

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



2 2020
ЧАСТЬ I

16+

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 2 (292) / 2020

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

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 (Казахстан)
Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук
Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)
Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)
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 (Узбекистан)
Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения
Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)
Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
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
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
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 (Казахстан)
Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)
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
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры
Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)
Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук
Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

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 Бекмуратович, кандидат педагогических наук, декан (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)
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)
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)
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

На обложке изображен Фердинанд Порше (1875–1951), немецкий конструктор автомобилей и бронетанковой техники, основатель компании Porsche.

Фердинанд Порше родился в маленьком городке Мафферсдорфе (ныне Вратиславице, Чехия) в семье судетских немцев. Отец Фердинанда, Антон Порше, владел ремонтной мастерской. Умелый жестянщик, он пользовался уважением местных жителей и даже избирался на должность мэра. У Фердинанда были старший брат и старшая сестра. Антон Порше собирался сделать своим наследником старшего сына, но тот погиб в результате несчастного случая, когда работал подмастерьем в мастерской. После этого наследником отца стал Фердинанд.

Получив образование инженера, он целиком окупился в проектирование автомобилей и моторов к ним, особую страсть испытывая к гоночным авто. И в 1910 году его «австро-даймлеры» завоевали в гонке все три первых места, причем за рулем одного из них сидел сам маэстро, а механиком в экипаже числился восемнадцатилетний хорват... Иосиф Броз Тито — будущий президент Югославии. Чуть позже машина «Саша», названная в честь спонсора, киномагната Александра Коловрата, стала одним из лидеров в гонках «Тарга-Флорио». Сам же Порше переходил из фирмы в фирму, ибо бестактность и нетерпимость конструктора к недалёковидным и скаредным владельцам автокомпаний равнялись его одаренности.

Уже в то время его волновала идея создания недорогой «массовой» машины, он работал над мотором и прочими узлами будущего народного автомобиля. Но этим планам нескоро суждено было сбыться: началась Первая мировая, и Порше пришлось заниматься исключительно военной техникой. После нее — снова работа над гоночными моделями: богатые спонсоры жаждали острых ощущений и быстрой езды.

Как-то конструктор по личному приглашению Сталина посетил СССР. Ему предложили осмотреть любой завод, включая Сталинградский тракторный (разумеется, с прицелом на танковые разработки), и якобы даже посулили пост министра автомобилестроения. От столь лестного предложения Порше отказался, поскольку в Стране Советов автотранспорт никак не развивался, а он готов был проектировать танки только параллельно с автомобилями. Такую возможность ему предоставила другая одиозная личность.

Появлением «жука» мир обязан... Адольфу Гитлеру. Фюрер был большим любителем авто, хотя так и не научился вождению. Он восторгался работами Порше и, забывая о своей популярности в массах, с удовольствием поддержал идею народного автомобиля, которая работала на имидж вождя и «отца нации». Перед немецкими промышленниками поставили жесткую задачу: создать машину ценой до тысячи рейхсмарок, способную перевозить минимум четырех человек, расходуя на сто километров не более пяти литров топлива и двигаясь со скоростью не менее 80 км/час. Так Порше заполучил высокого спонсора и «зеленый свет» для реализации своей мечты. После удачного дебюта автомобиля фюрер отдал приказ начать массовое производство, а герр Порше окончательно стал его фаворитом.

Однако военная техника этому гению хронически не удавалась. Так, над прототипами знаменитого «Тигра» работали два конкурирующих завода — Хеншель и Порше. Когда пришло время выбирать, Гитлер отдал пальму первенства и госзаказ первому. Легкий разведывательный танк «Леопард», самоходное орудие «Фердинанд» и сверхтяжелый танк Maus не пошли в массовое производство.

Когда война закончилась, Порше был арестован французскими солдатами и приговорен к тюремному заключению, которое он отбывал в течение 22 месяцев. А в это время его сын Фердинанд, который по стопам отца, работал над созданием нового гоночного автомобиля Cisitalia — продукта компании «Порше». Есть мнение, что, вернувшись из тюрьмы, отец сказал сыну: «Я создал бы все в точности так же, вплоть до последнего винтика». Семейная команда отца и сына вошла в историю, когда в 1950 году они представили миру спортивный автомобиль «Порше». Ну а «жуки» быстро завоевали Европу, а затем и весь мир. За сорок лет выпущено более 20 миллионов малолитражек — абсолютный рекорд для одной модели, зафиксированный в Книге рекордов Гиннесса. Существует также легенда, что Джон Леннон назвал свою группу Beatles в честь любимого американцами автомобиля.

За свои достижения Порше получил почетную степень доктора наук в Имперском техническом университете, а также Немецкую национальную награду за вклад в искусство и науку. Музеи имени Порше были основаны в Австрии, Чехии и Германии.

Екатерина Осянина, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Сауленко Е. П.

Анализ системы уравнений «хищник — жертва» и доказательство первого и второго законов Вольтерры.....1

ФИЗИКА

Дугиева Д. А.

Рентгеновское излучение и его применение в медицине..... 5

ХИМИЯ

Божко К. Г.

Влияние биологической очистки сточных вод на изменение содержания соединений неорганического азота7

Дадашева С. С.

Влияние термодаровой обработки на кислотные и каталитические свойства пентасилов в термокаталитическом превращении газоконденсата..... 10

Ивчин Д. С., Сатыбалдиев А. К.

Внутренние напряжения никелевых покрытий, полученных из ацетатно-хлоридных электролитов с различными дикарбоновыми кислотами.....12

Сатыбалдиев А. К., Ивчин Д. С.

Управление качеством асфальтобетонных смесей с применением контрольных карт Шухарта14

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лобашевская В. А.

Разработка программного кода, реализующего на основе однодокументного интерфейса движение фигуры на плоскости 17

Сулова Т. В.

Интеллектуальные транспортные системы: перспективы развития в российском транспортном комплексе..... 20

Тайшибаев Т. Б.

Разработка системы онтологий Интернета вещей22

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Ажгалиев Р. С.

Значение 3D-принтеров в литейном производстве 27

Волков К. А.

Дисплеи, проецирующие изображение на сетчатку.....29

Гасанов И. Р., Джамалбеков М. А.

Влияние инерционных сил на фильтрацию флюидов с учетом начального градиента при нелинейном законе фильтрации..... 31

Гончарук А. И., Кузнецов Е. Е., Кожаева Е. Г., Самсонов А. Е., Сиренко Д. Л.

Повышение эффективности использования автосамосвалов в условиях низких температур путём совершенствования конструкции автомобиля и модернизации процесса смазки .36

Жиганов К. В., Кокурин А. К., Данилов П. В., Зейнетдинова О. Г., Дашевский А. Р., Наконечный С. Н., Бросалова Л. А.	
К вопросу о необходимости разработки критериев и анализа проблем определения перечня опасных объектов, которым необходимо создание локальных систем оповещения.....	39
Пикалов М. Е.	
Применение основных методов и теорем теоретической механики при проектировании сопловых блоков твердотопливных ракетных двигателей.....	44
Пикалов М. Е.	
Сравнительный анализ двух смесевых твердых топлив с точки зрения экологичности продуктов сгорания.....	46
Пухова Е. А.	
Методика расчета максимального момента и частоты вращения вала редуктора для платформы с 6 степенями свободы с помощью программного комплекса MATLAB.....	48
Саъдуллаев Т. М., Сайлиев Ф. О.	
Разработка оптимальных решений бесконтактных коммутирующих устройств для электрических машин переменного тока.....	51
АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО	
Ботарева К. С., Марченко М. Н.	
Этапы дизайн-проектирования корпоративного набора.....	54

МЕДИЦИНА

Абдушарипов М. А., Абдуллаева Д. К.	
Результаты магнитно-резонансной томографии у детей с впервые выявленной эпилепсией.....	56
Кемельбеков К. С., Кожаметова У. А., Косымбетова Ш. К., Кузенбаева А. Е.	
Структура распространенности врожденного порока сердца у новорожденных детей в современном мире и Казахстане (литературный обзор).....	59
Николаева А. А., Чумаков С. А.	
Гомеопатия: история и современность.....	62
Фаткуллина Л. К.	
Альтернативная терапия пищевой поддержки лиц с расстройствами глотания в результате инсультов, черепно-мозговых травм, удаления опухолей головного мозга.....	64
Хаджимухамедов Ш. Б.	
Медицинские и педагогические аспекты реабилитации детей после кохлеарной имплантации.....	70
Шестакова А. Д., Прокофьев М. Е.	
Формирование биопленок возбудителями оппортунистических инфекций на изделиях из силиконового каучука.....	73

МАТЕМАТИКА

Анализ системы уравнений «хищник — жертва» и доказательство первого и второго законов Вольтерры

Сауленко Евгений Павлович, студент

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций имени профессора М. А. Бонч-Бруевича

В данной статье рассмотрена система дифференциальных уравнений Лотки — Вольтерры, а также приведены формулировки доказательства первого и второго законов Вольтерры.

Ключевые слова: математика, дифференциальные уравнения, система Лотки — Вольтерры.

Существует множество практических приложений теории дифференциальных уравнений, одним из таковых является исследование конкуренции двух некоторых групп, называемых условно «хищниками» и «жертвами». Модель, описывающая данные взаимоотношения, была предложена в начале XX века Альфредом Лоткой и Вито Вольтеррой, работавшими независимо друг от друга.

Модель Лотки — Вольтерры представляет собой систему дифференциальных уравнений вида:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = kx - axy \\ \frac{dy}{dt} = -ly + bxy \end{cases}$$

Где x и y — количество жертв и хищников соответственно,

k — коэффициент рождаемости жертв, l — коэффициент убыли хищников. При встречах хищников и жертв происходит убийство жертв с коэффициентом a , сытые хищники способны к воспроизводству с коэффициентом b .

Для данной модели Вито Вольтерра вывел три закона [1], в данной статье мы рассмотрим и приведем доказательства для первого и второго закона Вольтерры. Все законы приведены в формулировке, представленной в учебном пособии «Модели динамики популяций» С. В. Соколова [2]

Первый закон Вольтерры сформулирован следующим образом: «Процесс уничтожения жертвы хищником нередко приводит к периодическим колебаниям численности популяций обоих видов, зависящим только от скорости роста популяций хищника и жертвы и от исходного соотношения их численности. Колебания численности двух видов периодическое, с периодом, зависящим как от начальной численности, так и от коэффициентов системы».

Докажем его, основываясь на методе В. И. Арнольда [3].

Теорема: Фазовые кривые системы замкнуты

Доказательство: Приведем данную систему к уравнению с разделяющимися переменными вида

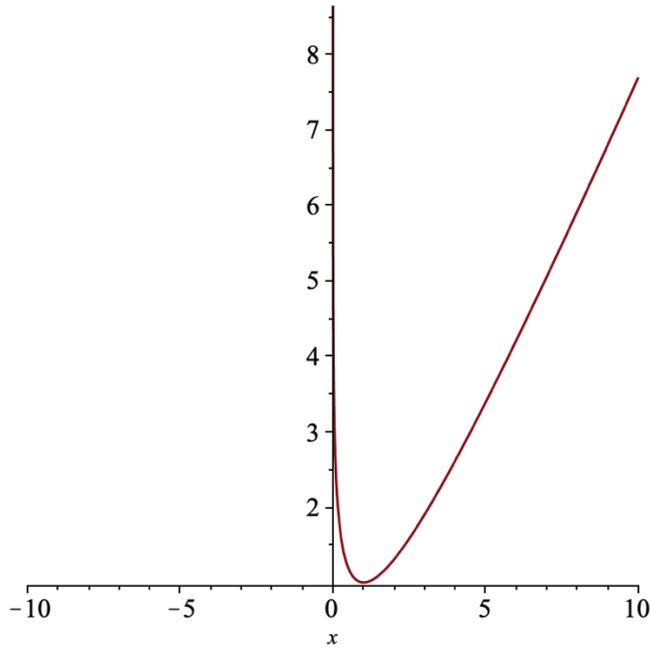
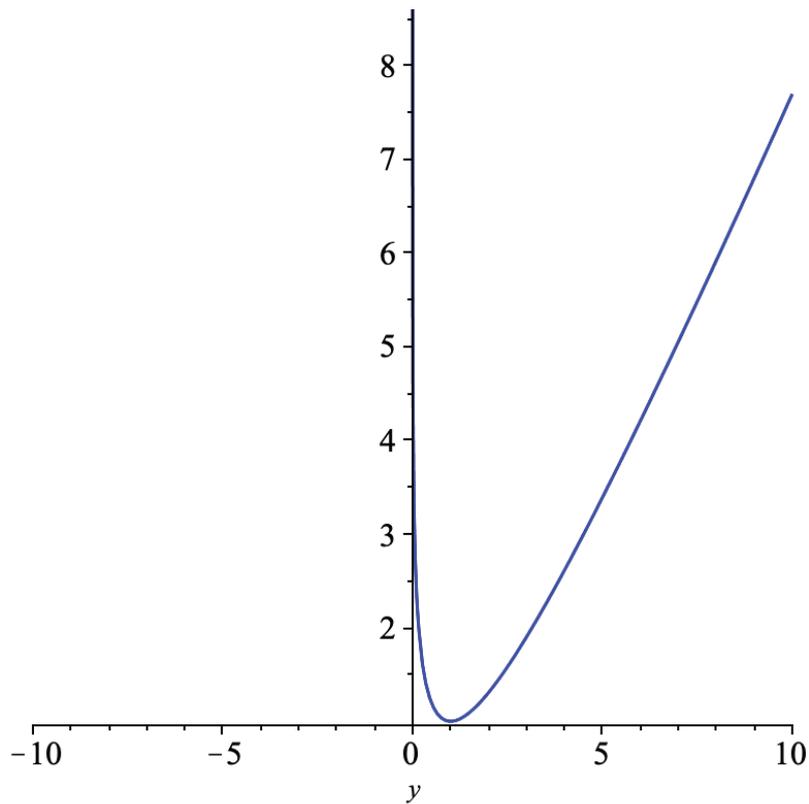
$$\frac{dy}{dx} = \frac{y(bx - l)}{x(k - ay)}$$

Его интегральные кривые совпадают с фазовыми кривыми исходной системы в области, где $x, y, bx-l$ и $k-ay$ отличны от 0.

