документами между территориально распределенными подразделениями;
- рубрикацию, категоризацию и классификацию документов;
- учет и обработку документов, находящихся на архивном хранении.

Одним из прикладных заданий в системе электронного документооборота, является оптимальное распределение документов в системе. Для начала была разработана логическая и физическая ER-модель базы данных. Для верного распределения документов необходим минимальный набор сущностей: Документ, Тип документа, Пункт маршрута, Действие, Пункт маршрута, История пути документа, Сотрудник, Должность, Подразделение (рис. 1).

Физическая модель описывает реализацию логической базы данных на уровне объектов конкретной базы данных, задается тип переменных (рис. 2).

Задачей базы данных будет заполнение таблицы HISTORY и построение пути документа с учетом типов документов и загруженности сотрудников.

Алгоритм заполнения таблицы:

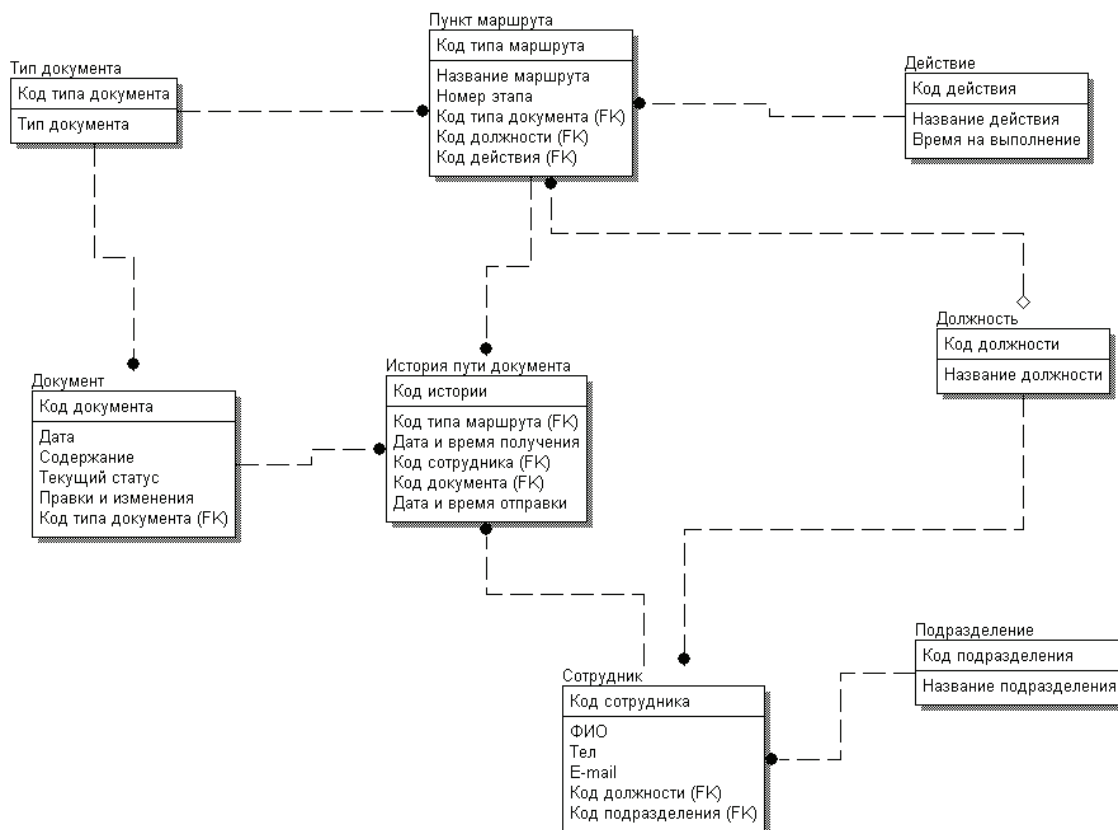


Рис. 1. Логическая ER-модель базы данных

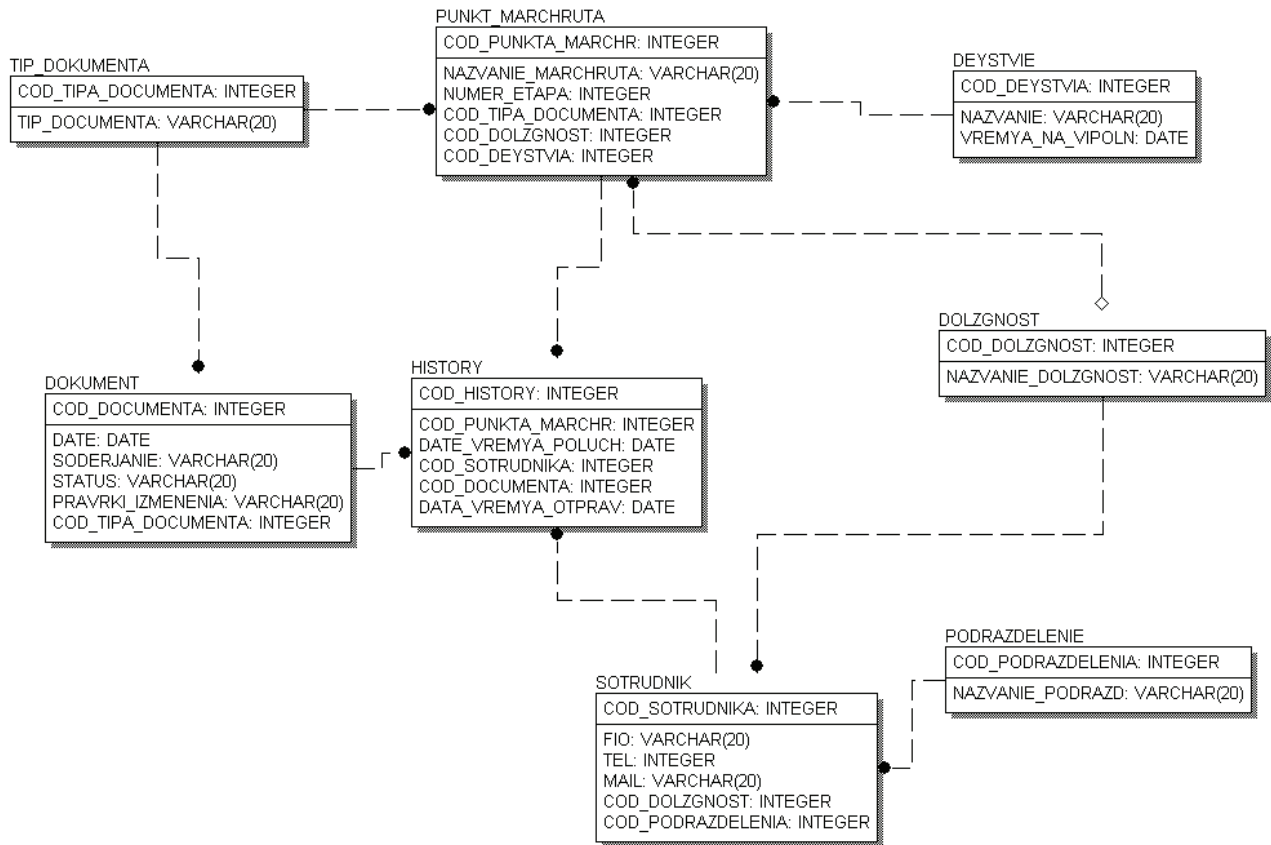


Рис. 2. Физическая ER-модель базы данных

- 1) Определение статуса документа, завершен документ или нет.
- 2) Определение последней дату работы с документом.
- 3) Проверка количества документов у сотрудников.
- 4) Фиксация последней даты изменения документа (из истории) или даты его создания.
- 5) Проверка статуса документа на текущую дату.
- 6) Определение маршрута документа в соответствии с типом документа
- 7) Поиск должности в соответствии с маршрутом документа
- 8) Определение количества документов у сотрудников.
- 9) Выбор сотрудника с наименьшим количеством документов.
- 10) Формирование записи в истории.
- 11) Запись статуса документу.

Процедура заполнения таблицы будет проводится путем создания запроса на языке PL/SQL.

PL/SQL — это мощный язык программирования, используемый для обращения к базам данных Oracle из различных сред. PL/SQL интегрирован с сервером базы данных, поэтому программы, написанные на нем, обрабатываются быстро и эффективно. Кроме того, этот язык применяется в некоторых клиентских инструментальных средствах Oracle. PL/SQL расширяет возможности SQL, добавляя в него такие конструкции процедурных языков, как переменные и типы, условные операторы и циклы, процедуры и функции.

Далее представлены основные элементы процедуры на языке PL/SQL.

Задание переменных и курсоров:

```

k integer:=1;
cod_doc integer;
cod_tip_doc integer;
cod_dolg integer;
cod_sotr integer:=0;
kolich_doc integer:=1000;
sotr_dlya_otpr integer;
data1 date;
    
```

```
max_punkt_save integer;
bool BOOLEAN:=false.
```

Определение статуса документа реализовано путем перебора пунктов маршрута, если пункт маршрута максимальный, то документ завершен, в противном случае документ в работе:

```
CURSOR max_punkt IS
select max (COD_PUNKTA_MARCHR) as ma from PUNKT_MARCHRUTA
where COD_TIPA_DOCUMENTA=cod_tip_doc;
c_max_punkt max_punkt%rowtype;
```

Определение последней даты работы с документом путем сортировки документов по дате получения:

```
CURSOR histor_date IS
select max(DATA_VREMYA_OTPRAV) as maxy from HISTORY
WHERE COD_DOCUMENTA=cod_doc
order by DATA_VREMYA_OTPRAV desc, DATE_VREMYA_POLUCH desc;
c_histor_date histor_date%rowtype;
```

Определение маршрута документа в соответствии с его типом:

```
cod_dolg:=c_punkt.COD_DOLZGNOST;
for c_sotr in sotr loop
cod_sotr:=c_sotr.COD_SOTRUDNIKA;
```

Выбор наименее загруженного сотрудника:

```
for c_histor in histor loop
if(kolich_doc >= c_histor.kolich)
then
```

```
sotr_dlya_otpr:=c_sotr.COD_SOTRUDNIKA;
kolich_doc:=c_histor.kolich;
```

Формирование записи в истории:

```
if((c_punkt.VREMYA_NA_VIPOLN)+data1) <= SYSDATE)
```

COD_HISTORY	COD_PUNKTA_MARCHR	DATE_VREMYA_POLUCH	COD_SOTRUDNIKA	DATA_VREMYA_OTPRAV	COD_DOCUMENTA
1	30	1 28.11.15		1 01.12.15	6
2	33	1 29.11.15		1 02.12.15	5
3	6	6 02.11.15		1 05.11.15	7
4	1	1 24.10.15		1 27.10.15	7
5	16	1 26.11.15		1 29.11.15	8
6	8	8 08.11.15		1 10.11.15	7
7	34	2 02.12.15		2 03.12.15	5
8	11	11 13.11.15		2 14.11.15	7
9	9	9 10.11.15		2 12.11.15	7
10	7	7 05.11.15		2 08.11.15	7
11	5	5 01.11.15		2 02.11.15	7
12	4	4 31.10.15		2 01.11.15	7
13	2	2 27.10.15		2 28.10.15	7
14	31	2 01.12.15		2 02.12.15	6
15	19	4 03.12.15		2 (null)	8
16	17	2 29.11.15		2 30.11.15	8
17	32	3 02.12.15		3 (null)	6
18	18	3 30.11.15		3 03.12.15	8
19	3	3 28.10.15		3 31.10.15	7
20	10	10 12.11.15		3 13.11.15	7
21	35	3 03.12.15		3 (null)	5
22	21	26 28.11.15		7 29.11.15	3
23	15	15 21.11.15		7 22.11.15	7
24	44	25 02.12.15		7 (null)	1
25	39	25 01.12.15		7 03.12.15	2
26	37	26 02.12.15		7 03.12.15	4
27	26	18 30.11.15		7 01.12.15	10
28	40	26 03.12.15		8 (null)	2
29	38	27 03.12.15		8 (null)	4
30	36	25 30.11.15		8 02.12.15	4
31	22	27 29.11.15		8 02.12.15	3
32	20	25 26.11.15		8 28.11.15	3
33	14	14 18.11.15		8 21.11.15	7
34	13	13 16.11.15		9 18.11.15	7
35	25	17 29.11.15		10 30.11.15	10
36	41	16 01.12.15		10 03.12.15	9
37	43	16 02.12.15		10 (null)	12
38	27	19 01.12.15		11 02.12.15	10
39	28	20 02.12.15		13 03.12.15	10

Рис. 3. Результат работы процедуры

```
insert into HISTORY (COD_HISTORY, COD_PUNKTA_MARCHR, DATE_VREMYA_POLUCH, COD_SOTRUDNIKA,
COD_DOCUMENTA, DATA_VREMYA_OTPRAV)
VALUES (k, c_punkt.COD_PUNKTA_MARCHR, data1, sotr_dlya_otpr, c_docum.COD_DOCUMENTA, (data1+c_
punkt.VREMYA_NA_VIPOLN));
data1:=data1+c_punkt.VREMYA_NA_VIPOLN;
k:=k+1;
kolich_doc:=1000;
max_punkt_save:=c_punkt.COD_PUNKTA_MARCHR;
else
bool:=true;
kolich_doc:=1000;
insert into HISTORY (COD_HISTORY, COD_PUNKTA_MARCHR, DATE_VREMYA_POLUCH, COD_SOTRUDNIKA,
COD_DOCUMENTA)
VALUES (k, c_punkt.COD_PUNKTA_MARCHR, data1, sotr_dlya_otpr, c_docum.COD_DOCUMENTA);
k:=k+1;
```

Процедура распределения документов проводит следующие действия с документом. После появления документа в системе прокладывается ветка маршрута для этого документа, начиная с первого этапа, программа анализирует сотрудников, которые нужны на данном этапе, и тот, у кого на руках меньше всего документов получает этот документ. По истечении времени выполнения этапа, программа формирует следующую ветку маршрута, и так до конца маршрута. По окончании маршрута, меняет статус документа на «Завершен». В результат работы процедуры, формируется таблица, которая отражает основные пункты маршрутов и документы, поступающие или выбывающие из этих маршрутов, результат работы процедуры представлен (рис. 3).

Литература:

1. Алапати Сэм Р. Oracle Database 11g. Руководство администратора баз данных — М: Apress, 2010. — 1440 с.
2. Прижляковский В. В. Введение в Oracle SQL — М.: Интуит, 2016. — 358 с.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Компьютерный инжиниринг как инструмент инженерной деятельности

Абилдаева Гулнур Балтабаевна, старший преподаватель;
 Зайцева Стелла Вячеславовна, старший преподаватель;
 Мартыненко Ольга Владимировна, старший преподаватель;
 Савченко Наталья Каримовна, старший преподаватель;
 Сайманова Загира Бекетаевна, старший преподаватель
 Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

Понятие инжиниринг, возникшее в Европе в XVI веке вместе с появлением инженерной профессии, означает практическое использование научно-технических знаний для создания систем, устройств, материалов и организации процессов [1].

Основная задача современной промышленности — создание глобально конкурентоспособной и востребованной продукции нового поколения в кратчайшие сроки, требует гораздо более быстрых темпов развития, коротких циклов, низких цен и высокого качества, чем когда-либо прежде.

Решение этой задачи стимулирует развитие современной инновационной экономики знаний в условиях стремительного развития технологий, тотальной компьютеризации и автоматизации, глобализации и гиперконкуренции, постоянно ускоряющихся изменений и кардинальной переоценке роли знаний:

1) Быстрое и интенсивное развитие и применение передовых информационно-коммуникационных технологий, наукоёмких компьютерных технологий, нанотехнологий, которое носит «надотраслевой характер», и способствует

кардинальному изменению характера конкуренции и позволяет «перепрыгнуть» десятилетия экономической и технологической эволюции.

2) Мировые наука и промышленность сталкиваются со всё более сложными комплексными проблемами, которые не могут быть решены на основе традиционных, «узкоспециализированных», подходов. Решение этих проблем приводит к интеграции отдельных научных дисциплин в меж-, мульти- и трансдисциплинарные научные направления; к интеграции отдельных модулей и компонентов в иерархические системы более высокого уровня; к развитию мега-систем, которые обеспечивают уровень функциональности, который не достижим для их отдельных компонентов.

3) В фундаментальных научных исследованиях появился термин «меганаука», связанный с мегапроектами создания исследовательских установок, финансирование, создание и эксплуатация которых выходит за рамки возможностей отдельных государств: Международная Космическая Станция, Большой Адронный Коллайдер, Интернациональный Термоядерный Экспериментальный Реактор.



Рис. 1. Передовые информационно-коммуникационные технологии

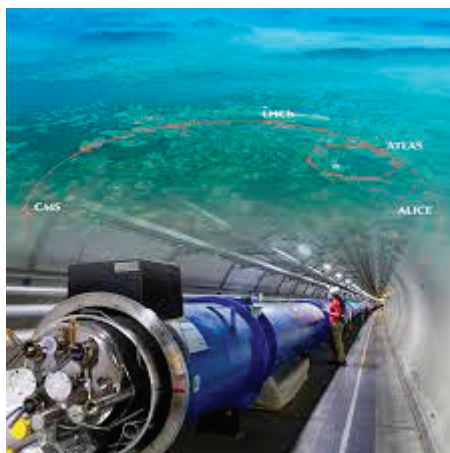


Рис. 2. Большой Адронный Коллайдер

4) Отличительной характеристикой времени является создание с применением современных нанотехнологий новых функциональных и smart-материалов; материалов с заданными физико-механическими и управляемыми свойствами, сплавов, полимеров, керамик; композитов и композитных структур, которые, с одной стороны, являются «материалами-конструкциями», а с другой стороны, сами являются составной частью или компонентом макроконструкции (автомобиля, самолета, и т.д.).

Для успешного решения перечисленных задач необходимы постоянная генерация, применение, накопление и трансфер новых знаний, создание и развитие наукоемких технологий с последующим их объединением в технологические цепочки нового поколения, разработка наукоемких инноваций и создание современных «цифровых» / «умных» производств.

Центральной и самой наукоемкой технологией среди всех технологий, обеспечивающих конкурентоспособность продукции нового поколения, является компьютерный инжиниринг, для которого характерны такие

черты как мультидисциплинарность и надотраслевой характер.

Глубокое проникновение компьютерных технологий в инженерную деятельность определило возникновение качественно новых трендов в технологическом и промышленном развитии [1]:

- Рост сложности систем и интеграцию социальной составляющей в процессы проектирования и управления системами; переход на уровень работы с социотехническими системами;
- создание распределенных интегрированных рабочих сред — «интеллектуальных конвейеров»;
- переход к парадигме управления жизненным циклом продуктов и систем;
- разработку сложных цифровых моделей материалов, процессов, систем на основе интеграции научных знаний и применения статистических методов обработки большого количества данных (Big Data);
- переход к оперированию цифровыми моделями на всех стадиях жизненного цикла, включая проектирование



Рис. 3. Рендер стадиона: получение изображения по модели с помощью компьютерной программы

материалов с заданными свойствами и моделирование поведения изделий, компонентов и систем.

Использование компьютерных технологий в инжиниринге позволяет справиться с вызовом значительного роста сложности при разработке высокоэффективных и безопасных технических систем, а также обеспечить высокую скорость создания новых продуктов в соответствии с запросами рынка. Использование компьютерных технологий позволяет сокращать время разработки и значительно экономить материальные затраты [2].

Применение компьютерного моделирования, современных средств коммуникации и совместной работы, позволяет радикально повысить производительность инженерного труда, обеспечить доставку необходимых компетенций в нужные место и время.

Такой конвейер для инженерного труда, оснащенный мощными инструментами автоматизации, моделирования и обработки информации, предоставляет конструктору, инженеру, технологу, проектировщику интеллектуальную коллективную рабочую среду с возможностями быстрой разработки изделий и систем практически любой сложности.

Тренды развития программного инжиниринга:

- Интеграция CAD/CAE-систем и составляющими PLM-продуктов;
- Рост интереса к решениям в области цифрового производства на основе 3D геометрических моделей и 3D оптимальных моделей, полученных в результате применения мультидисциплинарных CAE-систем и программных систем для оптимизации элементов конструкций;

Литература:

1. Высотехнологичный компьютерный инжиниринг: обзор рынков и технологий / научный редактор К. В. Дорофеев, руководитель группы В. Н. Княгинин. — СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2014. — 110 с.
2. Компьютерный инжиниринг: учеб. пособие / А. И. Боровков [и др.]. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012.

– Решения для работы в географически распределенной среде;

– Переход головных разработчиков военной и специальной техники на контракты полного жизненного цикла;

– Рост спроса на мобильные и облачные технологии, интегрированные инженерные платформы, программное обеспечение с открытым доступом.

– Сегменты рынка и ключевых услуг технологического инжиниринга по отраслям:

– Авиакосмическая промышленность: Проектирование, расчетно-конструкторские работы, виртуальные испытания. Исследования, консультации, дизайн-услуги;

– Автомобилестроение: Проектирование, расчетно-конструкторские работы, виртуальные испытания. Технологический консалтинг и дизайн-услуги;

– Электротехника / Коммуникации и связь: Прикладные исследования в области электроники и электротехники, магнетизма и световых технологий для разработки новых технологий в области коммуникации, компьютеров, электромеханических систем, специального программного обеспечения;

– Промышленность/Строительство: Проектирование, расчетно-конструкторские работы, дизайн-услуги, консультационные услуги по эксплуатации крупных технических систем;

– Судостроение: Концептуальное проектирование, технологический консалтинг, дизайн-услуги;

– Машиностроение: Проектирование, расчетно-конструкторские работы, дизайн-услуги.

Современные альтернативы автоматической коробке переключения передач

Багманов Алмаз Масгутович, студент

Набережночелнинский институт Казанского (Приволжского) федерального университета (Республика Татарстан)

На сегодняшний день автопроизводитель готов предложить водителю транспортные средства, соответствующие его желаниям, манере езды, требованиям безопасности, комфорту и расходу топлива. Итак, рассмотрим какие коробки переключения передач существуют на сегодняшний день.

Автоматическая коробка переключения передач

Самым распространенным видом автоматической трансмиссии стала гидромеханическая передача (ГМП), существующая более ста лет, которую обычно называют

«автоматической трансмиссией» или просто «автоматом». Но наибольшее распространение ГМП получила с середины прошлого столетия и широко применяется до настоящего времени. Современные «гидроавтоматы» имеют пять ступеней, что гораздо лучше с точки зрения согласования работы двигателя с условиями движения и влияния этого фактора на динамические характеристики автомобиля и ресурс силового агрегата. В настоящее время имеются конструкции с шестью-семью передачами. Гидромеханические АКПП прибавили и в «интеллекте» — научились работать в нескольких режимах: стандартном, спортивном, зимнем; приспосабливаться к стилю езды

конкретного водителя; переходить с автоматического на ручное управление и наоборот. Наличие таких дополнений сказалось на стоимости машин. Технологий свойственно со временем дешеветь, но пока АКПП по-прежнему остаются недешевой опцией. В настоящее время большое количество легковых автомобилей оборудуются гидромеханическими автоматическими коробками переключения передач. И детище каждого автопроизводителя имеет свою специфику. Тем не менее большинство гидромеханических АКПП имеют общую схему. Одним из основных узлов является гидротрансформатор, который служит для автоматического и бесступенчатого изменения крутящего момента двигателя. Второй основной узел ГМП — автоматическая механическая передача, состоящая из планетарного механизма, системы управления планетарным механизмом и системы гидравлического управления. Последствием включения и выключения в определенной последовательности фрикционного сцепления и тормозных лент происходит перераспределение крутящего момента двигателя в планетарном механизме. Однако от чего «гидроавтоматы» никогда не избавятся, так это от высоких внутренних потерь энергии в гидротрансформаторе. Из-за этого автомобиль с гидромеханической трансмиссией расходует на 0,5–1,5 л/100 км топлива больше, чем его аналог, оснащенный обычной механической коробкой, что и стало одной из причин, побудивших конструкторов искать классическому «автомату» альтернативу. Следует отметить, что, несмотря на бытующее мнение о недолговечности «автоматов», средний ресурс АКПП составляет 200–300 тыс. км или 10–15 лет, после чего коробка действительно начинает стареть.

Плюсы:

- устанавливается на автомобили, работающие на газе, дизельном топливе и бензине;
- плавное и комфортное движение за счет режимов sport, winter, standard;
- высокая динамика при наборе скорости;
- устойчивое поведение на любых скоростях.

Минусы:

- цена опции (разница в стоимости с МКПП на новых автомобилях от 500 до 1500 у.е.);
- увеличенное потребление топлива (в зависимости от объема двигателя составляет от 0,5 до 2,0 л).

Роботизированная коробка переключения передач

Роботизированная коробка передач — это совмещение автоматической и механической трансмиссий. Это «автомат», осуществляющий последовательный механизм переключения. Во время работы роботизированной коробки задействуется одна передача. При достижении оборотов двигателя точки включения следующей передачи нужная передача выбирается заранее, но ее сцепление остается разомкнутым. Сервомеханизм переключения передач одновременно размыкает сцепление включенной передачи и замыкает другое сцепление, обеспечива-

ется непрерывный поток мощности. Эта конструкция изобретена от «задумчивости» классических АКП. Среднее потребление топлива равно, а в некоторых ситуациях и ниже, чем у авто с обычной «механикой», в зависимости от объема двигателя. «Роботы» кроме обычного режима «Drive» могут иметь «Sport», при включении которого КПП значительно «придерживает» включение повышенной передачи, чаще включая пониженные, а сам процесс переключения ускоряется. При движении коробку также можно переводить в ручной режим. Кроме большого КПД и возможности передавать высокий крутящий момент, роботизированная коробка позволяет разгоняться либо мягко и осторожно, например на скользкой дороге, либо по-спортивному, утопив педаль газа в пол.

Плюсы:

- очень быстрое переключение при нахождении трансмиссии в режиме ожидания;
- нет потери мощности в связи с подключением сцепления вместо гидротрансформатора;
- экономичнее в потреблении топлива по сравнению с гидромеханическими АКПП.

Минусы:

- дороже в производстве по сравнению с МКПП и гидромеханической АКПП;
- более дорогая опция при покупке автомобиля и, как следствие, выше цена ремонта;
- сложность механизма может создать больше вероятностей к поломкам.

Вариатор

Еще одним из типов автоматической трансмиссии является вариатор — CVT — Continuously Variable Transmission, что можно перевести как «трансмиссия с непрерывно изменяемым передаточным числом». Суть происходящих внутри коробки процессов — два шкива, связанных ремнем, могут плавно менять свой диаметр, обеспечивая смену передаточного числа. Вариатор помогает двигателю работать в режиме наилучшей отдачи. Эти преимущества компенсируют небольшую эффективность, когда вариатор работает на минимальных нагрузках. Уровень комфорта высокий, а расход топлива сопоставим с механической коробкой передач. CVT более предпочтительна, чем обычная автоматическая трансмиссия, так как проще, экономичнее и совершеннее. Вариатор позволяет водителю не напрягаться при выборе передачи, как в обыкновенной автоматической коробке. Но вместо ее фиксированных передаточных чисел CVT самостоятельно выбирает передачу из бесконечного их количества в соответствии с условиями движения и режимом, выбранным водителем. При этом передаточное отношение вариатора изменяется плавно и так же плавно трансформируется «поток» крутящего момента к ведущим колесам. Мощность, отдаваемая двигателем, почти идеально согласуется с динамикой движения автомобиля. Это способствует снижению износа двигателя и агрегатов трансмиссии при

одновременном улучшении топливной экономичности вследствие оптимальной работы мотора на большинстве эксплуатационных режимов и отсутствия разрыва «потока» крутящего момента, который случается при переключении передач, обеспечивая таким образом большой комфорт при езде.

Плюсы:

- плавность набора скорости и ее сброса;
- отсутствие фиксированных «скоростей» способствует повышению КПД двигателя;
- возможность экономии топлива по сравнению с обычными «автоматами».

Минусы:

- относительная недолговечность вариатора из-за его конструктивных особенностей — небольшого ресурса основного вариаторного узла — 150–200 тыс. км;
- более дорогая специальная трансмиссионная жидкость и более короткие, чем у обычных «автоматов», сроки ее замены;
- более сложные электронные настройки вариаторов.

Литература:

1. Что выбрать из «автоматов»? URL: <http://www.rview.ru/akpp.html>
2. Вариативная трансмиссия или автоматическая коробка переключения передач — все «за» и «против» URL: <http://rating-avto.ru/sravnienie/variator-ili-avtomat.html>

Итак, давайте сделаем выводы. По техническим характеристикам, естественно, вариаторная трансмиссия опережает автоматическую. Имеется в виду динамика разгона, небольшой расход топлива, переключение передач без рывков. Однако она уступает АКПП в вопросах ремонта. Починить вариаторную коробку гораздо сложнее, однако если вы купите новую машину, то ее можно отремонтировать по гарантии. Поэтому при покупке подержанного автомобиля лучше отдать предпочтение коробке-автомат.

Если водитель любит активную езду и знает толк в скоростном управлении автомобилем — подойдет механическая трансмиссия или «робот». Традиционная АКПП — идеальный вариант для владельцев внедорожников, которые нуждаются в комфортном управлении автомобилем в условиях города и на бездорожье. «Робот» также подходит спокойным водителям, которые выбирают небольшие машины и для которых очень важна экономичность двигателя. Ну а вариаторная коробка хороша для тех автомобилистов, которые любят абсолютно плавную езду.

Модернизация системы управления охлаждением обмоток статора турбогенератора ТВВ-160

Блинов Михаил Александрович, студент;

Савчиц Артем Вячеславович, кандидат технических наук, доцент

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета

Одним из основных производителей электроэнергии, а так же источником тепловой энергии для централизованных систем теплоснабжения г. Волжского является ТЭЦ № 2. Ее первый энергоблок на основе паровой турбины ПТ-80/100–130/13ввели в эксплуатацию в 1988 году. В данной турбине используется турбогенератор серии ТВВ-160.

Он выпускался в середине 1980-х годов и был введен в эксплуатацию на Волжской ТЭЦ № 2 еще в 1988 году. Нормативный срок службы данного турбогенератора составляет 25 лет. Турбогенераторы серии ТВВ славятся своим большим запасом прочности, который заложен инженерами при проектировании, что позволяет эксплуатировать данный турбогенератор по сей день.

За это время был проведен ряд модернизаций котлоагрегатов и систем управления ими, но большая часть вспомогательного оборудования осталась практически неизменной.

Так, система управления охлаждением обмоток статора и ротора турбогенераторов Волжской ТЭЦ № 2 осталась

практически неизменной с момента ввода ее в эксплуатацию. Контроль и управление охлаждением осуществляется обслуживающим персоналом котло-турбинного цеха в ручном режиме, который негативно сказывается на эксплуатации морально устаревшего оборудования.

Так для генератора ТВВ-160, эксплуатируемого на Волжской ТЭЦ № 2, регламентом установлена температура в 80–90°C, но с учетом выработки им нормативного срока эксплуатации она уже составляет 60°C.

Поэтому во время эксплуатации при любых режимах работы генератора нельзя допускать нагрева его обмоток свыше допустимых температур, дабы избежать избыточных потерь мощности или выхода из строя турбогенератора из-за перегрева обмоток [2].

Охлаждение обмоток статора генератора осуществляется подачей конденсата в элементарные проводники стержней обмотки статора по замкнутому контуру: насос — теплообменник — фильтры — обмотка статора — бак — насос (рисунок 1) [2].

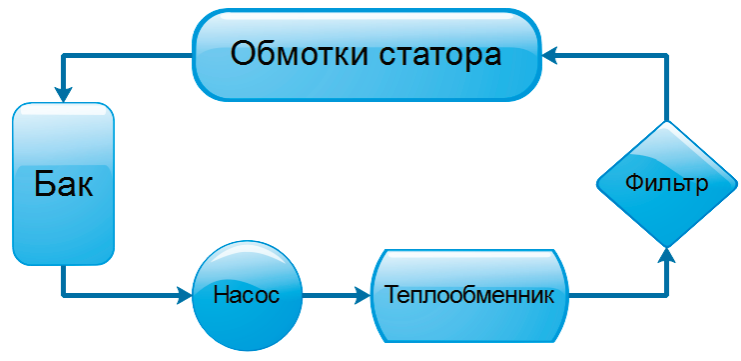


Рис. 1. Упрощенная схема охлаждения обмоток статора турбогенератора ТВВ-160

Эффективность работы системы охлаждения турбогенератора напрямую зависит от работы автоматизированной системы управления ей. А если учесть тот факт, что САУ охлаждением турбогенератора не претерпела серьезных изменений с момента ввода ее в эксплуатацию, то ее эффективность оставляет желать лучшего. Данная система до сих пор работает на морально и физически устаревших регуляторах Р17 и Р25, отображение измерительной информации ведется на вторичных приборах ДИСК-250. Регуляторы достаточно часто выходят из строя, а так же не обеспечивают качественно поддержание температуры.

Немаловажным фактором является качество воды, циркулирующей в системе охлаждения. Она должна обладать высокими диэлектрическими свойствами с удельным электрическим сопротивлением не менее 75 кОм·см, поэтому заполнение системы производится конденсатом или

химически очищенной водой с удельным электрическим сопротивлением не менее 200 кОм·см; показатель рН при 25⁰С 8,5±0,5, соединений меди не более 100мкг/л, кислорода не более 400 мкг/кг [2].

В действующей системе нельзя определить большую часть из вышеперечисленных показателей качества охлаждающей воды. Из-за этого часто возникает шлакообразование в газоохладительных трубках. Шлак, образующийся из-за большого содержания кислорода, негативно влияет на процесс охлаждения турбогенератора, так, как препятствует нормальному протеканию охлаждающего дистиллята, вследствие чего возможны местные перегревы обмоток статора.

В связи с этим, возрастают экономические затраты на промывку и ремонт данных трубок.

Имеется только контроль растворенного водорода. Контроль чистоты и содержания водорода производится с помощью газоанализаторов ДИСК-М, который выра-

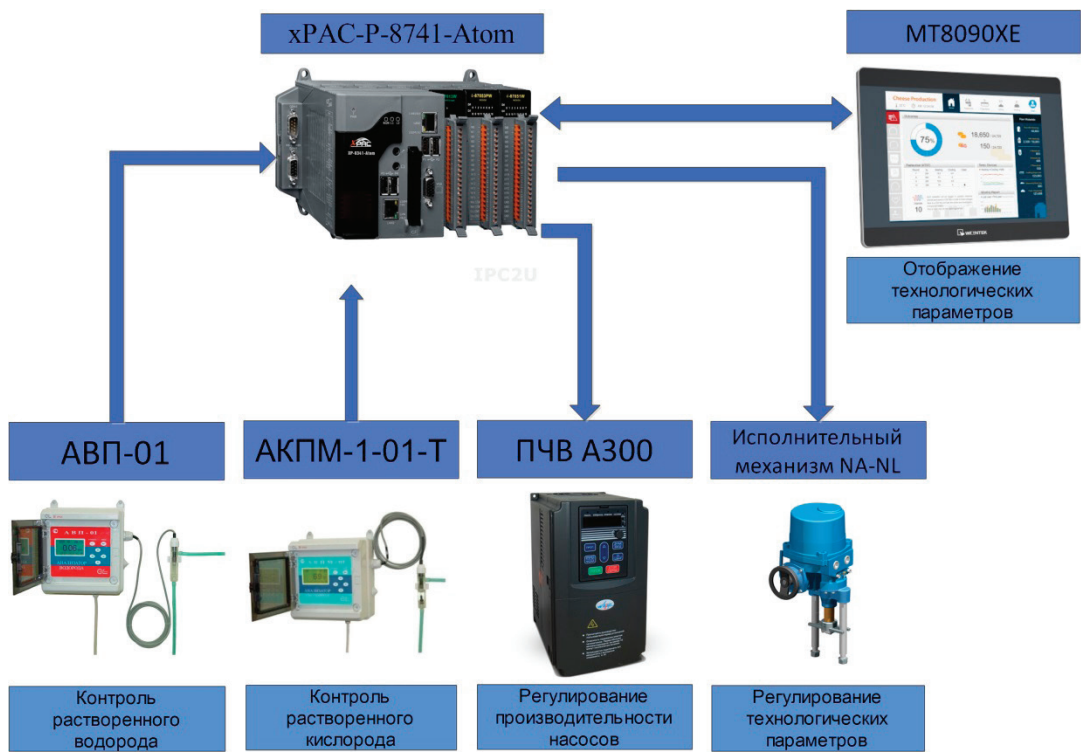


Рис. 2. Упрощенная структурная схема системы управления охлаждением турбогенератора ТВВ-160

ботал свой нормативный ресурс. По техническому регламенту данное оборудование должно калиброваться раз в месяц, но, из-за того, что оборудование отработало уже около 10–15 лет, калибровка проводится ежедневно и при этом он не может пройти ежегодную поверку. Это сказывается на достоверности показаний содержания водорода и его чистоты.

Так при изменении содержания водорода на 1% в любую сторону от норматива, качество охлаждения обмотки статора ухудшается, так, как возрастает коэффициент скольжения и ухудшается теплоотдача [3, 2]

В действующей системе охлаждения используются насосы с асинхронными электродвигателями, пуск которых осуществляется обычными электромагнитными пускателями. Из-за этого наблюдаются повышенные расходы на электроэнергию. Отсутствует система управления производительностью насосов при изменении режимов работы турбогенератора. [2]

Решением всех выше перечисленных проблем возможно путем внедрения системы автоматизированного управления охлаждением обмоток статора. Это позволит минимизировать участие человека в технологическом

процессе охлаждения турбогенератора ТВВ-160 и повысить ее эффективность.