Следовательно,

$$\int \frac{(k - ay)}{y} dy = \int \frac{(bx - l)}{x} dx + C$$

Аналогично можем записать $p(x) + q(y) = c$, где $p = bx - l \ln x$, и $q = ay - k \ln y$. Графики функций p и q имеют вид ям (рисунок 1 и 2), тогда и график функции $p+q$ имеет такой же вид.

Рис. 1. Эскиз графика функции $r(x)$ Рис. 2. Эскиз графика функции $q(y)$

Следовательно, линии уровня функции $r+q$ являются замкнутыми кривыми (Рисунок 3), совпадающими с фазовыми кривыми исходной системы (Рисунок 4). Теорема доказана.

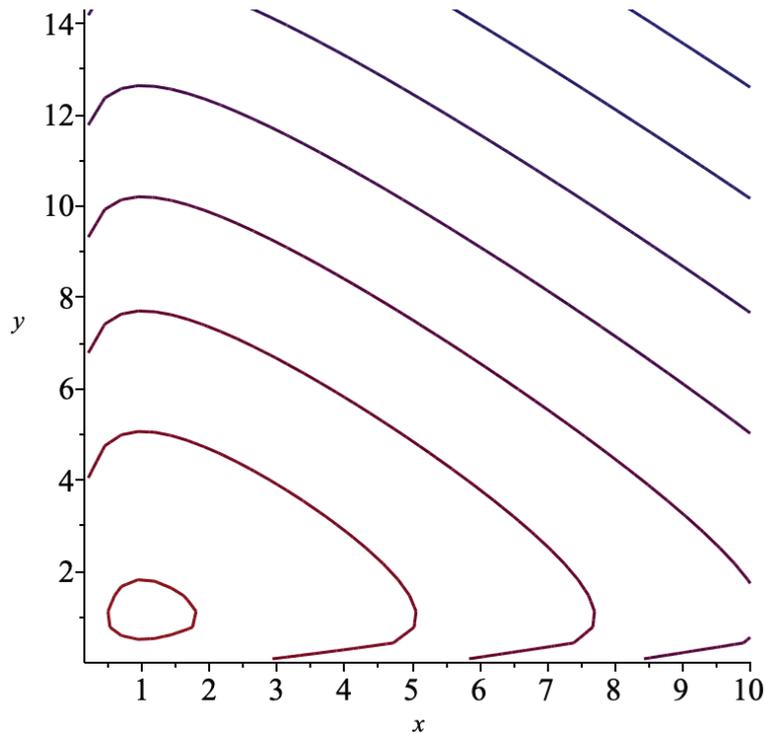


Рис. 3. Линии уровня функции $p+q$

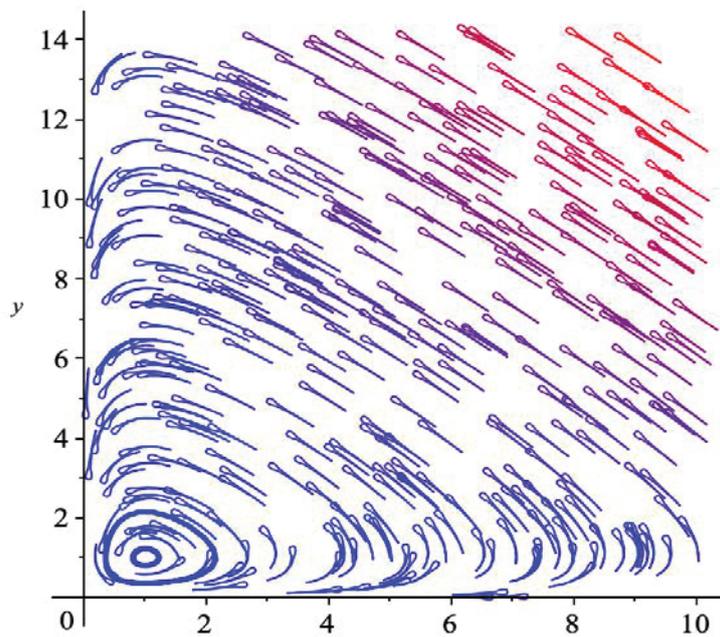


Рис. 4. Фазовые кривые системы Лотки-Вольтерра

Из замкнутости фазовых кривых следует, что x и y меняются со временем периодически. Первый закон Вольтерры доказан.

Второй закон Вольтерры: «Средняя численность популяции для каждого вида постоянна, независимо от начального уровня, при условии, что специфические скорости увеличения численности популяций, а также эффективность хищничества постоянны. Средняя численность популяции не зависит от начальной численности, но зависит от коэффициентов системы» [2].

Докажем второй закон, основываясь на методе из [2], для этого вычислим среднее значение количества хищников и жертв для произвольной фазовой кривой в положительном квадранте.

Произведем для удобства замену $l_1 = -l$. Перепишем исходную систему в виде:

$$\begin{cases} \frac{dlnx}{dt} = k - ay \\ \frac{dlny}{dt} = l_1 + bx \end{cases}$$

Проинтегрируем первое уравнение на промежутке $[0; T]$, где T — период колебаний.

$$\int_0^T \frac{dlnx(t)}{dt} dt = \int_0^T (k - ay(t)) dt = kT + a \int_0^T y(t) dt$$

Учитывая формулу Ньютона — Лейбница, свойства интеграла [4] и свойства периодических функций:

$$\int_0^T \frac{dlnx(t)}{dt} dt = lnx(T) - lnx(0) = 0$$

Получаем:

$$\frac{1}{T} \int_0^T y(t) dt = -\frac{k}{a}$$

Аналогично, интегрируя второе уравнение:

$$\frac{1}{T} \int_0^T x(t) dt = -\frac{l_1}{b}$$

Второй закон Вольтерры доказан.

Выводы:

1. Фазовые кривые системы уравнений Лотки-Вольтерра замкнуты
2. Численность популяций хищников и жертв меняется периодически
3. Период колебаний зависит от начальной численности популяций и коэффициентов системы
4. Средняя численность популяции не зависит от начального значения, но зависит от коэффициентов системы

Литература:

1. Вольтерра, В. Математическая теория борьбы за существование. М.: Наука, 1976. 228 с.
2. Соколов, С. В. Модели динамики популяций: учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2018. 61 с.
3. Арнольд, В. И. Обыкновенные дифференциальные уравнения. — Новое издание, исправл. — М.: МЦНМО, 2012. 344 с.: ил.
4. Зорич, В. А. Математический анализ. Часть I. — 6-е изд, дополн. — М.: МЦНМО, 2012. — XVIII + 702 с. Библи.: 55 назв. Илл.: 65.

ФИЗИКА

Рентгеновское излучение и его применение в медицине

Дугиева Диана Алихановна, студент
Ингушский государственный университет (г. Магас)

В 1895 году немецким знаменитым физиком Вильгельмом Рентгеном был обнаружен новый, ранее не известный вид электромагнитного излучения, которое было названо в честь своего открывателя — рентгеновским. Проводя опыты по проникновению тока между двумя электродами в вакууме, он обнаружил, что экран, который был покрыт люминесцентным веществом бария, светится, в то время как разрядная трубка была закрыта черным картонным экраном. Таким образом, было получено излучение, которое проникает через непрозрачные помехи, названное Рентгеном X-лучами. Рентгеновское излучение вызывает почернение фотопленки. Проходя через исследуемый объект и падая на фотопленку, рентгеновское излучение показывает на ней его внутреннюю структуру. Так как пронизывающая способность рентгеновского излучения для разных материалов различна, менее прозрачные для него части объекта дают более светлые участки на фотоснимке, чем те, через которые излучение проникает лучше. Костные ткани менее прозрачны для рентгеновского излучения, чем ткани, из которых состоит кожа и внутренние органы. Поэтому на рентгенограмме кости обозначаются как более светлые участки и более прозрачные для излучения место перелома может быть достаточно легко обнаружено.

Возникновение рентгеновского излучения.

Рентгеновские лучи возникают, когда с газоразрядной трубкой низкого давления сталкиваются электроны, движущиеся с большими скоростями. Нынешняя рентгеновская трубка представляет собой вакуумированный стеклянный баллон, содержащий в себе катод и анод. Катод является вольфрамовой нитью, которая нагревается электрическим током. В результате термоэлектронной эмиссии это приводит к испусканию катодов электронов. В рентгеновской трубке электроны ускоряются электрическим полем. Из-за того, что в трубке мало число молекул газа, электроны по пути к аноду не теряют своей энергии, с очень большой скоростью они достигают анода.

Рентгеновские лучи появляются тогда, когда электроны, движущиеся с большой скоростью, тормозятся ма-

териалом анода. В рентгеновской трубке он должен быть сделан из металла, который имеет высокую температуру плавления, например, из металла. Анод необходимо искусственно охлаждать, так как часть энергии электронов рассеивается в виде тепла, а та часть энергии, которая не рассеивается, превращается в энергию электромагнитных волн (рентгеновские лучи). Таким образом, результатом бомбардировки электронами вещества анода являются рентгеновские лучи.

Рентгеновское излучение, исходящее из антикатада трубки, состоит из двух частей. Первая — это есть тормозное излучение, которое возникает при торможении электронов в антикатоде. Его свойства никак не зависят от материала анода. Тормозное излучение при разложении по длинам волн даёт сплошной спектр, как и спектр видимого белого света. В сторону длинных волн интенсивность тормозного излучения спадает и стремится к нулю, а со стороны коротких волн сплошной спектр резко обрывается. Такая особенность рентгеновского сплошного излучения объясняется его квантовой природой. Она никак не зависит от материала антикатада, определяется только напряжением на трубке.

Вторая часть — это характеристическое излучение. Оно, напротив, имеет линейчатый спектр, т. е. состоит из определенно расположенных узких спектральных линий. При переходе атома с одного энергетического уровня на другой возникает линия характеристического излучения. Их длины волн зависят от материала анода. Данное излучение появляется лишь тогда, когда напряжение на трубке начинает превышать определённое значение, которое зависит лишь от материала анода.

Помимо рентгеновской трубки, источником рентгеновского излучения может быть радиоактивный изотоп, одни испускают рентгеновское излучение, а другие испускают электроны, возбуждающие рентгеновское излучение при бомбардировке металлических мишеней. Для радиоактивных источников интенсивность излучения меньше, чем рентгеновской трубки. Радиоактивные примеси замечены в минералах, отмечено также рентгеновское излучение космических объектов и звёзд.

Рентгеновское излучение в медицине.

Рентгеновское излучение обладает высокой проникающей способностью и своё применение они нашли в диагностике. В первое время после открытия рентгеновское излучение применялось для исследования переломов костей и определения инородных тел (например, пули) в теле человека. В настоящее время применяют несколько методов, основанных на рентгеновском излучении.

Рентгеноскопия — этот метод даёт изучить функциональное состояние органов. Рентгеновский прибор состоит из рентгеновской трубки и флюоресцирующего экрана. Для того, чтобы защитить врача от воздействия рентгеновских лучей, между глазами врача и экраном устанавливают свинцовое окно. Недостатки данного метода — большие дозы излучения, которые получает пациент во время процедуры.

Флюорография. Данный диагностический метод позволяет получить фотографию с изображением органов и тканей. Чаще всего используют флюорографию грудной клетки, для диагностики заболеваний лёгких, сердца, грудной клетки и иные патологии.

Рентгенотерапия — это нынешний метод, позволяющий производить лечение заболеваний неонкологиче-

ского профиля, причем как самостоятельно, так и в сочетании с другими методами. Она направлена на снижение воспалительной реакции, подавление болевой чувствительности и секреторной активности желез. Наиболее чувствительны к рентгеновским лучам лейкоциты, клетки злокачественных опухолей, половые железы и кровеносные органы. В каждом случае дозу облучения следует определять индивидуально.

В 1901 году Рентгену за открытие рентгеновских лучей в области физики была присуждена Нобелевская премия. Таким образом, рентгеновские лучи, представляющие собой невидимые электромагнитные излучения с длиной волны 102–105 нм, имеют способность проникать через непрозрачные материалы для видимого света. Испускаются они при переходах электронов с внешних электронных оболочек атома на внутренние (линейчатый спектр) и при торможении быстрых электронов в веществе (непрерывный спектр). Приёмники рентгеновского излучения — люминесцентные экраны, фотоплёнка, а источниками являются — ускорители рентгеновская трубка, накопители электронов и радиоактивные изотопы. Применяются в медицине, рентгеновском анализе и т. д.

Литература:

1. Кудрявцев, П. С. «История физики» — М., 1956
2. Кудрявцев, П. С. «Курс физики» — М., Просвещение, 1974.
3. Савельев, И. В. «Курс физики» — М., Наука, 1989.
4. Храмов, Ю. А. «Физика» — М., Наука, 1983.
5. Сивухин, Д. В. «Атомная и ядерная физика» — М., ФИЗМАТЛИТ, 1989, Изд-во МФТИ, 2002.

ХИМИЯ

Влияние биологической очистки сточных вод на изменение содержания соединений неорганического азота

Божко Ксения Григорьевна, студент магистратуры;

Научный руководитель: Попова Людмила Федоровна, доктор биологических наук, кандидат химических наук, профессор
Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова (г. Архангельск)

В статье с помощью графиков на примере изменения содержания соединений неорганического азота в сточных водах проиллюстрирован процесс нитрификации, происходящий на канализационных очистных сооружениях с биологической очисткой.

Ключевые слова: сточные воды, биологическая очистка, соединения неорганического азота, нитрификация.

Введение: Соединения неорганического азота поступают на очистные сооружения в основном в виде аммонийного азота, так как в результате транспортировки сточных вод на канализационные очистные сооружения происходит процесс аммонификации. Он заключается в воздействии микроорганизмов на распад мочевины, содержащейся в довольно большом количестве в хозяйственно-бытовых сточных водах, с образованием ионов аммония. Соответственно, чем больше времени проходит от сброса сточных вод в систему канализации до их поступления на очистные сооружения, тем глубже будет протекать данный процесс.

Содержание нитрат-ионов на входе в очистные сооружения невелико, а содержание нитрит-ионов городских сточных водах вообще можно считать незначительным.

Очистка сточных вод — это достаточно трудоемкий процесс, который может включать в себя несколько стадий: механический, биологический, физико-химический и этап дезинфекции.

Цель исследования — оценить динамику изменения содержания соединений неорганического азота (ионы аммония, нитрит- и нитрат-ионы) при наличии биологической очистки на канализационных очистных сооружениях.

Объектом исследования было выбрано одно канализационное очистное сооружение (КОС) с действующими этапами механической и биологической очистки. Отбор проб и их химический анализ проводился ежемесячно на входе и выходе с КОС в период с января по сентябрь 2018 г. в целях производственного контроля. За октябрь-ноябрь 2018 г. пробы были взяты только на выходах с КОС, в связи с переходом лаборатории МУП «Водоочистка» Испытательный центр контроля качества воды (ИЦККВ) г. Архангельск на ежеквартальный метод контроля показателей на входах в КОС.

Определение содержания ионов аммония, нитрит- и нитрат-ионов проводилось согласно методикам ПНД Ф 14.1:2:3.1–95, ПНД Ф 14.1:2:4.3–95 и ПНД Ф 14.1:2:4.4–95 соответственно [1, 2, 3]. Все данные были взяты из официальных протоколов МУП «Водоочистка» Испытательный центр контроля качества воды и в дальнейшем зашифрованы.

Биологический метод протекает за счет функционирования микроорганизмов активного ила, которые осуществляют комплекс окислительно-восстановительных процессов, конечным результатом которых является разложение органических веществ до минеральных соединений. Это очень ярко видно при примере объекта В, где концентрация ионов аммония снижается очень существенно, а вот концентрация нитрит- и в большей степени нитрат-ионов очень увеличивается (Таблица 1).

Одна из групп процессов, происходящих в системах биологической очистки сточных вод, связана с механизмом «нитрификации» — последовательного окисления азота аммонийных солей в азот нитритов, а затем в азот нитратов. Протекание этих процессов характерно для глубокой биологической очистки, когда в сточных водах практически отсутствуют органические вещества [4]. Стехиометрические уравнения процесса для каждой стадии нитрификации имеют вид:

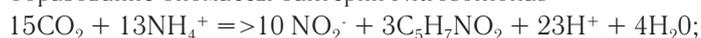
Таблица 1. Содержание соединений неорганического азота на Объекте В

Месяц	Аммоний ион, мг/л		Нитрит-ион, мг/л		Нитрат-ион, мг/л	
	Вход КОС	Выход КОС	Вход КОС	Выход КОС	Вход КОС	Выход КОС
Январь	33,3±7,0	0,26±0,09	<0,02	0,020±0,004	0,29±0,10	99,5±21,9
Февраль	46,3±9,7	0,32±0,11	<0,02	0,026±0,005	0,48±0,16	87,7±21,5
Март	21,7±4,6	3,33±0,70	>10,0	0,47±0,07	13,0±2,9	96,9±21,3
Апрель	46,1±9,7	0,39±0,14	<0,02	<0,02	0,45±0,15	108±24
Май	19,9±4,2	3,10±0,65	<0,02	0,18±0,03	11,0±2,4	0,31±0,11
Июнь	27,2±5,7	1,66±0,35	0,052±0,010	0,21±0,03	0,66±0,22	84,5±18,6
Июль	23,4±4,9	4,79±1,00	0,036±0,007	0,24±0,03	0,45±0,15	34,1±7,5
Август	38,0±8,0	0,56±0,20	<0,02	0,039±0,008	0,48±0,16	>100
Сентябрь	36,5±7,7	0,59±0,21	<0,02	<0,02	0,47±0,16	37,9±8,3
Октябрь	31,5±6,6	3,75±0,79	0,049±0,010	0,14±0,02	0,59±0,20	65,2±14,3
Ноябрь	-	0,82±0,29	-	<0,02	-	71,8±15,8
Декабрь	-	0,62±0,22	-	<0,02	-	82,0±12,0

1 стадия — образование нитритов



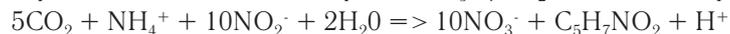
образование биомассы бактерий Nitrosomonas



2 стадия — образование нитратов



образование биомассы бактерий, где $\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2$ является эмпирической формулой биомассы



На Рис. 1 наглядно видно, как происходит 1 стадия процесса нитрификации, когда концентрация ионов аммония резко падает на выходе с очистных сооружений.

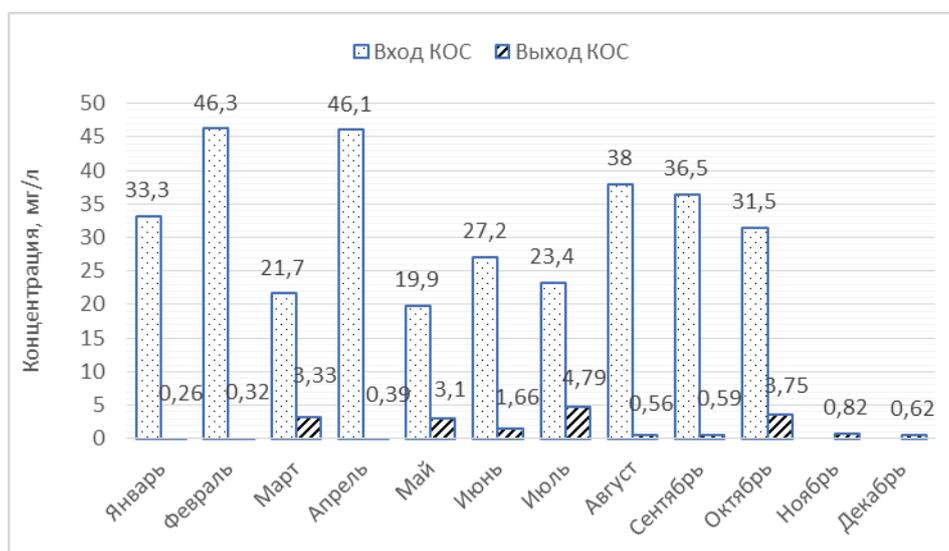


Рис. 1. Концентрация ионов аммония (мг/л) на Объекте В

Второй частью первой стадии является образование нитрит-ионов, которое довольно хорошо отображается на Рис. 2, где мы видим увеличение содержания нитрит-ионов на выходе с КОС по сравнению с содержанием на входе (показатель за март на входе КОС был исключен из графика, так как уменьшал его наглядность).

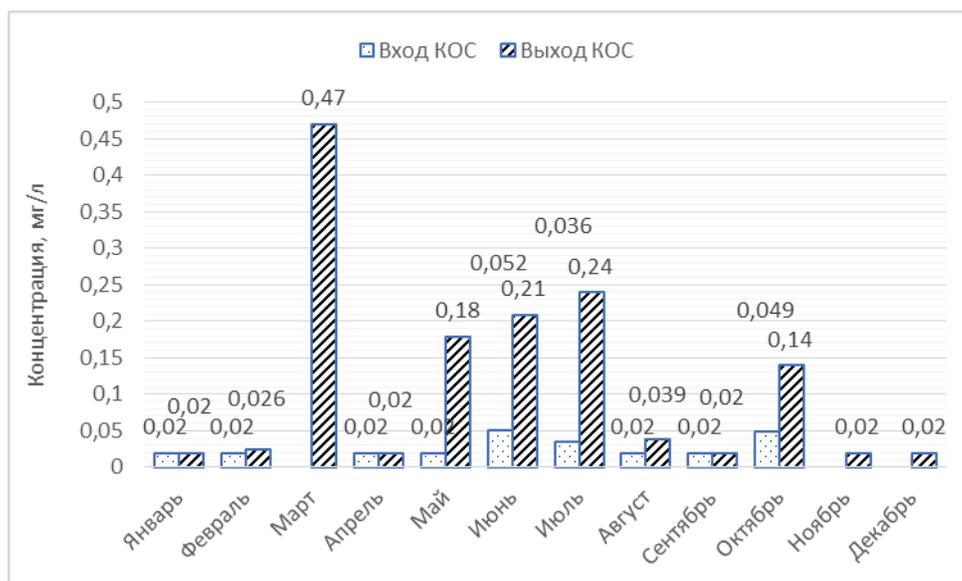


Рис. 2. Концентрация нитрит-ионов (мг/л) на Объекте В

Заключительным этапом процесса нитрификации является образование нитрат-ионов (Рис. 3), его концентрация на выход с КОС во много раз превышает концентрацию на входе.

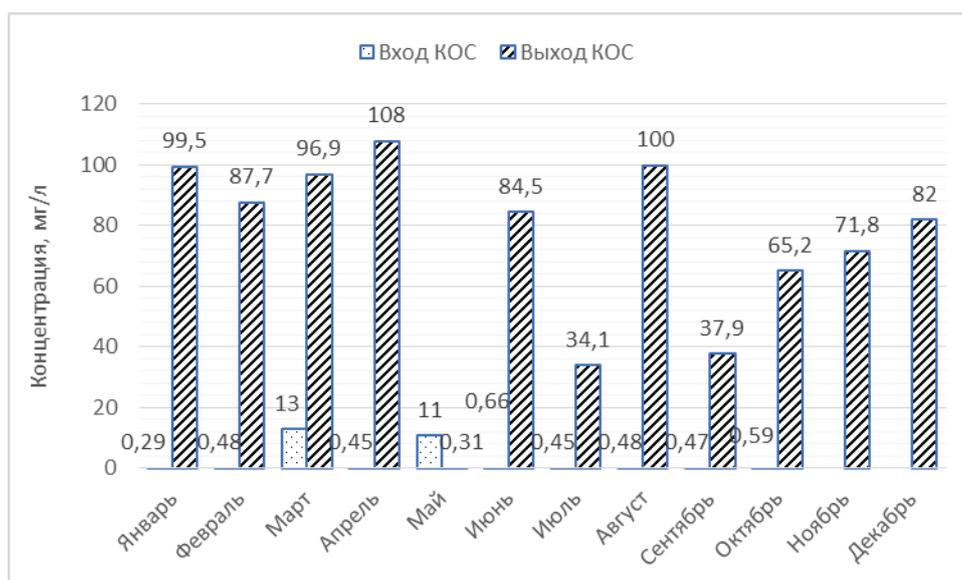


Рис. 3. Концентрация нитрат-ионов (мг/л) на Объекте В

Таким образом, зная распределение концентраций соединений неорганического азота на входах и выходах с КОС, можно предположить наличие или отсутствие этапа биологической очистки на канализационном очистном сооружении. И наоборот, учитывая методику очистки сточных вод, можно предположить степень изменения содержания некоторых соединений неорганического азота.