Систему автоматизированного управления охлаждением турбогенератора предлагается построить на базе промышленного контроллера xPAC-P-8741-Atom (Рисунок 2) [8].

Для отображения и задания технологических параметров системы управления охлаждением обмоток статора турбогенератора предлагается использовать панель оператора MT8090XE [7]. Для контроля над содержанием растворенного кислорода и водорода в охладительной воде предлагается в внедрение в систему управления приборов анализа растворенного водорода АВП-01 и кислорода АКПМ-1–01-Т [4,5]. Регулирование производительности насосов в системе охлаждения предлагается осуществлять с помощью частотных преобразователей Лидер А300 [6].

Внедрение системы управления охлаждением обмоток статора турбогенератора на базе современных микропроцессорных приборов позволит улучшить качество и эффективность управления охлаждением турбогенератора ТВВ-160, а также сократить экономические затраты на ремонт и обслуживание турбогенератора.

Литература:

1. ГОСТ 533–2000 Машины электрические вращающиеся. Турбогенераторы. Общие технические условия. — Введ. 2002–11–01. — М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. — 22 с.
2. Извенков, В. И. Проектирование турбогенераторов: учеб. пособие для вузов/ В. И. Извенков, Н. А. Серихин, А. И. Абрамов. — М.: Издательство МЭИ, 2005. — 440 с.
3. Брызгалов, В. И. Из опыта создания и освоения Красноярской и Саяно-Шушенской гидроэлектростанций/ В. И. Брызгалов — Красноярск: Сибирский ИД «Суриков», 1999. — 562 с.
4. АВП-01 анализатор водорода стационарный [Электронный ресурс]// Газоанализаторы.ру — описание и заказ газоанализаторов и сигнализаторов URL: <http://www.gazoanalizators.ru/AVP-01.html/>
5. АКПМ-1–01Т(АКПМ01Т) анализатор кислорода (кислородомер) стационарный [Электронный ресурс]//Газоанализаторы.руописаниеизаказагазоанализаторовисигнализаторов URL: <http://www.gazoanalizators.ru/АК-PM-01Т.html/>.
6. Частотный преобразователь А300 [Электронный ресурс]// ООО «Лидер». URL: <http://lider-privod.ru/production/chastotnye-preobrazovateli/seriya-a300-dlya-obshhepromyshlennoj-nagruzki/>
7. Панель оператора MT8090XE [Электронный ресурс]// ООО «ПЛК Системы».URL: <http://www.weintek.ru/XE.php/>
8. Промышленный контроллер XP-8341-Atom [Электронный ресурс]// Компания ICP DAS. URL: <http://icpdas.nnz-ipc.ru/good/show/17545/1872660/>.

Сокращение сроков в строительстве

Долаева Зурьят Ньюжуровна, старший преподаватель;
Махов Ануар Юсуфович, студент

Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия (г. Черкесск)

В данной статье исследованы проблемы реализации инвестиционно-строительных проектов. Приведены преимущества применения информационного моделирования с целью сокращения сроков строительства. Проведен анализ современных технологий проектирования, строительства и управления объектами недвижимости. Выделены основные факторы, ограничивающие деловую активность строительных организаций Карачаево-Черкесской республики.

Ключевые слова: инвестиционно-строительный проект, риски, BIM-технология, сроки строительства

С развитием информационных технологий наблюдается тенденция внедрения её разработок во все сферы жизнедеятельности человека и развития науки как таковой. Применение разработок в области компьютерных технологий позволяет не только снизить трудовые и временные затраты специалистов определенной сферы, а также появляется возможность повысить эффективность работы, учета рисков и комплексного решения проблем, возникающих в строительной отрасли. В связи с этим имеет актуальное значение исследование вопросов применения новейших разработок и уже успешно используемых на практике информационных технологий моделирования в недвижимости (BIM). Но вместе с тем особое значение в современном научном мире имеет комплекс методов моделирования различных по своей структуре, по качественным и количественным характеристикам систем.

Строительная отрасль, инвестиционно-строительные проекты и модели по обновлению уже имеющейся застройки городов подвержены влиянию множества рисков, имеющих разную структуру и происхождение. Под риском обычно понимается возможность наступления неблагоприятного события, которое приведет к отрицательному эффекту на цели и задачи проекта или в общем объекта, процесса. В инвестиционно-строительном проекте это может быть повышение стоимости, уменьшение качества конечного продукта, несоответствие оптимальному графику реализации проекта и т.д. Выделим основные проблемы реализации инвестиционно-строительного проекта.

Первая проблема — неготовность разрешения на строительство в срок. Эта причина становится основой для возникновения последующих сложностей в строительстве [1]. В результате начинают сдвигаться по времени другие строительные процессы. Особенно чреват последствиями срыв сроков подготовки разрешения на строительство, если имеет место сезонность работ, что для строительства — обычное дело. Тогда потерянное время может повлиять на то, что работы придется выполнять с применением определенных мероприятий и технологий в зависимости от погодных условий, что приводит к удорожанию строительных работ, или уже выполнение их в следующем сезоне. А это большие незапланированные затраты.

Вторая проблема — дефекты в строительстве. Часто по этой причине сроки строительства сдвигаются, любой дефект или нарушение технологии производства работ требует некоторого времени на исправление. Поэтому, чем более проблемный объект, тем выше угроза срыва его сроков строительства. И еще одна проблема, которая может стать причиной несоблюдения сроков, — заявлены для оплаты объемы, которых нет по факту. Такое встречается при работе с недобросовестными подрядчиками.

При выявлении признаков нарушения назначается экспертиза, которая требует определенного незапланированного времени. Поэтому и происходит очередное смещение сроков. [1–2]

Срыв срока строительства грозит тем, что от соблюдения сроков сдачи объекта зависит не только сам факт выполнения или не выполнения обязательств, но и эффективность вложенных инвестиций. Ведь нарушение сроков строительства ведет к дополнительным расходам и понижению делового рейтинга. Существуют различные способы уменьшения сроков в строительстве. В рамках статьи определим BIM (Building Information Modeling) — информационное моделирование здания или информационная модель здания, как метод решения различных проблем, связанных с сокращением сроков в строительстве и при этом повышением качества работ [3].

Информационное моделирование — процесс разработки трёхмерной модели здания либо другого строительного объекта, связанная с информационной базой данных, в которой каждому элементу модели можно присвоить дополнительные атрибуты [3, 4]. Особенность такого подхода заключается в том, что строительный объект проектируется фактически как единое целое. И изменение какого-либо одного из его параметров влечёт за собой автоматическое изменение остальных связанных с ним параметров и объектов, вплоть до чертежей, визуализаций, спецификаций и календарного графика.

BIM по сравнению с другими технологиями имеет ряд преимуществ. Модели и объекты управления BIM-технология — это не просто графические объекты, это информация, позволяющая автоматически создавать чертежи и отчёты, моделировать график выполнения работ, предоставлять строительной бригаде неограниченные возможности для принятия наилучшего решения с учётом всех имеющихся данных. [2, 4]

BIM поддерживает распределённые группы, поэтому люди могут эффективно и совместно использовать эту информацию на протяжении всего жизненного цикла здания, что исключает избыточность, повторный ввод и потерю данных. На основе опыта применения BIM на мировой арене можно сделать вывод о значительных результатах BIM в области управления рисками [2].

Бакинский олимпийский стадион с раздвижной крышей. Он был построен всего за два года и стал главной площадкой первых Европейских игр. Информационное моделирование помогло не только завершить этот проект в кратчайшие сроки, но и с помощью программного решения наладить бесперебойный обмен информацией между всеми участниками команды проектировщиков и строителей из: Греции, Турции, Южной Кореи и Нью-Йорка [2–3].

Олимпийские стадионы в Рио-де-Жанейро. Создатели спортивной инфраструктуры Олимпийских игр 2016

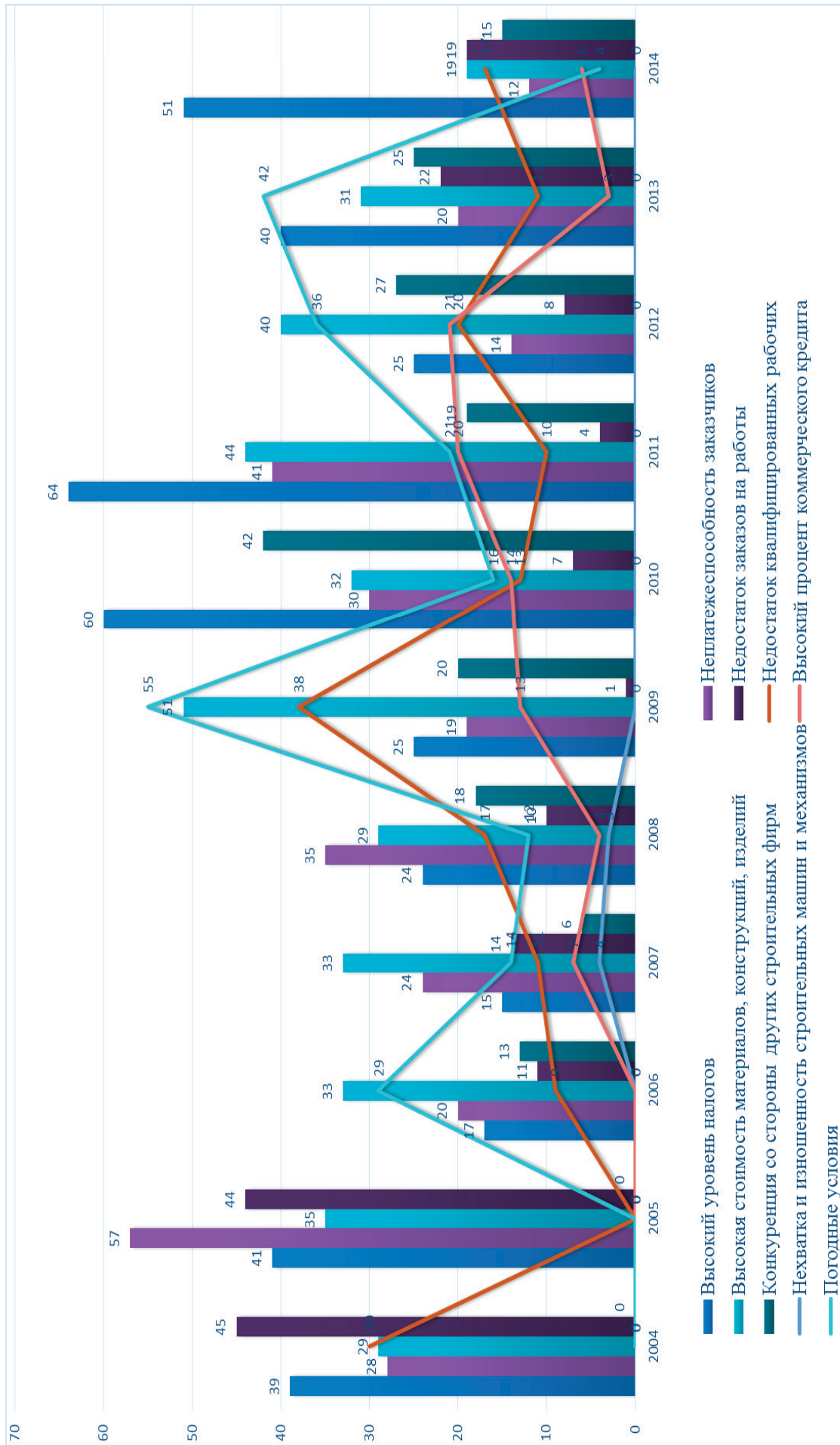


Рис. 1. Оценка факторов, ограничивающих деловую активность строительных организаций

в Рио пошли ещё дальше и решили использовать BIM-технологии для воплощения в жизнь принципов социальной ответственности. В среде BIM посредством применения программного обеспечения были спроектированы два крупных стадиона, рассчитанные на эксплуатацию в других целях после окончания Олимпийских игр: «Арена будущего» и «Арена молодежи». [2–4]

Стадион «Арена будущего», на котором состоялись соревнования по гандболу, вскоре разберут, и из полученных материалов построят четыре школы в пригородах Рио. Каждая из них будет рассчитана на 500 учащихся. Несмотря на всю сложность проектов «Арены будущего» и «Арены молодежи», применение точных данных из информационной модели позволило специалистам по стальным конструкциям эффективно организовать рабочий процесс, предотвратить ошибки, вызванные человеческим фактором, и обеспечить повышенную надёжность элементов. В результате, благодаря применению BIM-технологий, олимпийские объекты продолжают служить жителям Рио-де-Жанейро в качестве образовательных учреждений или мест для активного отдыха. [2, 3]

В настоящее время имеется много проблем, которые тормозят активное развитие рынка строительства уникальных зданий. Вместе с тем существует множество факторов, которые замедляют темпы развития строительных организаций. К ним относятся: высокий уровень налогов, низкая платежеспособность заказчиков, недостаток заказов и другие причины. На рисунке 1 изображена диаграмма, в которой выделены и оценены основные факторы, ограничивающие деловую активность

строительных организаций Карачаево-Черкесской республики. [5]

Решение данных проблем требует объединение усилий государства и бизнеса, что в свою очередь способствует формированию надежных связей между всеми сторонами, чтобы реализовать государственные программы по строительству уникальных зданий, организация сплоченности строительных фирм, участвующих на данном рынке. Объединение участников строительства будет способствовать внедрению современных технологий в процессе проектирования и строительства, повышению качества кадровой подготовки и качества товаров на рынке уникального домостроения [5, 6].

Исходя из вышеизложенного, считаем важным и актуальным использование методов BIM-технологий в проектировании зданий и сооружений, что позволит получать комплексную информацию об объектах недвижимости на разных этапах их жизненного цикла, об их фактическом состоянии и различных временных параметров. Интегрированное исследование даёт возможность получения краткосрочных и долгосрочных прогнозов поведению строительной системы, и возможность всестороннего анализа основополагающих факторов и проверки адекватности полученных результатов.

BIM сегодня — это наступившее будущее в мире проектирование и строительства. И неважно, о каком объекте мы говорим: жилое, промышленное или спортивное. С помощью данной технологии можно построить объект быстрее и качественнее, при этом затратив меньше средств и сделав работу строителей более безопасной.

Литература:

1. Проблемные аспекты развития малоэтажного жилищного строительства России: монография / под общ. ред. академика МАИИ В. С. Казейкина и проф. С. А. Баронина. — М.: Инфра-М, 2011. 278 с.
2. Владимир Талапов «BIM: что под этим обычно понимают» http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14078.
3. «Внедрение BIM от Autodesk: как сделать это грамотно» [http://www.idtsoft.ru/_Images/Editor/IDT\(1\).pdf](http://www.idtsoft.ru/_Images/Editor/IDT(1).pdf).
4. «ARCHICAD20 — Новый Взгляд на BIM» <http://www.graphisoft.ru/archicad/>.
5. Жилищный фонд Карачаево-Черкесской республики в 2014 году/ Статистический бюллетень, — Черкесск, 2015. — 15 с.
6. Байрамуков С. Х. Комплексный подход к проблеме модернизации жилищного фонда / С. Х. Байрамуков, З. Н. Долаева // Инженерный вестник Дона. — 2013. — № 4. — URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2048/.

Использования неселективной токовой отсечки в коротких кабельных сетях

Ибрагимов Салават Сафарович, преподаватель
Уфимский топливно-энергетический колледж

Ахметшин Роберт Султанович, кандидат технических наук, доцент
Набережночелнинский институт Казанского (Приволжского) федерального университета

При секционировании коротких линий электропередач выдержка времени максимальной токовой защиты (МТЗ) увеличивается в сторону головной подстанции и может превысить допустимые значения по термической устойчивости материала изоляции жил кабельной линии, а селективностью токовыми отсечками

не удается её защитить вследствие пологой характеристики тока короткого замыкания по длине линии. Ниже приводится попытка решения данной проблемы.

Ключевые слова: токовая отсечка, максимальная токовая защита, токи короткого замыкания, секционирования, кабельная линия 6–10кВ, селективность релейной защиты, автоматизация распределительных сетей

Известно устройство [1] селективного отключения секционированных сетей, содержащее релейную защиту и автоматику повторного включения. Однако устройство предусматривает использование постоянного оперативного тока, что не экономично его применение для коммутационных аппаратов секционирования сетей 6–35 кВ.

Известно также устройство [2] децентрализованной системы, решающее лишь функционально поставленную задачу секционирующего коммутационного аппарата «ССКА», реле контроля управления, состоящее из напряжения (РКН) и источника. Но это устройство предполагает использование трехкратного повторного включения, что увеличивает длительность технологических коммутаций. Наиболее близким техническим решением является устройство ускорения, действия защиты до АПВ (токовой отсечки) на выключателе при включении выключателя от АПВ, токовая отсечка временно блокируется, а в работе остается максимальная токовая защита (МТЗ). Однако при секционировании коротких линий электропередач выдержка времени МТЗ увеличивается в сторону головной подстанции и может достигать недопустимых значений по термической устойчивости пластиковой изоляции жил кабельной линии.

Целью предлагаемого технического решения является: повышение быстродействия и обеспечение селективного

отключения выключателя при выделении поврежденного участка секционированной линии электропередачи.

Поставленная цель технического решения достигается тем, что в устройство [3] для отключения выключателя секционирования короткой линии электропередачи 6–35 кВ, содержащее трансформаторы тока, предназначенные для установки на линии электропередачи, первую и вторую группы реле тока, элемент выдержки времени, блок по схеме: ключ, аппарат повторного включения выключателя, исполнительное реле, выход которого предназначен для подключения к цепи отключения выключателя, а его вход через элемент выдержки времени соединен с выходом второй группы реле тока, который подключен к трансформатору тока. Первый выход первой группы реле тока через блок по схеме КЛЮЧ соединен со входом исполнительного реле, причем в устройство дополнительно введен по схеме И, выход которого подключен к управляющему входу блока по схеме ключ, первый вход блока по схеме И подключен ко второму выходу первого реле тока, а второй вход — к входу аппарата повторного включения, при этом аппарат повторного включения выполнен с контролем наличия напряжения на питающем участке линии электропередачи.

На чертеже показано предполагаемое устройство:

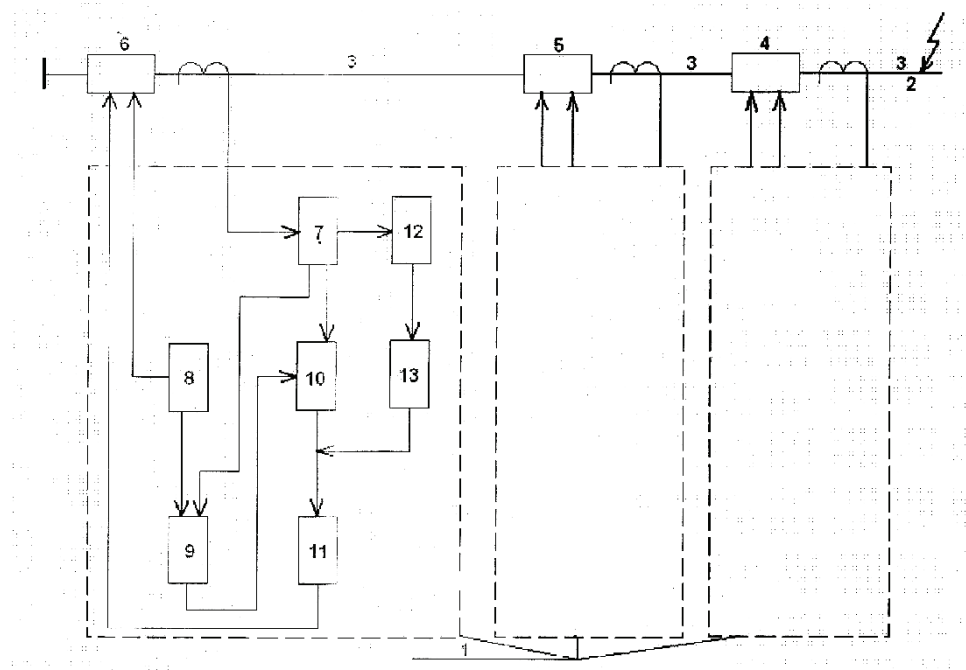


Рис. 1. Принципиальная схема, где 1 — устройство защиты; 2 — предполагаемая точка короткого замыкания; 3 — кабельная линия; 4, 5, 6 — выключатели нагрузки; 7 — токовая отсечка; 8 — блок АПВ; 9 — промежуточное реле; 10 — ключ; 11 — исполнительное реле; 12 — МТЗ; 13 — реле времени

Устройство защиты 1 предусмотрено при каждом выключателе 4, 5, 6.

Принцип работы устройства: при межфазном замыкании, например, в расчетной точке 2 короткое замыкание секционированной линии электропередачи 3, выключатели 4, 5, 6 неселективно отключаются от действия токовой отсечки, выключатель 6, (АПВ) 8 приводится в действие при наличии рабочего напряжения на питающем участке линии электропередачи. По ходу электроснабжения потребителей приводится в действие блок 8 устройства 1, выключается 6, который включается первым и поскольку на участке линии 3 между выключателями 5–6 отсутствует межфазное замыкание, то токовая отсечка 7 не сработает и блок 9 схемы, на Исполнительном реле на первый и второй входы поступают импульсы соответственно от первого выхода токовой отсечки 7 и от выхода блока 8 АПВ. В результате на выходе блока 9 схемы Исполнительного реле появляется управляющий импульс КЛЮЧА 10, который держится 1,5 секунды для выключателя 6, и тем самым закрывает тракт отличающегося импульса от токовой отсечки 7 на Исполнительное реле 11 устройства, т.е. работа токовой отсечки заблокирована. В работе выключателя 6 остается МТЗ 12, которая срабатывает, как резервная релейная защита через расчетную выдержку времени селективности, заданную блоком 13. С появлением рабочего напряжения на выключателе 5 в его устройстве срабатывает АПВ 8. При отсутствии межфазного замыкания на участке линии 3 между выключателями 4–5 произойдет то же самое, но время прохождения импульса будет 1 секунда. Токовая отсечка 7 выключателя 5 будет заблокирована КЛЮЧОМ 10, и задействована резервная максимальная токовая защита 12 с её выдержкой времени, заданной блоком 13.

Далее с появлением рабочего напряжения на выключателе 4 в его устройстве срабатывает блок АПВ 8. Однако на вход блока 9 этого выключателя поступит лишь

один импульс от блока 8 АПВ, а на второй вход блока 9 не поступит импульс, поскольку сработает токовая отсечка 7, так как импульс не проходит через нормально закрытый контакт токового реле отсечки, ибо при его срабатывании контакт будет разомкнут. В результате чего в устройстве 1 при выключателе 4 на выходе 9 будет отсутствовать управляющий импульс для КЛЮЧА 10, который останется в исходном открытом состоянии, обеспечивая прохождение отличающегося импульса от токовой отсечки 7 через ключ 10 на Исполнительное реле 11 устройства.

Исполнительный орган 11 выдает импульс на отключение выключателя 4. В случае отказа работы электропривода выключателя 4 при аварийной ситуации селективно отключается выключатель 5 от действия МТЗ 12 его устройства с расчетной выдержкой времени, установленной блоком 13. С локализацией межфазного замыкания в точке 2 на линии 3, отключением выключателя 4, в устройстве 1 при выключателях 5 и 6 по истечении времени 2 сек. на блоке 9 по схеме Исполнительного реле 11 снимается управляющий импульс с входа ключа 10, который тем самым возвращается в исходное открытое состояние для прохождения импульса от токовой отсечки 7 на Исполнительное реле 11, чем обеспечивается работа токовой отсечки 7 для своей зоны срабатывания.

Заключение: положительным эффектом предлагаемого технического решения временного блокирования не срабатывающей токовой отсечки после АПВ является то, что порядок работы АПВ, токовой отсечки и резервной максимальной токовой защиты исключает необходимость многократного использования АПВ и сокращает время на проведение технологических операций при межфазных замыканиях, вследствие чего уменьшается время протекания токов при межфазных замыканиях секционированной сети, что важно при использовании кабелей в полиэтиленовой изоляции.

Литература:

1. В. А. Андреев. Релейная защита в системе электроснабжения. М. Высшая школа 2008 г.
2. Н. В. Чернобров, В. А. Семенов. Релейная защита энергетических систем. М. Энергоатомиздат 2007 г.
3. Р. С. Ахметшин, А. Ф. Анчугова. Устройство отключения короткого замыкания в секционированных сетях коротких кабельных линий 6–10 кВ. Журнал Вектор науки Тольяттинского Госуниверситета. № 1(27) 2014 г.
4. Р. С. Ахметшин и др. Устройство для отключения выключателя секционированных коротких линий 6–35кВ. А. с. СССР. SU1788550 А1. Н 02 Н 7/26/ 3/08.

О состоянии технического уровня машин для скашивания трав на сено в СНГ

Ли Афанасий, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник;

Ибрагимова Хафиза Ринатовна, ассистент;

Дустназарова Санобар Атауллаевна, ассистент

Ташкентский институт ирригации и мелиорации (Узбекистан)

Для скашивания естественных и сеяных трав в странах СНГ в зависимости от природно-климатических ус-

ловий, применяют различные косилки, которые по типам режущих аппаратов можно разделить на три группы.

К первой, наиболее многочисленной группе относятся косилки и жатки с пальцевыми режущими аппаратами низкого, среднего и нормального среза.

Во вторую группу входят косилки и жатки с двухножевым режущим аппаратом, в котором уравновешены инерционные силы, возникающие при работе. Благодаря этому снижаются вибрация машины и трактора, что повышает надежность, рабочую скорость, устойчивость и производительность агрегата.

К третьей группе можно отнести режущие аппараты непрерывного действия — цеповые и ротационные. Первые получили ограниченное распространение вследствие недостаточной долговечности из-за значительного числа пар трения, работающих в абразивной среде.

Ротационные аппараты устанавливают на косилках КРН-2,1, КРД-2,4 и КПРН-3,0 (Россия). Они незаметны при работе на каменистых почвах, скашивания малощенных трав с лугов и полей. Наиболее перспективны машины, имеющие ротационные режущие аппараты и ширину захвата свыше 2 м. Высокие скорости резания (до 60 м/с) обеспечивают низкий срез растений и непрерывную работу даже на полеглом и перепутанном травостое.

Заметна тенденция к увеличению ширины захвата ротационных косилок. Однако применение таких косилок накладывает жесточенные требования к рельефу полей, поэтому более перспективны секционные косилки с автономным приводом ротора от гидродвигателей.

Для скашивания трав с одновременным плющением широко применяются самоходная косилка-плющилка КПС-5Г, которая имеет режущие аппараты с возвратно-поступательным движением ножей, мотовило, поперечный шнек и плющильные вальцы. Эта косилка-плющилка имеет 5-ти метровую ширину захвата жатки и поэтому скошенные валки поливной люцерны получаются очень мощными, что влияет на неравномерность и длительность процесса сушки. Кроме того, имеет большую массу (6760 кг), по сравнению с зарубежными аналогами.

На основе проведенного анализа технического уровня машин для скашивания трав на сено можно сказать, что выполнению технологического процесса наиболее приемлемы для поливной люцерны требования к рельефу полей, поэтому более перспективны секционные косилки с автономным приводом ротора от гидродвигателей, которыми являются прицепная косилка-плющилка КПРН-3,0 и самоходная — КПС-5Г [1].

Таким образом, работы по совершенствованию конструкции этих косилок-плющилок должны быть направлены на снижение металлоемкости и компактности габаритных размеров, уменьшению ширины захвата самоходной косилки КПС-5Г до 4,0 м и достижение высокой маневренности.

В странах дальнего зарубежья широкое распространение получили косилки-плющилки с ротационными рабочими органами. Ширина захвата современных ротационных косилок, агрегируемых с колесными тракторами, уже достигла 4,8 м, а самоходные — 6,0 м. Эти орудия

обеспечивают низкий срез, не забиваются при скашивании густого длинностебельного травостоя, меньше вибрируют по сравнению с традиционными брусными косилками [2].

Ротационные косилки используют как навесное оборудование к различным самоходным шасси. Самоходные шасси «Harvall» (Голландия) агрегирует фронтальную ротационную косилку шириной захвата 4,8 м и грабли задней навески. Производительность такого агрегата порядка 4,8 га/ч. На самоходные шасси SKF-500 (мощность двигателя 66 кВт) фирмы «Fahr» (ФРГ) спереди на трехточечной навеске крепится 4-барабанная косилка шириной захвата 2,7 м. Производительность такого агрегата — 5,6 га/ч.

Опыт эксплуатации ротационных косилок показывает их высокие потенциальные возможности в повышении производительности труда, которые, однако, в силу конструктивных несовершенств отдельных узлов еще полностью не используются. Основная причина, ограничивающая увеличение рабочих скоростей и ширины захвата ротационных косилок, является жесткое крепление режущих органов на несущей раме. По этой причине при скашивании трав часто режущие ножи цепляются за дерн, из-за чего происходят поломки и засорение сена почвой.

В настоящее время все более широкое применение находят косилки-плющилки (прицепные — шириной захвата до 4,8 м, самоходные — до 6,3 м), совмещающие за один проход три операции — скашивание травы, плющение стеблей и укладку зеленой массы в валок.

Ведущие фирмы «Джон-Дир», «Интернейшнел Харвестер», «Хесстон Хайдро Стетик» и др. (США), также выпускают самоходные косилки-плющилки. Отличительная их способность — широкое применение гидрообъемных передач для привода, как рабочих органов, так и ходовых колес. В качестве рабочего оборудования самоходных косилок-плющилок используют сменные жатки различной ширины захвата, обеспечивающие эффективное выполнение технологического процесса в любых условиях.

Из аналитического обзора состояния машин производства стран ФРГ и США следует, что большинство рассмотренных машин предназначены для кошения и плющения с укладкой массы в валок.

Краткая характеристика новых машин для скашивания трав приведены в таблицах 1–3.

Опыты Американского общества сельскохозяйственных инженеров показали, что потери сухого вещества при полевой заготовке сена комплексом машин (косилка, тракторные грабли и сеноворошилка) на 10 ... 12% выше, чем при использовании валковых косилок-плющилок. Сено, уложенное в валок, в меньшей степени выщелачивается и обеспечивается, чем сено, уложенное в прокосы [3].

Следовательно, самоходные валковые косилки целесообразно иметь крупным специализированным или фермерским хозяйствам по заготовке сена и сенажа для крупного и мелкого рогатого скота.

Таблица 1. Техническая характеристика навесных ротационных косилок производства ФРГ

Фирма-изготовитель	Модель	Число дисков и число оборотов в минуту	Рабочая ширина захвата, м	Потребляемая мощность, л.с.	Вес, кг
Fahr	КМ-40Т	4x2440	2,7	50	950
	КМ-40ТС	4x2440	2,7	60	1140
Fella	КМ-180	2x1587	1,8	50	420
Niemeyer	-210	2x-	2,1	65	530
Rasspo	-3000	2x	1,86	40	400

Таблица 2. Техническая характеристика прицепных косилок «Haubine» фирмы «New-Holland» (США)

Модель	Ширина захвата, м	Рабочая скорость, км/ч	Вальцы плющилки		Вес, кг	Минимальная потребляемая мощность, л.с.
			Диаметр, мм	Длина, мм		
477	2,2	До 12,8	200	2160	1035	35
479	2,8	До 12,8	264	2590	1194	35
490	3,7	До 12,8	264	2590	1845	50

Таблица 3. Техническая характеристика самоходных косилок-плющилок производства США

Фирма—изготовитель	Модель	Мощность ДВС, л.с.	Тип трансмиссии	Диапазон скоростей, км/ч	Макс. шир. захвата жатки (м) с питающ. устр.		Диаметр и длина вальцов плющилки, мм	Максимальный вес, кг
					шнековым	с полот. транспорт.		
Owatonna	270	75	Гидрост.	до 16	—	5,0	190x1220	2000
	275	75	—//—	—//—	4,4	—	190x1325	2364
Hesston	420	57	Механ.	—	4,2	4,2	203x1448	2268
	520	57	Гидрос.	—	4,2	4,2	203x1448	2268
	620	65	—//—	до 22,4	4,8	—	165/1942x2057	3140
Speed New—Holland	903	63	Механи.	3,7–16,6	—	3,6	203x1200	2219
	910	75	Гидрост	4,8–17,6	4,8	—	263x1415	3173
	912	75	—//—	—	4,8	—	263x1415	3195
John Deer	800	55	—//—	0–15,2	—	6,3	200x711	—
	830	55	—//—	0–12,8	4,2	6,3	200x1473/7113	1992
	2250	65	—//—	0–11,2	4,2	3,6	200x1473	1860
	2270	65	—//—	0–19,2	4,8	3,6	200x1473	2359

Литература:

1. А. Ли, Ш. Рузиев, Д. Чуюнов. Перспективы развития кормоуборочной техники. Ж. Ўзбекистон кишлок хўжалиги. — 2005. — № 6. — с.34
2. А. Ли, С. Алланиязов, Ш. Рузиев. Кормопроизводство: стратегия технического переоснащения. AGRO ILM «Ozbekiston qishloq xojaligi» jurnali ilmiy ilovasi. Nishona son. — 2007. — 40 с.
3. А. Ли, А. Кодиров, О. Куйчиев. Состояние технического уровня машин для скашивания и сбора трав на сено. Ўзбекистон жанубида кишлок хўжалик махсулотларини етиштириш, саклаш ва дастлабки кайта ишлашнинг муаммолари ва истикболлари//Республика илмий-техник анжумани маколари туплами. Карши. — 2013. — с. 365–370

Физическая модель осциллографа

Микляев Дмитрий Сергеевич, студент;

Стыцко Артем Евгеньевич, студент

Военно-космическая академия имени А. Ф. Можайского (г. Санкт-Петербург)

Современный этап развития военно-политической обстановки в мире характеризуется острым соперничеством ведущих государств за сферы влияния, источники сырья и рынки сбыта. Данная тенденция уже в ближайшее время определяет серьезные предпосылки для возникновения военных опасностей и угроз для России [1]. Это обуславливает необходимость уделять постоянное внимание вопросам развития технической составляющей Вооруженных сил Российской Федерации, их оснащению вооружением, военной и специальной техникой в таком количестве и таком качестве, которые позволят обеспечить парирование любых военных опасностей и военных угроз.

Важное место в техническом оснащении отводится метрологическому обеспечению Вооруженных сил Российской Федерации, под которым понимается комплекс мероприятий по установлению и применению научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности, полноты, своевременности и экономичности измерений в войсках [4].

Эффективность метрологического обеспечения Вооруженных сил Российской Федерации зависит не только от технического облика военной измерительной техники [2], но и от уровня компетентности военных специалистов-метрологов [5], готовых осуществлять поверку, ремонт и техническое обслуживание средств измерений военного назначения в любых условиях обстановки. Вместе с тем, достижение требуемого уровня компетентности военных специалистов-метрологов в значительной степени определяется их качеством подготовки в военных учебных

заведениях, в том числе и Военно-космической академии имени А. Ф. Можайского. В то же время несвоевременная поставка в академию современных средств измерений, применяемых в войсках, не позволяет в полной мере выполнить эту задачу.

Особенно остро данная ситуация прослеживается при подготовке военных специалистов-метрологов на кафедре метрологического обеспечения вооружения, военной и специальной техники. Так, из-за наличия объективных трудностей существующая учебно-материальная база не позволяет охватить весь спектр практических работ и групповых занятий по дисциплине «Технология ремонта и техобслуживания» по военной специальности «Эксплуатация и ремонт измерительной техники» программы среднего профессионального образования, а также по дисциплине «Техническая эксплуатация и ремонт средств измерений военного назначения» по военной специальности «Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники» программы высшего образования.

В связи с этим на кафедре разработана физическая модель осциллографа. Данное учебно-тренировочное средство реализовано по аналогии с наклонным стендом технического обслуживания и ремонта персонального компьютера, описанного в работе [3]. Однако, в отличие от последнего, физическая модель осциллографа имеет ряд принципиальных особенностей, обусловленных спецификой конструкции и работы измерительной техники.

Упрощенная схема физической модели осциллографа представлена на рис. 1. Согласно данной схеме основными элементами стенда являются: средство измерений

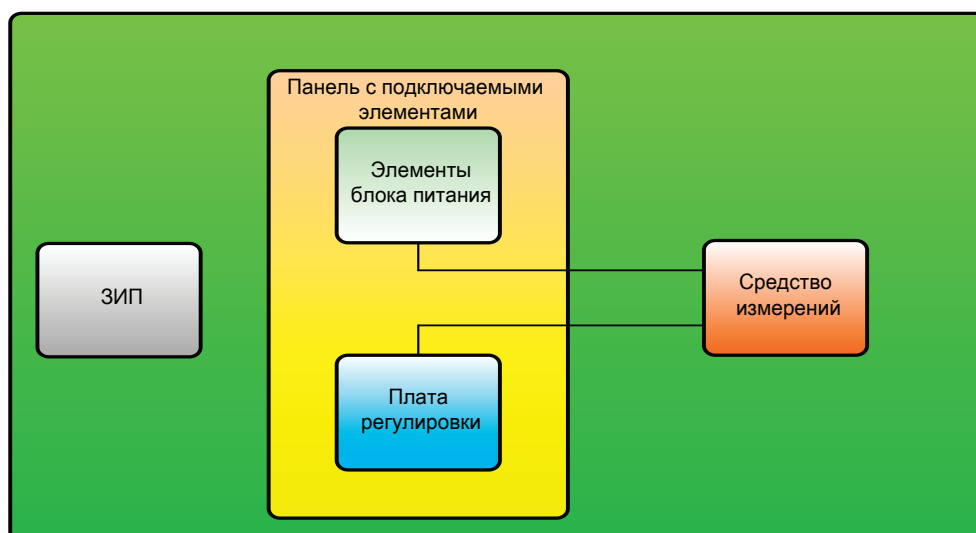


Рис. 1. Структурная схема стенда технического обслуживания и ремонта средств измерений

(осциллограф С1–49), панель со съёмными элементами, запасные инструменты и принадлежности (ЗИП).