Литература:

1. ПНД Ф 14.1:2:3.1–95 Методика измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера.
2. ПНД Ф 14.1:2:4.4–95 Методика измерений массовой концентрации нитрат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой.
3. ПНД Ф 14.1:2:4.3–95 Методика измерений массовой концентрации нитрит-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Грисса.

4. Кафаров, В.В., Винаров А.Ю., Гордеев Л.С. Моделирование и системный анализ биохимических производств. — М.: Лесн. пром-сть, 1985. — 280 с.

Влияние термopаровой обработки на кислотные и каталитические свойства пентасилов в термокаталитическом превращении газоконденсата

Дадашева Севиндж Сервер гызы, аспирант
Бакинский государственный университет (Азербайджан)

Изучено влияние условий термopаровой обработки (ТПО) на каталитические свойства пентасилов в процессе превращения газоконденсата в олефиновые углеводороды C_2-C_4 . Показано, условия ТПО пентасилов существенно влияют на распределение кислотных центров, в результате чего происходит уменьшение силы и концентрации сильных кислотных центров, что повышает выход низших алкенов C_2-C_4 при термокаталитическом превращении газоконденсата. Оптимальным условием ТПО для цеолитов при котором достигается высокий выход алкенов C_2-C_4 (45,2–45,8 масс. %) является $550^\circ C$ при продолжительности 10 ч.

Ключевые слова: газоконденсат, высококремнеземный цеолит типа ЦВМ, термopаровая обработка, олефины C_2-C_4 .

В последнее время наблюдается нарастающее внимание к исследованиям в области каталитических технологий получения низших олефинов C_2-C_4 путём превращения низкооктановых бензиновых фракций и газоконденсатов в присутствии высококремнеземных цеолитов типа пентасилов [1–4]. В работах [5–10] показано, что активность и селективность пентасилов в превращениях углеводородного сырья обусловлено их кислотными и молекулярно-ситовыми свойствами. Одним из возможных способов регулирования кислотных и молекулярно-ситовых свойств цеолитов с целью повышения их селективности по олефинам C_2-C_4 является сочетание термической и термopаровой обработки цеолитсодержащих катализаторов.

В связи с этим целью настоящей работы явилось изучение влияния условий термopаровой обработки на каталитические свойства пентасилов в процессе превращения газоконденсата в олефиновые углеводороды C_2-C_4 .

Экспериментальная часть

Катализаторы готовили из высококремнеземного цеолита ЦВМ с мольным отношением $SiO_2/Al_2O_3=33$, который путём ионного обмена переводили в NH_4 -форму по методике, описанной ранее [11,12]. Термическим разложением NH_4 -формы при $500^\circ C$ в течение 4 ч получали H-форму цеолита. Для исследования влияния термopаровой обработки (ТПО) на кислотные и каталитические свойства образцы цеолитов НЦВМ были подвергнуты в течение различного времени предварительной обработке паром при $550^\circ C$ (2, 5 и 10ч) и $700^\circ C$ (2 и 5ч).

Термокаталитическое превращение газоконденсата исследовали на установке проточного типа с кварцевым реактором со стационарным слоем катализатора. Каталитические опыты проводили при температуре $550-650^\circ C$ с 5 мл катализатора с объёмной скоростью подачи сырья

2 ч⁻¹. В качестве исходного сырья использовали газовый конденсат состава, % масс.: парафиновые углеводороды — 76,6; нафтеновые — 19,5; ароматические — 3,9. Продукты реакции анализировали хроматографическим методом. Условия анализа описаны в работе.

Результаты и их обсуждение

Из таблицы видно, что ТПО образцов приводит к снижению суммарной концентрации и силы кислотных центров H — пентасилов, причем, в первую очередь наблюдается снижение концентрации сильнокислотных центров (табл. 1.)

На образцах пентасилов, подвергнутых ТПО, наблюдается общая тенденция к уменьшению конверсии газоконденсата и снижению образования ароматических углеводородов, что связано со снижением концентрации сильных кислотных центров.

На образцах НЦВМ и H-ультрасил подвергнутых ТПО от 2 до 10 ч происходит повышение выхода алкенов C_2-C_4 с 42,4 до 45,2% (табл. 2.). Повышение температуры обработки H-пентасилов паром до $700^\circ C$ в течение 2 ч приводит к увеличению выхода алкенов, однако наблюдается снижение конверсии газоконденсата.

T_I и T_{II} — температуры максимумов пиков для форм I и II;
 C_I и C_{II} — концентрации кислотных центров для форм I и II.

Выход алкенов C_2-C_4 на НЦВМ составляет 44,6 при выходе газа равном 70,4%. Увеличение продолжительности ТПО при $700^\circ C$ до 5 ч существенно снижает выход газа и алкенов C_2-C_4 . При этом содержание алкенов C_2-C_4 на НЦВМ и H-ультрасиле снижается до 62,2–63,5%, а выход алкенов C_2-C_4 до 31,1–32,8 масс. % (табл. 2.).

Таким образом, оптимальным условием ТПО для цеолитов является $550^\circ C$ при продолжительности 10 ч. При этом выход алкенов C_2-C_4 на НЦВМ и H-ультрасиле составляет 45,2 и 45,8 масс. % соответственно.

Таблица 1. Кислотные характеристики цеолитов подвергнутых ТПО

Цеолит, условия обработки	T _{max} °C		Концентрация кислотных центров, мкмольг ⁻¹		
	T _I	T _{II}	C _I	C _{II}	Σ
Н-ЦВМ	198	418	628	542	1170
Н-Ультрасил	195	408	625	538	1163
ТПО, НЦВМ, 550 °C, 2ч	186	302	364	267	631
ТПО, НЦВМ, 550 °C, 5ч	180		297	189	486
ТПО, НЦВМ, 550 °C, 10ч	171		202	87	289
Н-ультрасил, 550 °C, 5ч	177		292	182	474
Н-ультрасил, 550 °C, 10ч	168		194	74	268
ТПО, НЦВМ, 700 °C, 2ч	167		172	64	236
ТПО, НЦВМ, 700 °C, 5ч	173		97	56	153
Н-ультрасил, 700 °C, 5ч	174		103	49	152

Таблица 2. Влияние ТПО Н-пентасилов на состав продуктов превращения газоконденсата (Температура реакции 650 °C, V=2ч-1, t=1час)

Цеолит, условия ТПО	Выход продуктов на пропущенное сырье, %						Содержание алкенов в газе, %	Содержание АРУЖП*, %
	Газ	ЖП ^x	Кокс	Алканов C ₂ -C ₄	Алкенов C ₂ -C ₄	АРУС ₆ и выше		
ТПО, НЦВМ, 550 °C, 2ч	76,8	19,0	4,2	34,4	42,4	13,1	55,2	68,9
ТПО, НЦВМ, 550 °C, 5ч	74,1	22,8	3,1	29,8	44,3	11,8	59,7	51,8
ТПО, НЦВМ, 550 °C, 10ч	72,3	26,0	1,7	27,1	45,2	9,4	62,5	36,1
Н-ультрасил, 550 °C, 10ч	73,2	25,3	1,5	27,4	45,8	9,1	62,6	35,9
ТПО, НЦВМ, 700 °C, 2ч	70,4	28,5	1,1	25,8	44,6	8,7	63,3	30,5
ТПО, НЦВМ, 700 °C, 5ч	63,3	36,0	0,7	30,5	32,8	6,2	51,8	17,2
Н-ультрасил, 700 °C, 5ч	62,2	37,3	0,5	31,1	31,1	5,9	50,0	15,8

*ЖП – жидкие продукты

Очевидно, что в результате ТПО обработки при 550 °C в течение 2–10 ч происходит значительное снижение концентрации кислотных центров, особенно сильноокислотных, соответствующим бренстедовским кислотным центрам. Напротив, слабоокислотные центры, соответствующие льюисовским кислотным центрам, являются более стабильными к воздействию ТПО и не разрушаются даже при проведении ТПО при 700 °C в течение 5ч и более существенно происходит разрушение сильноокислотных бренстедовских центров и увеличение соотношения L/V, что и приводит к увеличению селективности

по низшим алкенам C₂-C₄. Образование новых льюисовских кислотных центров и существенное снижение силы бренстедовских кислотных центров приводит к снижению скорости ароматизации и коксообразования, которые интенсивно протекают на сильноокислотных бренстедовских кислотных центрах. Таким образом, условия ТПО пентасилов существенно влияет на распределение кислотных центров, в результате чего происходит уменьшение силы и концентрации сильных кислотных центров, что повышает выход низших алкенов C₂-C₄ при термокаталитическом превращении газоконденсата.

Литература:

1. Крейнина, Г.П., Избякова Л.А., Адельсон С.В. Влияние качества сырья на показатели каталитического пиролиза. // Химия и технология топлив и масел. — 1987. — № 7. — С. 15–18
2. Адельсон, С.В., Крейнина Г.П., Липкинд Б.А. Каталитический пиролиз прямогонного бензина в присутствии КВОЗ на носителях. // Нефтепереработка и нефтехимия. — 1980. — № 4. — С. 32–34.
3. Адельсон, С.В., Жагфаров Ф.Г., Черных С.П. О стабильности работы катализаторов пиролиза // Химия и технология топлив и масел. — 1991. — № 2. — С. 23–25
4. Ерофеев, В.И., Адяева Л.В., Рябов Ю.В. Пиролиз прямогонных бензинов на цеолитах типа ZSM-5, модифицированных катионами щелочноземельных металлов // Прикладная химия. — 2001. — Т. 74. — Вып. 2. — С. 231–234.

5. Ерофеев, В. И., Адяева Л. В., Кухаренко О. А. Влияние высокотемпературной обработки пентасилов на их кислотные и каталитические свойства в процессе превращения прямогонных бензинов // Прикладная химия. — 2001. — Т. 74. — Вып. 11. — С. 1846–1849.
6. Ерофеев, В. И., Адяева Л. В. Превращение прямогонных бензинов, модифицированных индием. Прикладная химия. — 2003. — Т. 76. — Вып. 7. — С. 1083–1088
7. Морозов, А. Ю., Каратун О. Н., Ельцова А. С. Получение низкомолекулярных олефинов в процессе каталитического пиролиза бензиновой фракции // Нефтепереработка и нефтехимия. — 2003. — № 1. — С. 15–18
8. Мамедов, С. Э., Аминбеков А. Ф. Каталитический пиролиз n-гексана на высококремнеземных цеолитах различной структуры // Нефтепереработка и нефтехимия. — 2006. — № 8. — С. 24–25
9. Цыганова, Е. И., Шекунова В. М., Александров Ю. А., Филофеев С. В., Лелеков В. Е. Влияние металлов восьмой группы на каталитический пиролиз низших олефинов // Журнал общей химии. — 2015. — Вып. 85. — № 1. — С. 21–29
10. Лапидус, А. Л., Дергачев А. А. Превращение низкомолекулярных алифатических углеводородов на цеолитных катализаторах // Газохимия. — 2008. — № 6. С. 16–26
11. Мамедов, С. Э., Ахмедова Н. Ф., Дадашева С. С. Превращение углеводородного сырья на модифицированных цеолитных катализаторах // «Молодой учёный». — № 6 (41), — 2012, с. 83–85
12. Мамедов, С. Э., Ахмедова Н. Ф., Дадашева С. С., Мирзалиева С. Э., Ахмедов Э. И. Термокatalитическое превращение n-гептана и газоконденсата на модифицированных моно- и биеолитных катализаторах. // Нефтегазохимия. — 2018. — № 1, с. 33–36.

Внутренние напряжения никелевых покрытий, полученных из ацетатно-хлоридных электролитов с различными дикарбоновыми кислотами

Ивчин Денис Сергеевич, студент;

Сатыбалдиев Арген Кененбаевич, студент магистратуры

Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева (г. Москва)

В статье авторы пытаются определить внутренние напряжения никелевых покрытий, полученных из ацетатно-хлоридных электролитов с различными дикарбоновыми кислотами.