Более детальная схема физической модели осциллографа изображена на рис. 2. На ее основе осуществлен монтаж физической модели осциллографа (рис. 3).

На корпусе осциллографа С1–49 боковые стенки исполнены из прозрачного оргстекла. К осциллографу С1–49 подключена панель со съёмными элементами. Панель, также как и корпус осциллографа С1–49, реализована из прозрачного оргстекла, на котором закреплены выводы под элементы платы регулировки и блока питания. Выводы и элементы платы регулировки и блока питания реализованы таким образом, чтобы было возможно осуществлять их замену без использования пайки (рис. 4, 5). Ко всему прочему, конструкция физической модели осциллографа позволяет обеспечить простоту ее транспортировки к месту проведения занятий.

С учетом представленных выше особенностей физическая модель осциллографа может применяться при про-

ведении как теоретических, так и практических видов занятий. В частности, наличие прозрачных стенок на корпусе осциллографа обеспечивает наглядность его конструкции при проведении лекций и групповых занятий. Практические занятия могут проводиться в различных вариациях. Одним из таких вариантов является определение неисправных элементов блока питания, который у осциллографа наиболее чаще подвержен к отказу (рис. 6).

Данный вариант предполагает, что преподаватель заменяет исправный элемент панели на неисправный и вызывает обучающегося для отработки практического задания. При помощи мультиметра обучающий тестирует элементы цепи блока питания и находит неисправный элемент. После чего обучающийся заменяет его на исправный из комплекта ЗИП и подает электропитание на осциллограф.

Физическая модель осциллографа реализована в учебном процессе академии. Так, в период с 1 сентября 2014 года по 16 января 2015 года он была апробирован

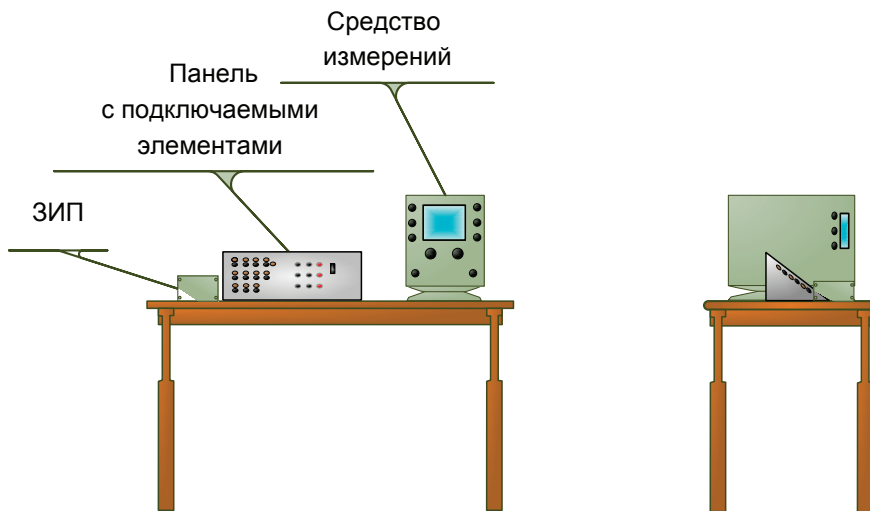


Рис. 2. Детальное представление физической модели осциллографа



Рис. 3. Физическая модель осциллографа

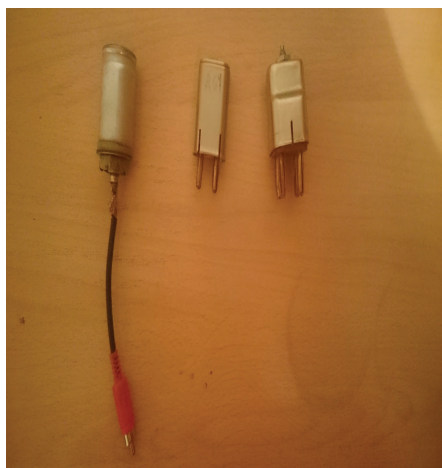


Рис. 4. Элементы платы регулировки и блока питания

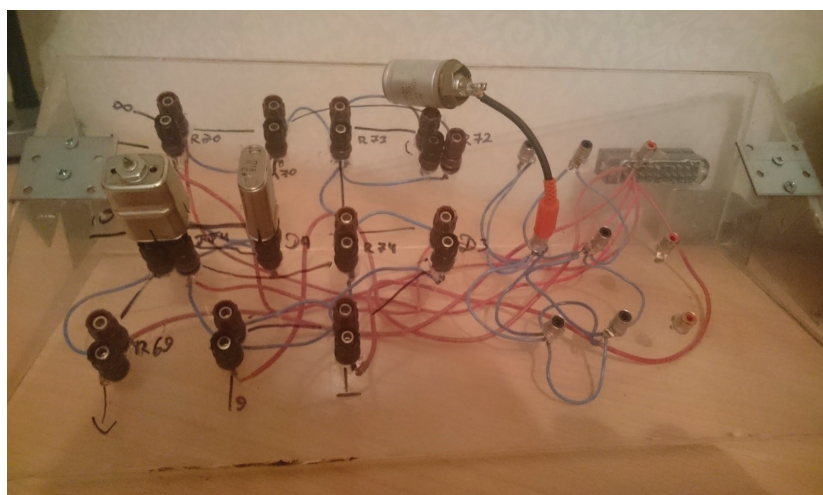


Рис. 5. Выводы под элементы платы регулировки и блока питания

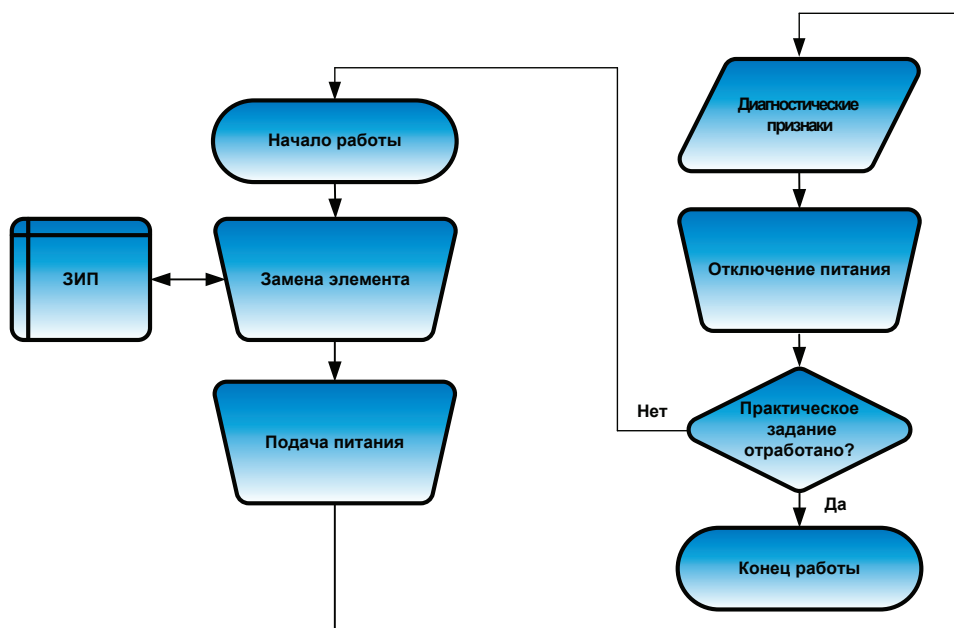


Рис. 6. Схема использования физической модели осциллографа

в качестве дидактического материала на практических и теоретических занятиях учебной группы 705 по дисциплине «Техническая эксплуатация и ремонт средств измерений военного назначения».

Для оценивания эффективности внедрения физической модели осциллографа в учебном процессе академии проводился анализ успеваемости курсантов 705 учебной группы по дисциплине «Основы технической эксплуатации и ремонта средств измерений военного назначения». Данный анализ затронул успеваемость, как упомянутой выше учебной группы, так и учебной группы 785, которая изучала эту же дисциплину, но без использования физической

модели осциллографа. Результаты успеваемости курсантов в учебных группах 705 и 785 по дисциплине «Техническая эксплуатация и ремонт средств измерений военного назначения» приведены в таблице 1 и на рис. 7.

Исходя из данных, представленных в таблице 1 и на рис. 7, прослеживаются следующие тенденции:

1. Результаты текущей успеваемости учебной группы 705 превысили результаты текущей успеваемости учебной группы 785 на 8%.

2. Результаты сдачи экзаменов учебной группы 705 превысили результаты сдачи экзаменов учебной группы 785 на 6%.

Таблица 1. Средний балл курсантов 705 и 785 учебных групп по дисциплине «Техническая эксплуатация и ремонт средств измерений военного назначения»

Номера учебных групп / средний балл	785	705
По результатам текущей успеваемости	4,0	4,4
По результатам экзамена	4,2	4,5

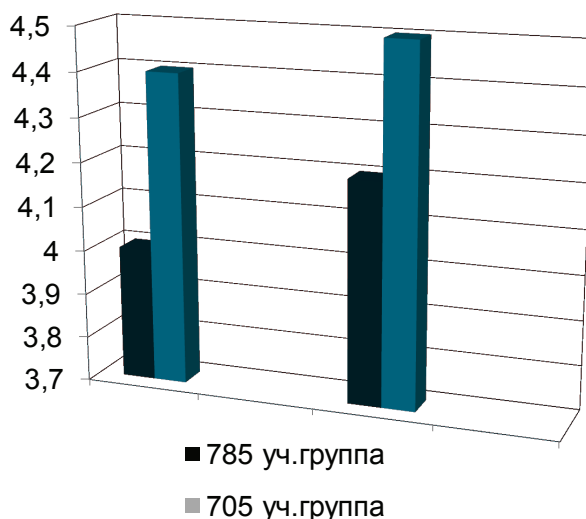


Рис. 7. Средний балл курсантов 705 и 785 учебных групп по дисциплине «Техническая эксплуатация и ремонт средств измерений военного назначения»

Заключение

Таким образом, полученные результаты подтверждают возможность и целесообразность повышения качества подготовки военных специалистов-метрологов за счет раз-

работки и внедрения в учебном процессе академии физической модели осциллографа. Использование физической модели осциллографа на теоретических и практических занятиях способствует усвоению объема необходимых знаний у курсантов без увеличения сроков обучения.

Литература:

1. Гусеница Я. Н. Анализ военных угроз и военных опасностей Российской Федерации на долгосрочную перспективу / Я. Н. Гусеница, Ю. Л. Кругляк, Д. О. Петрич, О. В. Беленович // СРДР. Сер. Б. — М.: ЦВНИ МО РФ, 2014. — Вып. 107.
2. Гусеница Я. Н. Имитационная модель функционирования реконфигурируемых метрологических комплексов в условиях неопределенности информации о моментах поступления средств измерений на метрологическое обслуживание // Я. Н. Гусеница, А. В. Малахов // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2016. Т. 1. № 3 (27). С. 32–46.

3. Гусеница Я. Н. Наклонный стенд технического обслуживания и ремонта персонального компьютера / Я. Н. Гусеница, Ю. Л. Кругляк, Д. О. Петрич // Теория и техника радиосвязи, № 3, 2014. — С. 124–128.
4. Новиков А. Н. Основы метрологического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации: учеб. пособие / А. Н. Новиков, Я. Н. Гусеница, А. В. Малахов; под ред. А. Н. Дорохова. — СПб.: ВКА имени А. Ф. Можайского, 2016. — С. 48.
5. Петрич Д. О. Автоматизированная система контроля знаний обучающихся в области технического обслуживания компьютерных систем и комплексов // Д. О. Петрич, Я. Н. Гусеница, Ю. Л. Кругляк, В. А. Озеров // Труды Военно-космической академии имени А. Ф. Можайского. 2014. № 644. С. 219–230.

Термодинамическое исследование работы холодильной установки с эффективными теплообменными аппаратами

Нурматов Тахир Бахтиярович, старший преподаватель;

Хужакулов Оббосбек Абдихофизович, магистрант

Ташкентский государственный технический университет имени Абу Райхана Беруни (Узбекистан)

В связи с проблемой глобального потепления, а также с постоянным ростом цен на энергоносители проблемой экономии невозобновляемых энергетических ресурсов актуален вопрос снижения эксплуатационных затрат при работе холодильных установок, а также снижения теплового загрязнения окружающей среды. Наличие разности температур в конденсаторе и испарителе холодильной установки обуславливает внешнюю необратимость термодинамического цикла и приводит к энергетическим потерям.

Данную проблему можно решить с помощью применения в аппаратах холодильных установок эффективных теплообменных поверхностей. В качестве такой поверхности может быть предложена труба с кольцевыми поперечными канавками. Данная поверхность имеет такие

важные преимущества как простота изготовления, а также дополнительные затраты энергии на перекачку теплоносителя вследствие увеличения гидравлического сопротивления минимальны (в зависимости от гидродинамического режима).

С учетом вышесказанного в центре «Тепловые насосы» Ташкентского государственного технического университета, на кафедре «Холодильные машины и установки» были проведены исследования работы экспериментальной холодильной установки, оснащенной интенсифицированными теплообменными аппаратами на основе трубок с кольцевыми турбулизаторами.

Исследования проводились на экспериментальном стенде (рис. 1) представляющем собой одноступенчатую холодильную машину на базе герметичного компрессора

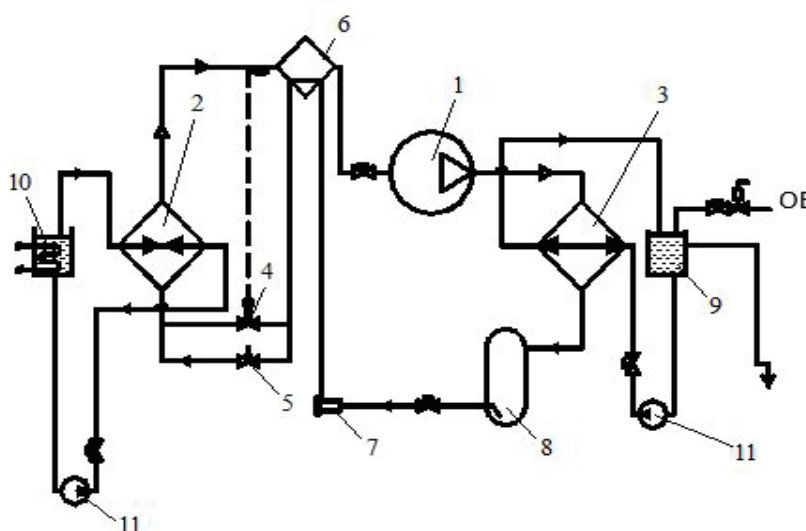


Рис. 1. Принципиальная схема лабораторной установки: 1 — компрессор; 2 — испаритель; 3 — конденсатор; 4 — терморегулирующий вентиль; 5 — ручной регулирующий вентиль; 6 — теплообменник; 7 — фильтр-осушитель; 8 — ресивер; 9 — водяной бак; 10 — бак с ТЭНом; 11 — насос; ОВ — охлаждающая вода

КСТ-3,2 с системами подачи воды в конденсатор и хладоносителя в испаритель.

Теплообменные аппараты являются двухтрубно-змейковыми. В качестве эталона для сравнения принималась та же установка, но с гладкими трубами.

В качестве рабочего тела использовался как традиционный фреон R-12 так и разработанный в инженерном центре «Тепловые насосы» Ташкентского государственного технического университета экологически чистый хладагент представляющий собой смесь углеводородных хладагентов пропана-изобутана-н-бутана (R290/R600a/R600) с молярной концентрацией 40/30/30%. Преимуществами данного хладагента является его доступность и дешевизна, а также полная совместимость с маслами и материалами, используемыми в холодильных машинах, работающих на фреоне 12.

Эксперименты проводились по следующей методике: с лабораторного стенда снимались экспериментальные данные при шести фиксированных значениях расходов воды охлаждающей конденсатор последовательно причем температура воды на входе в конденсатор поддерживалась равной 20°C, при температурах хладоносителя на выходе

из испарителя 0, —5 и —10°C. Фиксировались следующие параметры:

- мощность, потребляемая электродвигателем компрессора;
- расход воды, охлаждающей конденсатор, и рассола, подогревающего испаритель;
- температура хладагента в восьми точках цикла.
- температуры воды и хладоносителя на входе и выходе в конденсатор и испаритель;
- давления конденсации, кипения и давления после регулирующего вентиля;
- разность давлений воды на входе и выходе в испаритель и конденсатор;
- атмосферное давление;

После снятия данных при всех трех температурах и на всех хладагентах теплообменные аппараты (конденсатор и испаритель) с гладкой трубкой заменялись на накатанную, со следующими параметрами накатки $d/D = 0,84$, $t/D = 0,5$. (рис. 2) При выборе параметров накатки принимались во внимание данные приведенные в [1,2,3]. Далее все данные снимались повторно при тех же условиях.

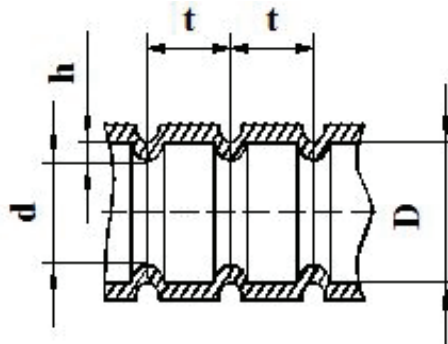


Рис. 2. Продольный разрез накатанной трубы

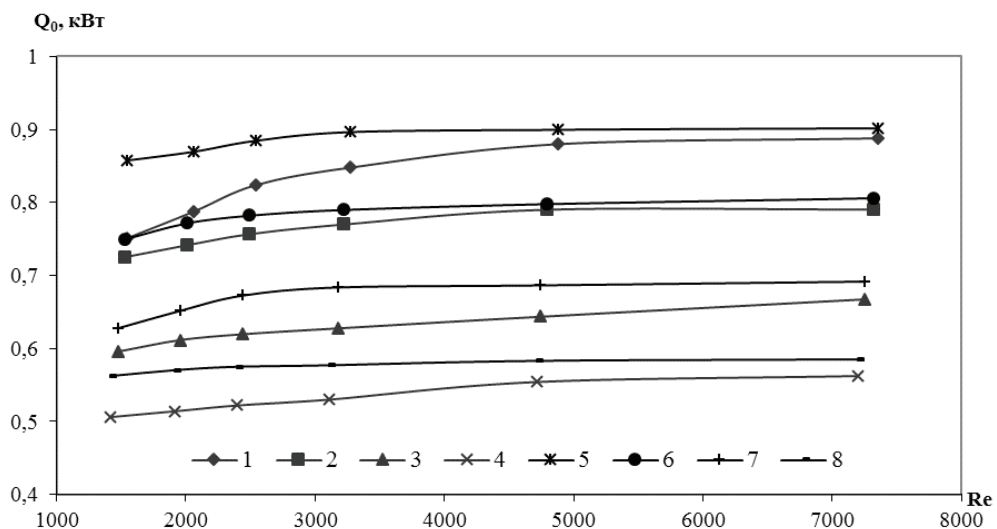


Рис. 3. Зависимость холодопроизводительности от числа Рейнольдса в конденсаторе: 1 — гладкая 5 °С; 2 — гладкая 0 °С; 3 — гладкая -5 °С; 4 — гладкая -10 °С; 5 — накатанная 5 °С; 6 — накатанная 0 °С; 7 — накатанная -5 °С; 8 — накатанная -10 °С

Термодинамический анализ [2, 3] эффективности работы установки производился путем вычисления эксергитического КПД по формуле:

$$\eta_e = \frac{E_q + E_0}{E_{\Sigma} + \Sigma E_p} \quad (1)$$

где E_q — эксергия отведенного тепла; E_0 — эксергия произведенного холода; E_{Σ} — эксергия затраченной электроэнергии [4]. Затраты на прокачку охлаждающей воды и хладоносителя:

$$E_p = \frac{G \Delta p}{\eta_{\Sigma} \rho} \quad (2)$$

где G — массовый расход охлаждающей воды (хладоносителя), Δp — перепад давления в конденсаторе (испарителе) тепло-хладоносителя, ρ — плотность, η_{Σ} — электромеханический КПД насоса [5]. Результаты эксергитического анализа приведены на рис. 3 и 4.

Как видно из графика, установка, оснащенная интенсифицированными теплообменными аппаратами имеет

эксергитический КПД на 2–3% больший чем установка с традиционными теплообменными аппаратами на основе гладких труб (в зависимости от режима движения воды охлаждающей конденсатор). Причем замена хладагента практически не влияет на термодинамические параметры установки. Так что с точки зрения термодинамического совершенства замена традиционного фреона-12 на альтернативную смесь R290/R600a/R600 не приведет к ухудшению показателей. С точки же зрения эксплуатационных характеристик применение данной поверхности позволяет повысить холодопроизводительность на 10–25% и снизить температуру конденсации на 2–5°C (также в зависимости от гидродинамического режима).

Из данных приведенных в таблице видно, что холодопроизводительность установки на R-12 практически не уступает холодопроизводительности установки на смеси. С точки зрения экологии альтернативный хладагент имеет преимущество озонобезопасности, а с точки зрения экономичности дешевле и доступнее.

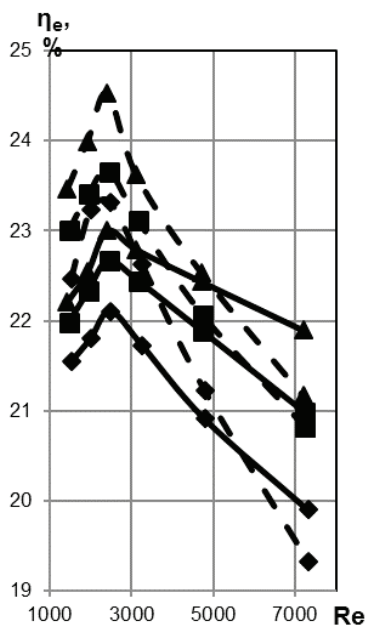


Рис. 4. Зависимость эксергитического КПД установки с накатанными теплообменными аппаратами от числа Re воды в конденсаторе: — R-12; --- R290/R600a/R600; о — 0°C; п — -5°C; ▲ — -10°C

Литература:

1. Калинин Э. К., Дрейцер Г. А., Копп И. З., Мякочин А. С. Эффективные поверхности теплообмена., М.: Энергоатомиздат, 1998 г. 408 с.
2. Кутателадзе С. С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление. Справоч. пособие. — М.: Энергоатомиздат. 1990. 397с.
3. Интенсификация процесса теплообмена при пленочной конденсации паров веществ на наружной поверхности горизонтальных накатанных труб / С.Г. Закиров, В. И. Цой, В. В. Галаган, К. Ф. Каримов // Труды I — ой Национальной конференции по теплообмену. Том 8, Москва, 1994 г.с. 218–221.
4. Соколов Е. Я., Бродянский В. М. Эксергитические основы трансформации тепла и процессов охлаждения. М.: Энергоатомиздат, 1981. 320 с.

5. Эксергетические расчеты технических систем. Под ред. Долинского А. А., Бродянского В. М. Киев: Наукова думка, 1991. 359 с.
6. Мартынов А. В. Установки для трансформации тепла и охлаждения. М.: Энергоатомиздат,

Восстановление простых линейных и итерационных функций средствами MATLAB

Петров Евгений Николаевич, студент;

Петрова Анастасия Феликсовна, студент

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

В данной статье рассматривается метод восстановления простых функций, сохраненных в виде р-файлов, средствами MATLAB. В качестве основного инструмента используется встроенный отладчик и функция dbstop. Применение описанных в статье методов позволяет восстановить утраченные исходные коды простых линейных и итерационных функций.

MATLAB позволяет сохранить откомпилированные ММ-функции в виде р-кода [1]. В таком случае в дальнейшем функция будет представлять собой «чёрный ящик»: пользователь будет иметь дело только с введёнными им данными и с возвращаемым результатом. Однако в ряде случаев может потребоваться обращение к исходному коду функции. Например, исходный код, необходимый для работы, может быть утерян, а производить какие-либо изменения в коде функции, сохранённой в виде р-файла, не представляется возможным. В статье будет рассмотрен способ восстановления исходного кода функции по р-коду средствами MATLAB, не подразумевающими попытки вскрыть шифр либо алгоритм кодирования, используемые в данной среде для хранения откомпилированных функций. Описанный в данной работе метод основан на анализе данных, получаемых в результате работы с р-файлом в среде MATLAB, подборе значений, выявлении зависимостей.

В качестве аппроксимации неизвестной функции, заданной множеством значений аргумента и соответствующими им выходными значениями функции, может выступать многочлен, генерируемый на основе имеющихся пробных точек, но ошибка может быть весьма велика, а если функция принимает на вход вектор произвольной длины, то такая аппроксимация невозможна. Поэтому мы будем говорить о восстановлении исходной функции.

Прежде всего, необходимо выяснить, какие аргументы принимает функция, если это заранее не известно. Будем подавать аргументы разных типов, в т.ч. вектора, и наблюдать, как это влияет на результат [2].

Далее приступим собственно к восстановлению функции. Для решения поставленной задачи нам потребуется функция dbstop [3], позволяющая пошагово отлаживать функции. Использовать её можно следующим образом:

```
>> dbstop <имя функции> <номер строки кода для точки останова>
```

Как видно в примере, dbstop может иметь два аргумента, однако второй не является обязательным. Если не

указать номер строки кода для точки останова, функция остановится на второй строке.

Если введённый номер строки кода превосходит длину функции, выводится следующее сообщение об ошибке:

```
Error using dbstop
```

```
You cannot set a breakpoint past the start of the last expression in the file.
```

Таким образом, путём подстановки разных значений можно выяснить длину кода функции в строках.

Далее, применяя всё ту же функцию dbstop, выясним, какие использованы переменные и каким образом изменяются их значения. Для этого сначала вызовем функцию dbstop для нашего файла, а затем вызовем саму целевую функцию для допустимого набора аргументов:

```
>> dbstop <имя функции>
```

```
>> <имя функции>(<аргументы>)
```

```
K>>
```

```
K>>
```

Переход к следующей строке кода осуществляется нажатием на клавишу F10. В окне Workspace появляются имена и значения переменных, пример такого окна представлен на Рис. 1. Некоторые закономерности можно выявить уже на этом этапе, обратив внимание на имена переменных, порядок их появления и изменения. Так, например, можно выяснить, где в функции присутствует цикл, значения каких переменных в его теле изменяются. Также можно выявить переменные-флаги и участки кода, выполнение которых зависит от значений этих флагов. Таким образом, отладка при помощи dbstop позволит найти циклические и условные конструкции, если они есть. Целесообразно пробовать подавать на вход разные наборы аргументов, чтобы охватить как можно больше предусмотренных в целевой функции вариантов их обработки. Кроме того, на последнем шаге обнаруживается переменная, в которую записывается результат, возвращаемый функцией.

Выход из режима отладки либо переход к следующей точке останова осуществляется нажатием на клавишу F5.

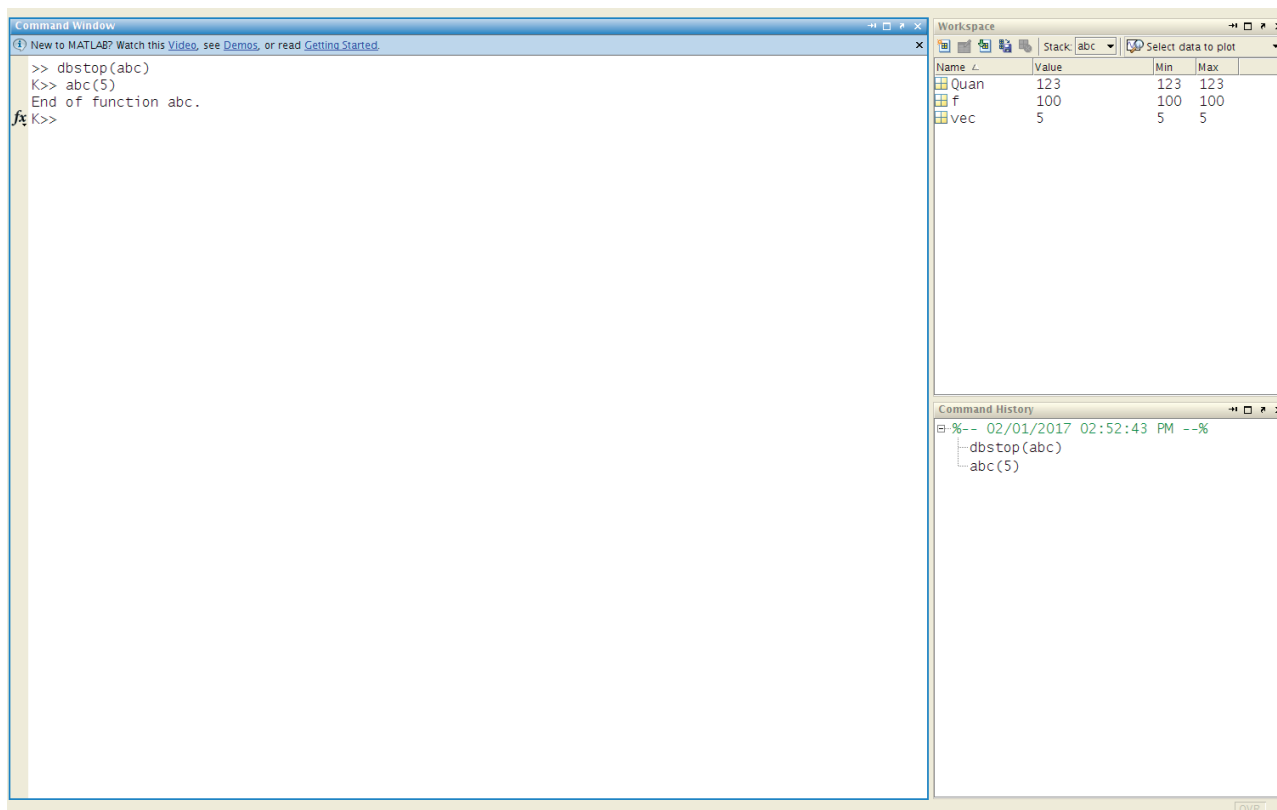


Рис. 1. Вид окна MATLAB во время отладки

Очевидно, полученная на предыдущих этапах информация не позволяет в полной мере восстановить исходный файл. Установив количество, имена, порядок обновления переменных, мы можем приступить к выявлению зависимостей между ними, то есть к восстановлению конкретных выражений, присваиваемых им. Получив все эти зависимости, мы решим поставленную задачу — восстановим исходную функцию.

Помимо наблюдения за пошаговым исполнением функции, режим отладки позволяет на любом шаге вручную изменять значения имеющихся переменных при помощи обычного присваивания. Используя эту возможность, будем выявлять зависимости между переменными. Для этого запишем значения всех переменных на интересующем нас шаге (целесообразно выбрать первое обновления значения интересующей переменной). Затем, изменяя значения других переменных, выясним, какие из них влияют на целевую переменную, то есть вероятнее всего присутствуют в присваиваемом ей выражении. Когда обнаружены все такие переменные, можно восстанавливать саму искомую формулу.

Проще всего обнаружить, какие переменные входят в искомую формулу в качестве слагаемых. Очевидно, изменение их значений влечёт за собой эквивалентное изменение значения целевой переменной. Аналогично находят и свободные множители. Также несложно найти переменные, чья разность входит в формулу как множитель: если задать значения этих переменных равными, то целевая переменная всегда будет обращаться в ноль

либо сохранит лишь часть, являющуюся свободным слагаемым. На этом же этапе выявляются и делители, если таковые имеются: деление на ноль даёт бесконечность (в MATLAB обозначается как Inf).

Сложнее обнаружить менее очевидные зависимости: множители, содержащие выражения из переменных в показателе степени, тригонометрические функции и т.д. Рассмотрим, как это можно сделать. Для линейных функций подобные выражения восстановить достаточно просто, поэтому мы будем говорить об итерационных функциях.

Целесообразно записывать значения искомого коэффициента от итерации к итерации. Чтобы найти такое значение, нужно результирующую переменную разделить на все известные сомножители (значения известных сомножителей должны быть актуальны для данного шага цикла, если это переменные). Далее будем искать зависимость между значениями искомого коэффициента. Если разность или отношение этих значений постоянны, то задача практически решена: остаётся выяснить, входят ли эти разности или отношения в формулу как значение некоторой переменной или представляют собой постоянное число. Проанализировать число можно при помощи вопросно-ответной системы WolframAlpha [4, 5], дающей возможность узнать, является ли данное число некоторой правильной дробью или степенью числа, результатом тригонометрической функции и т.д. Поэтому для большей точности необходимо использовать для вычислений формат записи чисел с большим количеством знаков — `format long` [6].

Если зависимость между коэффициентами неочевидна, можно снова пробовать искать входящие в множитель переменные оговоренными выше способами: ведь отдельные множители или выражения в скобках могут быть возведены в степень. Кроме того, можно при пошаговом выполнении цикла сбрасывать значения обновляющихся переменных на начальное, чтобы выяснить механизм их обновления и влияние на искомую формулу. При таком анализе переменных должна выявиться искомая формула.

Когда все значения уже найдены, испортить картину может подача на вход функции другого набора аргументов. Если ранее идеально совпадавшие целевая и составленная нами функции теперь дают отличные друг от друга результаты, значит, не учтено влияние какой-то переменной, например, отвечающей за длину входного век-

тора или хранящей индекс элемента этого вектора. Восстановив функцию в полном объёме, мы окончательно решим поставленную задачу.

Подведём итог, представив описанный алгоритм в виде схемы на Рис. 2.

Следует отметить, что рассмотренный метод не даёт стопроцентной гарантии получения результата. Также неэффективен он и для восстановления длинных функций с большим количеством строк кода. Однако для небольших функций, как линейных, так и итерационных, имеющих условные конструкции и неочевидные формульные зависимости между переменными, такой способ восстановления даёт хорошие результаты. Разумеется, процесс восстановления долг и трудоёмок, однако других способов восстановить утерянный исходный код без декомпиляции не существует.



Рис. 2. Алгоритм восстановления функции

Литература:

1. Создание P-кодов MatLab // RADIOMASTER. URL: <http://www.radiomaster.ru/cad/matlab/glava20/index20.php> (дата обращения: 27.01.2017).
2. В. Г. Потемкин «Введение в Matlab» // MATLAB.Exponenta. URL: http://matlab.exponenta.ru/ml/book1/matlab/chapter3/3_3.php (дата обращения: 27.01.2017).
3. Set breakpoints for debugging // MathWorks. URL: <https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/dbstop.html> (дата обращения: 1.02.2017).
4. WolframAlpha // Wikipedia. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/WolframAlpha> (дата обращения: 28.01.2017).
5. Mathematics // WolframAlpha. URL: <https://www.wolframalpha.com/examples/Math.html> (дата обращения: 28.01.2017).
6. Set Command Window output display format // MathWorks. URL: <https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/format.html> (дата обращения: 29.01.2017).

Система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений

Спатарь Екатерина Валерьевна, магистрант;
Алькова Елена Леонидовна, кандидат технических наук, доцент
Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова (г. Якутск)

В данной статье раскрывается значение и сущность СМИС для безопасности современных крупных сооружений. Всесторонне рассматривается эволюция применения СМИС в российской практике.

Ключевые слова: мониторинг безопасности, СМИС

Вопросы обеспечения безопасности касаются каждого человека. Они всегда были и будут в центре внимания органов законодательной и исполнительной власти, а также организаций, обеспечивающих реализацию, мер предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Аварии вообще и, так называемые, постиндустриальные риски все больше волнуют общество, специалистов различных отраслей. У всех свежа в памяти трагедия, произошедшая 17 августа на Саяно-Шушенской ГЭС, когда стихия жестоко наказала людей за безответственность. Возможность техногенных чрезвычайных ситуаций существует как на новых объектах, так и давно функционирующих. Примеры — разрушение «Аквапарка» и «Бауманского рынка» в Москве. Опасность для общества кроется в значительных людских и материальных потерях, в появляющемся многолетнем синдроме, негативно сказывающемся на психологии населения, персонала потенциально опасных объектов (ПОО). Пример — синдром Чернобыльской аварии, с трудом, еще не до конца преодоленный в наше время.

Анализ катастроф, аварий, крупных пожаров свидетельствует, что многих из них можно было бы избежать путем создания и эксплуатации на потенциально опасных объектах систем мониторинга и предупреждения аварий, пожаров, чрезвычайных ситуаций, а также обеспечения принятия оперативных мер со стороны служб эксплуатации и органов надзора по данным автоматического в режиме реального времени мониторинга важных для безопасности сигналов, параметров технологических процессов, инженерных систем жизнеобеспечения и безопасности, состояния инженерно-технических, несущих конструкций объектов.

Развитию систем мониторинга и предупреждения ЧС в последние годы уделяется все большее внимание. В настоящее время наиболее широкое распространение получило оснащение объектов структурированными системами мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений — СМИС. Организации, занимающиеся вопросами автоматизации зданий и сооружений, все чаще сталкиваются с задачами выполнения требований по обеспечению сопряжения проектируемых ими инженерных систем со СМИС.

С момента своего создания МЧС России постоянно уделяет внимание развитию систем мониторинга и преду-

преждения ЧС. 27 октября 2009 года Министром по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий С.К. Шойгу был подписан Приказ № 612 «О совершенствовании нормативной базы по организации систем наблюдения и контроля (мониторинга) параметров состояния зданий и сооружений и оборудования потенциально опасных объектов».

3 ноября 2009 года проблемы совершенствования законодательства, нормативной технической базы создания систем мониторинга и предупреждения ЧС обсуждались с Президентом России Д.А. Медведевым во время посещения Национального центра управления в кризисных ситуациях МЧС. Во время показа структурированной системы мониторинга и управления инженерными системами, зданий и сооружений (СМИС) Президент рекомендовал Министру Шойгу С.К. подготовить предложения для внесения необходимых изменений в Градостроительный кодекс.

19 ноября под председательством заместителя Председателя Совета Федерации Ю.Л. Воробьева состоялся Экспертный совет МЧС России, который, по предложению Министра, провел анализ нормативной базы создания и функционирования систем мониторинга ПОО, подготовил рекомендации по ее совершенствованию, дал предложения по совершенствованию вопросов создания систем мониторинга на ПОО. На совете по результатам обсуждения доклада начальника ФГУ ВНИИ ГОЧС Акимов В.А. были приняты предложения руководству МЧС России по внесению изменений в законодательную базу, по проектированию и установке современных систем предупреждения возникновения ЧС на объектах и оповещения персонала объектов и населения о возникших угрозах, по обучению специалистов различных служб действиям в условиях ЧС. В частности, экспертный совет рекомендовал следующее:

— пункт 14 статьи 48 Градостроительного кодекса РФ в следующей редакции: «Проектная документация объектов использования атомной энергии (в том числе ядерных установок, пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ), опасных производственных объектов, определяемых в соответствии с законодательством Российской Федерации, особо опасных, технически сложных, уникальных объектов, объектов

обороны и безопасности также должна содержать разделы «Мероприятия по гражданской обороне», «Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

– внести изменения в технические регламенты в части обязательности выполнения требования о том, что проектирование и установка автоматизированных технологических систем, систем предупреждения, оповещения и ликвидации последствий ЧС осуществляется только организациями, обладающими соответствующей квалификацией.

– оснастить критически важные и потенциально опасные объекты структурированными системами мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений и обеспечить автоматическую передачу необходимой информации о состоянии контролируемых объектов и параметрах чрезвычайной ситуации по установленной форме в дежурную службу объекта, единую дежурно-диспетчерскую службу муниципального образования и Ростехнадзор.

На экспертном совете было признано, что наиболее проработанной и перспективной технологией создания систем мониторинга и предупреждения ЧС на настоящий момент является технология создания СМИС. Существует комплекс мероприятий и требований по разработке, внедрению, функционированию СМИС, подготовке обслуживающего персонала. [1, 42]

Технологии СМИС основываются на нормативных правовых и технических документах. Основным нормативным техническим документом по СМИС является национальный стандарт ГОСТ Р 22.1.12–2005 «Безопасность в ЧС. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования». Настоящий стандарт устанавливает: категории объектов, подлежащих оснащению СМИС; основные требования к построению СМИС; перечень функций СМИС, обеспечивающих решение задач безопасности объектов; порядок информационного сопряжения данных от СМИС с ЕДДС города, района; порядок проведения испытаний и приемки в эксплуатацию СМИС. Объектами контроля СМИС, а в ряде случаев и управления, являются технологические процессы, подсистемы жизнеобеспечения и безопасности: теплоснабжение, вентиляция и кондиционирование, водоснабжение и канализация, электроснабжение, газоснабжение, инженерно-технический комплекс пожарной безопасности объекта, лифтовое оборудование, система оповещения, системы охранной сигнализации и видеонаблюдения, системы обнаружения повышенного уровня радиации, аварийных химически-опасных веществ, биологически-опасных веществ, значительной концентрации токсичных и взрывоопасных концентраций газовоздушных смесей и др. Объектами контроля также являются инженерно-технические конструкции (конструктивные элементы) объектов.

Для обеспечения реализации СМИС разработаны методики:

1. Методика оценки систем безопасности и жизнеобеспечения на потенциально-опасных объектах (ПОО), зда-

ниях и сооружениях. Методика аттестована и рекомендована Правительственной комиссией по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности (Протокол от 19.12.03 г. № 9) к использованию в качестве практического пособия при проведении экспертизы проектных решений и проверки систем безопасности и жизнеобеспечения на потенциально опасных объектах, в зданиях и сооружениях. Методика определяет: последовательность создания комплекса структурированных систем мониторинга и управления инженерными системами потенциально-опасных объектов, зданий и сооружений; правила сопряжения СМИС с ЕДДС; способы анализа диагностической информации СМИС для определения технического состояния систем безопасности и систем жизнеобеспечения контролируемых объектов.

2. Методика оценки и сертификации инженерной безопасности зданий и сооружений. Методика аттестована Правительственной комиссией по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению пожарной безопасности, протокол от 25.02.03 г. № 1.

3. Методика мониторинга состояния несущих конструкций зданий и сооружений. Общие положения и требования. Методика аттестована Правительственной комиссией по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению пожарной безопасности, протокол от 18.03.09 г. № 3. [2, 250]

Однако существующая нормативная база не в полной мере соответствует современным требованиям, предъявляемым к системам мониторинга ПОО, и требует дальнейшего развития. В 2010 г. планируется утвердить подготовленный МЧС России проект федерального закона (технический регламент) «Общие требования к продукции, обеспечивающие защиту населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». Технический регламент, в частности, установит обязательные для исполнения требования, обеспечивающие защиту от ЧС, к следующей продукции: технические средства мониторинга и прогнозирования ЧС (технические средства защиты от ЧС).

В ближайшей перспективе к разрабатываемому техническому регламенту будут подготовлены следующие нормативные документы:

1. Новая редакция свода правил (СП 11–107–98) «Порядок разработки и состав раздела «Перечень мероприятий по гражданской обороне и мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций» проектов строительства». В новой редакции будут отражены требования по проектированию СМИС;

2. Свод правил «Технические требования к системам мониторинга потенциально опасных объектов»;

3. Национальный стандарт «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Технические средства мониторинга чрезвычайных ситуаций. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Методы испытаний» установит требования по подтверждению соответствия СМИС нормам, установленным в техническом регламенте. [3, 598]

В конечном итоге, по результатам реализации всех мероприятий нормативная база обеспечения создания, функционирования и эксплуатации систем мониторинга ПОО, с учетом планируемых к разработке документов, при условии включения в них требований по созданию СМИС, в целом позволит, как мы считаем, обеспечить приемлемый уровень безопасности контролируемых зданий и сооружений.

В настоящее время разработаны проекты создания СМИС более чем на ста критически важных и потенциально опасных объектах, включая Богучанскую ГЭС. Системы мониторинга и предупреждения ЧС введены и функционируют в режиме опытной эксплуатации на следующих объектах:

– Дворец спорта «Мегаспорт» г. Москва (2007–2009 гг.): структурированная система мониторинга и управления инженерными системами (СМИС), система мониторинга состояния инженерно-технических, несущих конструкций (СМИК);

Распределительная тепловая станция (РТС) Чертаново, тоннельный комплекс Лефортово (2008–2009 гг.):

пилотный проект единой системы мониторинга критически важных и потенциально опасных объектов Москвы (ЕСМ КВ и ПОО Москвы);

Административное здание с офисными зданиями и подземным паркингом на земельном участке, г. Санкт-Петербург (2008–2009 гг.): автоматизированная система мониторинга деформационного состояния конструкций на этапе строительства (СМИК — С);

Комплекс зданий и сооружений морского пассажирского терминала, г. Санкт-Петербург (2009 г.): СМИС, СМИК;

Промышленный комплекс ОАО «КУЙБЫШЕ-ВАЗОТ» (2009 г.): СМИС.

В ходе эксплуатации указанные системы в режиме реального времени автоматически осуществляют передачу предупреждающих сообщений на основе данных мониторинга параметров состояния зданий и сооружений, обслуживания систем жизнеобеспечения и безопасности, а также от систем оповещения о пожаре, о химической опасности, о загазованности и др.

Литература:

1. Воробьев, Д. С. Техническая оценка зданий и сооружений: учебное пособие / Д. С. Воробьев; Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, Министерство образования и науки Российской Федерации. — Волгоград: Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2015. — 53 с.
2. Тихомиров, Н. П. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками: учебное пособие / Н. П. Тихомиров, И. М. Потравный, Т. М. Тихомирова; Российская экономическая академия им. Г. В. Плеханова; под ред. Н. П. Тихомирова. — М.: Юнити-Дана, 2015. — 350 с.
3. Быкадоров, В. А. Техническое регулирование и обеспечение безопасности: учебное пособие / В. А. Быкадоров, Ф. П. Васильев, Казюлин Владимир Александрович; под ред. Ф. П. Васильева. — М.: Юнити-Дана: Закон и право, 2015. — 639 с.

Расчет энергетических параметров пуска асинхронного двигателя дутьевого вентилятора типа ВДН-18-11

Хашимов Арипджан Адилевич, доктор технических наук, профессор, научный руководитель;

Нуржанов Бегмат Режеповгулович, магистр

Ташкентский государственный технический университет имени Абу Райхана Беруни (Узбекистан)

Рассмотрены основные способы плавного пуска асинхронных двигателей и определены области их применения, определены электрические и энергетические параметры, время переходного процесса во время плавного пуска частотно-регулируемого асинхронного двигателя при условии постоянства частоты с регулированием напряжения статора.

Ключевые слова: прямой пуск, плавный пуск, частотно-регулируемый асинхронный двигатель, электрические и энергетические параметры, время пуска

The basic methods of the smooth starting of asynchronous engines are considered and their application domains are certain and electric and power parameters are certain, time of transient during the smooth starting of the frequency-managed asynchronous engine subject to condition constancy of frequency with adjusting to tension of stator.

В котельных агрегатах типа ТГМ151 Тахиаташской ТЭС для смещения природного газа с воздухом в топке используются центробежные дутьевые вентиляторы типа ВДН-18-11. В качестве приводного двигателя используется асинхронный двигатель с к. з. ротором типа 4А355М6У3 [1].

Выбор способа пуска асинхронного двигателя (АД) дутьевых вентиляторов является актуальной задачей, стоящей перед проектировщиками и эксплуатационниками электроприводами дутьевых вентиляторов, поскольку во время пуска АД наблюдается скачок изменения пускового тока в несколько раз по сравнению с номинальным его значением. При значительном времени периода пуска можно наблюдать перегрев обмотки статора, что может привести к выходу из строя изоляции обмотки статора [2, 4].

При пуске АД с к. з. по возможности должны удовлетворяться основные требования: процесс пуска должен осуществляться без сложных пусковых устройств; пусковой момент должен быть достаточно большим, а пусковые токи — по возможности малыми. Иногда к этим требованиям добавляют и другие, обусловленные особенностями конкретных приводов, в которых используют двигатели: необходимость плавного пуска, максимального пускового момента и пр.

Для пуска АД используются следующие способы пуска: прямой и при пониженном напряжении обмотки статора [2, 4].

Прямой пуск. Этот способ применяют для пуска АД с к. р. Двигатели этого типа обычно проектируют так, чтобы при непосредственном подключении обмотки статора к сети, возникающие пусковые токи не создавали чрезмерных электродинамических усилий и превышений температуры, опасных с точки зрения механической и термической прочности основных элементов машины.

В АД с к. з. L/R (где L — индуктивность и R — активное сопротивление обмотки статора) сравнительно мало, поэтому переходный процесс в момент включения характеризуется весьма быстрым затуханием свободного тока. Это позволяет пренебречь свободным током и учитывать только установившееся значение тока переходного процесса.

Пуск при пониженном напряжении. Такой пуск применяют для АД с к. з. большой мощности, а также для двигателей средней мощности при недостаточно мощных электрических сетях. Понижение напряжения может осуществляться следующими путями:

а. переключением обмотки статора с помощью переключателя с нормальной схемы Δ на пусковую схему Y . При этом напряжение, подаваемое на фазы обмотки статора, уменьшается в $\sqrt{3}$ раз, что обуславливает уменьшение фазных токов в $\sqrt{3}$ раз и линейных токов в 3 раза. По окончании процесса пуска и разгона двигателя до номинальной частоты вращения обмотку статора переключают обратно на нормальную схему;

б. включением в цепь обмотки статора на период пуска добавочных активных (резисторов) или реактивных (реакторов) сопротивлений.

При этом на указанных сопротивлениях создается некоторое падение напряжения $\Delta U_{ДОБ}$, пропорциональное пусковому току, вследствие чего к обмотке статора подается пониженное напряжение. По мере разгона двигателя снижается ЭДС E_2S , индуцированная в обмотке ротора, а, следовательно, и пусковой ток. В результате уменьшается падение напряжения $\Delta U_{ДОБ}$ на указанных сопротивлениях и автоматически возрастает приложенное к двигателю напряжение. После окончания разгона добавочные резисторы или реакторы замыкаются накоротко.

в. подключением двигателя к сети через понижающий автотрансформатор АТр, который может иметь несколько ступеней, переключаемых в процессе пуска соответствующей аппаратурой.

Недостатком указанных методов пуска путем понижения напряжения является значительное уменьшение пускового и максимального моментов двигателя, которые пропорциональны квадрату приложенного напряжения, поэтому их можно использовать только при пуске двигателей без нагрузки.

Из приложенных способов пуска частотно-регулируемого АД является понижение подаваемого напряжения в статорную обмотку при постоянстве ее частоты, равной номинальному его значению, так как на выходе в частотно-регулируемом преобразователе частота напряжения и частота отдельно и независимо регулируются. Для пуска вхолостую АД с регулируемой частотой дутьевого вентилятора выбираем последний способ пуска, то есть при постоянстве частоты $f_{ном} = 50 \text{ Гц} = const$ и регулируемого значения на выходе управляемого выпрямителя $U_d = var$.

Определим потери мощности АД дутьевого вентилятора для номинального режима. Номинальные технические параметры АД дутьевого вентилятора типа 4А355М6УЗ имеют следующие значения: мощность $P_H = 200 \text{ кВт}$, $n_H = 990 \text{ об/мин.}$, номинальное напряжение $U_H = 220/380 \text{ В}$, номинальное значение скольжения $s_H = 0,018$, КПД = 94 %, коэффициент мощности 0,9, $b_{max} = 1,9$, $b_{пуск} = 1,0$, пусковой ток $I_{пуск} = 7 \cdot I_H$.

Суммарные потери мощности АД определим по формуле

$$\Sigma \Delta P_{ном} = \frac{P_{ном} (1 - \eta_{ном})}{\eta_{ном}} = \frac{200(1 - 0,94)}{0,94} = 12,8 \text{ кВт}.$$

Принимаем добавочные потери в статоре и механические потери равными:

$$\Delta P_{доп} = 0,005 \cdot P_{ном} = 0,005 \cdot 200 = 1,0 \text{ кВт},$$

$$\Delta P_{мех} = 0,01 \cdot P_{ном} = 0,01 \cdot 200 = 2,0 \text{ кВт}.$$

Определим значения тока статора для номинального режима работы асинхронного двигателя

$$I_{ном} = \frac{P_{ном}}{\eta_{ном} \cos \phi_{ном} \sqrt{3} U_d} = \frac{200000}{0,94 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{3} \cdot 380} = 356,6 \text{ А}.$$

Приведенный ток ротора примерно равен на

$$I_{2,ном} \approx I_{1,ном} \cdot \cos\phi = 356,6 \cdot 0,9 = 320,4 \text{ A}.$$

Определим потери в обмотке статора

$$\Delta P_{1,ном} = 3 \cdot I_{1,ном}^2 \cdot r_1 = 3 \cdot 356,6^2 \cdot 0,028 = 10,8 \text{ кВт}.$$

Определим потери в роторе

$$\Delta P_{2,ном} = \frac{1,01 \cdot P_{ном} \cdot s_{ном}}{1 - s_{ном}} = \frac{1,01 \cdot 200 \cdot 0,018}{1 - 0,018} = 3,7 \text{ кВт}.$$

Определим потери в стали статора

$$\Delta P_{1с.ном} = \Sigma P_{ном} - (\Sigma P_{1,ном} + \Delta P_{доб} + \Delta P_{мех} + \Delta P_{2,ном}) = 12,8 - (10,9 + 1,0 + 2,0 + 3,6) = 4,53 \text{ кВт}.$$

Определим из уравнения движения электропривода время разгона асинхронного двигателя, необходимое для достижения номинальной угловой скорости, при избыточном моменте, равном номинальному:

$$\tau_j = J_{пр} \frac{\omega_{1,ном}}{P_{ном}} = (15 + 5) \frac{103,6}{200} = 10,36 \text{ с}.$$

где τ_j – время ускорения агрегата, равное времени изменения скольжения на единицу под действием неизменного избыточного момента, равного номинальному, $J_{пр} = J_{дв} + J_{мех} = 15 + 5 = 20 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ – момент инерции электропривода дутьевого вентилятора.

Определим потери энергии в обмотке статора во время прямого пуска при номинальном значении напряжения асинхронного двигателя дутьевого вентилятора

$$W_{п.ном} = \Delta P_{1,ном} \cdot \tau_j = 3 \cdot (7 \cdot I_{1,ном})^2 \cdot r_1 \cdot \tau_j = 3 \cdot (7 \cdot 356,6^2) \cdot 0,028 \cdot 10,36 = 1,5 \text{ кВт} \cdot \text{с}.$$

Определим потери мощности АД дутьевого вентилятора для значения напряжения статорной обмотки $U_1 = 0,8 \cdot U_{1н} = 0,8 \cdot 220 = 176 \text{ В}$. Поскольку развиваемый момент прямо пропорционально квадрату напряжения, можно определить электромагнитный момент и механическую мощность АД следующими формулами:

$$M_{1,ном} = (0,8)^2 \cdot M_H = 0,64 \cdot 1,93 = 1,24 \text{ кНм},$$

$$P_{1,ном} = \omega_{1н} \cdot M_{1н} = 103,6 \cdot 1,24 = 128,5 \text{ кВт}.$$

Суммарные потери мощности АД определим по формуле

$$\Sigma \Delta P_{ном} = \frac{P_{ном} (1 - \eta_{ном})}{\eta_{ном}} = \frac{128,5 (1 - 0,89)}{0,89} = 15,9 \text{ кВт}.$$

Принимаем добавочные потери в статоре и механические потери равными

$$\Delta P_{доп} = 0,005 \cdot P_{ном} = 0,005 \cdot 128,5 = 0,64 \text{ кВт},$$

$$\Delta P_{мех} = 0,01 \cdot P_{ном} = 0,01 \cdot 128,5 = 1,3 \text{ кВт}.$$

Определим значения тока статора для номинального режима работы асинхронного двигателя

$$I_{1,ном} = \frac{P_{ном}}{\eta_{ном} \cos\phi_{ном} \sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot U_{л}} = \frac{128500}{0,89 \cdot 0,86 \cdot \sqrt{3} \cdot 304} = 319,2 \text{ А}.$$

Приведенный ток ротора примерно равен на

$$I_{2,ном} \approx I_{1,ном} \cdot \cos\phi = 319,2 \cdot 0,9 = 287,3 \text{ А}.$$

Определим потери в обмотке статора

$$\Delta P_{1,ном} = 3 \cdot I_{1,ном}^2 \cdot r_1 = 3 \cdot 319,2^2 \cdot 0,028 = 8,6 \text{ кВт}.$$

Определим потери в роторе

$$\Delta P_{2,ном} = \frac{1,01 \cdot P_{ном} \cdot s_{ном}}{1 - s_{ном}} = \frac{1,01 \cdot 128,5 \cdot 0,02}{1 - 0,02} = 2,65 \text{ кВт}.$$

Определим потери в стали статора

$$\Delta P_{1с.ном} = \Sigma P_{ном} - (\Sigma P_{1,ном} + \Delta P_{доб} + \Delta P_{мех} + \Delta P_{2,ном}) = 15,9 - (8,6 + 0,64 + 1,3 + 2,65) = 2,7 \text{ кВт}.$$

Определим из уравнения движения электропривода время разгона асинхронного двигателя при избыточном моменте, необходимое для достижения номинальной угловой скорости, при напряжении в статоре, равном $0,8 U_{л}$:

$$\tau_j = J_{пр} \frac{\omega_{1,ном}}{P_{ном}} = (15 + 5) \frac{103,6}{128,5} = 16,1 \text{ с}.$$

Определим потери энергии в обмотке статора во время прямого пуска при номинальном значении напряжения асинхронного двигателя дутьевого вентилятора

$$W_{п.ном} = \Delta P_{ном} \cdot \tau_j = 3 \cdot (7 \cdot I_{ном})^2 \cdot r_1 \cdot \tau_j = 3 \cdot (7 \cdot 319,2)^2 \cdot 0,028 \cdot 16,1 = 1,87 \text{ кВт} \cdot \text{с}.$$

На рис. 1 представлены кривые тока статора асинхронного двигателя 4А355М6У3 при различных значениях напряжения статора, рассчитанные по методике [3].

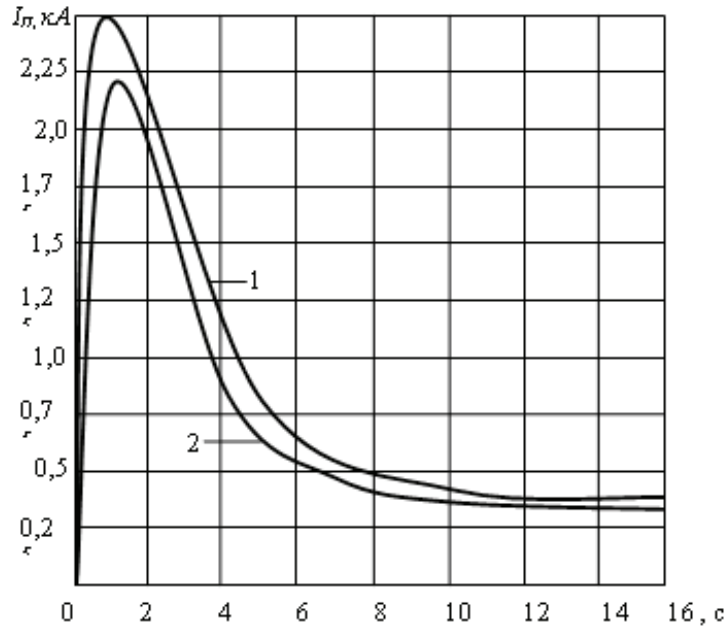


Рис. 1. Кривые пускового тока АД типа 4А355М6У3 для значений напряжения статора: 1 — при $U_1 = U_{ном}$ и 2 — $U_1 = 0,8 \cdot U_{ном}$

Таким образом, при пуске АД дутьевого вентилятора для номинального значения напряжения и для напряжения $0,8 \cdot U_{нн} = 176 \text{ В}$ соответственно имеют следующие значения $I_{п1} = 2,5 \text{ кА}$ и $I_{п2} = 2,2 \text{ кА}$, то есть пусковой ток уменьшается на $\Delta I = 0,3 \text{ кА}$.

Литература:

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Тахиаташ>.
2. Хошимов О. О., Имомназаров А. Т. Электр юритма асослари. 1 — қисм Олий ўқув юртлари учун ўқув қўлланма. — Тошкент: ТДТУ, 2004. — 194 б.
3. Браславский И. Я., Ишматов З. Ш., Поляков В. Н. Энергосберегающий асинхронный электропривод. — Москва, АСАДЕМА, 2004. — 280 с.

Методика расчета параметров СКЭ и СЭ ГОНП

Шамин Алексей Алексеевич, аспирант;
 Печерская Екатерина Анатольевна, доктор технических наук;
 Перунков Максим Алексеевич, студент;
 Пензенский государственный университет

Хорошо известно, что современные энергоносители, такие как газ, нефть и уголь, не бесконечны. К тому же их использование зачастую наносит непоправимый вред окружающей среде и, соответственно, ухудшает жизнь человека. Одним из основных решений двух обозначенных выше проблем является производство солнечных панелей, поскольку солнечная энергия является экологически чистой.

На данный момент одними из самых перспективных типов солнечных элементов являются сенсibilизированные красителем солнечные элементы (СКСЭ) и солнечные элементы на основе гибридных органо-неорганических перовскитов (ГОНП). Оба типа солнечных ячеек могут быть частично оптимизированы одним и тем же способом.

В данной работе представлен теоретический способ оптимизации параметров сенсibilизированным красителем солнечных элементов (СКСЭ). Рассмотрена природа полупроводника диоксида титана TiO_2 и красителя, а также влияние различных технологических параметров на эффективность СКСЭ. Методика основана на решении краевой задачи методом пристрелки.

В результате были получены зависимости плотности тока и эффективности от времени жизни электронов и толщины слоя диоксида титана. Также была получена вольт-амперная характеристика СКСЭ.

Полученные результаты были проанализированы и было выяснено, что оптимальная толщина слоя диоксида титана $d = 15$ нм, при этом дальнейшее увеличение приводит к незначительному уменьшению производительности СКСЭ. Показано также влияние времени жизни электронов. Значения свыше 40–50 мс не приводят к увеличению производительности СКСЭ.

Технология и материалы, используемые для третьего поколения солнечных элементов (СЭ), таких как сенсibilизированные красителем солнечные элементы (СКСЭ), солнечные элементы на основе гибридных органо-неорганических перовскитов (ГОНП), дают возможности для получения солнечных элементов с высокой эффективностью [1]. Уменьшить кол-во источников. СКСЭ на основе наноструктурированного красителя и пористого металлооксида привлекают значительное внимание со времен работы Рейгана и Гретцеля [2], поскольку их производство экологично и энергоэффективно. На данный момент сообщается, что коммерческие СКСЭ имеют эффективность, равную 11 %, а образцы, тестируемые в лабораториях, — 15 % [3]. Поскольку при изготовлении СКСЭ используются дешевые материалы и простые методы получения, их производство выходит намного дешевле, чем у солнечных элементов на основе кремния.

Оптимизация параметров СКСЭ требует лучшего соотношения между взаимосвязанными процессами переноса и накопления электронов в металлооксиде и рекомбинацией электронов [4].

Описанная в статье методика расчета представлена с целью оптимизации параметров производительности СКСЭ. С помощью данной методики расчета были получены и рассмотрены плотность тока короткого замыкания J_{sc} , напряжение холостого хода V_{oc} , фактор заполнения FF , а также эффективность энергетического преобразования η . Также в данной статье проанализировано влияние толщины слоя диоксида титана и времени жизни электронов на производительность СКСЭ.

Физическая модель и методика расчета

В работе используется классическая структура СКСЭ, которая представлена на рисунке 1. Элемент содержит два электрода, представляющих собой стеклянную подложку с нанесенным прозрачным проводящим покрытием из диоксида олова, легированного сурьмой или фтором. Фоточувствительный электрод (фотоэлектрод) покрыт слоем пористого диоксида титана, который в свою очередь обогащен красителем (рутением). На противоэлектрод нанесен тонкий слой платины, который выступает в качестве катализатора для окислительно-восстановительных реакций. Пространство между двумя электродами заполнено электролитом, содержащим окислительно-восстановительную пару йодид/трийодид (I^-/I_3^-).

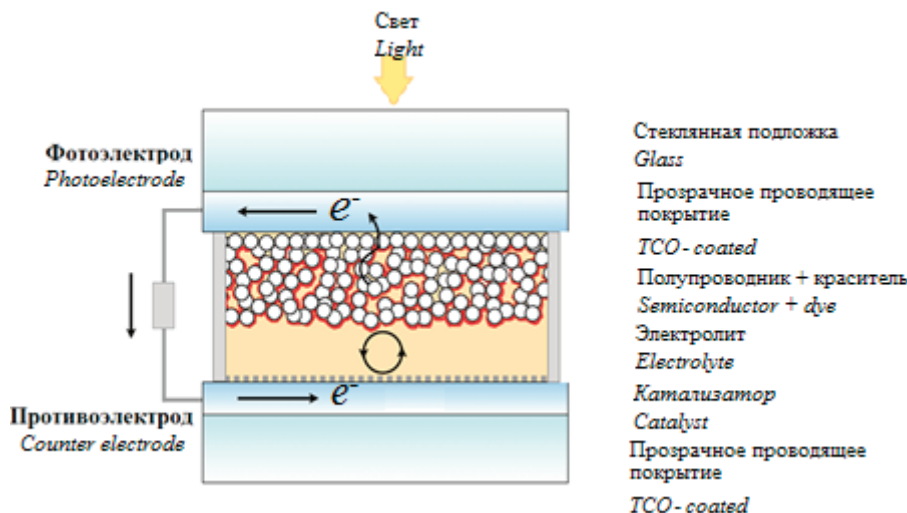


Рис. 1. Структура СКСЭ

Когда на СКЭС падает солнечный свет, электроны из молекулы красителя переходят в возбужденное состояние и инжектируют в зону проводимости TiO_2 , после чего собирается на электроде и уходит во внешнюю цепь. Положительный заряд (катионы красителя) уменьшается путем приема электрона от иона йодида (I^-), который восстанавливается путем уменьшения числа ионов трийодида (I_3^-) на противоэлектрододе.

При использовании наноструктурированного диоксида титана процесс истощения будет менее выражен, так что влияние обратного электрического поля незначительно [5]. Возникновение фотонапряжения объясняется встроенным потенциальным барьером между TiO_2 и ППП и/или изменением уровня Ферми из-за инжекции электронов. Наиболее вероятный процесс рекомбинации имеет место между электронами из TiO_2 и ионами I_3^- [6].

В идеальном случае скорость поглощения фотонов в единице объема может быть записана как:

$$G_{ideal}(x) = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \alpha(\lambda) \phi_{ideal}(\lambda) \exp[-\alpha(\lambda) \cdot x] d\lambda, \quad (1)$$

где $x \in (0, d)$ описывается положением внутри слоя TiO_2 толщиной d , включая краситель, λ — длина волны.

В реальном случае скорость поглощения фотонов света G_{ideal} в единице объема уменьшается до G_{real} . Это связано с поглощением и отражением света на фотоэлектрододе. Для описания этих процессов вводится поправочный коэффициент δ с целью разработки упрощенной модели для расчета и оптимизации любого типа СКЭС. Тогда:

$$G_{real}(x) = \delta G_{ideal}(x), \quad (2)$$

Скорость инжекции электронов зависит от коэффициента эффективности инжекции η_{inj} [4], тогда:

$$G_{inj}(x) = \eta_{inj} \cdot G_{real}(x), \quad (3)$$

В представленной модели перенос электрического заряда чисто диффузионный, следовательно, он может быть описан уравнением диффузионного переноса для плотности электрического тока J [7]. Внутреннее электрическое поле, вызванное несбалансированным локальным зарядом, имеет крайне малую величину, и им можно пренебречь [8]. Плотность электронов $n(x)$ в зоне проводимости TiO_2 описывается уравнением непрерывности в. В таком случае система уравнений примет следующий вид:

$$-\frac{1}{e} \frac{dJ(x)}{dx} = G_{inj}(x) - R(x), \quad (4)$$

$$J(x) = eD \frac{dn(x)}{dx}, \quad (5)$$

где e — заряд электрона, x — положение внутри слоя TiO_2 толщиной d , $R(x)$ — скорость рекомбинации, D — коэффициент диффузии электронов.

В данной статье решено пренебречь ловушками захвата электронов, поэтому в уравнении (4) данные величины не представлены. Также считается, что процесс рекомбинации происходит между электронами в зоне проводимости слоя TiO_2 и анионами в электролите [6]. Следовательно, скорость рекомбинации пропорциональна $n(x) - n_0$, тогда:

$$R(x) = \frac{n(x) - n_0}{\tau}, \quad (6)$$

где n_0 — начальная концентрация, а τ — время жизни электрона.

Граничные положения будут следующие:

Предполагая, что электроны, отвечающие граничному положению $x = 0$, тогда:

$$n(x)_{x=0} = N_c \exp\left(-\frac{E - eV}{k_B T}\right), \quad (7)$$

где N_c — плотность состояний в зоне проводимости TiO_2 :

$$N_c = 2 \left(\frac{2\pi m_e^* k_B T}{h^2} \right)^{\frac{3}{2}}, \quad (8)$$

где m_e^* — эффективная масса электрона, k_B — постоянная Больцмана, h — постоянная Планка, T — температура, $E = E_c - E_F$ — энергия между зоной проводимости и квазиуровнем Ферми.

Предполагая, что все электроны собраны на границе $x = d$ (слой TiO_2 хорошего качества, и внутри него процессы рекомбинации отсутствуют), тогда граничное состояние при $x = d$:

$$n(x)_{x=d} = 0, \quad (9)$$

Напряжение холостого хода, полученное при $J = 0$, определяется следующим образом:

$$V_{oc} = \frac{k_B T \ln \left(\frac{\tau \cdot G_{inj}(0) + n_0}{N_c} \right) + E}{e}, \quad (10)$$

где $G_{inj}(0)$ — скорость инжекции электронов при $x=0$.

Система дифференциальных уравнений (4) и (5) вместе с граничными состояниями (7) и (9) имеют недостаточно состояний при $x=0$, но имеют граничные состояния при $x=d$ (9). Эта проблема известна под названием «проблема граничных величин» и определяется дифференциальными уравнениями, в которых некоторые состояния заданы в начальной точке, в то время как другие заданы в конечной точке. Для решения этой системы уравнений используется метод пристрелки. Данный метод заключается в задании различных величин в промежутке от $x=0$ до $x=d$.

Данная методика расчета рассматривает основные процессы, которые происходят в реальных СКСЭ, и упрощает другие, такие как поглощение и отражение света на фотоэлектроде, введением поправочного коэффициента δ для получения $G_{real}(x)$.

Литература:

1. H. S. Jung and J. K. Lee, «Dye sensitized solar cells for economically viable photovoltaic systems,» *The Journal of Physical Chemistry Letters*, vol. 4, no. 10, pp. 1682–1693, 2013.
2. A. Yella, H. — W. Lee, H. N. Tsao et al., «Porphyrin-sensitized solar cells with cobalt (II/III)-based redox electrolyte exceed 12 percent efficiency,» *Science*, vol. 334, no. 6056, pp. 629–634, 2011.
3. M. Grätzel, «Dye-sensitized solar cells,» *Journal of Photochemistry and Photobiology C*, vol. 4, no. 2, pp. 145–153, 2003.
4. J. Ferber, R. Stangl, and J. Luther, «Electrical model of the dye-sensitized solar cell,» *Solar Energy Materials and Solar Cells*, vol. 53, no. 1–2, pp. 29–54, 1998.
5. J. Bisquert and I. Mora-Seró, «Simulation of steady-state characteristics of dye-sensitized solar cells and the interpretation of the diffusion length,» *Journal of Physical Chemistry Letters*, vol. 1, no. 1, pp. 450–456, 2010.
6. S. Wenger, M. Schmid, G. Rothenberger, A. Gentsch, M. Grätzel, and J. O. Schumacher, «Coupled optical and electronic modeling of dye-sensitized solar cells for steady-state parameter extraction,» *Journal of Physical Chemistry C*, vol. 115, no. 20, pp. 10218–10229, 2011.
7. S. Wenger, M. Schmid, G. Rothenberger, A. Gentsch, M. Grätzel, and J. O. Schumacher, «Coupled optical and electronic modeling of dye-sensitized solar cells for steady-state parameter extraction,» *Journal of Physical Chemistry C*, vol. 115, no. 20, pp. 10218–10229, 2011.
8. J. Ferber, R. Stangl, and J. Luther, «Electrical model of the dye-sensitized solar cell,» *Solar Energy Materials and Solar Cells*, vol. 53, no. 1–2, pp. 29–54, 1998.

Расчет параметров солнечных элементов СКСЭ и ГОНП

Шамин Алексей Алексеевич, аспирант;
 Печерская Екатерина Анатольевна, доктор технических наук;
 Перунков Максим Алексеевич, студент
 Пензенский государственный университет

В данной работе использована методика расчета для получения вольтамперных характеристик СКСЭ на основе рутениевого красителя. Однако методика может быть применена к СКСЭ на основе любого другого красителя. Коэффициент поглощения рутениевого красителя в диапазоне от $\lambda_1 = 300$ нм до $\lambda_2 = 800$ нм и другие параметры и константы взяты из источников [1, 4, 8, 9] и представлены в таблице 1.

На рисунке 2 представлена вольтамперная характеристика, полученная в зависимости от времени жизни электрона τ при толщине $d=20$ нм и $\delta = 0.9$.

1 — $\tau=2$ мс; 2 — $\tau=10$ мс; 3 — $\tau=20$ мс; 4 — $\tau=50$ мс

Из таблицы 2 видно, что при увеличении δ , растет плотность тока короткого замыкания, а вместе с ним и энергоэффективность СКСЭ, тогда как напряжение холостого хода и фактор заполнения остаются практически неизменными.