Ключевые слова: внутреннее напряжение, никелевое покрытие, электролит, гибкий катод.

Внутренние напряжения могут приводить либо к растрескиванию покрытия, либо к его вспучиванию. В случае возникновения внутренних напряжений растяжения покрытия обычно растрескиваются, а в случае напряжений сжатия покрытие может отслаиваться и вспучиваться, образуя пузыри. В электролитическом никеле обычно возникают внутренние напряжения растяжения. Покрытия с высокими внутренними напряжениями имеют меньшую пластичность и повышенную хрупкость. Коррозионная стойкость и прочность сцепления напряжённых покрытий с основой также существенно понижаются «Цитата» [1, с. 37].

С повышением температуры снижается величина перенапряжения водорода, но в большей степени снижается перенапряжение никеля. Значит возрастает выход никеля по току. Повышение температуры электролита, препятствуя пассивации анодов, повышает анодный выход по току. В связи с этим мы проводим опыт при 50°C.

Наиболее распространенным является метод деформации гибкого катода во время электролиза. Наблюдения за отклонением нижнего или верхнего конца катода в зависимости от способа крепления производится с помощью микроскопа, в котором 1 деление = 0,00625 см. Отсчет велся от деления 50 единиц (середина шкалы). С обратной стороны ячейки, в которой происходил процесс осаждения никеля, стояла лампа, чтобы лучше видеть катод в окуляре. Так же для удобства наблюдения за отклонением катода на образцы с помощью лака наклеивались волоски длиной 4 мм.

Внутренние напряжения измерялись в электролизере из оргстекла (ёмкостью 0,3л), оснащённой термостатической рубашкой (температура 50°C).

В качестве катода использовалась медная фольга толщиной 0,22 мм (модуль упругости $E = 1,2 \cdot 10^6$ кг/см²), рабочая поверхность 57*8 мм, что соответствует 0,0456 дм². Образцы покрывались цапон лаком. Непокрытой оставалась лишь рабочая поверхность, которая была параллельна аноду и токоподвод. Образец покрывался два раза для предотвращения диффузии Ni⁺ через лак.

Анодом служили никелевые пластины размером 80*5*0,5 мм. Отклонение конца катода отсчитывалось по условным делениям (от 0 до 100 единиц). Отклонение катода в сторону анода придаётся знак (+) — это напряжение растяжения т. е., осадок стремится к сжатию, а подложка растягивает его. Отклонением от анода придаётся знак (-) — это напряжение сжатия.

Образцы закрепляются так, чтобы точка его опоры находилась у края рабочей поверхности и была погружена в электролит. Для этого на крышке электролизера предусмотрен специальный выступ.

Перед опытом образцы подвергались следующей обработке:

- Обезжиривание венской известью (CaO + MgO) при помощи щётки
- Промывка проточной водой
- Активирование в 10% H₂SO₄
- Промывка проточной, а затем дистиллированной водой рН электролитов доводили до нужного значения с помощью NiCO₃.

Рассчитываем время покрытия одного мкм по формуле:

$$\tau = \frac{\rho_{Ni} \cdot \delta}{q \cdot i \cdot VT} = \frac{8,907 \cdot 10^{-4}}{1,095 \cdot 0,05 \cdot 0,95} = 0,017 \text{ часа} = 1,02 \text{ минуты} \quad (1)$$

где: τ — время покрытия одного мкм

ρ_{Ni} — плотность никеля, г/см³;

δ — толщина покрытия, см;

q — электрохимический эквивалент Ni, г/А*ч;

i — плотность тока, А/см²;

VT — выход по току.

Рассчитываем внутренние напряжения по формуле:

$$P = \frac{E' \cdot d_k \cdot (d_k + d_{oc})}{6 \cdot r \cdot d_{oc}}, \left[\frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \right] \quad (2)$$

где: P — внутренние напряжения;

E' — модуль Юнга, $1,2 \cdot 10^6 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$;

d_k — толщина подложки, см;

d_{oc} — толщина осадка, см;

r — радиус кривизны катода, см;

$$r = \frac{2 \cdot l}{Z} \quad (3)$$

где: l — длина образца (рабочая часть), см;

Z — смещение катода, см

Опыт проводился в двух разных электролитах (табл.1, табл.2)

Таблица 1. Опыт, проведенный в электролите (Ni(CH₃COO)₂=80г/л; HCl=50г/л; C₆H₁₀O₄ (а. к.) =15г/л); I=0,23А; U=6В; рН=3; толщина меди 220 мкм; T=500°С

Время, мин	Толщина, мкм	Отклонение катода, в единицах	Внутренние напряжения, кг/см ²
1,02	1	4	3020,98
2,033	2	9	3410,95
3,05	3	14	3556,37
4,066	4	18	3444,74
5,083	5	23	3537,01
6,1	6	29	3732,94
7,112	7	34	3767,93
8,133	8	36	3506,25
9,15	9	39	3391,19
10,167	10	41	3222,61

Таблица 2. Опыт, проведенный в электролите ($\text{Ni}(\text{CH}_3\text{COO})_2=80\text{г/л}$; $\text{HCl}=50\text{г/л}$; $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_4$ (м. к.) $=70\text{г/л}$); $I=0,23\text{А}$; $U=6\text{В}$; $\text{pH}=2,9$; толщина меди 220 мкм ; $T=50^\circ\text{C}$

Время, мин	Толщина, мкм	Отклонение катода, в единицах	Внутренние напряжения, кг/см ²
1,02	1	5	3776,224
2,033	2	12	4551,97
3,05	3	12	3048,32
4,066	4	16	3061,99
5,083	5	19	2921,87
6,1	6	21	2703,16
7,112	7	24	2659,71
8,133	8	25	2434,90
9,15	9	28	2434,71
10,167	10	31	2436,61

Из данных видно, что никелирование с применением электролита ($\text{Ni}(\text{CH}_3\text{COO})_2=80\text{г/л}$; $\text{HCl}=50\text{г/л}$; $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_4$ (м.к.) $=70\text{г/л}$) обуславливает меньшее отклонение

от анода (-), т. е. меньшее напряжение сжатия. Можно сделать вывод, что при увеличении толщины покрытия уменьшаются внутренние напряжения.

Литература:

1. Функциональная гальванотехника: учебное пособие/ В. И. Мамаев. — Киров: ФГБОУ ВПО «ВятГУ», 2013. — 208 с. УДК 621.357.6 (07) Тех. редактор Е. О. Рябова.
2. Грилихес, С. Я., Тихонов К. И. Электролитические и химические покрытия. Теория и практика.-Л.: Химия, 1990. стр.177–178.
3. М. Я. Поперека. Физика металлов и металловедение. 1965, т.20, вып. 5, стр.753
4. М. Я. Поперека. Внутренние напряжения электролитически осаждаемых металлов. Западно-Сибирское книжное издательство, Новосибирск, Красный проспект 3, стр. 324

Управление качеством асфальтобетонных смесей с применением контрольных карт Шухарта

Сатыбалдиев Арген Кененбаевич, студент магистратуры;
Ивчин Денис Сергеевич, студент бакалавриата
Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева (г. Москва)

В статье авторы рассматривают контрольные карты Шухарта как инструмент для контроля качества на производстве асфальтобетонных смесей.

Ключевые слова: контрольные карты Шухарта, контроль качества, асфальтобетонная смесь.

Асфальтобетон — это прочное покрытие, которое прослужит долгое время за счет включения инертных материалов крупных фракций, таких как щебень или гравий в свой состав. Надежные асфальтобетонные смеси применяют для строительства интенсивно используемых дорог с большим трафиком движения автомобильного транспорта, в том числе тяжеловесного, крупногабаритного, специальных средств передвижения [1].

От качества асфальтобетона зависит надежность, устойчивость конструкций и, что наиболее важно — человеческая жизнь. Качество асфальтовой смеси, а также не-

посредственное ее использование — решающие факторы. Перед использованием асфальтобетон должен пройти некоторые тесты на устойчивость, водостойкость, износостойкость и прочее. Подобный отбор проводит специализированная лаборатория.

Основным вяжущим компонентом асфальтобетонных смесей является битум. Его характеристики оказывают существенное влияние на качество материала. Чрезмерная вязкость продукта, при низких температурах, может привести к образованию трещин, а недостаточная вязкость, в жаркую погоду, будет способствовать пластическим де-

формациям покрытия. Подбор состава асфальтобетонной смеси начинается с определения эксплуатационных свойств покрытия и характеристик используемых материалов.

При приготовлении асфальтобетонных смесей контролируют:

- качество асфальтобетонной смеси по СТБ 1033;
- температуру битума, минеральных материалов, готовой асфальтобетонной смеси;
- качество и влажность щебня, песка природного (из отсевов дробления), минерального порошка;
- качество щебня и песка на соответствие зернового состава, содержание пылеватых и глинистых частиц, содержание глины в комках и для щебня;
- минеральный порошок на соответствие зернового состава;

— качество битума по показателю «глубина проникания иглы при 25°C»;

качество поверхностно-активных веществ и адгезионных присадок принимают по паспорту или сертификату и определяют показатель сцепления вяжущего с поверхностью минерального материала по СТБ 1115 [2].

Традиционный подход к производству, вне зависимости от вида продукции, — это изготовление и контроль качества для проверки готовой продукции и отбраковка единиц, не соответствующих установленным требованиям. Такая стратегия часто приводит к потерям и не экономична, поскольку построена на проверке постфактум, когда бракованная продукция уже создана. Более эффективна стратегия предупреждения потерь, позволяющая избежать производства непригодной продукции. Такая стратегия предполагает сбор информации о самих процессах, ее ана-

лизе и эффективные действия по отношению к ним, а не к продукции [3].

Контрольная карта — это графическое средство, использующее статистические подходы, важность которых для управления производственными процессами была впервые показана доктором У.Шухартом в 1924 г.

Последовательность шагов при построении контрольной карты такова:

1. Выбрать характеристики образцов, динамика которых будет отслеживаться с помощью контрольной карты (плотность, пористость, температура и т. д.)

2. Собрать данные о величине контролируемой характеристики.

3. Нарисовать вертикальную ось (у), по которой будете откладывать значения качественной характеристики. На этой оси будет показываться положение (разброс) качественных параметров процесса.

4. Нарисовать горизонтальную ось (х), по которой вы будете откладывать время или номера произвольных выборок.

5. Провести центральную линию, линию среднего значения характеристики или целевую линию, если процесс поддается регулированию.

С каждой стороны центральной линии (см. рис. ниже) провести:

— линию нижнего контрольного предела LCL (lower control line);

— линию верхнего контрольного предела UCL (upper control line).

Линии CL, LCL, UCL характеризуют размах естественных колебаний процесса.

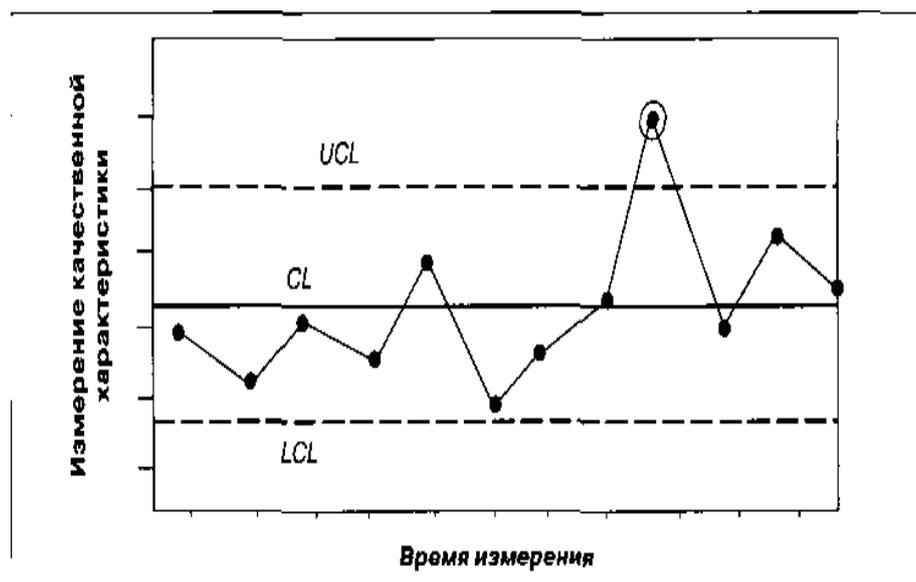


Рис. 1. Пример контрольной карты [4]

- 6. Нанести данные на график.
- 7. Изучить точки, находящиеся выше или ниже соответствующей линии предела. Точки, располагающиеся

ниже линии LCL или выше линии UCL, сигнализируют, что случилось нечто требующее к себе особого внимания [4].

Точка, обведенная кружочком, находится выше линии верхнего контрольного предела UCL и сигнализирует о необходимости принятия мер.

Как и всякой сложный строительный материал асфальтобетон не имеет однозначных качеств — плотности, удельного веса, прочности и так далее. Его параметры определяют состав и метод приготовления.

Сегодня мониторинг не предполагает больше проверки качества продукции, проверяется только, все ли в порядке с самим процессом, поскольку при надежном отлаженном процессе производится лишь хорошая продукция. Если в процессе происходит сбой, мониторинг об этом сигнализирует (процесс «вышел из-под контроля» или произошло отклонение по «особой причине»).

В случае сбоя необходимо остановить процесс и устранить причину отказа, что вполне логично. Но важно помнить, что пока процесс еще не вышел из-под контроля, вмешиваться в него не следует. На практике работники, которые пытаются отреагировать на какие-то незначительные отклонения процесса, создают новые проблемы

(«перерегулирование» недопустимо). Ненужное вмешательство в процесс приводит к росту его изменчивости и снижению качества.

Применение контрольных карт показывает, как может протекать процесс, и помогает ответить на следующие вопросы:

Можем ли мы выполнять исполняемую работу правильно? Выполняем ли мы её правильно? Выполнили ли мы ее правильно? Могли бы мы выполнять эту работу более последовательно и эффективно? [5].

Если работник обнаруживает, что процесс вышел из-под контроля (не управляем), он может незамедлительно приступить к решению проблемы, не дожидаясь вмешательства руководства.

Таким образом, задача контрольной карты Шухарта — выявление ситуаций, свидетельствующих об отсутствии статистической управляемости процессом. Контрольная карта показывает, какого рода решение должно быть принято: совершенствовать процесс или найти и исключить особые причины.

Литература:

1. В. В. Силкин, А. П. Лупанов, Н. В. Гладышев, В. В. Рудакова. Учебники для вузов. «Приготовление асфальтобетонных и бетонных смесей» [Текст] / Д. Уилер, Дэвид Чамберс. — Москва: Экон-Информ, 2015г.
2. В. Д. Галдина, Г. И. Надыкто. «Определение физико-механических свойств горячего дорожного асфальтобетона. Методические указания к лабораторной работе».
3. ГОСТ Р 50779.42—99 (ИСО 8258—91) Статистические методы. Контрольные карты Шухарта.
4. ГОСТ Р 50779.40—96 «Статистические методы. Контрольные карты. Общее руководство и введение».
5. Девятченко, Л. Д., КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ. ВВЕДЕНИЕ В АНАЛИЗ КАЧЕСТВА [Текст] / учеб. пособие для студентов. 2006г.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Разработка программного кода, реализующего на основе однодокументного интерфейса движение фигуры на плоскости

Лобашевская Вероника Александровна, студент;

Научный руководитель: Марапулец Юрий Валентинович, доктор физико-математических наук, доцент
Камчатский государственный технический университет (г. Петропавловск-Камчатский)

Статья посвящена описанию процесса проектирования и разработки программы реализации движения фигуры на плоскости. В данном случае фигура будет — самолет, движение фигуры: взлет и выход на прямую траекторию от левой границы окна до правой с остановом при достижении правой границы. Движение и фигура должны отображаться в пользовательском окне.

Ключевые слова: программный код, пользовательское окно, C++, RGB, движение фигуры, белое перо.

Программа строится на основе мастера MFC AppWizard с форматом окна «Single document» на языке C++.

При создании приложений автоматически создается 4 основных класса:

- CKursovApp — класс, производный от CWinApp;
- CMainFrame — класс, производный от CFrameView;
- CKursovDoc — класс, производный от CDocument;
- CKursovView — класс, производный от CView.

Класс CWinApp образует все прочие элементы приложения, данный класс получает все сообщения о событиях и затем направляет их классам CFrameView и CView.

Класс CFrameView — класс окна, образующий его рамку. Он содержит меню, панель инструментов, полосы прокрутки, а также многие другие видимые объекты, относящиеся к рамке окна. Данный класс определяет какая часть документа является видимой в каждый момент времени.

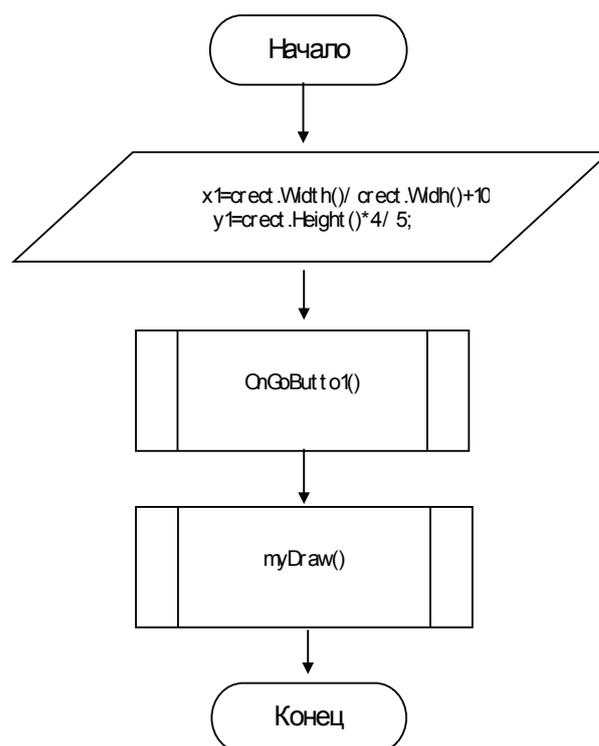
Класс CDocument содержит структуры, позволяющие хранить и манипулировать вводимыми в документ данными. Данный класс получает информацию, вводимую с помощью класса CView и посылает данному классу информацию для ее дальнейшего отображения. Кроме этого, класс CDocument ответственен за сохранение документа в файле и его считывания.

Класс CView отвечает за графическое представление документа пользователю. Данный класс передает введенную информацию классу CDocument, а также получает от него информацию для графического вывода. Большая часть создаваемого для этого класса дополнительного кода состоит из кода, позволяющего рисовать документ, показывая его пользователю, а также обрабатывать вводимую пользователем информацию.

В данной программе используется движение фигуры с ограничением движения по оси X и Y, поэтому диапазон движения ограничен:

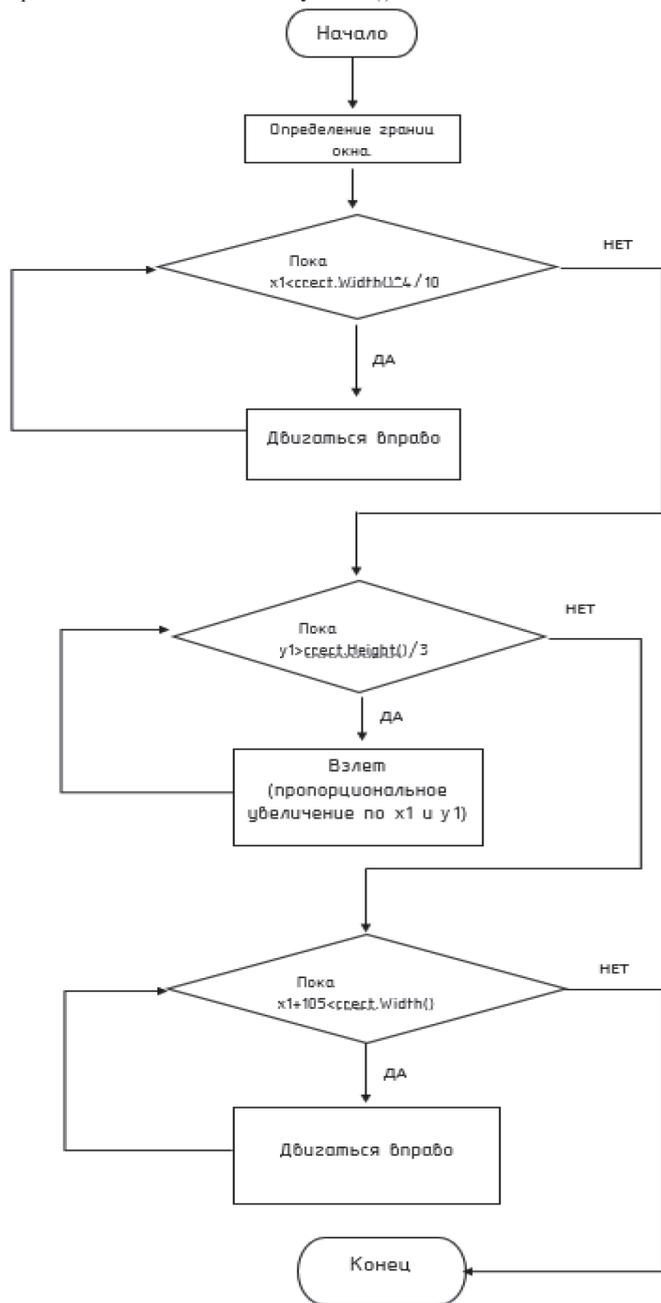
- переменная x должна лежать в диапазоне от 0 до `rect.Width` (Изменяемая ширина пользовательского окна);
- переменная y должна лежать в диапазоне от 0 до `rect.Height` (Изменяемая высота пользовательского окна).

Основной код будет написан в классе CKursovView. Составим общий алгоритм программы:



$x1$ и $y1$ — это координаты в пользовательском окне, относительно которых будет рисоваться самолет. Важно понимать, что координатная ось начинается в левом верхнем углу окна. То есть $x1$ это координата с левого края окна, прибавление ста пикселей необходимо, так как фигура рисуется вокруг этой координаты, то есть имеет ширину. $y1$ это четыре пятых высоты — низ окна.

Составим алгоритм главного метода, в котором будет происходить движение, `myDraw()`:



Перейдем к коду.
`void CKursovView::myDraw(CDC* pDC) //Движение самолета`

```

{
    CKursovDoc * pDoc = GetDocument();
    ASSERT_VALID(pDoc);
    if (!pDoc)
        return;

```

`// TODO: добавьте здесь код отрисовки для собственных данных`

```

    CRect crect;
    CPen BlackPen, WhitePen;
    GetWindowRect(&crect); //Получение ширины и высоты пользовательского окна
    WhitePen.CreatePen(PS_SOLID, 100, RGB(255, 255, 255)); //создание белого пера
    BlackPen.CreatePen(PS_SOLID, 5, RGB(0, 0, 0)); //создание черного пера

```

`x1 = crect.Width() / crect.Width() + 100;`
`y1 = crect.Height() * 4 / 5;`
`pDC->SelectObject(&WhitePen); //выбор пера`
 Подготовительные работы завершены, осталось нарисовать фигуру и осуществить движение.

Для отрисовки создадим новый метод `airplane()`. Рисунок состоит из линий и нарисован относительно начальной координаты.

`void CKursovView::airplane(CDC* pDC) //Прорисовка самолета`

```

{
    pDC->MoveTo(x1 + 100, y1 - 100);
    pDC->LineTo(x1 - 100, y1 - 100);
    pDC->LineTo(x1 - 40, y1 - 40);
    pDC->LineTo(x1 - 40, y1 - 20);
    pDC->LineTo(x1 - 20, y1 - 20);
    pDC->LineTo(x1, y1 + 60);
    pDC->LineTo(x1 + 100, y1 - 100);
    pDC->LineTo(x1 - 20, y1 - 20);
    pDC->LineTo(x1 + 100, y1 - 100);
    pDC->LineTo(x1 - 40, y1 - 20);
    pDC->LineTo(x1 + 100, y1 - 100);
    pDC->LineTo(x1 - 40, y1 - 40);
}