На рисунках 3а и 3б изображены зависимости $J_{sc}(d)$ и $\eta(d)$ [2, 3]. Видно, что толщина данного слоя является важнейшим технологическим параметром, определяющим плотность тока короткого замыкания и энергоэф-

Таблица 1. Параметры и константы, использованные в модели

m_e^*	$5.6 m_e$ (m_e – масса электрона)
T	300 K
n_0	10^{17} см^{-3}
$E = E_c - E_F$	0.9 эВ
η_{inj}	0.95
D	$5 \cdot 10^{15} \text{ см}^2 / \text{с}$

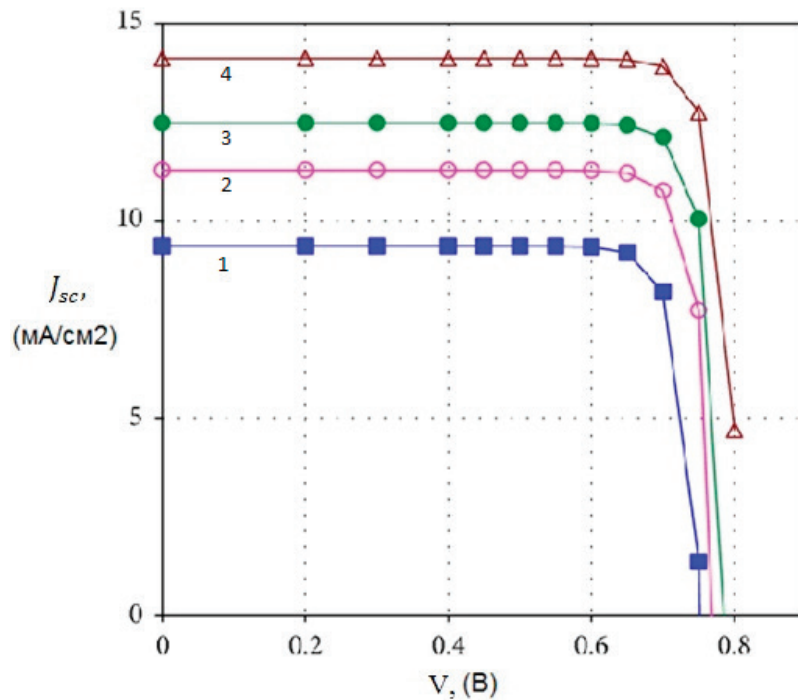


Рис. 2. Вольтамперная характеристика СКЭС ($\delta = 0.9$) в зависимости от времени жизни электрона

Таблица 2. Значения J_{sc} , V_{oc} , FF и η

δ	$J_{sc}, \text{mA} / \text{см}^2$	$V_{oc}, \text{мВ}$	FF	$\eta, \%$
0.8	11.170	819	0.828	7.572
0.9	12.470	822	0.858	8.482
0.95	13.120	823	0.827	8.937
1	13.770	824	0.827	9.392

эффективность СКЭС. Плотность тока короткого замыкания и энергоэффективность СКЭС достигают максимальных значений в интервале от $d=15 \text{ нм}$ до $d=20 \text{ нм}$ [8, 11]. Дальнейшее увеличение толщины приводит к уменьшению значений J_{sc} и эффективности СКЭС. Также следует отметить, что толщина слоя TiO_2 практически не влияет на напряжение холостого хода и фактор заполнения.

Кривые, изображенные на рисунках 4 (а) и 4 (б), отвечают значениям плотности тока короткого замыкания и энергоэффективности СКЭС соответственно в зависимости от времени жизни электрона.

Полученные величины J_{sc} , V_{oc} , FF и η согласуются с уже описанными ранее в литературе значениями для данного типа СКЭС [5, 6, 7, 10, 12]. Следовательно, предложенная методика расчета является рабочей и гибкой, поэтому она может быть использована для проектирования и оптимизации СКЭС.

Предложенная в данной статье методика расчета, позволяющая оптимизировать параметры любого типа СКЭС, состоит из упрощенной физической модели и численного метода, допускающего решение системы дифференциальных уравнений, полученных из этой модели.

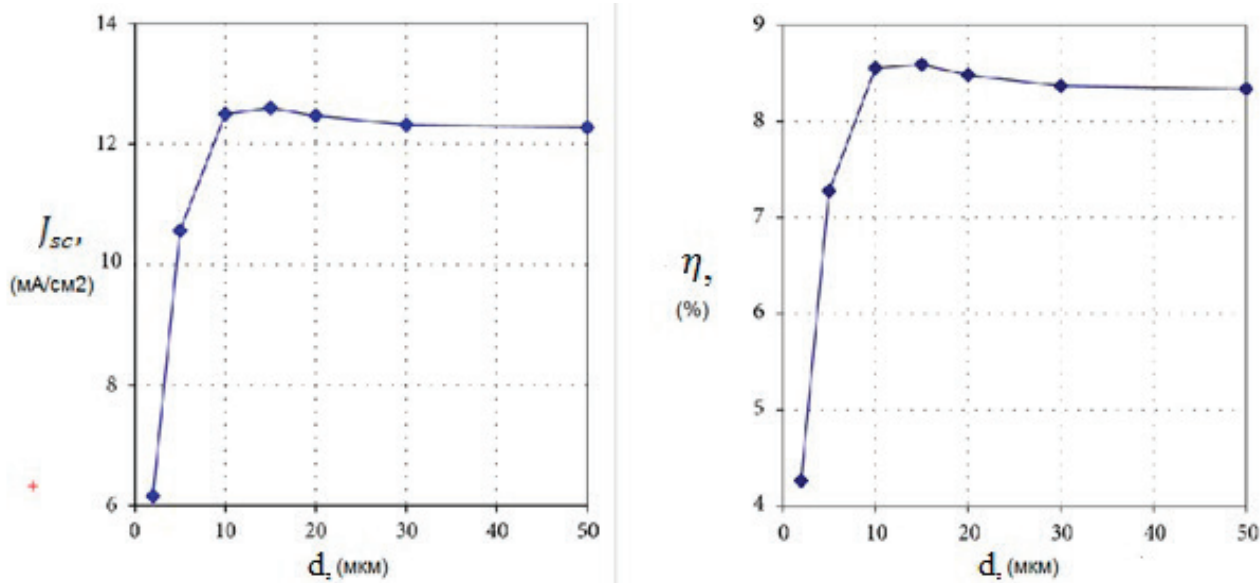


Рис. 3а, 3б. График зависимости плотности тока от толщины и коэффициента энергоэффективности от толщины

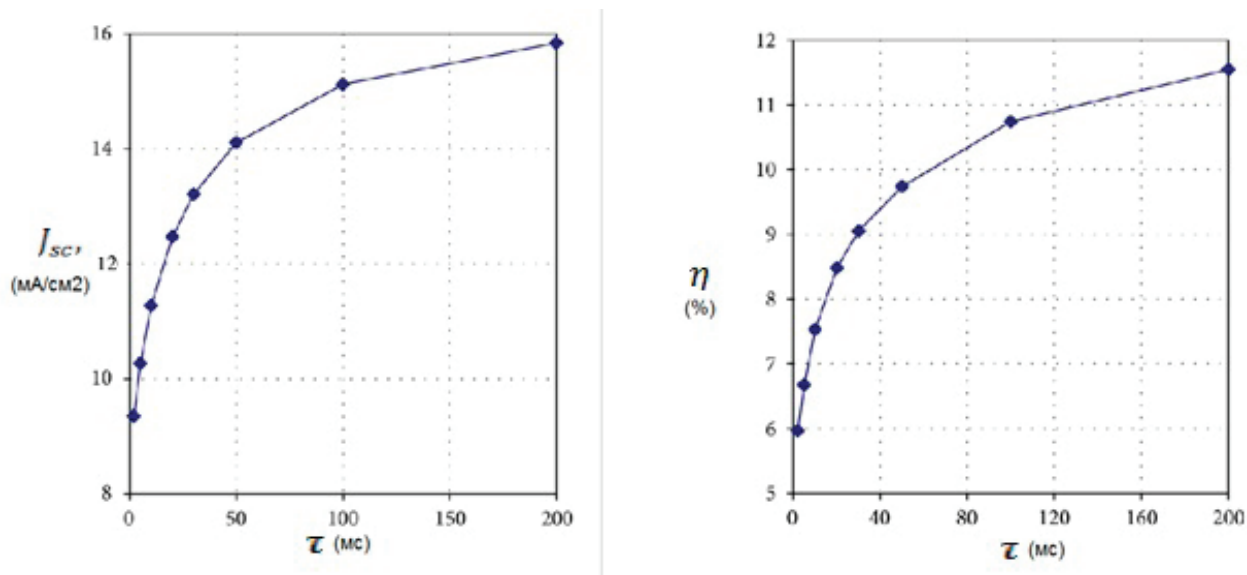


Рис. 4а, 4б. График зависимости плотности тока от толщины и коэффициента энергоэффективности от τ

Применение данной методики позволило определить вольтамперные характеристики СКСЭ на основе рутения и рассчитать J_{sc} , V_{oc} , FF и η . Полученные результаты согласуются с описанными в литературе значениями. Также проанализировано влияние материала полупроводника и красителя и различных технологических параметров на производительность СКСЭ. Продемонстрировано, что оптимальная толщина слоя диоксида титана $d = 15$ нм, при этом дальнейшее увеличение приводит к незначи-

тельному уменьшению производительности СКСЭ. Показано также влияние времени жизни электрона. Значения свыше 40–50 нс не приводят к увеличению производительности СКСЭ.

Таким образом, предложенная в данной статье методика расчета позволяет проводить комплексный анализ производительности СКСЭ и допускает дальнейшее развитие численных методов для проектирования и оптимизации любых типов СКСЭ.

Литература:

1. H. S. Jung and J. K. Lee, «Dye sensitized solar cells for economically viable photovoltaic systems,» The Journal of Physical Chemistry Letters, vol. 4, no. 10, pp. 1682–1693, 2013.
2. A. Yella, H. — W. Lee, H. N. Tsao et al., «Porphyrin-sensitized solar cells with cobalt (II/III)-based redox electrolyte exceed 12 percent efficiency,» Science, vol. 334, no. 6056, pp. 629–634, 2011.

3. M. Grätzel, «Dye-sensitized solar cells,» Journal of Photochemistry and Photobiology C, vol. 4, no. 2, pp. 145–153, 2003.
4. J. Ferber, R. Stangl, and J. Luther, «Electrical model of the dye-sensitized solar cell,» Solar Energy Materials and Solar Cells, vol. 53, no. 1–2, pp. 29–54, 1998.
5. J. Bisquert and I. Mora-Seró, «Simulation of steady-state characteristics of dye-sensitized solar cells and the interpretation of the diffusion length,» Journal of Physical Chemistry Letters, vol. 1, no. 1, pp. 450–456, 2010.
6. S. Wenger, M. Schmid, G. Rothenberger, A. Gentsch, M. Grätzel, and J. O. Schumacher, «Coupled optical and electronic modeling of dye-sensitized solar cells for steady-state parameter extraction,» Journal of Physical Chemistry C, vol. 115, no. 20, pp. 10218–10229, 2011.
7. S. Wenger, M. Schmid, G. Rothenberger, A. Gentsch, M. Grätzel, and J. O. Schumacher, «Coupled optical and electronic modeling of dye-sensitized solar cells for steady-state parameter extraction,» Journal of Physical Chemistry C, vol. 115, no. 20, pp. 10218–10229, 2011.
8. J. Ferber, R. Stangl, and J. Luther, «Electrical model of the dye-sensitized solar cell,» Solar Energy Materials and Solar Cells, vol. 53, no. 1–2, pp. 29–54, 1998.
9. P. H. Joshi, D. P. Korfiatis, S. F. Potamianou, and K. A. Th. Thoma, «Optimum oxide thickness for dye-sensitized solar cells-effect of porosity and porous size: a numerical approach,» Ionics, vol. 19, no. 3, pp. 571–576, 2013.
10. D. Gentilini, A. Gagliardi, and A. D. Carlo, «Dye solar cells efficiency maps: a parametric study,» Optical and Quantum Electronics, vol. 44, no. 3–5, pp. 155–160, 2012.
11. Liling G., Zhang S., Guanghui Z., Xing Li, Hanxing L. Synthesis and Characterization of Layered Perovskite-type organic-inorganic hybrids ((R-NH₃)₂(CH₃NH₃)Pb₂I₇), Journal of Wuhan university of technology-mater. Sci. Ed. — 2012
12. Silvia C., Edoardo M., Paolo F., Andrea L., Francesco G., MAPbI₃.xCl_x mixed halide perovskite for hybrid solar cells: the role of chloride as dopant on the transport and structural properties, Chem. Mater. — 2013 — P. 4613–4618.

Расчет волн на течении в больших водотоках при ограниченном разгоне

Эшев Сабир Саматович, кандидат технических наук, доцент;
Хазратов Алишер Нормуродович, ассистент
Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Приведена методика расчета формирования ветровых волн на водотоках (проточные водохранилища, крупные и малые реки, большие каналы) с учетом встречных и попутных течений и ограниченностью разгона берегами.

Ключевые слова: формирования ветровых волн, встречные и попутные течение, сохранения волнового действия, спектральная плотность, время распространения волн

Eshev Sabir Samatovich, candidate of technical sciences, assistant professor
Khazratov Alisher Normurodovich, assistant
Karshi Engineering-Economic Institute, (Uzbekistan, Karshi)

There is given a technique of procedure of the formation of wind waves on streams (flow-through reservoirs, large and small rivers, large channels), taking into account oncoming and passing currents and limited dispersal banks.

Keywords: the formation of wind waves, counter-current, wave action conservation, spectral density, time of wave propagation

Факторами, определяющими генерацию ветровых волн на крупных водотоках (проточные водохранилища, крупные реки, большие каналы) по сравнению с открытым морем, являются течение и ограниченность разгона берегами. Совместное действие обоих факторов изучалось в [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10]. Сделаем краткий обзор соответствующей теории, положенной в основу методики расчета формирования ветровых волн на водотоках.

Для ветровых волн на крупномасштабном течении основным динамическим уравнением является уравнение сохранения волнового действия, которое применительно к рассматриваемой задаче можно записать в виде:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \vec{r} \frac{\partial N}{\partial \vec{r}} + \vec{k} \frac{\partial N}{\partial \vec{k}} = Q_{ум}, \quad (1)$$

где:

$$N(\vec{r}, \vec{k}, t) = S(\vec{r}, \vec{k}, t) / \omega, \quad (2)$$

спектральная плотность волнового действия, $S(\vec{r}, \vec{k}, t)$ - пространственный амплитудный спектр волн, ω — частота, соответствующая спектральной компоненте $\vec{k}(k_x, k_y)$ в точке $\vec{r}(x, y)$ в момент времени t в системе отсчета, движущейся со скоростью течения $\vec{U}(\vec{r}, t)$. Принцип сохранения волнового действия справедлив для волн в движущейся среде, был установлен Bretherton, Garret в 1969 г. [9] и развит для волн на воде Уиземом.

В одномерном случае уравнение (1.1) упрощается следующим образом:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial x}{\partial t} \frac{\partial N}{\partial x} + \frac{\partial k}{\partial t} \frac{\partial N}{\partial k} = Q_{ум}. \quad (3)$$

Характеристики уравнения (3):

$$\begin{aligned} \frac{\partial x}{\partial t} &= \frac{\partial \omega}{\partial k} = C_{ga} \\ \frac{\partial k}{\partial t} &= \frac{\partial \omega}{\partial x} = 0 \end{aligned}, \quad (4)$$

где C_{ga} — абсолютная групповая скорость, $C_{ga} = C_{gr} + U$. В соответствии с (3) и (4) условие на характеристиках имеет вид:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + C_{ga} \frac{\partial N}{\partial x} = Q_{ум}. \quad (5)$$

В установившемся режиме, при достижении достаточного времени волновое действие перестает зависеть от времени, а является только функцией разбега. При этом, уравнение (1.5) принимает совсем простой вид:

$$C_{ga} \frac{\partial N}{\partial x} = Q_{ум}. \quad (6)$$

Следовательно, используя метод характеристик и разделяя в уравнении (1.6) переменные, можно решение уравнения (3) записать в следующем неявном виде:

$$\int_{N_0}^N \frac{dN}{Q_{ум}} = \int_{x_0}^x \frac{dx}{C_{ga}}, \quad (7)$$

где

$$N = N_0|_{x=x_0} \quad (8)$$

является граничным условием. Так как групповая скорость при постоянных глубине и скорости течения не зависит от координаты, то правая часть уравнения (7) приводится к виду:

$$\int_{x_0}^x \frac{dx}{C_{ga}} = t - t_0 = \frac{x - x_0}{C_{ga}}, \quad (9)$$

где $t - t_0$ — время распространения волн с групповой скоростью от граничного створа. Из (7) и (9) следует, что следующее преобразование координаты (при $x_0 = 0$)

$$\frac{x}{C_{ga}} = \frac{X}{C_{g0}} \text{ или } \frac{X}{x} = \frac{C_{g0}}{C_{ga}} \quad (10)$$

где C_{g0} — групповая скорость на неподвижной воде, дает на расстоянии разбега x на течении величину волнового действия $N(x)$, равную $N_0(X)$ — величине волнового действия на длине разбега X на неподвижной воде. Таким образом, соотношение (10) определяет эффективную длину разгона для ветровых волн на течении.

Более подробно определение эффективной длины разгона для волн на течении рассмотрено в [6], где, в частности, показано, что если угол между векторами ветра и течения равен α , то эффективная длина разгона определяется соотношением:

$$\frac{X}{x} = \frac{C_{g0}}{C_{gr} + U \cos \alpha}, \quad (11)$$

где C_{gr} — групповая скорость волн в системе координат, связанной с течением.

Понятие эффективной длины разгона для волн на течении дает правильную качественную тенденцию влияния течения на развитие волн. Действительно, на глубокой воде $C_{ga} = C_{g0} + U$ и на попутном течении ($U > 0$) из (1.10) следует, что $X/x < 1$, т. е. эффективная длина разгона меньше фактической. Наоборот, на встречном течении ($U < 0$) из (10) следует, что $X/x > 1$, т. е. эффективная длина разгона больше фактической, геометрической длины. Такой эффект

течения соответствует данным, полученным в аэрогидродинамических каналах, где на попутном течении ветровые волны меньше, а на встречном течении больше, чем при отсутствии течения при прочих равных условиях.

Эффективная длина разгона может быть определена из уравнения (11), в котором необходимо задать величину относительной групповой скорости. Для этого может быть использована экспериментальная зависимость для частоты максимума спектра волн в системе координат течения:

$$\frac{u_* f_{pr}}{g} = 0,939 \left(\frac{gX}{u_*^2} \right)^{-0,354} \quad (12)$$

где u_* — скорость трения ветра в неподвижной системе координат. Если перейти в соотношении (12) к скорости ветра и средней частоте в спектре с помощью следующих соотношений:

$$W = 25u_* \quad \bar{f} = 1,17f_p, \quad (13)$$

то выражение (12) принимает вид:

$$\frac{\bar{\omega}_r W}{g} = 14,28 \left(\frac{gX}{u_*^2} \right)^{-0,354}, \quad (14)$$

где $\bar{\omega}$ — средняя относительная круговая частота. Тогда для средней групповой скорости получаем:

$$\bar{C}_{gr} = \frac{0,44W}{4\pi} \left(\frac{gX}{u_*^2} \right)^{-0,354}. \quad (15)$$

А для эффективной длины разгона из соотношения (11) получается следующее неявное уравнение:

$$\frac{X}{x} = \frac{1}{\left(\frac{X}{x} \right)^{0,354} + \frac{4\pi}{0,44} \frac{U \cos \alpha}{W} \left(\frac{gx}{W^2} \right)^{-0,354}}. \quad (16)$$

Численное решение уравнения (16) показано на рис.1. На рис.1а решение относится к попутному течению, когда $U \cos \alpha / W > 0$ и $X/x < 1$. На рис.1б показано решение для встречного течения: $U \cos \alpha / W < 0$ и $X/x > 1$. Кривые на рис.1 наглядно демонстрируют, насколько может быть важен фактор течения, который может увеличивать или уменьшать длину разгона, особенно на ограниченных длинах разгона.

Введение эффективной длины разгона позволяет использовать для расчета средних высоты и периода волн на течении следующие формулы ГОИН-СоюзМорНИИпроекта [5]:

$$\frac{g\bar{H}}{W^2} = 0,16 \left\{ 1 - \left[\frac{1}{1 + 6,0 \times 10^{-3} (gX/W^2)^{0,5}} \right]^2 \right\}^{0,625} \left\{ \frac{(gd/W^2)^{0,8}}{1 - \left[\frac{1}{1 + 6,0 \times 10^{-3} (gX/W^2)^{0,5}} \right]} \right\}^{0,625}, \quad (17)$$

$$\frac{g\bar{T}_r}{W} = 3,1 \times 2\pi \left(\frac{g\bar{H}}{W^2} \right)^{0,625}$$

где T_r — период волн в движущейся системе координат (в системе течения), d — глубина воды на разгоне. Как показано в [5], зависимости (17) согласуются для случая отсутствия течения с большим объемом данных натуральных измерений волн.

При прогнозировании ветровых волн на ограниченных акваториях (крупные реки, каналы, водохранилища, береговая зона моря) необходимо учитывать ограничение разгона береговой линией. Этот фактор в условиях узостей или сложной конфигурации береговой линии может быть не менее важен, чем течение.

Здесь также используется эффективная длина разгона, которую будем называть эффективной по ограничению разгона. Последняя величина определяется интегрированием длин разгона, измеренных от расчетной точки до пересечения с линией берега, по углу между локальным и генеральным направлениями скорости ветра:

$$\frac{F}{x} = \frac{\int_{-\theta'}^{\theta'} p(\theta) x(\theta) d\theta}{\int_{-\theta'}^{\theta'} x d\theta}, \quad (18)$$

где θ' — растр углов эффективного волнообразующего действия ветра, $p(\theta)$ — весовая функция.

Растр эффективного волнообразования принимается равным 90 градусов в обе стороны от генерального направления для сложного очертания береговой линии и от 30 до 90 градусов в случае водотоков. Вид весовой функции зависит от распределения скорости ветра по направлениям и от местных условий. Так при $\theta' = 30^\circ$ и $p(\theta) = 1$ получается часто используемое для каналов решение:

$$\frac{F}{x} = \frac{6}{\pi} \left[\ln \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \operatorname{arctg} \frac{b}{2x} + \frac{\pi}{4} \right) - 1,317 \frac{b}{2x} - \frac{b}{2x} \ln \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \operatorname{arctg} \frac{b}{2x} \right) \right], \quad (19)$$

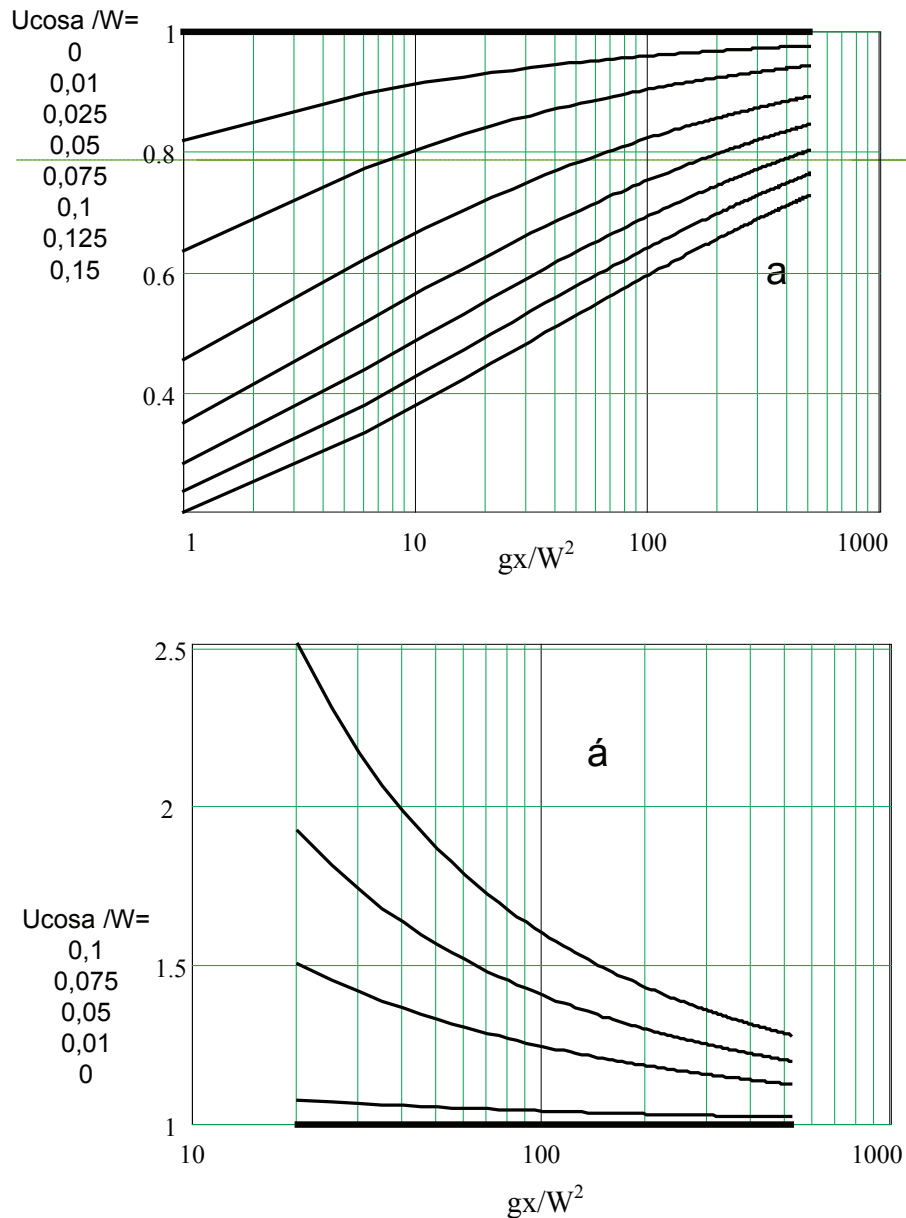


Рис. 1. Безразмерная длина разгона для ветровых волн на течении: а — на попутном течении, б — на встречном

где b — ширина канала. Вид функции (19) показан на рис.2.

Методика расчета, учитывающая влияние как течения, так и сложной конфигурации береговой черты, состоит в следующем и используется далее для расчета размеров ветровых волн в районе исследуемого перехода. Принципы методики подробно изложены в работах [7,8].

Алгоритм представляет обобщение метода расчета ветровых волн при сложной конфигурации береговой черты. Из расчетной точки с интервалом 22,5 градуса в обе стороны от главного луча с номером $n=1$ проводят дополнительные лучи с номерами $n = \pm 2, \pm 3, \pm 4$. Затем по каждому лучу определяется эффективная длина разгона по течению:

$$X(\alpha) = \Delta \sum_{i=1}^n \left(\frac{X}{x} \right)_i, \tag{20}$$

где Δ — длина расчетного участка, $(X/x)_i$ определяется по формуле (16), в которой участвует соответствующая проекция скорости течения. Луч продолжается до пересечения с линией берега. В случае относительно небольших разгонов можно пренебречь искривлением волнового луча и использовать соотношение (20) для луча целиком.

Далее, для каждого волнового луча по первой формуле (1.17) вычисляется средняя высота волн, средняя высота волн для исследуемой акватории определяется взвешенным осреднением в соответствии с рекомендациями [13]:

$$\bar{H} = 0,1 \left[25 \bar{H}_1^2 + 21 (\bar{H}_2^2 + \bar{H}_{-2}^2) + 13 (\bar{H}_3^2 + \bar{H}_{-3}^2) + 3,5 (\bar{H}_4^2 + \bar{H}_{-4}^2) \right]^{1/2}. \tag{21}$$

Затем по второй из формул (17) определяется средний период волн.

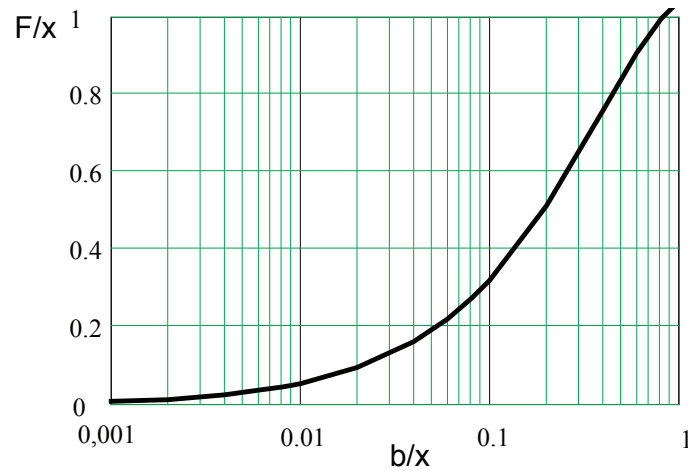


Рис. 2. Влияние относительной ширины русла на разгон волн

Для перехода от средних высоты и периода волн к высоте и периоду заданной обеспеченности в системе используется функция распределения высот ветровых волн в форме распределения Рэлея, которая предполагается справедливой и для эффективного разгона. В частности, для определения высоты и периода значительных волн можно применить соотношения:

$$\bar{H} = 0,625H_s \quad \bar{T} = 0,9T_s. \quad (22)$$

Как показывают измерения, для встречного течения существует особенность, относящаяся к начальному участку разгона. На этом участке формируемые ветровые волны распространяются вниз по течению, а по ветру, т. е. вверх по течению распространяются группы волн. Естественно предположить, что для данной волны длина начального участка определяется соотношением:

$$C_{gr} = U|\cos \alpha|, \quad (23)$$

Что, используя выражение (15) для групповой скорости, можно записать в виде:

$$\left(\frac{X}{x}\right)^{0,354} - \frac{4\pi}{0,44} \frac{U}{W} \left(\frac{gx}{W^2}\right)^{-0,354} |\cos \alpha| = 0. \quad (24)$$

Если решать для луча на встречном течении уравнения (24) и (16) совместно, то можно учесть эффект начального участка.

Разработанная методика подтверждена натурными измерениями, выполненными на Каракумском канале авторами, а также данными измерений САНИИРИ на нескольких среднеазиатских каналах [6]. Для представления о диапазонах выполненного сопоставления, данные измерений автора вместе с данными расчетов представлены в табл. 1.1.

Таблица 1. Сравнение результатов расчета высот ветровых волн с данными измерений

Длина разгона, м	Ширина канала, м	Глубина воды, м	Скорость ветра, м/с	Скорость течения, м/с	Средняя высота волн, см	
					Измерения	Расчет
256	134	4,6	5,3	-0,42	4,5	4,3
258	134	4,6	6,9	-0,42	5,8	6,7
258	134	4,6	4,1	-0,42	3,3	3,0
795	167	3,8	5,7	0,42	6,0	6,1
795	167	3,8	5,8	0,42	6,3	6,2
137	55	3,2	9,4	-0,55	8,0	5,8
198	55	3,2	6,1	-0,55	5,6	3,7
180	50	2,1	15,8	-0,53	14,0	14,0
125	50	2,1	17,2	-0,53	13,0	11,0
180	50	2,1	6,0	-0,53	1,6	1,5

Из таблицы видно, что сравнение результатов расчета высот ветровых волн с данными измерений дают хорошее соотношение.

В заключении можно сделать следующий вывод, что при расчете образования ветровых волн на течении в проточных водохранилищах, крупных и малых реках, и больших каналах можно воспользоваться предлагаемой методикой расчета.

Литература:

1. Атажанов А., Кантаржи И.Г., Сапова Н.О. Развитие метода прогноза ветровых волн на водотоках. Труды ВНИИ ВОДГЕО, М., ВОДГЕО, 1989, 40–45.
2. Заиров Х. И., Листровой П. П., Масумов Р. Р. Прогноз элементов ветровых волн в крупных каналах. Гидротехническое строительство, 12, 1986, 44–46.
3. Кантаржи И. Г. Метод прогноза ветровых волн на водотоках. Тр. ВНИИ ВОДГЕО, М, ВОДГЕО, 1987, 60–68.
4. Кантаржи И. Г., Дрейзис Ю. И., Чеботкевич В. О. Прогноз ветровых волн в крупных каналах и проточных водохранилищах. Гидротехника и мелиорация, 1987, 2, 24–27.
5. Масс Е. И., Кантаржи И. Г. и др. Метод расчета ветровых волн в больших каналах. Водные ресурсы, 1988, 1, 60–67.
6. Рекомендации по расчету ветровых волн и транспорта наносов в больших каналах. Авторы: Е. И. Масс, И. Г. Кантаржи и др., М., ЦНИИС, 1986, 63 стр.
7. Рекомендации по гидравлическому расчету крупных каналов. Авторы: Н. А. Ржаницын, В. С. Алтунин, Т. Г. Войнич-Сяноженцкий, Е. И. Масс, В. К. Дебольский, И. Г. Кантаржи и др. ГКНТ СССР, Союзгипроводхоз, М., 1986, 153 стр.
8. Bretherton F. P., Garret C. J. R. Wave trains in inhomogeneous moving media. Proc. Roy. Soc., 1969, A, 302, 529.
9. Kato H., Tsuruya H., Doi T., Mijarari Y. Experimental study of wind waves generated on water currents. 2nd report, Rep. Port Harbor Res. Inst. 1976, 15(4), 3–46.
10. Kato H., Tsuruya H., Terakawa H. Experimental study of wind waves generated on water currents. 3rd report. Wave forecasting methods and its experimental confirmation. Rep. Port Harbor Res. Inst. 1981, 20(3), 94–129.

БИОЛОГИЯ

Выращивание редиса сортов «Кис-кис» и «Сладкоежка» в условиях длинного светового дня

Терехова Яна Владимировна;

Научный руководитель: Куцева Ирина Константиновна, преподаватель
Самарская государственная областная академия (Наяновой)

Редис (*Raphanus sativus*) — однолетние или двулетние растения из рода Редька семейства Капустные. Редис с точки зрения классификации — группа разновидностей вида Редька посевная. Съедобное растение и выращивается как овощ во многих странах мира. Его название происходит от лат. *radix* — корень. По происхождению различают европейскую, японскую и китайскую группы сортов. Редис был известен с глубокой древности; он разводился еще древними римлянами как любимый овощ [4].

Редис относится к растениям длинного светового дня, это означает, что для цветения и плодоношения ему нужен световой день более 12 часов [1]. Но мы употребляем в пищу его корень, поэтому и выращиваем весной, в условиях короткого дня. Селекционеры, учитывая эту особенность редиса, создают сорта, которые не образуют цветков в условиях длинного дня, поэтому их можно выращивать в течение всего лета. Мы решили проверить два сорта, «Кис-кис» и «Сладкоежка», на пригодность выращивания в июле, то есть в условиях длинного светового дня.

Цель эксперимента: наблюдение за вегетацией и образованием корнеплодов двух сортов редиса в условиях длинного светового дня.

Для своего наблюдения мы взяли семена редиса «Кис-кис» и «Сладкоежка». В каждом пакетике было по три грамма семян, это приблизительно 25–30 штук. 07 июля 2016 года посеяли два сорта редиса на двух разных грядках. Условия — освещенность, состав почвы, размеры грядки — одинаковые. Таким образом, два разных сорта редиса мы выращивали в совершенно одинаковых условиях. Это называется «правилом единственного различия» [3]. Соблюдение этого правила необходимо для проведения любого эксперимента для получения достоверных результатов. Посев в открытый грунт проводили на глубину 2 см, землю на грядках удобрили перегноем. Семена обоих сортов перед экспериментом не замачивали. Каждый вечер поливали. 15 июля 2016г, через неделю после посева, появились проростки. Практически все семена взошли. Сначала появились семядольные листья, через четыре дня —

настоящие. У редиса мы наблюдали надземное прорастание семян. При таком типе прорастания семядоли семени выносятся в воздушную среду, зеленеют. Таким образом, до появления настоящих листьев функцию фотосинтеза выполняют семядольные листья [2].

После появления настоящего листа растения проредили. Регулярно поливали, проводили прополку и рыхление почвы. Растения продолжали расти, семядольные листики снизу темнели, у них появился фиолетовый оттенок. 22 июля 2016г растения продолжали развиваться, увеличивалась масса листьев в прикорневой розетке. У сорта «Кис-кис» листья длиннее (10 см) и их было больше, чем у растений сорта «Сладкоежка» (5 см).

После формирования розетки из 5–6 листьев у растений началось образование стебля. Это означало, что растения редиса перешли в стадию репродуктивного роста (цветение и плодоношение). Чтобы узнать, сформировались ли корнеплоды, мы выдернули несколько растений обоих сортов. Корнеплоды были ещё маленькие. У сорта «Кис-кис» корнеплоды мельче, а листовая масса больше, чем у сорта «Сладкоежка». Это означает, что растения тратили питательные вещества не на запасание в корнеплодах, а на формирование листьев и стеблеобразование. Было принято решение собрать урожай через неделю.

01 августа 2016г собирали первый урожай. Корнеплоды сорта «Кис-кис» округлые, а у «Сладкоежки» продолговатые. Корнеплоды сформировались довольно мелкие, особенно у сорта «Кис-кис». Это связано с тем, что редис — растение длинного дня. В июле, когда световой день длится 14–16 часов, растение вегетирует и цветёт.

Наблюдаемые нами растения хорошо наращивали листовую массу, готовились к цветению, поэтому органические вещества тратились на эти процессы, а не на образование корнеплодов.

Выводы:

1. От момента посева обоих сортов до сбора урожая прошло три недели.

2. Сорт «Сладкоежка» оправдал своё название. Его корнеплоды слаще, чем у сорта «Кис-кис». Вкус очень приятный, не слишком острый, мякоть нежная.

3. Сорта «Кис-кис» и «Сладкоежка» непригодны для выращивания в июле. Они развиваются как типичные длиннодневные культуры: наращивают листовую массу, готовятся к цветению, поэтому образуют мелкие корнеплоды.

Литература:

1. Артамонов В. И. Занимательная физиология растений. — М.: Агропромиздат, 1991
2. Банникова В. П., Хведынич О. А. Основы эмбриологии растений. — Киев: Наукова думка, 1982
3. Куцева И. К. Методические рекомендации к выполнению летних учебно-исследовательских заданий по ботанике для учащихся 5–6 классов университета Наяновой. — Ульяновск: Вектор-С, 2007
4. Муронец И. Сад и огород. — М.: Колос, 1989

МЕДИЦИНА

Хроническая сердечная недостаточность и приверженность к терапии на примере клинического случая

Богданова Светлана Михайловна, кандидат медицинских наук¹, доцент¹, заведующий отделением²
¹Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова (г. Чебоксары)

Андреева Ольга Николаевна, кандидат медицинских наук¹, врач-кардиолог²;
Львова Татьяна Валерьяновна, врач-кардиолог²
²БУ «Городской клинический центр» Минздрава Чувашии (г. Чебоксары)

Хроническая сердечная недостаточность (ХСН) может стать исходом любого сердечно-сосудистого заболевания. Установлено, что после 65 лет ХСН встречается у 6–10% пациентов и является самой частой причиной госпитализации пожилых больных. Применение низких доз спиронолактона при добавлении к стандартной терапии (диуретик, дигоксин, иАПФ и иногда -адреноблокатор) способствует увеличению выживаемости, снижению количества госпитализаций, связанных с ХСН, уменьшению выраженности ее симптомов у больных с СН III–IV ФК.

Ключевые слова: хроническая сердечная недостаточность, дисфункция левого желудочка, скорость клубочковой фильтрации

Согласно эпидемиологическим данным, в настоящее время отмечается непрерывный рост заболеваемости хронической сердечной недостаточностью (ХСН). При этом ХСН может стать исходом любого сердечно-сосудистого заболевания. Установлено, что после 65 лет ХСН встречается у 6–10% пациентов и является самой частой причиной госпитализации пожилых больных [1]. В качестве небольшого вступления к конкретному клиническому случаю напомним, что результаты проведенного еще в 1972 году Фрамингемского исследования показали, что артериальная гипертензия (АГ) является наиболее частой причиной развития ХСН, при этом признаки декомпенсации сердечной деятельности проявлялись в 6 раз чаще при повышенном АД, чем у респондентов с нормальными цифрами АД [2].

Прогноз ХСН остается крайне серьезным независимо от ее этиологии. После появления клинических симптомов в течение 5 лет умирают около 50% больных с ХСН.

У половины пациентов причиной смерти является рефрактерная к терапии сердечная недостаточность. Многие больные умирают внезапно в результате желудочковых аритмий.

Современная медикаментозная терапия ставит целью улучшить качество жизни больных с ХСН, уменьшить необходимость в госпитализациях, а также увеличить продолжительность жизни больных. Среди медикаментозных

средств ведущие позиции заняли ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента (АПФ), бета-адреноблокаторы, антагонисты альдостерона и блокаторы АТ1 — ангиотензиновых рецепторов, подавляющие чрезмерную активацию нейрогуморальных систем [3].

И, как в нашем примере, несоблюдение рекомендаций врачей по лечению АГ может приводить к тяжелой сердечной недостаточности.

Пациентка М., 69 лет поступила в кардиологическое отделение с жалобами на одышку в покое, усиливающуюся в горизонтальном положении, учащенное сердцебиение, перебои в работе сердца при незначительной физической нагрузке, отеки до верхней трети голени и стоп, выраженную слабость.

Из анамнеза заболевания. Со слов пациентки известно, что с начала 2000-х гг стала отмечать повышение цифр артериального давления (АД) до 210/100 мм рт. ст., эпизодически принимала лизиноприл 10 мг в суточной дозе. При нормальных цифрах АД прием ингибитора ангиотензин-превращающего фермента (АПФ) пропускала. Последние 3 года возникло нарушение ритма в виде постоянной формы фибрилляции предсердий, принимала по назначению врача ВОП бета-адреноблокаторы (БАБ) бисопролол в суточной дозе 7,5 мг. В течение 2 месяцев, с началом летнего периода, пациентка самостоятельно отменила все лекарственные препараты. В даль-

нейшем на протяжении 2 недель состояние пациентки прогрессивно ухудшалось. После незначительной физической нагрузки в саду стала отмечать появления выраженной одышки, учащенного сердцебиения, слабости. Прием лизиноприла не снижал уровень АД до целевых значений (130/80 мм рт. ст.). Появились тяжесть в груди, отеки нижних конечностей. Пациентка обратилась к участковому терапевту, на снятой ЭКГ — фибрилляция предсердий тахисистолический вариант, признаки гипертрофии ЛЖ с систолической перегрузкой. При ультразвуковом исследовании (УЗИ) плевральных полостей выявлен двусторонний гидроторакс. С учетом декомпенсированной сердечной недостаточности, пациентка госпитализирована в кардиологическое отделение Городского клинического центра города Чебоксары.

Из анамнеза жизни: Наследственность отягощена по материнской линии (ОНМК).

Данные из объективного обследования при поступлении: общее состояние тяжелое. Кожные покровы бледные, губы цианотичные. В легких выслушивается жестковатое дыхание, ослаблено в задненижних отделах с обеих сторон, ЧДД 24 в минуту. Тоны сердца приглушены, ослабление первого тона; ритм неправильный; систолический шум на верхушке, в точке Боткина-Эрба; ЧСС 114 уд./мин., пульс 92 уд/ в мин, дефицит пульса 22. АД 200/100 мм рт. ст., отеки нижних конечностей до верхней трети голеней.

Лабораторные методы исследования В лабораторных анализах крови нормальный уровень эритроцитов, нормальный уровень гемоглобина, обращало на себя внимание повышение уровня общего холестерина (5,7ммоль/л) и холестерина липопротеидов низкой плотности (4,07 ммоль/л). В биохимическом анализе крови обнаружены повышенные цифры креатинина (152 мкмоль/л) и скорость клубочковой фильтрации (СКФ) по формуле СКД-ЕРІ = 30 мл/мин/1,73м², соответствовала третьей стадии хронической болезни почек.

Диагностика ХСН основывается не только на данных анамнеза и клинического исследования, но также на результатах инструментальных методов исследования.

Рентгенография грудной клетки. Расширение границ сердца и признаки застоя в легких.

Литература:

1. Беленков Ю. Н., Фомин И. В., Мареев В. Ю. и др. Распространенность хронической сердечной недостаточности в Европейской части Российской Федерации — данные ЭПОХА-ХСН. Сердечная недостаточность 2006, № 7 (1), с. 3–7.
2. Benjamin E., Levy D., Vasiri S et al, Independet risk factor for atrial fibrillation in a population based cohort/ The Framingham heat study, JAMA, 1994, № 271 (11), P. 840–844.
3. Национальные рекомендации по диагностике и лечению хронической сердечной недостаточности, «Сердечная недостаточность», Том 11 № 1 (57), 2010.

На ЭКГ в динамике сохранялась фибрилляция предсердий тахисистолический вариант, признаки гипертрофии ЛЖ с систолической перегрузкой.

По данным ЭхоКГ выявлены: увеличение индекса массы миокарда ЛЖ (135г/м²), нарушение диастолической функции левого желудочка (ЛЖ) I степени, сократительная способность ЛЖ сохранена, фракция выброса (ФВ) составила 58%, уплотнение аорты и увеличение полости левого предсердия до 47мм, легочная гипертензия I степени.

Клинический диагноз: Гипертоническая болезнь II ст. Степень АГ III. Гиперлипидемия II А типа. Атеросклероз аорты с переходом на клапаны. СКФ по формуле СКД-ЕРІ = 36 мл/мин/1,73м², ХБП 3б ст. Риск 4 (очень высокий).

Осложнения: ХСН IIА. ФК II1. Двусторонний гидроторакс. Легочная гипертензия I степени. Постоянная форма фибрилляции предсердий, тахисистолический вариант. Сердечная астма.

По данным литературы применение низких доз спиронолактона при добавлении к стандартной терапии (диуретик, дигоксин, иАПФ и иногда β-адреноблокатор) способствует увеличению выживаемости, снижению количества госпитализаций, связанных с ХСН, уменьшению выраженности ее симптомов у больных с СН III–IV ФК. Эти данные подкрепляются результатами других рандомизированных исследований [3].

На амбулаторный этап пациентке была подобрана следующая терапия: бисопролол — 5 мг, лозартан — 25 мг, спиронолактон — 50 мг, амлодипин 5 мг, тораемид — 10 мг, для профилактики тромбоэмболических осложнений был назначен варфарин в суточной дозе 5 мг под контролем МНО (2,0–3,0). Согласно метаанализу крупных контролируемых исследований, варфарин достоверно уменьшает частоту инсультов у пациентов с ФП с 8,8 до 3,4% и смертность с 12,1 до 6,3%.

В дальнейшем самочувствие больной М. значительно улучшилось, в связи с чем самостоятельно прекратила лечение. Но через 3 месяца с резким ухудшением состояния (с выраженной сердечной недостаточностью) вновь госпитализирована в кардиологическое отделение ГКЦ.

Таким образом, у нашей пациентки симптомы сердечной недостаточности прогрессируют, что может указывать на неблагоприятный прогноз для жизни, в случае снижения приверженности к терапии.

Эффективность верапамиловой мази и препарата кальция при лечении очаговой алопеции

Исмаилова Фазилат Зиёдулла кизи, магистр;
Алиев Азиз Шавкатович, ассистент;
Бойжонов Алишер Оллоберганович, магистр;
Сафаров Холикжон Хурshedович, магистр;
Тохтаев Гайрат Шухрат угли, магистр;
Умаров Жасур Мирхомидович, магистр
Ташкентская медицинская академия (Узбекистан)

Актуальность. Несмотря на то, что первые упоминания об очаговой алопеции (ОА) относятся к первому десятилетию нашей эры, некоторые ученые по-прежнему считают эту болезнь загадкой [11]. Она остается заболеванием с неясной этиологией и до конца не изученным патогенезом. Клинически ОА проявляется выпадением волос по всей волосистой части головы при непораженной коже [8]. Заболевание может начаться в любом возрасте. Встречается одинаково часто как у мужчин, так и у женщин; предпочтительного распределения по расовому признаку не наблюдается. По данным литературы частота встречаемости ОА среди дерматологических больных составляет от 1–2% до 8–12% [10]. Чаще страдают лица молодого возраста: 60% всех больных отмечают манифестацию заболевания в возрасте примерно 20 лет [9]. Развитие этого заболевания приводит к снижению качества жизни, социально-адаптивных возможностей, способствует появлению невротических расстройств, а иногда и более тяжелых психопатологических состояний [2]. Поэтому весьма актуальным является поиск новых лекарственных средств для терапии больных ОА [6].

Известно, что важную роль в функционировании кожи, волос и ногтей играет кальций — один из основных элементов, обнаруживаемых в волосах и ногтевых пластинах при изучении минерального состава [4]. Дефицит этого элемента регистрируется в крови со значительным опозданием во времени, при истощении депо, при значительных дефицитах, трудно поддающихся коррекции [5]. При недостатке кальция волосы делаются грубыми и выпадают, кожа — утолщается и грубеет.

В настоящее время проводится большое количество работ по изучению механизмов влияния кальция на нормальное функционирование волосяного фолликула. В ряде исследований было выявлено, что волосяной фолликул и его оболочки отличаются друг от друга не только клеточным составом, но также иммуногистохимическими свойствами и специфической локализацией кальций-связывающих белков. Большой интерес к кальцию связан с тем, что он выполняет роль структурного элемента волос и по количественному содержанию металлов, определяемых в волосах, стоит на первом месте [8].

Целью работы явилось изучить эффективность комплексной терапии ОА с использованием верапамиловой мази и препарата кальция.

Материалы и методы. Проведены клинические наблюдения у 69 больных ОА в возрасте 18–45 лет, проживающих в Ташкентской области. Средний возраст больных — 27 лет. Длительность заболевания составила от 0,5 до 10 лет. Диагноз ОА устанавливали на основании жалоб пациента, данных клинического и инструментального обследования, наличия очагового выпадения волос в теменной и/или затылочной областях.

Все больные были разделены на 3 группы, которые были верифицированы по полу, возрасту и длительности заболевания. Больным 1 и 2 групп применяли верапамиловую мазь 0,1%, приготовленную в аптеке ташкентского областного кожвендиспансера. Больные второй группы дополнительно получали суточную дозу кальция в виде таблеток по 1,0 г в день. Больные 3 группы также получали суточную дозу кальция, но без использования верапамиловой мази. Всем больным до и после лечения проводился дерматологический осмотр, измерялся уровень кальция в крови. Клиническую разновидность заболевания оценивали в соответствии с общепринятой классификацией, с учетом распространенности поражения, количества и локализации очагов. Контролем служили 23 больных с ОА, получающие стандартное лечение.

Уровень Ca^{2+} в плазме измеряли фотометрическим тестом, основанным на реакции Ca^{2+} с о-крезолфталеиновым комплексом в щелочной среде, с образованием комплекса пурпурного цвета. Его оптическая плотность пропорциональна концентрации Ca^{2+} в пробе. В норме в сыворотке крови содержится 2,02–2,60 ммоль/л кальция.

Результаты исследования. Почти половина (46%) пациентов имела давность заболевания в пределах года, треть (33%) — от года до 3 лет и более четверти (21%) — свыше 3 лет. ОА в большинстве случаев (58%) протекала с многократными рецидивами. Длительность ремиссии варьировала от 3 месяцев до года. 42% больных имели один рецидив в год, 40% — два, остальные 18% — более трех. 87% больных ранее получали лечение по месту жительства у дерматологов. У 10 (14%) больных также выявлен лямблиоз, у 2 (3%) — аскаридоз, у 2 (3%) — острицы, у 4 (6%) — трихофития, у 6 (8,7%) — вторичный рецидивный сифилис. Всем им проводилось специфическое лечение.

В результате исследования у больных контрольной группы рост волос начинался с 3 месяца лечения. Кли-

ническое выздоровление отмечено у 12 (53%) больных, после повторного лечения у 7 (30%). Клинически выраженное улучшение с уменьшением количества и площади очагов поражения, частичным ростом волос отмечалось у 3 (13%). У 4 (17%) больных эффекта лечения не отмечалось. Уровень кальция в крови составил до и после лечения в среднем $1,8+0,02$ мкм/л.

У больных 1 группы рост волос начинался с 1 месяца лечения. После основного курса клиническое выздоровление отмечено у 14 (61%) больных, после повторного лечения у 8 (35%). Клинически выраженное улучшение с уменьшением количества и площади очагов поражения, частичным ростом волос отмечалось у 5 (22%). У 1 (4%) больного эффекта от лечения не было. Отмечено усиление кустистости волосяных фолликулов, а также появление новых волосяных фолликулов. Уровень кальция в крови составил до и после лечения в среднем $1,85+0,05$ мкм/л.

У больных 2 группы рост волос и сроки клинического выздоровления были такие же, как в 1 группе, хотя отмечено, что кустистость и появление новых волосяных фолликулов была выше, чем в 1 группе. Уровень кальция в крови составил до лечения в среднем $1,8+0,02$ мкм/л., после — $2,02+0,05$ мкм/л. На фоне терапии кальцием

улучшились клинические проявления заболевания, увеличились количество, плотность и диаметр волос.

В 3 группе роста волос и клинического выздоровления отмечено не было. Уровень кальция в крови составил до лечения в среднем $1,8+0,02$ мкм/л., после — $2,02+0,05$ мкм/л.

Наши исследования показали, что лучшие результаты в лечении ОА получены во 2 группе, где мы использовали верапамилловую мазь на фоне применения кальция, что увеличило появление новых волосяных фолликулов и заметно усилило их кустистость, увеличило количество, плотность и диаметр волос.

Известно, что верапамилловая мазь активизирует метаболизм в эпидермисе, усиливает активность клеток [7], ускоряет рост и кустистость волосяных фолликулов и появление новых [1]. Установлена также взаимосвязь между развитием ОА и дефицитом кальция в организме [3]. Наши исследования показали, что использование верапамилловой мази при ОА совместно с препаратом кальция заметно сокращает сроки клинического выздоровления.

Выводы:

1. У больных с ОА отмечается дефицит кальция в организме.
2. Применение суточной дозы кальция оптимизирует использование верапамилловой мази при ОА.

Литература:

1. Исмаилова Ф. З. и др. Влияние верапамилловой мази на очаговую алопецию. / Молодой ученый, № 23 (127). 2016, с. 144–147.
2. Мазитова Л. П. Лечение гнездного облысения у детей с учетом их неврологического статуса. Автореф. дисс. канд. мед. наук. — М. 1991.
3. Молчанова О. В. Оптимизация терапии диффузной алопеции и ониходистрофии на основании изучения обмена кальция. Автореф. дисс. канд. мед. наук. — М. 2007.
4. Павлов Ю. В., Алисиевич В. И., Спицын В. А. Строение волос. Химический состав и антропологические различия. М.: Изд-во РУДН, 1996. 117 с.
5. Романенко В. Д. Физиология кальциевого обмена. Киев: Наукова думка, 1975.
6. Скрипкин Ю. К. Кожные и венерические болезни. Москва. «Медицина». — 1995.
7. Цветкова Г. М., Самсонов В. А., Чирченко М. А. Влияние верапамилловой мази на морфологию волосяных фолликулов кожи морских свинок. / Вестник дерматологии и венерологии, N1—1999, стр. 65–67.
8. Dawber R. P., Baran R., De Berker D. Disorders of nails. In: Champion RH, Burton JL, Burns DA, Breathnach SM, editors. Rook/ Wikinson/ Ebling Textbook of dermatology. 6th ed. Oxford: Blackwell Science., 1998. p. 2815–68.
9. Price V. H. Structural anomalies of the hair shaft. In: Orfanos C. E., ed. Hair and hair disease. New York: Springer-Verlag, 1989; 363422.
10. Messenger A. G., Bleehen S. S. Expressoin of HLA-DR by anagen hair follicles in alopecia areata. J. Invest. Dermatol., 1985; 85: 56972.
11. Tobin D. J. New findings in alopecia areata// JEADV, 2002; 17 (3): 67.

Нарушение рационального питания как один из ведущих факторов развития железодефицитной анемии беременных

Кенгесбаева Малика Сабитовна, студент;

Реймова Минайым Калмурзаевна, преподаватель

Нукусский филиал Ташкентского педиатрического медицинского института (Узбекистан)

Ключевые слова: железодефицитная анемия, ЖДА, гестация, фетоплацентарный комплекс, ДЖ, дефицит железа

Актуальность: Железодефицитная анемия (ЖДА) при беременности — состояние, обусловленное снижением содержания железа в сыворотке крови, костном мозге и депо в связи с увеличением объема циркулирующей части крови и потребности в микроэлементе, снижением его депонирования, высоким темпом роста организма плода. Железодефицитное состояние встречается на всех этапах жизненного цикла человека, но чаще всего у беременных женщин и детей. У беременных ЖДС (железодефицитное состояние) обусловлены повышенным потреблением железа матерью и плодом на фоне его недостаточного экзогенного поступления и/или усвоения, снижением продукции эритропоэтина и встречаются на любом сроке гестации. ДЖ (дефицит железа) оказывает негативное влияние на течение беременности, родов, послеродового периода, состояние плода и новорожденного. В последние годы наблюдается увеличение частоты ЖДА среди беременных без тенденции к снижению. По статистике ВОЗ, анемией во всем мире страдают более 2 млрд человек, что составляет более 30% населения. Распространенность ЖДА у беременных в мире колеблется от 21 до 81%, если судить по уровню гемоглобина, и от 49 до 99% — по уровню сывороточного железа. Основными свойствами ЖДС (железодефицитное состояние) являются их обратимость и возможность предупреждения, чем и объясняется их меньшая частота в развитых странах. В экономически слаборазвитых странах частота ЖДА у беременных достигает 80%. В странах с высоким уровнем жизни населения и более низкой рождаемостью ЖДА диагностируют у 8–20% беременных. Для сравнения, по данным Управления по охране материнства и детства Минздрава РФ около 42% беременных страдают ЖДА различной степени тяжести. В Узбекистане этот показатель составляет 45%. К числу ведущих факторов развития ЖДА у беременных наряду с дефицитом железа, связанный с его утилизацией на нужды фетоплацентарного комплекса, повышенным расходом железа, направленным на увеличение массы циркулирующих эритроцитов, осложнениями беременности и экстрагенитальными патологиями (гепатоз, преэклампсия), короткими интервалами между беременностями и родами, ранними токсикозами, препятствующими всасыванию железа, магния, фосфора, необходимых для кроветворения, в желудочно-кишечном тракте, многоплодием, хроническими инфекционными болезнями а также с фак-

торами окружающей среды, также относится и снижение содержания железа в пище и недостаток необходимых для усвоения железа витаминов (в частности, аскорбиновой кислоты и др.), т.е. нарушение рационального питания.

Цель исследования: Изучить особенности этиологии, эпидемиологии железодефицитной анемии в Республике Каракалпакстан и его связь с рациональным питанием.

Материалы и методы исследования: были изучены истории болезней и общие анализы крови больных находившихся на лечении в патологическом отделении и рожениц III родильного блока РСНПМЦ АиГ конца сентября начала октября 2016 года. Были изучены 101 истории болезней и общие анализы крови в РСНПМЦ АиГ. Проведено анкетирование, включающее вопросы возрастных особенностей пациенток, а также вопросы, связанные с их рациональным питанием.

Результаты и их обсуждение: При осмотре выяснилось, что из 101 осмотренных больных у 100% из них наблюдается сухость кожи, у 70,3% ломкость и тусклость волос, у 83,16% впалость ногтей, у 66,34% трещины в углах рта, 77,23% повышенная утомляемость по сравнению с перинатальным периодом, у 72,27% головокружение, 100% бледность кожи, у 42,57% сердцебиение, 76,24% раздражительность и у 14,85% больных сонливость. Посредством осмотра анализов крови всех больных выяснилось тяжесть степени анемии среди беременных. По результатам этого осмотра легкая степень (I) анемии (110–91 г/л) составляет 2,97%, средняя (II) степень (90–71 г/л) 30,69%, тяжелая (III) степень (70–51 г/л) 58,42% и процент крайне (IV) тяжелой (< 5.1 г/л) степени составляет 7,92%. Средняя масса плаценты плода из рожениц за этот период составляют со II степени 772,5 гр, 746,64 гр, 927,5 гр соответственно. По результатам проведенного анкетирования среди больных, по первому пункту, выяснилось, что первое замужество 18 и 18 лет включительно составляет 8%, 19–25 лет 81%, 25–30 лет 5.5% и первое замужество 30 лет составляет 5.5%. Также, по результатам второго пункта анкетирования лишь в 1% случаев наблюдалась первая беременность 18 лет, в 81% случаев 18–25 лет, в 14% случаев 25–30 лет и 4% случаев 30 лет. По третьему пункту анкетирования выяснилось межродовые периоды. По нему 36% случаев являются первыми родами, остальные 64% многородовыми. Из них 11.4% составляют роды с I годом

межродового периода, 17.5% с II годами, 26.3% от 3 до 5 лет межродового периода, 7.9% от 7 до 10 лет и только 0.9% от 10 и лет межродового периода. Среди больных в 53% случаев наблюдался токсикоз. Из этого числа 33.5% составляют случаи, длительность которых составляло 1–3 месяца, 15.3% 4–5 месяцев и 4.2% длительность которого продолжалась на протяжении всей беременности. По результатам анкетирования, по разделу рационального питания выяснилось, что соблюдение рационального питания составляет всего 19%, остальные 81% приходится на долю не соблюдающих. Среди 19%, 15% приходилось на лиц соблюдавших рациональное питание до замужества показатель которого снизилось до 4%. Также, по отдельным пунктам опросов выяснилось, что только 23.6% беременных на завтрак употребляют молочную пищу, 5.55% кашу, 9.72% яйцо, а показатель пункта «только чай» составило 61.13%. По вопросу употребления чая с пищей выяснилось, что 29%

беременных употребляли чай через 30мин после, а 71% вместе с пищей, что значительно снижало процент всасывания железа в составе пищи. Отдельным пунктом для беременных нашего региона являлся «чай». По результатам которого употребление зеленого чая до замужества составляло всего 8%, процент которого повысился до 47% после, а употребление черного чая, процент которого до замужества составляло более 92%, снизилось до 53%. Частота употребления зеленого чая в день составляет I раз-7,14%, II-14,28%, III-78,58%, IV-0%, а черного чая 31,25%, 50%, 18,25%, 0% соответственно.

Выводы: Таким образом, на основании всех проведенных работ выяснилось, что для предупреждения ЖДА необходимо своевременное лечение экстрагенитальных болезней (гепатоз, преэклампсия), а также соблюдение рационального питания как до так и во время беременности, а также необходимость пропаганды понятии о рациональном питании.

Литература:

1. World Health Organization. Global prevalence of anaemia in 2011. Geneva: World Health Organization, 2015.
2. WHO Guidelines Approved by the Guidelines Review Committee. Guideline: Intermittent iron and folic acid supplementation in non-anaemic pregnant women. Geneva: World Health Organization, 2012.
3. Докуева Р. С.—Э., Дубровина Н.В. Дефицит железа у беременных: профилактика и лечение // РМЖ. 2014. [№ 19. С. 1418–1421].
4. Bencaiova G., Burkhardt T., Breyman C. Anemia — prevalence and risk factors in pregnancy // Eur. J. Intern. Med. 2012. Vol. 23(6). [P. 529–533.]
5. Кан Н. Е., Докуева Р. С.—Э., Балушкина А. А. и др. Эффективная терапия железодефицитной анемии легкой степени у беременных и родильниц // Фарматека. 2013. [№ 3(256). С. 25–30.]
6. Коноводова Е. Н., Бурлев В. А. Железодефицитные состояния у беременных и родильниц // Акушерство и гинекология. 2012. [№ 1. С. 137–142]
7. Barroso F., Allard S., Kahan B. C. et al. Prevalence of maternal anaemia and its predictors: a multi-centre study // Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol. 2011. Vol.2. [P. 179–186.]
8. Воробьев П. А. Анемический синдром в клинической практике. — М., 2001. — [С. 36–94]
9. Мурашко А. В., Аль-Сейкал Т. С. Основы здорового питания беременной женщины. Гинекология, 2003; [5(3): 117–21]
10. Методические рекомендации «Современные подходы к организации рационального питания беременных женщин и кормящих матерей». М., 2003.
11. Варламова С. Н. Здоровый образ жизни — шаг вперед, два назад / С. Н. Варламова // Социс: Социологические исследования. — М., 2010. — [№ 4. — С.75–88.]

Особенности строения носовой области в пренатальном периоде онтогенеза млекопитающих

Кузник Наталья Богдановна, кандидат медицинских наук, доцент, зав. кафедрой
Буковинский государственный медицинский университет (г. Черновцы, Украина)

С целью выяснения видовых особенностей строения структур носовой области человека и некоторых млекопитающих в пренатальном периоде онтогенеза, исследованы 75 препаратов передплодов и плодов человека, 85 препаратов млекопитающих разных периодов пренатального развития с использованием комплекса методов морфологического исследования (антропометрия, морфометрия, микроскопия, трехмерное компьютерная реконструкция, статистический анализ). Установлено, что видовые различия строения но-

сового аппарата изученных млекопитающих связаны с формой носовой полости, структурой вторичного костного неба, количеством и степенью развития носовых раковин, околоносовых пазух и обусловлены особенностями питания, характером зубочелюстной системы, степенью развития головного мозга, интенсивностью дыхания и условиями существования животного. У человека латеральная носовая железа отсутствует, но хорошо развиты респираторные, обонятельные и верхнечелюстные железы.

Ключевые слова: носовая область, сравнительный эмбриогенез, млекопитающие, человек

Сравнительно-анатомические и сравнительно-эмбриологические исследования не теряют своей актуальности в изучении строения органов и систем организма человека для выяснения закономерностей морфогенеза органов и систем организма различных животных, определение общих черт и особенностей морфо-функциональной организации живой материи [1, с. 289–292; 2, с. 454–461; 3, с. 77–81; 4, с. 314–317]. Среди позвоночных животных именно у млекопитающих носовая полость достигла наивысшего своего развития, и кроме воздухоподводящей функции, иммунной, защитной, участвует в процессах терморегуляции и хеморецепции [5, с. 273–284; 6, с. 281–293; 7, с. 1325–1340]. Анализ современной научной литературы позволяет прийти к выводу, что проблема пренатального морфогенеза структур носовой полости в сравнительно-эмбриологическом плане остается нерешенной [8, с. 2065–2079; 9, с. 37–62]. В связи с этим существует необходимость комплексного методологического подхода к изучению строения и развития носового аппарата в сравнительном плане у разных видов млекопитающих в связи с местом и способом их существования [1, с. 289–292; 10, с. 137–141].

Цель исследования — определить видовые особенности строения структур носовой области человека и некоторых млекопитающих в пренатальном периоде онтогенеза.

Материалы и методы. Исследование проведено на 75 препаратах зародышей и передплодов человека и 85 препаратах млекопитающих разных периодов пренатального развития. Изучено 5 видов, относящихся к 4 рядам класса млекопитающих: человек, белая крыса, кошка домашняя, собака домашняя, свинья домашняя. Животные для сравнительно-анатомического исследования подбирались с учетом условий их существования, особенностей питания, размножения, степени развития головного мозга и органов чувств. Материал (зародыши и передплоды человека) получали из Черновицких акушерско-гинекологических клиник. Серии гистологических срезов зародышей млекопитающих, зародышей и передплодов человека взяты из музея кафедры анатомии человека им. М. Туркевича и учебно-научного фонда кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии Высшего государственного учебного заведения Украины «Буковинский государственный медицинский университет».

Мы воспользовались разделением пренатального периода онтогенеза млекопитающих на 16 последовательных стадий (Тятенкова Н.Н., 1998) [10, с. 137–141]. Несмотря на то, что видовые особенности морфогенеза отчетливо проявляются на протяжении большого органогенеза, описание этого периода мы начали с третьей стадии.

Таблица 1. Соответствие стадий развития млекопитающих, ТКД (мм) *

Номер стадии	человек	кошка домашняя	крыса белая	собака домашняя	Свинья домашняя
3	4,0–6,0	4,0	10	4,0–5,0	-
4	6,0	5,0	11	6,0–8,0	-
5	7,0–11,0	6,0	12	9,0	-
6	12,0–13,0	8,5–9,0	13	10,0	9,0–13,0
7	14,0–15,0	10,0–11,0	14	11,0–12,0	14,0–15,0
8	16,0–17,0	11,0–12,0	15	13,0–15,0	16,0–18,0
9	18,0–20,0	14,0–17,0	15	16,0	19,0–23,0
10	21,0–24,0	18,0–21,0	16	17,0–19,0	24,0–27,0
11	25,0–29,0	22,0–23,0	16	22,0–28,0	28,0
12	30,0–38,0	25,0–27,0	16–17	28,0–39,0	33,0–34,0
13	39,0–79,0	28,0–35,0	17	30,0	36,0–50,0
14	80,0–189,0	36,0–59,0	18–19	31,0–69,0	51,0–54,0
15	190,0–279,0	60,0–100,0	20–21	70,0	55,0–150,0
16	280,0–370,0	101,0–120,0	22	140,0	-

Примечание: * для крысы белой возраст приведен в сутках.

Исследование проведено на препаратах зародышей, передплодов и плодов человека и млекопитающих без патологии носовой области.

Результаты исследования и их обсуждение. В конце плодного периода онтогенеза носовая область у млекопитающих изученных видов приобретает черты дефинитивного строения. Она окружена хрящевой носовой капсулой, к внешней поверхности которой прилегают: дорсально — носовые и, частично, лобные, латерально — верхнечелюстные кости. От полости черепа носовая полость отделена решетчатой пластинкой клиновидной кости, которая состоит из хрящевой ткани. Носовая полость разделена на две половины хрящевой носовой перегородкой, которая аборально переходит в хрящевую основу черепа, дорсально — в свод носовой капсулы (рис. 1). Вентральную

стенку носовой полости образуют парасептальные хрящи и вторичное небо.

У новорожденных белой крысы носовая полость удлиненная дорсо-вентрально и занимает 45% длины лицевого черепа (рис. 2), в оральном отделе она овальной формы на поперечном срезе, а в средней части — треугольной. Хрящевая носовая капсула хорошо развита. Максиллярная раковина простой формы, валикообразная.

Назотурбиналия проходит вдоль дорсо-латеральной стенки и имеет хрящевую опорную часть (рис. 3). Этмоидальные раковины делятся на внешние и внутренние. Общий носовой ход в переднем отделе сужен, в среднем — резко расширяется. Хорошо развит решетчатый лабиринт и пазухи решетчатой кости. Нижний носовой ход не выражен, средний носовой ход достаточно широк.

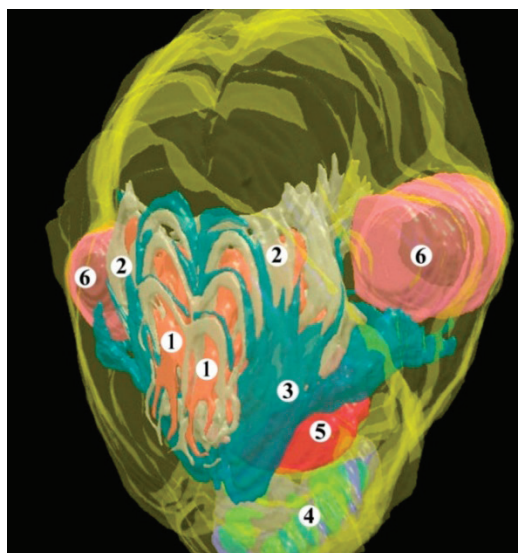


Рис. 1. Трехмерная компьютерная реконструкция головы крысы 21,0 мм ТКД. Передне-левая проекция. Ув. 1:12; 1 — носовая полость; 2 — хрящевая капсула; 3 — костная ткань, верхняя челюсть; 4 — нижняя челюсть; 5 — язык; 6 — глазные яблоки

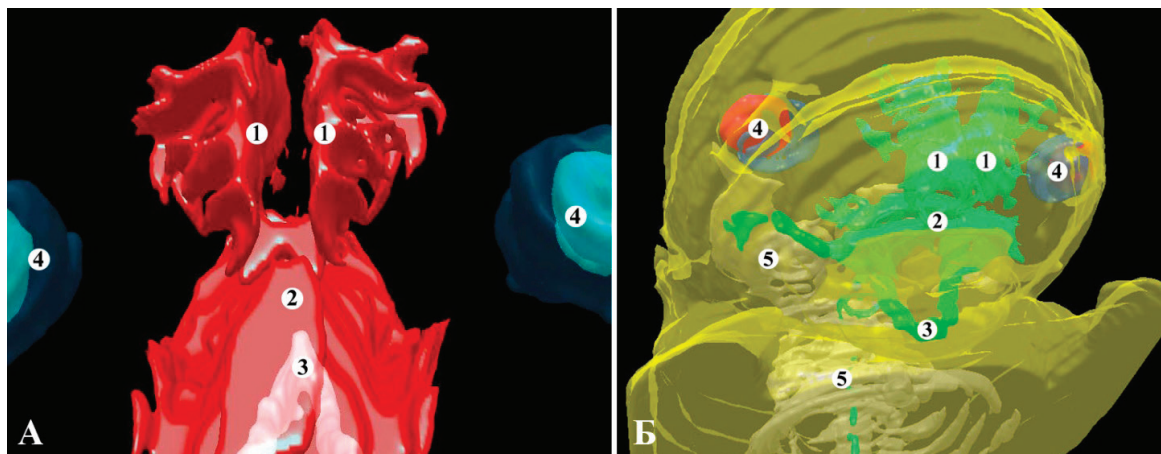


Рис. 2. Трехмерная компьютерная реконструкция головы крысы 19,0 мм ТКД (А) и 21,0 мм ТКД (Б). А — верхне-задняя проекция, Б — передне-правая проекция. Ув. 1:12; 1 — носовая полость; 2 — ротовая полость; 3 — меккелев хрящ; 4 — глазные яблоки; 5 — зачаток скелета и костей черепа

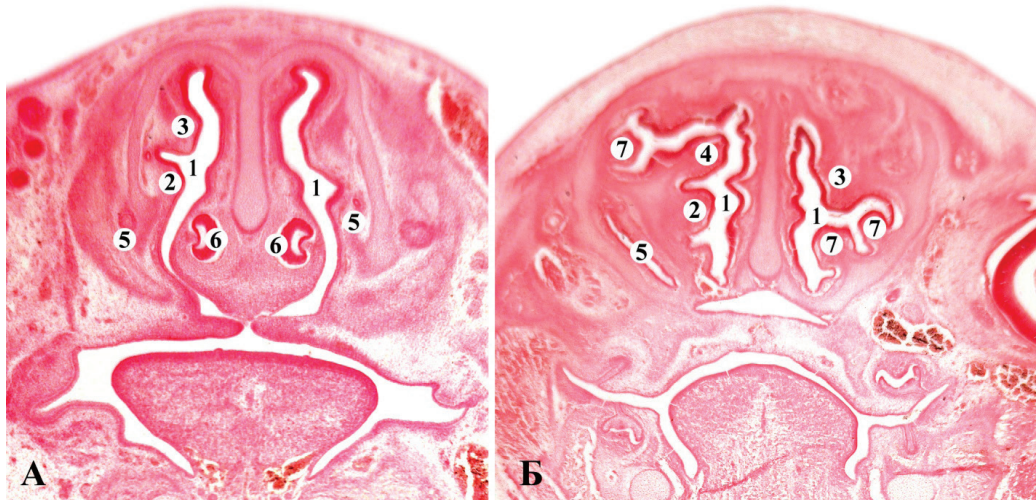


Рис. 3. Фронтальные срезы носовой участка крысы 18,0 мм ТКД. Гематоксилин-эозин. Микрофото. Об. 8, ок. 7: 1 — полость носа; 2 — максиллотурбиналия; 3 — наотурбиналия; 4 — эндо-турбиналии; 5 — носослезный канал; 6 — Лемешев-носовой орган; 7 — экзо-турбиналии

У белой крысы в конце внутриутробного развития хорошо развиты железы носовой полости. Обнаружены закладки верхнечелюстных, латеральной, передних медиальных, респираторных и обонятельных желез. Латеральная носовая железа крысы хорошо развита, по строению является сложной железой альвеолярного типа с разветвлённым конечным отделом. От основной протоки железы отходят протоки второго и третьего порядков, слизистая оболочка в области конечного отдела железы сильно утолщена. Передних медиальных желез к рождению две. Располагаются они параллельно друг другу в слизистой оболочке носовой перегородки. Аборальный отдел желез спиралеобразно закрученный.