```

Теперь напишем код движения, для этого будем рисовать фигуру, затем стирать ее с помощью белого пера, а затем снова рисовать со сдвигом в несколько пикселей.

```

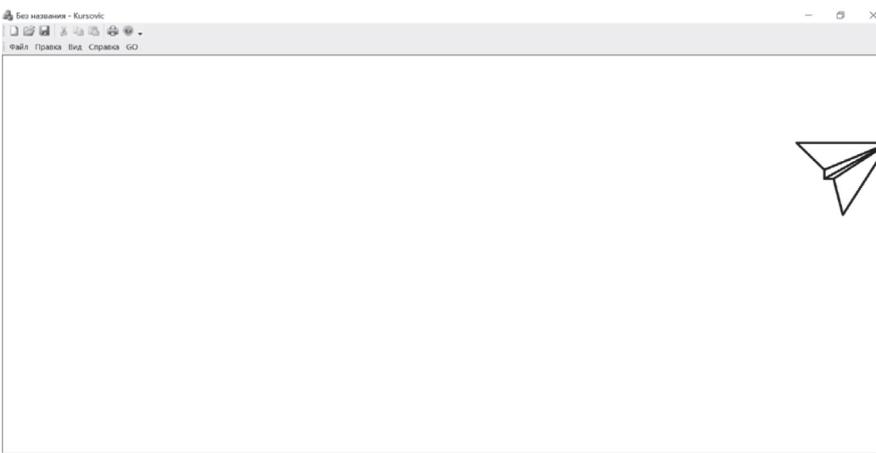
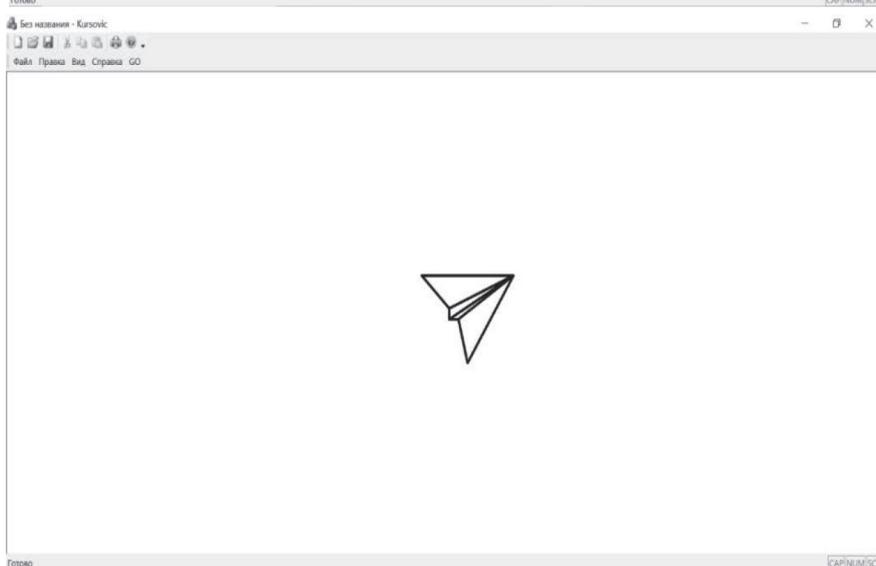
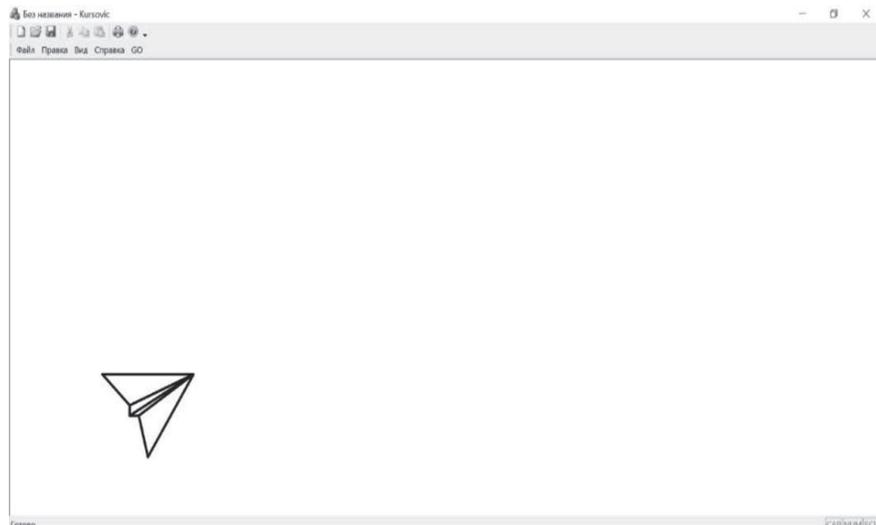
    while (x1 < crect.Width() * 4 / 10) //разгон
    {
        pDC->SelectObject(&WhitePen);
        pDC->Rectangle(x1 - 100, y1 - 100, x1 + 100, y1 + 100); //стирание уже нарисованного самолета
        x1 += 7; //сдвиг на несколько пикселей
        pDC->SelectObject(&BlackPen);
        airplane(pDC);
        Sleep(5); //миллисекундная задержка для наглядности движения
    }
    while (y1 > crect.Height() / 3) //взлет
    {
        pDC->SelectObject(&WhitePen);
        pDC->Rectangle(x1 - 100, y1 - 100, x1 + 100, y1 + 100);
        x1 += 5; y1 -= 5;
        pDC->SelectObject(&BlackPen);
        airplane(pDC);
    }

```

```
Sleep(5);
}
while (x1 + 105 < crect.Width()) //движение по прямой
{
pDC->SelectObject(&WhitePen);
pDC->Rectangle(x1-100, y1-100, x1 + 100, y1 +
100);
x1 += 3;
pDC->SelectObject(&BlackPen);
```

```
airplane(pDC);
Sleep(5);
}
}
```

После компеляции данного когда, мы получим изображение самолета и его движение. На картинках показан самолет в трех основных положениях: разгон, взлет и полет.



Интеллектуальные транспортные системы: перспективы развития в российском транспортном комплексе

Суслова Татьяна Валерьевна, студент магистратуры
Российский университет транспорта (МИИТ) (г. Москва)

Телематическая транспортная система (ТТС) — информационная система, обеспечивающая автоматизированный сбор, обработку, передачу и представление потребителям данных о местоположении и состоянии транспортных средств, информации, получаемой на основе данных, в целях эффективного и безопасного использования транспортных средств разного назначения и принадлежности. Интеллектуальная транспортная система (ИТС) — телематическая транспортная система, обеспечивающая реализацию функций высокой сложности по обработке информации и выработке оптимальных решений и управляющих воздействий. До настоящего времени отсутствует единое представление, что есть интеллектуальные транспортные системы.

В современных условиях центральной проблемой эффективной организации транспортного процесса во многих крупных городах и на внегородских участках дорожной сети с интенсивным автомобильным движением является оптимизация использования ограниченного ресурса общего пользования, каковым является пропускная способность улично-дорожной сети. Актуальность реферата является изучение телематических транспортных систем и интеллектуальной транспортной системы.

Контроль движения грузов осуществляется по нормативным документам. К владельцам перевозки грузов установлены специальные требования.

Таким образом, наиболее перспективным направлением развития телематических транспортных систем является создание интегрированной интеллектуальной транспортной системы, обеспечивающей наряду с решением задач отдельных ТТС повышение эффективности транспортного процесса в целом.

Системные сбои в дорожном движении приводят к резкому увеличению затрат времени на перевозки, увеличению расхода топлива, росту числа дорожно-транспортных происшествий, ухудшению экологической ситуации. Анализ ситуации, складывающейся в крупных городах России показал, что перегруженность движением городских дорожных сетей обусловлена совокупным влиянием ряда факторов разнонаправленного действия [7].

Оценка функционирования транспорта представляет сложную проблему.

Таким образом, построения транспортной системы в области транспорта сочетается с экономикой, градостроительством, географией, экологией, социологией и психологией. В настоящее время практически отсутствует координация в рамках одного города между предприятиями городского общественного транспорта, между предприятиями электротранспорта, автобусными и таксомотор-

ными предприятиями. Согласованные действия участников городского движения взаимный учёт интересов каждого из них могут обеспечить условия для успешного развития транспортной системы города.

Технической основой системы является активно внедряемые программно-аппаратные комплексы мониторинга транспортных средств, функционирующие на основе использования навигационных модулей ГЛОНАСС/GPS и каналов сетей сотовой связи. В качестве результата реализации системы планируется создание единой сети информационно-аналитического и модельного обеспечения процессов принятия решений в сфере транспорта. В настоящий момент в мире существуют несколько навигационных спутниковых систем, но реализующими действительно глобальный сервис позиционирования практически в любом месте нашей планеты являются ГЛОНАСС, NAVSTAR GPS [8].

GPS, ГЛОНАСС включают в себя подсистему космических аппаратов, бортовые приемники СНС, то есть спутников, контроля и управления, состоящая из наземных станции, навигационная аппаратура потребителей. Состоит из 24 спутников номинальная группировка американской системы GPS. Размещены равномерно в 6 плоскостях с наклоном 55° к экватору плоскости, разнесены по долготе на 60° Орбитальные плоскости ГЛОНАСС, GPS.

На приемник поступает навигационный сигнал, несущий информацию о координатах спутников. Показания часов спутников и приемника потребителя осуществляются измерениям совпадения нахождения координат приемника достаточно вычислить расстояния до трех навигационных спутников. Показания часов, входящих в состав навигационного приемника потребителя, отличаются от показаний часов на борту навигационных спутников.

Принципиальным является различие сигналов спутниковых навигационных систем GPS и ГЛОНАСС, GPS использует два различающихся кодированных сигнала Код Р (precision — точный), Код С/А (clear acquisition — легко обнаруживаемый). В навигационной спутниковой системе ГЛОНАСС навигационная аппаратура потребителя принимает сигналы ГЛОНАСС, обрабатывает, измеряет и определяет радионавигационные параметры, вычисляет геоцентрические координаты X, Y, Z и на основе — геодезические координаты и высоту над опорным эллипсоидом в системе координат ПЗ-90 поправку к местной шкале времени относительно системного времени и составляющие вектора скорости [11].

Для развития системы GPS предусмотрена программа повышение точности создания новых навигационных спутников с повышенными тактико-техническими характеристиками гражданского навигационного сигнала, пла-

нирование и технические возможности реализации пространственного селективного доступа.

Навигационное обеспечение с пониженной точностью в районе Земного шара проводится на основе активной работы по разработке стандартов на систему GPS и принятия международных качеств из зоны обслуживания системы GPS. Орбитальная группировка ГЛОНАСС функционирует, она в меньшей степени подвержена влиянию поля тяготения Земли, что снижает в коррекции орбит.

Одной из острых социально-экономических проблем в странах с развитой и развивающейся автомобилизацией является проблема высокого уровня аварийности на улично-дорожной сети стран, постоянно растущего числа погибших и пострадавших в ДТП. В 2006 г. в ДТП на дорогах России погибло 32 724 человек и 285 362 человека было ранено. Минимальное число погибших за последние 15 лет было зарегистрировано в 1997 г. Вместе с тем за 1998 г. рост числа ДТП с особо тяжкими последствиями составил 12,4 %, а за 1999 г. снижение ДТП составило 18,6 % [10].

Число происходящих происшествий на дорогах страны составляет около 600, гибнет 100 человек и около 500 человек получают ранения ежедневно. Около 60 % погибших активная часть населения в возрасте от 16 до 40 лет, 3000 детей становятся инвалидами. Трагичность ситуации заключается, что в ДТП попадает большое количество детей в возрасте от 7 до 14 лет.

Дорожно-транспортным происшествием называют событие, возникшее в результате нарушения нормального режима движения транспортного средства и повлекшее за собой смерть и травму людей, повреждение транспортных средств и грузов, искусственных сооружений, зеленых насаждений и нанесение другой материальный ущерб.

Согласно определению для ДТП характерно наличие факторов движения автомобиля, травмы и смерти людей и материального ущерба. Причиной ДТП часто является несоответствие одного из элементов системы «человек-автомобиль-дорога-среда» остальным составляющим. В соответствии со Сводной резолюции о конструкции транспортных средств, принятой Комитетом по внутреннему транспорту Европейской экономической комиссии и Сводной резолюции о конструкции транспортных средств для целей безопасности классифицируют ДТП по конструктивным признакам и по социальной значимости [3].

Таким образом, актуальный вопрос о разработке новых алгоритмов расчета, математического моделиро-

вания, конвертации и обработки показателей травмирования человека и создание автоматизированной информационно-логистической системы интеллектуальной оценки безопасности внутренней среды транспортных средств с учётом требований международной программы EuroNCAP. Это позволит сократить финансовые и временные затраты на поиск оптимальных конструктивных решений в процессе разработки новых транспортных средств. Без уничтожения и использования дорогостоящего оборудования и угрозы вывести из строя проведения виртуальных испытаний транспортного средства для осуществления интеллектуальной оценки безопасности внутренней среды транспортных средств не существует комплексная автоматизированная информационно-логистическая система в мировой практике.

Современный железнодорожный транспорт является чрезвычайно сложной организационно-технической системой, управление в настоящее время практически невозможно в рамках ранее сложившихся традиционных подходов. Сложность транспортной инфраструктуры и объектов принципиально исключает возможность работы в полностью автоматическом режиме. В настоящее время во многих странах мира, в государствах Евросоюза, России, возрастает понимание важности решения глобальных проблем транспортных комплексов.

С требованиями повышения безопасности и эффективности перевозок, с ростом мобильности общества, уменьшения воздействия транспорта на окружающую среду и других. В решении проблем важнейшее место занимает создание и использование интеллектуальных транспортных систем. В настоящее время не выработано единое представление об интеллектуальных транспортных системах.