У свиньи домашней пятнадцатой стадии внутриутробного развития носовая полость удлинённая и занимает 52% длины черепа, ее передний отдел сужен и содержит Т-образную максиллярную раковину (рис. 4).

Дорсо-латерально находится небольшая, с нечетко выраженной опорной частью, валикообразная наотурбиналия. Носовая перегородка массивная, равномерно утолщенная по всей длине. Вторичные хоаны расположены в задней трети носовой полости и ведут в носоглоточный ход. Передняя поперечная пластинка орально срастается с нижним краем носовой перегородки, аборально остается свободной, размещаясь почти горизонтально. Надперегородочная борозда глубокая. Хорошо развитые парасептальные хрящи. Передний парасептальный хрящ в виде вертикальной пластинки, орально соединён с передней поперечной пластинкой, аборально — с носонёбным хрящом. Последний выстилает одноименный канал. В аборальном направлении от носонёбного хряща отходит короткий задний парасептальный хрящ в виде горизонтальной пластинки. С носонёбным хрящом соединен лемешев-носовой хрящ кольцеобразной формы и соеди-

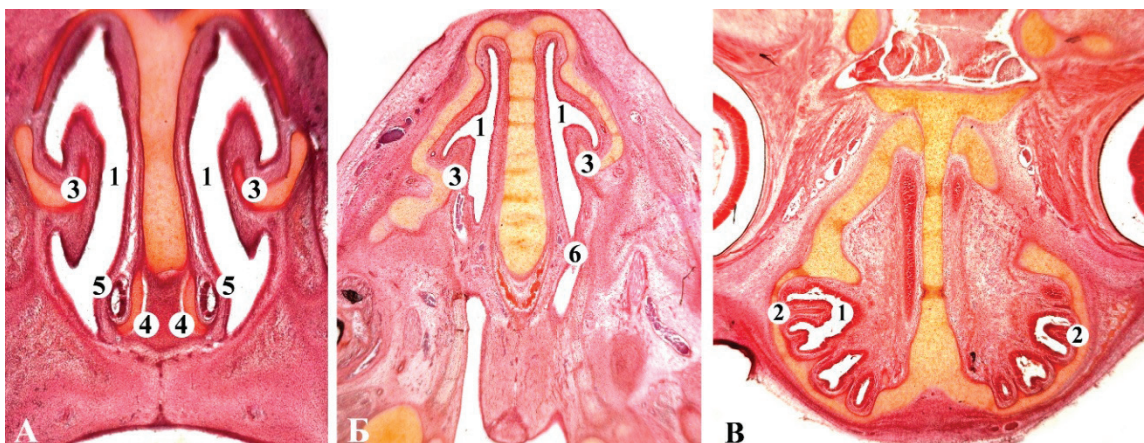


Рис. 4. Горизонтальные (А, Б) и фронтальной (В) срезы носовой полости зародышей поросенка 44,0 мм ТКД. Гематоксилин-эозин. Микрофото. Об. 8, ок. 7: 1 — носовая полость; 2 — этмоидальные раковины; 3 — максиллярная раковина; 4 — парасептальный хрящ; 5 — лемешев-носовой орган; 6 — носонёбный канал

няется дорсально с передним парасептальным хрящом. Аборальный отдел носовой полости расширен и включает пять эндо-турбиналий разветвленной формы. В состав вторичного костного неба входит нижнечелюстная, верхнечелюстная и небная кости. Лемеш имеет вид нечетной закладки, прилегающей к вентральному краю носовой перегородки. Из околоносовых пазух развивается верхнечелюстная и лобная. Окостенения обнаружено в закладках неба и лемеша.

У кошки домашней в конце плодного периода онтогенеза носовая полость укорочена и занимает 38% длины черепа. Общий носовой ход в переднем отделе невысок. Средний отдел носовой полости шире, увеличивается кверху и содержит максилотурбиналию. Раковина хорошо развита, имеет простую, незначительно закрученную вниз форму (рис. 5 А, Б). От дорсо-латеральной стенки отходит небольшая валикообразная назотурбиналия. Аборальный отдел содержит ряд обонятельных раковин: 4 эндо- и 5 экто-турбиналий. Свободные края внутренних раковин раздваиваются и образуют завитки (рис. 5 В). Большинство этмоидальных раковин отходят от латеральной стенки носовой капсулы, часть — от дорсальной.

Верхнечелюстная пазуха хорошо развита, ее слепой отдел заканчивается в аборальном отделе носовой полости. На поперечном срезе пазуха вытянута дорсо-вентрально. Вторичное костное небо формируют парные закладки межчелюстной, верхнечелюстной, небной костей и лемеш. Последний входит в состав костного неба в виде небольшого вкрапления. Лемеш представлен в оральном отделе в виде двух вертикальных пластинок, расположенных между органом Якобсона. В аборальном пластинки объединяются, и нечеткая закладка охватывает вентральный край хрящевой носовой перегородки. Нижняя половина носовой перегородки значительно расширена в области

лемешево-носового органа. Надперегородочная борозда хорошо выражена. Передняя поперечная пластинка занимает горизонтальное положение, но в аборальном направлении она приобретает подковообразную форму и срастается с носовой перегородкой. Передний парасептальный хрящ в виде самостоятельной вертикальной пластинки. Носонебный хрящ сопровождает одноименный канал и имеет форму изогнутой вертикальной пластинки, соединенной с лемешево-носовым хрящом. Последний в области выводящей протоки органа Якобсона имеет кольцообразную форму, в аборальном — желобовидную. Окостенения обнаружено в опорных частях максиллярных и этмоидальных раковин, в аборальном отделе носовой перегородки и закладка вторичного костного неба.

У новорожденных кошки домашней латеральная носовая железа по строению является простой альвеолярной железой с относительно короткой выводящей протокой и разветвленным конечным отделом, развита умеренно. Слизистая оболочка в области конечного отдела железы умеренно утолщена. Передние медиальные железы отсутствуют. В переднем отделе носовой полости слизистая оболочка содержит большое количество респираторных желез, которые по строению являются простыми альвеолярными железами с разветвленным конечным отделом. В верхнечелюстной пазухе количество желез резко увеличивается, они приобретают более сложную, трубчатую альвеолярную форму. В околоносовых пазухах обнаружена верхнечелюстная и лобная пазухи.

У новорожденных собаки домашней носовая полость удлиненная. В крыше носовой капсулы отмечена глубокая надперегородочная борозда. Нижний край носовой перегородки немного утолщенный. Максиллярная раковина в виде сложной пространственной формы, ее свободный край характеризуется складчатым строением,

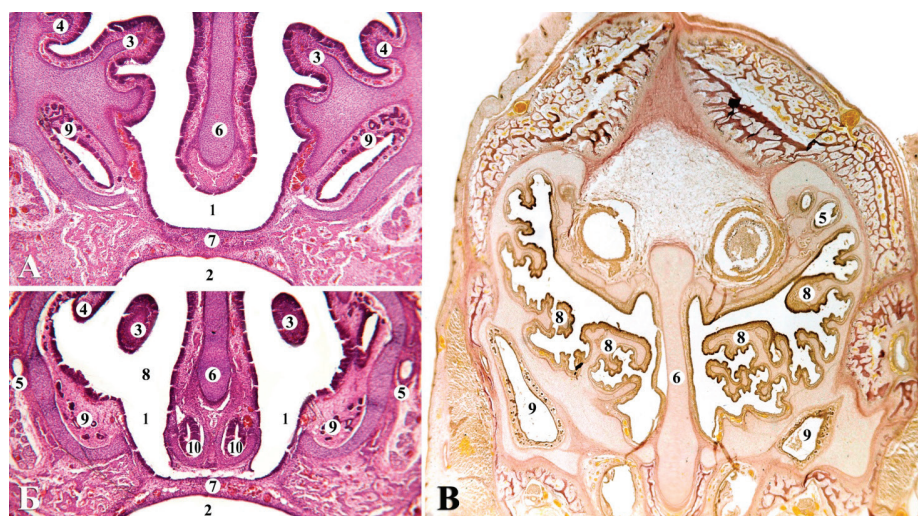


Рис. 5. Фронтальные срезы новорожденных кошки. А, Б — гематоксилин-эозин, В — Ван Гизону. Микрофото. Об. 8, ок. 7: 1 — носовая полость; 2 — ротовая полость; 3 — максиллярная раковина; 4 — назотурбиналия; 5 — носослезный канал; 6 — носовая перегородка; 7 — вторичное костное небо; 8 — этмоидальные раковины; 9 — латеральная носовая железа; 10 — лемешево-носовой орган

что значительно увеличивает площадь внешней поверхности (рис. 6 А). Назотурбиналия небольшая, с хрящевой опорной частью. Обонятельные раковины делятся на внутренние и внешние, приобретая сложную разветвленную и закрученную формы. Эндотурбиналий насчитывается четыре, экзотурбиналий — шесть. В парасептальных хрящах обнаружены передний парасептальный, носонебный, хрящ небного сосочка и С-образный лемешево-носовой. Лемеш представлен в виде нечетной закладки V-образной формы. Вторичное костное небо образовано закладками верхнечелюстной, межчелюстной и небной костей. Из дополни-

тельных пазух присутствует верхнечелюстная и лобная. Центры окостенения обнаружены в закладках лемеша, верхнечелюстной, межчелюстной, небной костей, максиллярной и этмоидальной раковинах.

У новорожденных собаки домашней хорошо развиты железы носовой полости (рис. 6 Б): респираторные, верхнечелюстные, латеральная железы. Латеральная носовая железа собаки — это простая альвеолярная железа с разветвленным конечным отделом, слизистая оболочка в области конечного отдела немного утолщена. С околоносовых пазух развиты верхнечелюстные и лобные.

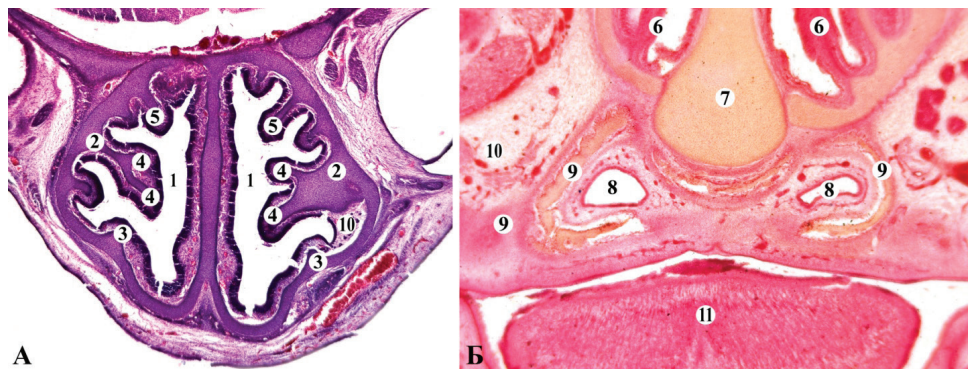


Рис. 6. Фронтальные срезы зародыша собаки 12,0 мм ТКД. Гематоксилин-эозин. Микрофото. Об. 8, ок. 7: 1 — носовая полость; 2 — верхнечелюстные раковины 3 — носовые раковины 4 — эндотурбиналии; 5 — экзотурбиналии; 6 — этмоидотурбиналии; 7 — лемеш; 8 — лемешево-носовой орган; 9 — лемешево-носовой хрящ; 10 — язык

У плодов человека тринадцатой стадии развития носовая капсула, раковины и носовая перегородка состоит из хрящевой ткани. От латеральных стенок носовой полости отходят носовые раковины: нижняя, средняя и верхняя. Их свободные, медиальные края направлены вентро-медиально. Все раковины имеют простую без завитков форму (рис. 7). В переднем отделе носовая полость щелевидной формы, удлиненная в дорсо-вентральном направлении. В среднем отделе она расширена, на поперечном разрезе ромбовидной формы. Нижний носовой ход сохраняется преимущественно в виде эпители-

ального тяжа, средний ход короткий, широкий; верхний имеет вид углубления, которое простирается в дорсо-латеральном направлении. В околоносовых пазухах присутствует небольшая клиновидная и верхнечелюстная. Вторичное небо в форме свода, в его состав входят парные закладки верхне-челюстной и небной костей. В аборальном над последними расположена нечетная подковообразная закладка лемеша, в котором определяется три центра окостенения. У человека латеральная носовая железа отсутствует, хорошо развиты респираторные, обонятельные и верхнечелюстные железы.



Рис. 7. Фронтальный срез носовой участка передплодов 25,0 мм ТКД. Гематоксилин-эозин. Микропрепарат. Об. 8, ок. 7: 1 — носовая перегородка; 2 — носовые раковины 3 — верхний носовой ход; 4 — средний носовой ход; 5 — нижний носовой ход; 6 — хрящевая капсула

Выводы:

1. Видовые различия в строении носового аппарата изученных млекопитающих связаны по форме носовой полости, строением вторичного костного неба, количеством и степенью развития носовых раковин, околоносовых пазух, и обусловлены особенностями питания, характером зубочелюстной системы, степенью развития головного мозга, интенсивностью дыхания и условиями существования животного.

2. У человека латеральная носовая железа отсутствует, хорошо развиты респираторные, обонятельные и верхнечелюстные железы.

Перспективы дальнейших исследований. Перспективным направлением сравнительно-эмбриологических исследований — установление особенностей источников кровоснабжения и иннервации носовой области в пренатальном периоде онтогенеза человека и некоторых животных.

Литература:

1. Кузник Н. Б. Функциональное значение некоторых анатомических образований внутреннего носа и их развитие у животных в фило- и онтогенезе / Н. Б. Кузник, С. М. Шувалов // Молодой учёный. — 2016. — № 6.
2. Kuzniak N. B. Development of the inner nasal cavity in animals in phylo- and ontogenesis: functional anatomic significance in the development period / N. B. Kuzniak // Oxford Review of Education and Science. — 2016. — № 1.
3. Шаповалова Е. Ю. Возрастная динамика формирования челюстно-лицевого аппарата человека в раннем периоде пренатального развития / Е. Ю. Шаповалова, А. Н. Барсуков, Г. А. Юнси // Морфология. — 2010. — Т. 137, № 2.
4. Слободян О. М. Закономірності перинатальних органометричних параметрів ділянок і структур голови / О. М. Слободян, Н. Б. Кузник, Л. П. Лаврів // Вісник проблем біології та медицини. — 2016. — № 2.
5. Numerical modeling of odorant uptake in the rat nasal cavity / G. C. Yang, P. W. Scherer, K. Zhao [et al.] // Chemical senses. — 2007. — № 32.
6. Respiratory turbinates of canids and felids: a quantitative comparison / B. Van Valkenburgh, J. Theodor, A. Friscia [et al.] // Journal of Zoology. — 2004. — № 264.
7. Reconstruction and morphometric analysis of the nasal airway of the dog (*Canis familiaris*) and implications regarding olfactory airflow / B. A. Craven, T. Neuberger, E. G. Paterson [et al.] // The Anatomical Record. — 2007. — № 290.
8. Respiratory and olfactory turbinals in feliform and caniform carnivorans: the influence of snout length / B. Van Valkenburgh, B. Pang, D. Bird [et al.] // The Anatomical Record. — 2014. — № 297.
9. Smith T. Anatomy of the nasal passages in mammals / T. Smith, T. Eiting, K. Bhatnagar // Handbook of Olfaction and Gustation. — 2015.
10. Тятенкова Н. Н. Периодизация пренатального онтогенеза млекопитающих // Н. Н. Тятенкова. — Российские морфологические ведомости. — 2000. — № . 1–2.

Анализ профессиональных рисков водителей автобусов

Мухаметдинова Зухра Мидхатовна, магистрант
Уфимский государственный авиационный технический университет

Среди приоритетных направлений государственной политики Российской Федерации особое место занимают вопросы обеспечения безопасных условий труда и охраны здоровья трудоспособного населения (Измеров Н. Ф., 2005).

Как известно транспорт является важнейшей составной частью производственной инфраструктуры. Экономическое развитие страны сопровождается увеличением парка транспортных средств и ростом численности работающих во всех подразделениях транспортного комплекса (Капцов В. А., 2008). Сегодня автобусами выполняется около 64% всех пассажирских перевозок в России. Автобусы работают на городских, пригородных маршрутах, междугородных и даже на международных маршрутах.

В России отмечается постоянное увеличение количества автобусов, что соответственно обуславливает постепенное увеличение работающих в данной отрасли. Сотрудники транспортной инфраструктуры в настоящее время составляют значительную часть работающего населения страны [1].

В ходе работы по публикационной системе Скопус были получены следующие результаты, которые оказывают содействие в работе по обзору и общему анализу факторов, определяющих негативное воздействие на водителей.

Представляет интерес публикация Emmanuel Fort «Working conditions and occupational risk exposure in employees driving for work». В работе проводился анализ профессиональных воздействий, риска водителей и сбор ин-

формации о влияние тех или иных факторов на организм работника. В качестве основных переменных были выбраны водитель и его время работы. Наиболее подверженные риску оказались водители, которые работали на малых предприятиях или на частное лицо [2].

Так же были рассмотрены распределения изданных документов за период с 1983 по 2016 год и выяснили, что авторы предпочитали публиковать свои научные статьи в журналах Гарвардской школы общественного здравоохранения и больницы Каролины (рисунок 1) [3].

Documents by year

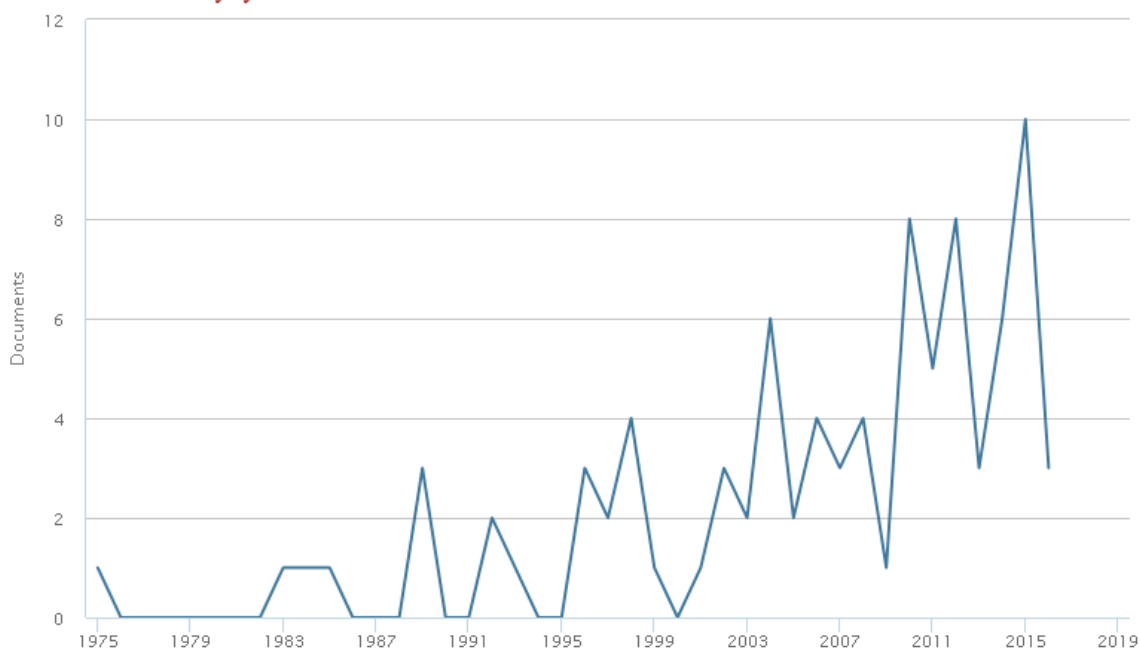


Рис. 1. Распределения изданных документов за период с 1983 по 2016 год

Documents by country/territory

Compare the document counts for up to 15 countries/territories

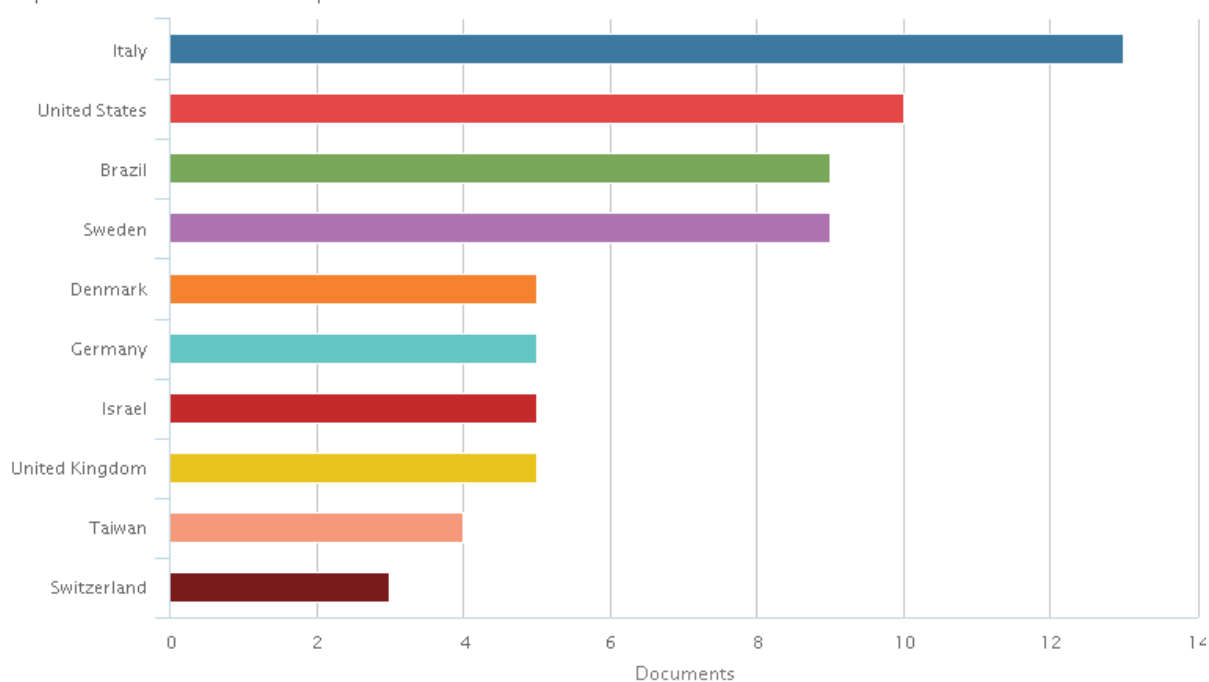


Рис. 2. Количество публикаций по странам

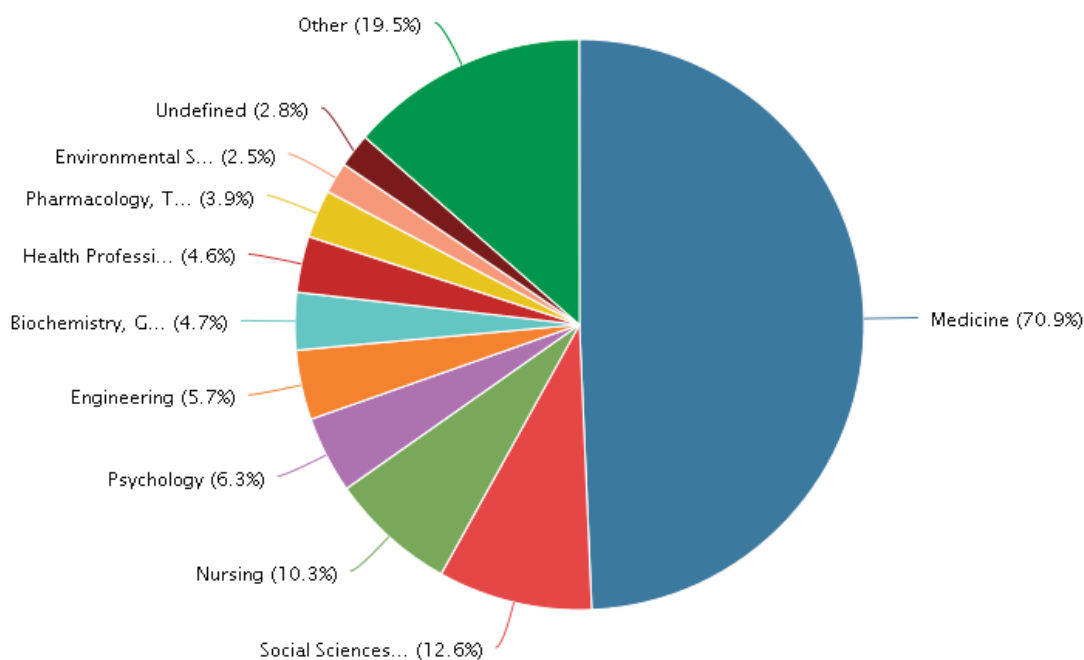


Рис. 3. Процентное соотношение статей, анализов и докладов конференций

Журнал «Гарвардской школы общественного здравоохранения» публикует оригинальные научные статьи и всесторонние обзоры во всех сферах здравоохранения, включая изучение различных профессиональных заболеваний, которые влияют на производительность труда [4].

Была рассмотрена статистика по авторам и установлены авторы, такие как Giovannucci E, Willett W. C., Rimm E. B., Mallia, L., Kresal, F и др.

Mallia, L и Lazugas, L в своих работах разрабатывают зависимость отклоняющегося поведения водителя от риска возникновения катастрофы с помощью математической модели [5].

Kresal, F установил зависимость между болью в пояснице и общим количеством пропущенных дней. Анализ данных, полученных в исследовании, включает базовую описательную статистику, χ^2 анализ и многократный регрессионный анализ [6].

В своем исследовании Ваггеира, S. установил, что существует зависимость между типом дороги и величиной вибраций [7].

Из рисунка 2 следует, что самое большое количество научных статей на тему профессиональных рисков было зафиксировано в таких странах, как Италия, США и Бразилия (рисунок 2) [3].

В работе проведен анализ публикаций статей по областям знаний, больше половины анализированных статей относятся к медицине, следующий в рейтинге место занимают социальные науки, чуть меньше 15,7% статьи по физиологии [3].

Проведен литературный обзор в публикационной системе Скопус по теме профессиональных рисков водителей. Дана общая характеристика факторам, определяющим риск возникновения профессиональных заболеваний. Выявлено, что данная тема берет истоки изучения с 1983 года, и считается актуальной в странах США, Италии и Бразилии. Также рассмотрено процентное соотношение статей, анализов и докладов конференций и установлено, что преимущественное количество публикаций по медицине.

Литература:

1. Шевкун И.Г. Гигиеническая оценка условий труда водителей пассажирского автотранспорта и меры профилактики /Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. —Москва. —2009. — 174.
2. Fort E.F., Ndagire S. E., Gadegbeku B. K. Working conditions and occupational risk exposure in employees driving for work //Accident Analysis and Prevention. — 2016.Vol51. — Issue 9. — PP. 7759–7776
3. Библиографическая и реферативная база данных. Скопус. <https://www.scopus.com>.
4. База данных журналов и книг. Elsevier. <http://www.journals.elsevier.com/journal-Harvard School of Public Health>.
5. Mallia L.K., Lazuras L.N., Violani C.A.. Crash risk and aberrant driving behaviors among bus drivers: The role of personality and attitudes towards traffic safety. —2015. —p.18.
6. Kresal F.N., Roblek V.K., Jerman A.L. Lower back pain and absenteeism among professional public transport drivers. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. —2015. — № 21 (2)-p. 166–172.

7. Barreira S.L., Matos, M. L. Whole-body vibration in urban bus drivers. — Source of the Document Occupational Safety and Hygiene III — Selected Extended and Revised Contributions from the International Symposium on Safety and Hygiene Number of Documents that reference this Document. — 2010-p.476.

Динамика морфометрических показателей изменения функционального элемента ишемизированного миокарда

Панышева Ирина Александровна, студент

Смирнов Владимир Павлович, доктор медицинских наук, профессор, научный руководитель
Нижегородская государственная медицинская академия

В патогенезе сердечно-сосудистых заболеваний основную роль играют нарушения обменных процессов в сердечной мышце. Кровоснабжение миокарда имеет ряд органоспецифических особенностей: каждое мышечное волокно контактирует с 3–4 капиллярами, имеется множество анастомозов, эндотелий микрососудов обладает высокой метаболической активностью, коронарный кровоток относительно замкнут и в некоторой степени автономен, за что ряд исследователей называет его третьим кругом кровообращения — «коронарным кругом». Пластичность микроциркуляторного русла (МЦР) зависит от возраста и от функциональной нагрузки на орган.

В условиях ишемии в первую очередь изменяется строение капиллярной сети. Ишемическое повреждение на первых порах сопровождается усилением транспортной функции капилляров, повышением сосудистой проницаемости как в зоне гипоксии, так и в интактных участках миокарда. Ранее было отмечено, что причиной сужения капиллярного просвета является набухание ядер эндотелиальных клеток, отёк перицитов, систолический компрессионный эффект, непосредственное разрушение сосудов МЦР, либо сочетание этих факторов. Известно, что в стенке левого желудочка на 1 мм² площади среза приходится 3–4 тыс. капилляров, но из них функционирует не более 50%, также насчитывается 1826±50 кардиомиоцитов (КМЦ) [1]. Кровоснабжение правого желудочка сердца отличается большим количеством анастомозов между терминальными ветвями правой и левой венечных артерий.

Целью настоящего исследования является констатация, анализ и трактовка изменений морфометрических показателей структурных компонентов функционального элемента миокарда (ФЭМ) в условиях его острой ишемии. Для реализации цели были поставлены следующие задачи:

1. Определить морфометрические показатели МЦР миокарда в ишемической, геморрагической и окружающей (реактивной) зонах субэпикардального, интрамурального и субэндокардиального слоев сердечной мышцы.

2. Замерить диаметры капилляров, количество функционирующих капилляров на единицу площади, диаметры и объемы ядер КМЦ в указанных локализациях.

3. Рассчитать интегративные морфометрические значения (объем капиллярного русла, радиус диффузии) в изучаемых зонах.

4. Сопоставить и проанализировать полученные данные.

Материалы и методы исследования

Материалом исследования послужили кусочки миокарда, взятые через всю толщу стенки левого желудочка у 5 беспородных собак, на высоте эфирно-кислородного наркоза, через 2 часа после перевязки передней ветви левой коронарной артерии. Контролем послужил материал тех же собак, взятый из неизменной зоны левого желудочка. Срезы окрашивались гематоксилином и эозином, ставилась PAS — реакция и PAS — реакция с контролем амилазой. Препараты просматривались с помощью светооптической и поляризационной микроскопии. Проводилось измерение диаметра капилляров — d (мкм), подсчитывалось количество функционирующих капилляров — N (на 1 мм² площади среза).

В срезах, окрашенных гематоксилин — эозином, измеряли диаметр КМЦ — D (мкм), а железным гематоксилином — площадь ядер КМЦ — S (мкм²) по формуле (1):

$$S = \pi \cdot 0,12^2 \cdot \frac{a \cdot b}{2} \quad (1)$$

где a — малый, b — большой диаметры ядра, $\pi = 3,14$.

Объем капиллярного русла (V) и радиус диффузии (R) в различных зонах миокарда (субэпикардальной, интрамуральной, субэндокардиальной) рассчитывался в условных единицах по формулам (2, 3):

$$V = 147 \cdot N \cdot d \quad (2)$$

где 147 — константа, N — количество функционирующих капилляров (шт/мм²), d — диаметр капилляров (мкм).

$$R = \sqrt{\frac{1}{\pi \cdot N}} \quad (3)$$

где $\pi = 3,14$, N — количество функционирующих капилляров (шт/мм²).

Полученные данные были обработаны методами вариационной статистики.

Результаты

Данные морфометрического изучения капиллярной сети и КМЦ различных слоев миокарда представлены в таблице 1.

Светооптическое микроскопическое исследование миокарда показало в опыте выраженные морфологические изменения КМЦ. Отмечены явления нарушения кровообращения: мелкоточечные диапедезные экстравазаты, межточечный отек, стаз в капиллярном звене МЦР, умеренное венозное полнокровие. По результатам морфометрического анализа интактной (контрольной) группы отмечено, что диаметр КМЦ по слоям сердечной мышцы статистически не различается (таб. 1а). Наименьшая площадь ядер отмечена в субэндокарде. Капиллярная сеть более развита в среднем слое, в нем же наблюдался наибольший диаметр капилляров. В среднем слое миокарда низкий уровень диффузии и наибольший объем капиллярного русла, наименьший — в субэпикардальном слое. Во внутреннем слое самый высокий радиус диффузии.

В центре ишемизированной области определялись спавшиеся капилляры. По периферии ишемического

очага отмечались перерастянутые и заполненные кровью микрососуды. Морфометрическое исследование зоны ишемии по данным таблицы 1б свидетельствует об уменьшении диаметра и площади ядер КМЦ всех слоев миокарда по сравнению с контрольной группой. Наиболее выраженное снижение диаметра КМЦ под эпикардом и под эндокардом. Значительно уменьшилась площадь ядер в среднем слое — на 53,6%. Исследование капиллярной сети указывает на увеличение количества функционирующих капилляров под эпикардом — на 23,5% и в интрамуральном слое — на 6,9%, уменьшение их в субэндокарде — на 46,6%. Увеличение диаметра капилляров зафиксировано под эпикардом, а в интрамуральном и субэндокардиальном слоях — его уменьшение. Объем капиллярного русла увеличивался в наружном слое на 80%, уменьшался в интрамуральном на 90% и субэндокарде — на 30%. Отмечалось нарастание радиуса диффузии от эпикарда к эндокарду по сравнению с контролем.

Зона образовавшегося геморрагического пояса во всех слоях выглядела полиморфно: очаги дистрофии чередовались с участками умеренного отека стромы и резко расширенными капиллярами с явлениями стаза. Диаметр

Таблица 1. Количество функционирующих капилляров (N), их диаметр (d), диаметр КМЦ (D), площадь ядер КМЦ (S), объем капиллярного русла (V), радиус диффузии (R) в слоях миокарда: а) интактной зоны, б) ишемической зоны, в) зоны геморрагического пояса, г) зоны реактивных изменений

Показатель	Субэпикард	Интрамуральный слой	Субэндокард	В среднем по миокарду
а)				
N (шт./мм ²)	7329,4±424,8	11203,6±556,7	5640,5±679,5	8057,3±510,0
d (мкм)	3,0±0,2	9,3±0,5	5,9±0,3	5,6±0,3
D (мкм)	11,8±0,5	12,7±0,7	13,0±0,7	12,0±0,6
S (мкм ²)	32,01±2,6	33,9±0,2	19,7±1,6	28,07±1,4
V (усл. ед.)	3307711,8±8352513,1	15316441,5±1163297,1	4941754,8±1498901,7	7855302,27±7161237,3
R (усл. ед.)	0,0066±0,0002	0,0053±0,0001	0,0074±0,0005	0,00643±0,0003
б)				
N (шт./мм ²)	13008,0±1377,3	11984,2±750,9	3083,1±480,6	9358,1±869,5
d (мкм)	4,99±0,2	7,88±0,3	3,43±0,3	4,65±0,9
D (мкм)	8,2±0,4	11,2±0,5	9,4±0,4	9,3±0,4
S (мкм ²)	26,9±2,2	18,2±1,0	16,4±1,3	22,3±1,5
V (усл. ед.)	9446149,4±1011320,4	13882017,9±1864021,5	1554544,8±479897,2	8294240,7±1118412,6
R (усл. ед.)	0,0049±0,0003	0,0052±0,0002	0,0102±0,0005	0,0067±0,0003
в)				
N (шт./мм ²)	10235,2±352,0	12500,0±1125,3	5781,2±1345,8	9505,3±2821,4
d (мкм)	5,6±0,2	9,6±0,5	5,32±0,3	6,3±0,3
D (мкм)	9,2±0,4	11,0±0,7	9,74±0,5	9,6±0,5
S (мкм ²)	24,0±1,7	25,8±1,4	27,8±1,3	25,8±1,4
V (усл. ед.)	8546024,3±901241,4	17695125,0±2430582,4	4521129,6±622225,1	10254093,0±1318016,3
R (усл. ед.)	0,0056±0,0001	0,0050±0,0003	0,007±0,0009	0,0058±0,0004
г)				
N (шт./мм ²)	7812,1±656,8	12296,7±573,4	9375,8±650,1	9827,6±661,1
d (мкм)	3,3±0,1	5,5±0,2	5,2±0,2	4,3±0,1
D (мкм)	13,9±0,6	14,3±0,6	13,2±0,6	13,3±0,6
S (мкм ²)	27,3±1,1	26,5±0,5	18,8±1,2	23,6±0,8
V (усл. ед.)	3812617,2±512221,0	10068414,8±1281164,5	7276562,0±928712,4	7052533,3±523115,6

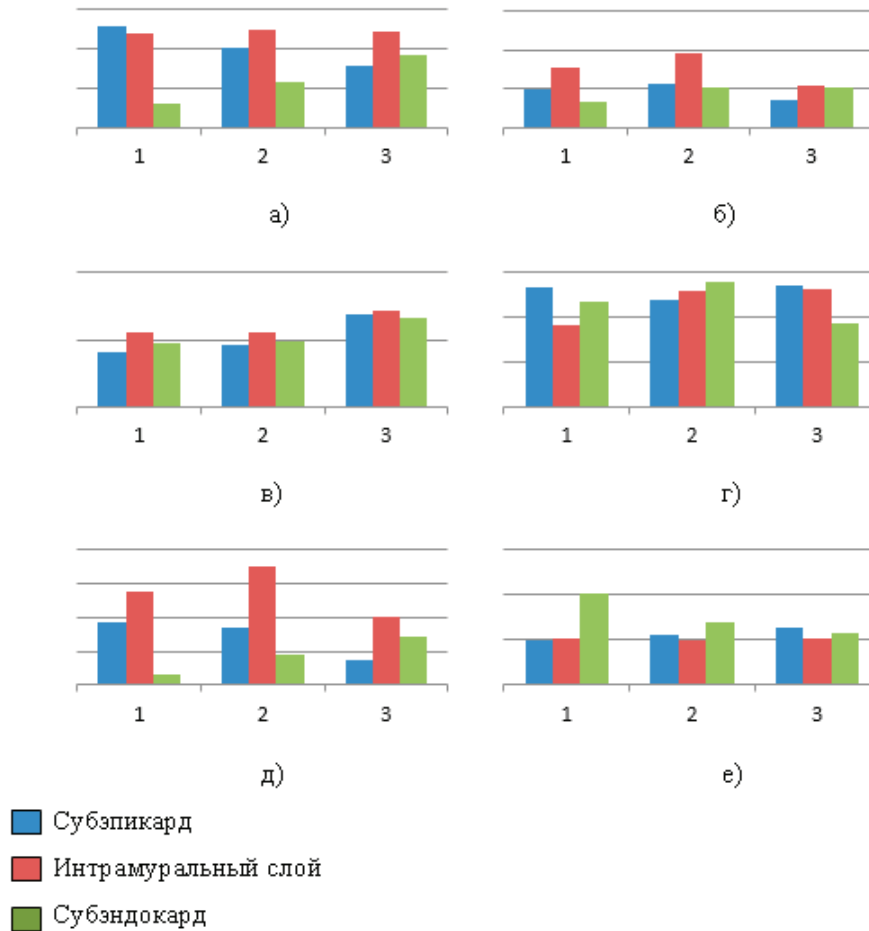


Рис. 1. а) Количество функционирующих капилляров (N), б) Диаметр капилляров (d), в) Диаметр КМЦ (D), г) Площадь ядер КМЦ (S), д) Объем капиллярного русла (V), е) Радиус диффузии (R). В трех слоях миокарда: 1 — ишемической зоны, 2 — зоны геморрагического пояса, 3 — зоны реактивных изменений

КМЦ (таб. 1в) во всех слоях снижался, площадь ядер возросла в субэндокарде — на 22% и уменьшилась в субэпикарде и интрамуральном слое на 35%. Во всех слоях незначительно увеличилось число функционирующих капилляров и их диаметр. Объем капиллярного русла возрастал от внутреннего слоя к наружному, соответственно на 9%, 15%, 158%. Радиус диффузии умеренно снижен во всех слоях.

В более удаленной реактивной зоне (таб.1г) зафиксировано умеренное уменьшение диаметра КМЦ. Площадь ядер уменьшалась в наружном и среднем слое, возросла на 37% во внутреннем слое. Количество функционирующих капилляров увеличилось в интрамуральном слое, диаметр микрососудов умеренно снижен во всех слоях. Объем капиллярного русла снизился в интрамуральном слое и возрос под эндокардом. Значимых различий радиуса диффузии по сравнению с контролем не отмечено.

Обсуждение

В условиях ишемической гипоксии изменяется строение капиллярной сети и происходит нарушение транспортно — трофических процессов в миокарде. Быстрая

перестройка микроциркуляторной системы, происходящая за счет расширения просвета сосудов, приводит к укорочению пути диффузии от капилляров к КМЦ. Общий механизм изменений микроциркуляции заключается в недостаточном заполнении кровью обменных сосудов, возникновении ацидоза вследствие появления недоокисленных продуктов, которые в свою очередь вызывают расширение микрососудов. На периферии ишемизированной зоны миокарда в большинстве препаратов отмечалось паралитическое расширение капилляров, особенно венул, в их просвете — агрегаты эритроцитов. Заполненные кровью капилляры способны поддерживать некоторое время жизнеспособность КМЦ. В отличие от других органов, в сердце артериолы непосредственно переходят в капилляры, чем объясняется отсутствие прекапиллярных сфинктеров. Ряд авторов отмечают наличие венуло-венулярных анастомозов в субэпикардиальном слое, множество мостиков между капиллярами во всех слоях сердечной мышцы и отсутствие артериоло-венулярных анастомозов [2]. В субэндокарде было отмечено наименьшее количество функционирующих капилляров, но имеющих широкий просвет, что связано с поддержанием метаболизма внутреннего слоя миокарда за счет

диффузии субстратов из крови полостей сердца. Значительный радиус диффузии данного слоя свидетельствует о высокой проницаемости стенок капилляров, что необходимо при максимальном сдавлении субэндокарда в период систолы. Радиус диффузии также отражает процесс поступления энергетических субстратов в наиболее отдаленные зоны ФЭМ.

Ядра КМЦ внутреннего слоя миокарда наиболее мелкие, в данном участке прослеживается обратная зависимость между радиусом диффузии капилляров и площадью ядер. В более поздние сроки поврежденные КМЦ уменьшаются в диаметре из — за повышения мембранной проницаемости, нарастают явления периваскулярного отека и происходит сужение сосудов МЦР [3]. По результатам исследования возможно установить зависимость морфологических изменений от характера инфаркта миокарда. В литературе встречаются данные о прямой зависимости между величиной объемной плотности МЦР и характером инфаркта, так, трансмуральный инфаркт чаще возникает в сердце с относительно низким удельным объемом интрамурального русла, а наиболее высокие объемные показатели МЦР обнаружены в сердце людей со средним типом венечного кровоснабжения [4]. Малый объем артериального русла является предпосылкой для возникновения нарушения кровотока в пораженном миокарде. Необходимо также отметить, что для обеспечения транскапиллярного обмена большое значение имеет исходное состояние просвета сосудов, которое зависит от возраста, функциональной нагрузки на сердце, индивидуальных особенностей ангиоархитектоники.

Нечеткая граница между нормальной и ишемизированной тканями, определяется разной чувствительностью КМЦ к ишемии и особенностями капиллярного русла. Капилляры всех слоев миокарда располагаются параллельно КМЦ. Изменения миокарда отмечаются не только в участке, снабжаемым кровью из пораженного сосуда, но и в отдаленном миокарде, где было уменьшение диаметра

капилляров и увеличение капиллярного русла. В дальнейшем эти участки будут компенсировать функцию сердечной мышцы и влиять на прогноз болезни. Большое количество анастомозов обеспечивает поступление крови в зону ишемии, что приводит к ее уменьшению. Резкое снижение АТФ в клетках после 30 минут ишемии приводит к необратимым изменениям, гибель КМЦ происходит постепенно от центра к периферии, и в зависимости от степени снижения кровотока может происходить и более продолжительное время [5].

Резкие изменения МЦР приводят к нарушению гемодинамики и реологических свойств крови, возникает стаз и агрегация эритроцитов, в конечном счёте приводящие к микротромбозу капилляров, возникают локальные участки ишемии. В ранее проведенных исследованиях указано, что у 26% внезапно погибших больных тромбы локализовались в капиллярах сердца [6].

Заключение

Изучение количественных и морфометрических показателей МЦР и КМЦ в различных зонах инфаркта позволяет судить характере и распространенности патологического процесса. Для зоны ишемии характерно уменьшение числа и диаметра капилляров, снижение радиуса диффузии (в субэндокардиальном и интрамуральном слое). Наиболее выраженное снижение диаметра ядер КМЦ характерно для субэпикарда и субэндокарда, вследствие мембранной проницаемости. Периферия ишемии и зона геморрагического венчика выглядит во всех слоях полиморфно, гибель клеток происходит постепенно, что служит предпосылкой для проведения терапии, направленной на ограничение поражения при инфаркте миокарда. Увеличение количества функционирующих капилляров, их диаметра и объема капиллярного русла в субэпикардиальном и субэндокардиальном слоях сердечной мышцы неишемизированной зоны носит компенсаторно-адаптационный характер.

Литература:

1. Розенберг В. Д. Изменения сосудистого русла при дилатационной и гипертрофической кардиомиопатии // Кардиология. — 1989. — № 11. — С. 116–120.
2. Богданович Н. К., Жучкова Н. И. Изучение микроциркуляторного русла миокарда человека при внезапной сердечной смерти // Арх. пат. — 1988. — № 8. — С. 33–35.
3. Василенко В. Т. Возможный подход к оценке энергетической мощности митохондрий при морфологических исследованиях // Бюл. экспер. биол. и мед. — 1985. — № 9. — С. 361–363.
4. Автандилов Г. Г. Гевондян Т. А. Стереометрическое исследование системы «мышечное волокно — капилляр» сердца человека в функциональном аспекте // Арх. анат. — 1980. — № 7. — С. 33–37.
5. Чернышенко Н. М., Котляров В. С. Модель гемомикроциркуляторного модуля // Арх. анат. — 1986. — № 4. — С. 9–13.
6. Бураковский В. И., Сапрыгин Д. Б. Биохимическая оценка повреждений миокарда человека при полной ишемии во время оперативных вмешательств на сердце / М.: медицина, 1981. — С. 336–345.

Вариабельность артериального давления у лиц молодого возраста

Феськова Анна Александровна, ассистент;

Перцев Александр Владимирович, кандидат медицинских наук, ассистент;

Резова Надежда Викторовна, аспирант

Воронежский государственный медицинский университет имени Н. Н. Бурденко

В статье представлены результаты исследования вариабельности артериального давления у лиц молодого возраста. Изучена величина вариабельности АД, её распространенность, а также влияние уровня тревожности на величину вариабельности АД. В обследовании принимали участие 150 практически здоровых студентов в возрасте от 19 до 25 лет. Исследование проводилось путем трехкратного измерения АД на правой руке с помощью электронного сфигмоманометра ANDUA-787, подсчета ЧСС, определения личностной и ситуативной тревожности по данным тест-опросника Спилберга-Ханина. Результаты показали значительное распространение артериальной гипертензии и вариабельности АД внутри визита среди лиц молодого возраста.

Ключевые слова: *вариабельность артериального давления, артериальная гипертензия*

Артериальная гипертензия (АГ) является одной из важных медико-социальных проблем. Это связано с обширностью распространенности данного заболевания и важнейшим фактором риска сердечно-сосудистых заболеваний, таких как инфаркт миокарда и инсульт, главным образом определяющих высокую смертность в мире. [1] В российской популяции распространенность АГ составляет 44%, причем среди мужчин выше, в некоторых регионах она достигает 47%, тогда как среди женщин распространенность АГ около 40% [2]. Несмотря на достигнутые в Российской Федерации в последние годы некоторые успехи в снижении смертности от сердечно-сосудистых заболеваний, она всё еще остается высокой. Это диктует необходимость дальнейшего изучения факторов риска осложнений АГ. Известна линейная зависимость между уровнем артериального давления (АД) и риском развития сердечно-сосудистых осложнений, причем это связано не только с абсолютными показателями артериального давления (АД), но и с его вариабельностью. Вариабельность АД служит основным фактором развития сердечно-сосудистых осложнений наравне с уровнем АД. Проблема вариабельности артериального давления в течение суток очень активно изучалась с середины 90-х годов изучалась ее роль в развитии поражений органов-мишеней, ее взаимосвязь с риском развития сердечно-сосудистых осложнений. Вариабельность АД — это колебания АД, превышающие физиологическую норму. Для пациентов с АГ характерна повышенная ригидность артерий, которая приводит к снижению эластичности стенки, потере способности артерий сглаживать пульсовые волны и в конечном счете к повышению вариабельности АД [3, 4]. Различают краткосрочную, среднесрочную и долгосрочную вариабельность АД. Краткосрочная вариабельность АД — изменения АД в течение короткого промежутка времени (минуты, часы, сутки). Различают вариабельность АД в рамках визита (within visit variability) — колебания АД на плечевой артерии при сравнении трех последовательных измерений в ходе одного визита к врачу

либо колебания АД при самостоятельном измерении АД в домашних условиях. 2. Суточная вариабельность АД — колебания АД в течение суток (в периоды сна и бодрствования) по данным СМАД, превышающие суточные физиологические колебания АД. Показатель вариабельности АД особенно чувствителен к количеству успешных измерений за время мониторинга — доля неудачных измерений должна быть не более 30% [5].

Доказано, что независимо от среднего значения АД, краткосрочная и долгосрочная вариабельность АД связана не только с развитием и прогрессированием поражения органов-мишеней (сердце, сосуды, почки), но также является предиктором сердечно-сосудистых осложнений и смертности [6]. Гораздо меньше мы знаем о прогностической значимости вариабельности, которую называют внутривизитной. Прогностическая значимость вариабельности АД в рамках визита к врачу (within-visit) ранее была практически не изучена. Впервые в исследовании ASCOT было выявлено, что вариабельность САД в рамках визита — достоверный, хотя и слабый предиктор развития инсульта и других осложнений АД, хотя значимость вариабельности АД в рамках одного визита (краткосрочная вариабельность АД) и уступает прогностической ценности вариабельности АД между визитами (долгосрочная вариабельность АД). Прогностическая значимость краткосрочной вариабельности, так же как и долгосрочной, выше у пациентов с более низкими значениями САД на фоне лечения, а также у более молодых пациентов (возраст 57 лет и моложе) [7–9]. Несмотря на простоту получения информации об уровне АД и его конфигурациях при повторных измерениях, при помощи тонометрии, на сегодняшний день недостаточно изученным остается такое явление, как вариабельность АД в рамках визита [10–12], в том числе у лиц молодого возраста. Оценка данной разновидности вариабельности АД может быть использована в целях ранней диагностики и профилактики АГ.

Цель исследования — изучить вариабельность АД у лиц молодого возраста.

Материалы и методы. В исследовании участвовали 150 студентов 4–5 курсов в возрасте от 19 до 25 лет (средний возраст составил $21,2 \pm 1,2$ года). Мужчин — 90 (60%), женщин — 60 (40%). Курящими были 10 человек (6,6%). Заболеваниями почек (хронический пиелонефрит, мочекаменная болезнь) страдали 5 человек (3,3%). Расстройства вегетативной нервной системы в анамнезе имели 20 человек (13,3%). Эпизоды артериальной гипотензии по уровню систолического АД (САД) < 90 мм рт. ст. в анамнезе у 19 человек (12,7%), гипертензии (САД > 140 мм рт. ст.) — у 22 человек (17,7%).

Всем измерение АД проводилось после 10-мин отдыха в положении сидя с опорой для спины, трехкратно с интервалом 2 минуты, на правой руке, с помощью электронного сфигмоманометра AND UA-787. Измерение АД в одно и то же время с 9:00 до 10:00. Для определения ситуативной и личностной тревожности использовался тест-опросник Спилбергер-Ханина. Сводка и обработка данных осуществлялась с помощью электронных таблиц Excel и программы STATISTICA 6.0.

Полученные результаты и их обсуждение. В ходе исследования установлено, что у 4 человек (2,7%) наблюдалось значения САД, соответствующие АГ 2 степени (САД > 160 мм рт. ст.), соответствующие АГ 1 степени — у 22 человек (17,7%), высокому нормальному давлению — у 22 человек (17,7%).

Данные результаты были получены путем однократного измерения АД. При повторных измерениях (втором и третьем) показатели САД изменились — снижение доли обследуемых с АГ и высоким нормальным АД. Следовательно, на частоту выявления АГ влияет кратность проводимых измерений.

Что касается гендерных различий, то было выявлено повышенные цифры АД у мужского пола в 45% случаев, а среди студентов женского пола — достоверно реже — в 14,4% ($p=0,002$). В исследовании ВАРИАЦИЯ, посвященном оценке значимости вариабельности АД и возможности его снижения выявлено, что зна-

чения вариабельности САД и ДАД у женщин выше, чем у мужчин [13].

За ВАД внутри визита мы принимали абсолютную разницу между последовательными измерениями. Количество обследуемых с разницей САД между 1-м и 2-м измерениями более 5 мм рт. ст. составило 50 человек (33,3%), диастолического АД (ДАД) — 43 человек (28,7%), между 2-м и 3-м измерениями 46 человек (30,7%) и 11 человек (7,3%) соответственно. Среднее значение разницы между первым и вторым последовательными измерениями САД равнялось $8,3 \pm 5,5$ мм рт. ст., ДАД — $5,0 \pm 3,9$ мм рт. ст., между вторым и третьим измерениями САД — $5,8 \pm 5,7$ мм рт. ст., ДАД — $3,7 \pm 3,2$ мм рт. ст. ($p < 0,05$). Исходя из выше изложенного, можно говорить о том, что ВАД в рамках визита характерна для большей части здоровых лиц, и, следовательно, одно измерение при визите у врача не будет отражать истинные значения АД.

Также было установлено, что у лиц с АГ средние показатели колебаний САД между первым и вторым измерениями превышали значения у лиц с нормальным и оптимальным уровнями АД: средние значения составили $9,9 \pm 5,9$ мм рт. ст. и $7,2 \pm 5,2$ мм рт. ст. соответственно ($p=0,015$).

Колебания АД при повторных измерениях зависят от уровня тревожности и деятельности вегетативной нервной системы. В ходе исследования проводилась оценка зависимости между ВАД внутри визита и наличием расстройства вегетативной нервной системы в анамнезе, частотой пульса и уровнем ситуативной и личностной тревожности. При корреляционном анализе значимой связи между данными явлениями не выявлено.

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Кратность измерений АД влияет на частоту выявления АГ у здоровых лиц.
2. Повышение краткосрочной вариабельности АД отмечается чаще у лиц с АГ, чем у лиц с нормальным уровнем АД.

Литература:

1. Диагностика и лечение артериальной гипертензии. Рекомендации Российского медицинского общества по артериальной гипертонии и Всероссийского научного общества кардиологов. И. Е. Чазова [и др.] // Системные гипертензии. 2010. № 3. С. 5–26.
2. Mancía G., Parati G. Ambulatory blood pressure monitoring and organ damage // Hypertension. 2000. № 36. P. 894–900.
3. Горбунов В. М. Современные представления о вариабельности артериального давления // Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии. 2012. Т. 8. № 6. С. 810–818.
4. Кравченко А. Я., Черных А. А., Будневский А. В. Вариабельность артериального у больных артериальной гипертензией и избыточной массой тела // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2016. Т. 15. № 5. С. 100.
5. Кравченко А. Я., Манохин П. В., Черных А. А. Особенности вариабельности артериального давления у лиц молодого возраста // В сборнике: Теоретические и прикладные вопросы науки и образования сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 16 частях. 2015. С. 74–77.
6. Феськова А. А., Кравченко А. Я. Особенности клинического течения гипертонической болезни на фоне субклинической гипофункции щитовидной железы // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2015. Т. 14. № 3. С. 473–476.

7. Кравченко А. Я., Манохин П. В. Исследование variability артериального давления у лиц молодого возраста // Молодой ученый. 2014. № 8. С. 347–349.
8. Кравченко А. Я., Богданова Т. Г. Особенности артериальной гипертензии у женщин детородного возраста // Проблемы женского здоровья. 2011. Т. 6. № 2. С. 71–73.
9. Кравченко А. Я., Провоторов В. М. Влияние тестостерона на уровень АД и массу миокарда левого желудочка у мужчин с гипертонической болезнью и приобретенным андогендефицитом // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2009. Т. 8. № 6 S1. С. 193.
10. Беззубцева М. В., Прибылов С. А., Прибылова Н. Н. Прогностическое значение и пути коррекции variability артериального давления и артериальной ригидности у пациентов с осложненным течением гипертонической болезни // Лечебное дело. 2015. № 2. С. 29–34.
11. Гипотиреоз и сердечно-сосудистые заболевания / А. Ф. Вербовой, Л. А. Шаронова, О. В. Косарева, Ю. А. Долгих, Н. И. Вербовая // Фарматека. 2015. № 17 (310). С. 36–41.
12. Влияние контроля артериального давления на течение и исход ишемического инсульта, в период предшествующий его развитию / М. В. Беззубцева, С. А. Прибылов, И. Ю. Семидоцкая, Н. Н. Прибылова // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2014. Т. 13. № S2. С. 15.
13. Остроумова О. Д., Бондарец О. В., Гусева Т. Ф. Значение variability артериального давления в клинической практике. Возможности амлодипина в снижении внутривизитной variability артериального давления (по результатам российской программы «ВАРИАЦИЯ») // Системные гипертензии. 2014. № 1. С. 11–16

ВЕТЕРИНАРИЯ

Теория и практика трансплантации эмбрионов крупного рогатого скота

Дробышева Кристина Вадимовна, студент

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

В статье дается понятие трансплантации эмбрионов, требования, предъявляемые к животным донорам и реципиентам, описаны стадии пересадки эмбрионов. Показано значение контроля за состоянием гормонально-метаболического гомеостаза в организме животных в период подготовки к пересадке эмбрионов и после неё.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, трансплантация, эмбрионы, стадии полового цикла, кровь, гормональный гомеостаз

Keywords: cattle, transplantation, embryos, stage of sexual cycle, the blood, hormonal homeostasis

Трансплантация эмбрионов — прогрессивный метод улучшения породных и продуктивных качеств животных, позволяющий получить потомство с улучшенными генетическими свойствами, существенно увеличив поголовье высокоценного скота. Оплодотворенные яйцеклетки (зиготы, эмбрионы) получают от генетически ценной коровы, на седьмой день после её осеменения, до прикрепления эмбриона к стенке матки. Эмбрион пересаживают в матку коровы-реципиента, которая служит в качестве «суррогатной матери» и не имеет ценных породных свойств. В случае, если пересадка окажется результативной и эмбрион приживётся, то по истечении нескольких месяцев беременности на свет появляется новорожденное животное, значительно превосходящее реципиента по своему генетическому потенциалу [1,2,8].

Требования к животным донорам и реципиентам. В качестве доноров эмбрионов используют телок или коров, обладающих высокоценным генетическим и породным потенциалом, в возрасте от 14 месяцев. Коров можно использовать для трансплантации после отела (но не ранее, чем через 2 месяца) и окончания послеродового периода, когда матка полностью восстановилась и возобновились половые циклы. В качестве доноров используют самых ценных и качественных племенных животных. Качество донора определяется по таким критериям, как племенная ценность, количество и качество молочной продукции, экстерьер, общее развитие, полноценный половой цикл и т.д.

Многие авторы рекомендуют проводить отбор животных для трансплантации эмбрионов с учетом дополнительных критериев, отражающих гормональный статус и метаболическую активность потенциальных до-

норов. При этом практическое значение имеет способность донора к множественной овуляции, к получению от него жизнеспособных эмбрионов. Считают, что для получения от донора не менее 10 овуляций и 6 жизнеспособных эмбрионов необходимо, чтобы в нулевой день полового цикла в крови коров содержание эстрадиола было на уровне 15,4 пг/мл, тестостерона — 0,18 нг/мл, ЛГ — 1,46 МЕ/л. Уровень прогестерона на 10-й день полового цикла — от 2,0 до 5,0 нг/мл (в среднем 3,55) и ЛГ — 1,54 МЕ/л. Вызывание суперовуляции может быть эффективным при содержании в крови холестерина не менее 3,55 ммоль/л, β -каротина — 8,88 мкмоль/л, витамина А — 4,36 мкмоль/л и активности аланинаминотрансферазы — не менее 0,24 мкмоль/л. [1, 2,3,7].

В качестве реципиента можно использовать животных любых пород, с учетом особенностей, отражающихся на размере и массе новорожденного. Коровам можно проводить трансплантацию эмбрионов после родов и окончания послеродового периода, на фоне восстановившихся половых циклов. Реципиентом может стать малоценное животное, не предназначенное для воспроизводства ремонтного молодняка. Для объективной оценки функциональной активности яичников животных-реципиентов и снижения эмбриональной смертности при трансплантации, проводят оценку качества желтых тел в яичнике. Учитывают также уровень гормонально-метаболического гомеостаза реципиентов, особенно — на 6–7 день естественного или индуцированного полового цикла. Пересадку эмбрионов рекомендуется проводить реципиентам с уровнем прогестерона в крови от 2,0 до 4,9 нг/мл, независимо от результатов оценки желтого тела. Соотношение

прогестерона к эстрадиолу должно быть 1:10. В случае использования телок в качестве реципиентов с уровнем прогестерона свыше 5 нг/мл, приживляемость снижается на 10–17%, ниже 2,0 нг/мл — на 25–30%. Содержание холестерина должно быть в пределах от 2,60–3,90 мкмоль/л, β -каротин — 12,2–17,3 мкмоль/л [3,9].

Суперовуляция и пересадка эмбриона. Цель гормональной стимуляции коров — получить из яичника вместо одной яйцеклетки максимальное количество половых клеток за одну овуляцию. Под влиянием фолликулостимулирующего гормона созревают множество яйцеклеток одновременно (суперовуляция). Созревшие яйцеклетки почти одновременно выбрасываются в яйцепровод, где происходит оплодотворение. Через неделю можно вымывать из матки коровы большое количество эмбрионов. Условием удачной трансплантации эмбрионов является соблюдение синхронности проявления половой охоты у доноров и реципиентов. Пересадка эмбриона реципиенту возможна лишь спустя одну неделю от начала половой охоты. Таким образом, происходит приживание эмбриона у реципиента и желтое тело функционирует. Эмбрион можно пересаживать в течение 6–8 дней после начала половой охоты реципиента, а при использовании замороженных эмбрионов срок от половой охоты до пересадки должен составлять одну неделю [7,8,9].

Эффективная трансплантация эмбрионов возможна при соблюдении двух факторов: правильный выбор оптимального времени для пересадки и синхронность полового цикла коровы-донора и коровы-реципиента. При этом необходимо внимательно отслеживать и учитывать признаки охоты [8].

Суперовуляция и синхронизация половых циклов. Заблаговременно ветеринарным врачом планируется проведение программы по пересадке эмбрионов и предоставляются индивидуальные инструкции по каждой корове. За один день до начала гормональной обработки оценивают состояние матки и яичников животных. Если в яичниках коровы функционирует желтое тело, то можно начинать процесс трансплантации эмбрионов. Фолликулостимулирующий гормон (ФСГ) вводят на протяжении 4-х дней, два раза в сутки, утром и вечером, в понижающихся дозах с интервалом в 12 часов. Реципиентов обрабатывают простагландином на второй день после начала стимулирования суперовуляций у доноров. Донорам инъецируют простагландины на третий день вечером. Это делается потому, что половая охота быстрее проявляется у доноров с суперовуляцией, чем у реципиентов [3,7].

Осеменение. На 6-й день от начала стимуляции суперовуляции реципиенты и доноры начинают входить в состояние охоты. Коров-доноров осеменяют искусственно два раза, с интервалом 9–15 часов, т.к. не все яйцеклетки созревают одновременно. При необходимости (при длительной охоте) осеменение повторяют 3-й раз. Наблюдение за признаками охоты осуществляют в течение нескольких дней. Проявление охоты у доноров и реципиентов происходит одновременно. Все признаки охоты тщательно

фиксируют. Рефлекс неподвижности — самый важный признак готовности коров-реципиентов. Оптимальная синхронность половой охоты достигается в том случае, если разница по времени не больше 24-х часов. После осуществления осеменения доноров и наступления половой охоты у реципиентов делают перерыв на одну неделю. В этот период эмбрионы развиваются в матке донора [2,3,9].

Вымывание эмбрионов. Эмбрионы извлекают из матки коровы-донора специальными катетерами через неделю после искусственного осеменения. Вымывание повторяют несколько раз. Одновременно производится массаж рога матки, с целью отделения всех эмбрионов от стенок матки. Жидкость с эмбрионами сливают в эмбриональный фильтр. После того, как один рог матки промыт, катетер переводится в другой рог матки и весь процесс повторяется.

На следующем этапе производится поиск извлеченных эмбрионов в поле зрения микроскопа. Далее производится классификация и разделение эмбрионов по категориям: I, II, III и IV. Для процесса трансплантации можно использовать свежеполученные эмбрионы категорий I, II и III. Для замораживания подходят только эмбрионы I категории. Эмбрионы IV категории не используют. После оценки эмбрионов производят ректальное исследование реципиентов, оценивают развитие желтых тел. Часть эмбрионов замораживают в криозащитной среде в сосудах, заполненных жидким азотом [2].

Пересадка эмбрионов. Пересадку эмбрионов проводят с использованием специального катетера, введенного глубоко в рог матки. Трансплантация производится спустя одну неделю после начала половой охоты, при закрытой шейке матки, с соблюдением правил асептики. Пересадку коровам часто проводят на фоне эпидуральной анестезии, телкам вводят седативные препараты. Для пересадки можно использовать замороженные или свежеполученные эмбрионы. Трансплантация свежеполученных эмбрионов производится в день их вымывания из рогов матки коровы-донора, после оценки качества. В разных странах мира процент стельности реципиентов при использовании замороженных эмбрионов составляет от 45 до 65% [1,2,3,9].

Проблемы трансплантации. Приживаемость эмбрионов — одна из ведущих проблем, с которой сталкиваются специалисты при проведении трансплантации эмбрионов коровам-реципиентам. Нередко отмечается отторжение и гибель эмбриона в организме реципиента. Причины этого явления до конца не изучены, поэтому эффективность применения метода трансплантации в некоторых хозяйствах остается под вопросом. Затраты на лабораторное оборудование, инструменты, медикаменты и т.п., весьма значительны. Однако на последнем этапе работы всегда есть риск отторжения эмбриона. В связи с этим, по мнению многих авторов, особое внимание следует уделять подбору коров-реципиентов. Ведь именно от репродуктивного здоровья реципиентов зависит успех пересадки, приживаемость эмбрионов, здоровье будущего новорожденного теленка [9].

Пересадка эмбриона самке с неизвестным характером и уровнем обменных процессов, без определения содержанием в крови половых гормонов и их соотношения проводится фактически вслепую, что экономически невыгодно. По данным Терновых С. В. и других ученых, для успешного выбора подходящего для трансплантации животного необходимо проводить подробную оценку состояния метаболизма его организма. В частности, необходимо определять содержание в крови эстрадиола, тестостерона, прогестерона, лютеинизирующего гормона, холестерина, β -каротина, витамина А, активность аланин-аминотрансферазы и т.п. [9].

Известно, что показатели гормонального и метаболического гомеостаза позволяют с высокой степенью объективности оценить интенсивность обменных процессов, протекающих в организме самки-реципиента, позволяя распознать на ранних этапах эмбрионального развития целый ряд акушерских болезней и патологию развивающегося плода. В работах Нежданова А. Г., Власова С. А., и других ученых, животным с риском развития перинатальной патологии сопутствуют нарушения гормонопродуцирующей функции фетоплацентарной системы, особенно на заключительном этапе беременности. Поэтому вполне возможно использование их для прогнозирования развития акушерской патологии на ранних этапах развития беременности и ее профилактики [4,5,6,9].

Литература:

1. Амтиславский с. Я., Максимовский Л. Ф. Методы биотехнологии в практике разведения животных. Ин-т цитологии и генетики. // Новороссийск. 1998. — 170 с.
2. Бугров А. Д. Итоги и перспективы использования технологии трансплантации эмбрионов в скотоводстве. // Научн. техн. бюл. 1999. — № 75. — с. 18–24. Будевич И. И., Усовершенствованная техника нехирургического извлечения и пересадки эмбрионов у крупного рогатого скота. // Зоот. наука. Беларусь. 1989-с. 19–25.
3. Дуранов В. С. Гормональное вызывание суперовуляции у коров-доноров. // Тез. докл. конф. «Использование гормональных препаратов в жив-ве». 1992. — с. 135–137.
4. Нежданов А. Г., Власов С. А. — Гормональные изменения в организме коров во время беременности, родов в норме и при акушерских патологиях// Сельскохозяйственная биология-1987-№ 6-С.94–96.
5. Пигарева Г. П. Система гомеостаза организма коров при физиологически протекающей беременности и акушерской патологии //Ветеринарная патология. —2012., Т. 40. — № 2, С. 17–21.
6. Пигарева Г. П. — Содержание половых стероидов в крови беременных коров с различным характером течения родов и послеродового периода // Вестник Воронежского государственного аграрного университета-2013-№ 4-С. 155–157.
7. Попов Д. В., Безбородов Н. В. — Способы вызывания суперовуляции у коров-доноров//Вестник Алтайского государственного аграрного университета — 2010 — № 9 — С. 70–75.
8. Прокофьев М. И. Регуляция размножения с/х животных. М.: Колос, — 1993. — 277 с.
9. Терновых С. В. Физиологические основы повышения эффективности гормональной индукции полиовуляции у коров-доноров эмбрионов. Диссертация. канд. ветеринарных наук. «Воронежский Государственный аграрный университет имени императора Петра I», Воронеж, 2001 23 с.

Выводы.

1. Трансплантация эмбрионов является современным эффективным методом, улучшающим породные и продуктивные качества поголовья крупного рогатого скота.

2. Основная цель трансплантации — получить от высокоценного донора наибольшее количество телят, обладающих генетическим потенциалом матери.

3. Главной задачей современных специалистов, работающих по проблеме трансплантации, является увеличение процента приживаемости эмбрионов, создание новых, простых в исполнении и недорогих схем пересадки, увеличение сроков хранения свежеполученных эмбрионов, усовершенствование криоконсервации и т.д.

4. Для оценки состояния гормонально-метаболического гомеостаза организма коров — реципиентов многие ученые рекомендуют проводить определение в крови уровня эстрадиола, тестостерона, прогестерона, лютеинизирующего гормона, холестерина, β -каротина, витамина А, активности аланин — аминотрансферазы и т.п.

5. Учитывая регулируемую роль, которую выполняют в период внутриутробного развития плода стероидные гормоны и другие биологически активные вещества, исследования крови необходимо проводить с прогностической и диагностической целью в отношении характера течения беременности, родов, послеродового периода и состояния новорожденных телят.

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал
Выходит еженедельно

№ 5 (139) / 2017

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметов И. Г.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М. Н.
Иванова Ю. В.
Каленский А. В.
Куташов В. А.
Лактионов К. С.
Сараева Н. М.
Абдрасилов Т. К.
Авдеюк О. А.
Айдаров О. Т.
Алиева Т. И.
Ахметова В. В.
Брезгин В. С.
Данилов О. Е.
Дёмин А. В.
Дядюн К. В.
Желнова К. В.
Жуйкова Т. П.
Жураев Х. О.
Игнатова М. А.
Калдыбай К. К.
Кенесов А. А.
Коварда В. В.
Комогорцев М. Г.
Котляров А. В.
Кузьмина В. М.
Курпаяниди К. И.
Кучерявенко С. А.
Лескова Е. В.
Макеева И. А.
Матвиенко Е. В.
Матроскина Т. В.
Матусевич М. С.
Мусаева У. А.
Насимов М. О.
Паридинова Б. Ж.
Прончев Г. Б.
Семахин А. М.
Сенцов А. Э.
Сенюшкин Н. С.
Титова Е. И.
Ткаченко И. Г.

Фозилов С. Ф.

Яхина А. С.

Ячинова С. Н.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (Армения)
Арошидзе П. Л. (Грузия)
Атаев З. В. (Россия)
Ахмеденов К. М. (Казахстан)
Бидова Б. Б. (Россия)
Борисов В. В. (Украина)
Велковска Г. Ц. (Болгария)
Гайич Т. (Сербия)
Данатаров А. (Туркменистан)
Данилов А. М. (Россия)
Демидов А. А. (Россия)
Досманбетова З. Р. (Казахстан)
Ешиев А. М. (Кыргызстан)
Жолдошев С. Т. (Кыргызстан)
Игисинов Н. С. (Казахстан)
Кадыров К. Б. (Узбекистан)
Кайгородов И. Б. (Бразилия)
Каленский А. В. (Россия)
Козырева О. А. (Россия)
Колпак Е. П. (Россия)
Курпаяниди К. И. (Узбекистан)
Куташов В. А. (Россия)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л. В. (Украина)
Нагервадзе М. А. (Грузия)
Прокопьев Н. Я. (Россия)
Прокофьева М. А. (Казахстан)
Рахматуллин Р. Ю. (Россия)
Ребезов М. Б. (Россия)
Сорока Ю. Г. (Украина)
Узаков Г. Н. (Узбекистан)
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)
Хоссейни А. (Иран)
Шарипов А. К. (Казахстан)

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Г. А.

Ответственные редакторы: Осянина Е. И., Вейса Л. Н.

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Бурьянов П. Я., Голубцов М. В., Майер О. В.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

почтовый: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231;

фактический: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Подписано в печать 15.02.2017. Тираж 500 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 25