ИТС является изменение статуса транспортной единицы от независимого, самостоятельного и в степени непредсказуемого субъекта движения, в сторону «активного», предсказуемого субъекта единого транспортно-информационного пространства. Вклад устойчивости транспортной системы телематических услуг направлен на развитие экономики, безопасности и окружающей среды. Основополагающим значением для успешного внедрения телематических систем для уменьшения негативных последствий мобильности, является разработка информационных систем на всех видах транспорта [2].

Литература:

1. Минниханов, Р. Н. (общая редакция) Опыт применения систем видеофиксации нарушений правил дорожного движения (на примере Республики Татарстан). — Казань: ГУ «НЦ БЖД», 2009. — 128 с.
2. В. М. Вишневский, Р. Н. Минниханов. Автоматизированная система безопасности на автодорогах с использованием RFID-технологий и новейших беспроводных средств. Проблемы информатики. 2012. № 1. с. 52–65.
3. Вишневский, В. М., Портной С. Л., Шахнович С. Л. Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G — М.: Техносфера, 2010. — 471 с.
4. Вишневский, В. М., Минниханов Р. Н. Патент № 99207 от 10.11.2010 «Автоматизированная система контроля нарушений ПДД на базе широкополосных беспроводных сетей и RFID-технологии».

5. Козлов, Л. С. Интеллектуальные транспортные системы как инструмент повышения конкурентоспособности и рентабельности // Съезд Союза транспортников России. М. апрель 2015 г. // www.gosbook.ru/node/23744
6. «Разработка концепции создания интеллектуальной транспортной системы на автомобильных дорогах федерального значения» // Отчет НДР. Государственному контракту № УД-47/261, г. Москва, МАДИ, 2014. 95 с.
7. Архитектура интеллектуальных транспортных систем на примере U. S. DoT ITS. www.iteris.com/itsarch/index.htm
8. Транспортная стратегия Республики Казахстан на период до 2030 года <http://www.atb-tsa.ru/zakon.kz/transport>
9. Интеллектуальные транспортные системы. Схема построения архитектуры интеллектуальных транспортных систем. Часть I. Сервисные домены в области интеллектуальных транспортных систем, сервисные группы и сервисы. Государственный стандарт, Российская Федерация, от 01 августа 2011 года № ГОСТ Р ИСО 14813–1–2011.
10. Сладковски, А., Соловьев В. П., Скалозуб В. В. Концепция международной магистерской программы в области железнодорожных интеллектуальных транспортных систем /Сб. материалов II международной научно-практической конференции «ИнтеллектТранс-2014», СПб, ПГУПС, 2014. С. 468–473.
11. Технический регламент Таможенного Союза 001/2011 «О безопасности железнодорожного подвижного состава».

Разработка системы онтологий Интернета вещей

Тайшибаев Тимур Бауржанович, аспирант
Московский финансово-юридический университет МФЮА

Проект направлен на исследование и разработку инновационной предметной области Индустриальный Интернет вещей. В статье рассматриваются система структуры Индустриального Интернета вещей, связи между объектами структуры и метод визуализации знаний с помощью онтологического моделирования систем.

Использование онтологического подхода позволяет обеспечить поддержку управления проектированием, а также дальнейшим совершенствованием рассматриваемой сложной технической системы.

В работе представлена онтология индустриального интернета вещей.

Ключевые слова: *Индустриальный Интернет вещей, онтология, онтологическое моделирование.*

1. Введение

Промышленный сектор является основой экономического роста и повышения производительности труда в любой стране. Развитие промышленности сопровождается ростом научной и исследовательской деятельности, способствует формированию базы новых знаний и новых индустрий, появлению инноваций и изобретений внутри страны.

Мировая промышленность сегодня стоит на пороге четвертой технологической революции, с которой связывают возможности кардинальной модернизации производства и экономики, а также появление таких явлений, как: цифровое производство, экономика «совместного использования» (shared economy), коллективное потребление, «уберизация» экономики, модель облачных вычислений, распределенные сети, децентрализация управления и т. д. Технологической основой для перехода к новой экономической парадигме является Интернет Вещей.

Использование Индустриального Интернета вещей подразумевает создание комплексного решения, объединяющего информационные процессы с производственными. Это достаточно новая задача для многих компаний, и при ее решении необходимо учитывать многие факторы,

включая отраслевые стандарты и процессы, технологическую безопасность и нормативно-регулятивную базу.

2. Интернет вещей.

Интернет вещей (Internet of Things, IoT) это сеть сетей, состоящих из уникально идентифицируемых объектов (вещей), способных взаимодействовать друг с другом без вмешательства человека, через IP-подключение [3]. Ключевым в этом определении является автономность устройств и их способность передавать данные самостоятельно, без участия человека.

Выделяются следующие основные сегменты Интернета Вещей:

1. Производственный сегмент, который включает в себя внедрения в различных отраслях производства и наиболее точно подходит под определение индустриального Интернета вещей в рамках данного документа.

2. Государственный сегмент, включающий в себя решения для повышения эффективности работы федеральных и муниципальных органов власти и обеспечения безопасности населения.

3. Потребительский сегмент, охватывающий решения для домашних пользователей и решения по умным домам.

4. Кросс-индустриальный сегмент, покрывающий IoT-решения, применимые во всех отраслях.

Индустриальный (часто Промышленный) Интернет Вещей (Industrial Internet of Things, IIoT) — Интернет Вещей для корпоративного / отраслевого применения — система объединенных компьютерных сетей и подключенных промышленных (производственных) объектов со встроенными датчиками и ПО для сбора и обмена данными, с возможностью удаленного контроля и управления в автоматизированном режиме, без участия человека [1].

В проекте была разработана онтология Индустриального интернета вещей.

3. Онтология

1. Онтология — явная формальная спецификация концептуализации, разделяемой группой агентов (Грубер) [6].

Здесь термин «концептуализация» означает построение концептуальной модели явлений внешнего мира путем идентификации ключевых понятий, связанных с этими явлениями, и отношений между ними. Слово «формальная» означает концептуализацию предметной области в машиночитаемом формате, понятном для компьютерных систем. Слово «явная» означает, что понятия онтологии и ограничения на их использование заданы в явном виде.

По Н. Гуарино она представляет собой логическую теорию, которая состоит из словаря терминов, образующих таксономию, их определений и атрибутов, а также связанных с ними аксиом и правил вывода [7]. По сути, онтологии отражают соглашения о единых способах построения и использования концептуальных моделей. Они выступают как удобный метод представления и повторного использования знаний, средство управления знаниями, способ обучения.

Ввиду большой сложности понятия Индустриального интернета вещей построение единственной понятной и согласованной предметной онтологии часто оказывается невозможным, поэтому на нижнем уровне наряду с предметной онтологией отдельно строятся онтологии задач и приложений, а на верхнем уровне — онтологии базовых категорий, встречающихся в разных предметных областях. Также выделяют метаонтологию («онтология онтологий»), которая включает методы и формы представления, интеграции и слияния различных онтологий.

Иерархическая система онтологий в рассматриваемом случае принимает следующий вид, рис. 1.

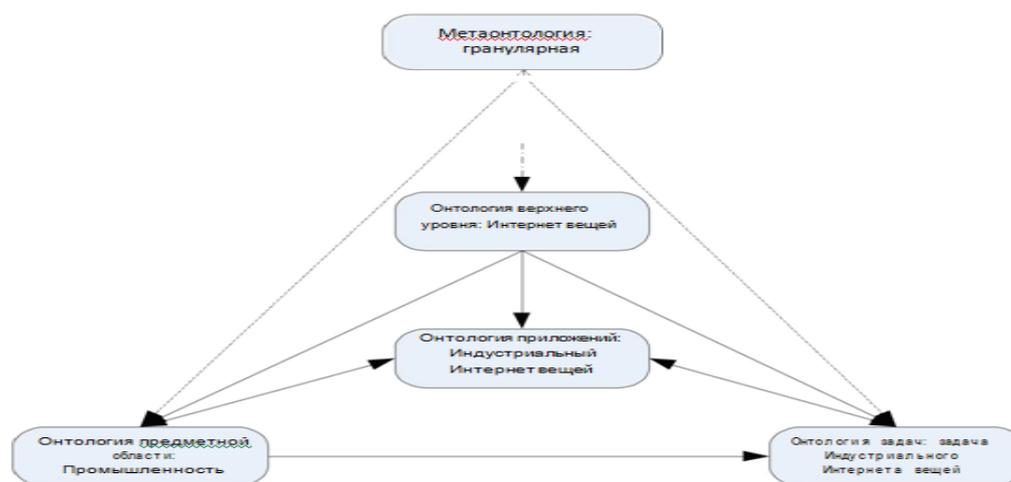


Рис. 1. Иерархическая система онтологий Индустриального Интернета вещей

В ней на нижнем уровне строятся онтология предметной области: промышленности, онтология задач: задачи Индустриального интернета вещей и онтология приложений, а на верхнем уровне — онтологии базовых категорий, относящихся к индустриальному интернету вещей, например, онтология интернета вещей. Согласно Дж. Сова [4], онтологии верхнего уровня описывают наиболее общие, парадигматические концептуализации, независимые от предметной области и ее задач, которые характеризуют состояние некоторого профессионального сообщества. В отличие от этого онтологии нижнего уровня несут локальный, специфический характер и непосредственно зависят от типа и ролей агентов индустриального интернета вещей, для которых они используются.

В онтологии предметной области рассматриваются понятия Индустриального интернета и их взаимосвязи

между собой (Средства связи: Средства связи для сбора данных и Средства связи для передачи данных), т. е. крупнозернистые и мелкозернистые гранулы.

Онтология задач Индустриального интернета вещей содержит, например, такие задачи, как отслеживание данных промышленности, интеллектуальный анализ данных и задачи принятия решения.

Термин «метаонтология» (т. е. онтология над онтологиями) понимается как основа нисходящего онтологического проектирования. Метаонтология обеспечивает как точную математическую спецификацию онтологий, так и формальный анализ их свойств [5]. С ее помощью устанавливают соответствие между типом имеющейся информации (уровнем неопределенности) и выбираемым языком описания. Из рис. 1 видно, что выбор той или иной метаонтологии непосредственно определяет состав онто-

логий, взаимосвязи между ними, выбор формальных моделей и языков для представления онтологий как верхнего, так и нижнего уровня. Гранулярные метаонтологии предполагают рассмотрение базовых понятий нижележащей онтологии на различных уровнях абстрактности.

Рассматривая систему онтологий в контексте онтологического инжиниринга, можно сделать вывод, что данный подход позволяет интегрировать информацию и знания из разных предметных областей, а также логически и динамически увязывать ее.

4. Структура Индустриального Интернета вещей

С точки зрения технологий, индустриальный Интернет вещей включает в себя следующие компоненты:

Устройства и датчики, способные фиксировать события, собирать, анализировать данные и передавать их по сети.

Средства связи — гетерогенная сетевая инфраструктура, объединяющая разнородные каналы связи — мобильные, спутниковые, беспроводные (Wi-Fi) и фиксированные.

Платформы для индустриального Интернета вещей от различных ИТ-поставщиков и промышленных компаний, предназначенные для управления устройствами и связью, приложениями и аналитикой. Платформы индустриального Интернета вещей, кроме всего прочего, также обеспечивают среду разработки и ИТ-безопасность решений.

Приложения и аналитическое ПО — слой программного обеспечения, отвечающий за аналитическую обработку данных, создание предсказательных моделей и интеллектуальное управление устройствами.

Системы хранения данных и сервера, способные хранить и обрабатывать большие объемы различной информации.

ИТ-услуги по созданию решений в области индустриального Интернета, требующие знания отрасли и специфики бизнеса.

Решения по безопасности, отвечающие не только за информационную безопасность всех компонентов решения, но и за безопасность операционного процесса. В силу того, что индустриальный Интернет вещей подразумевает тесную интеграцию ИТ и производственных процессов, задача безопасности выходит за рамки обеспечения бесперебойной работы ИТ-инфраструктуры [2, 3].

5. Классы и подклассы онтологии Индустриального Интернета вещей

Онтология Индустриального Интернета вещей содержит следующие базовые концепты: физическая среда Индустриального Интернета вещей (ИИВ), интеллектуальная среда ИИВ, персонал, процессы, безопасность.

Каждый из них подразделяется на классы, каждый класс на подкласс.

Физическая среда ИИВ разделяется на: Ресурсы, Средства связи, Устройства и датчики, Центр обработки данных (ЦОД).

Ресурсы делятся на: Станки и промышленность, Сырье и материалы, Транспорт, Электроэнергия.

Средства связи делятся на: Среда передачи данных, Среда сбора данных.

Среда передачи данных: Локальные сети, Мобильная связь, Сетевые шлюзы, Спутниковая связь, Фиксированная связь.

Локальные сети: Сети идентификации, Bluetooth, Ethernet, LPWAN, WiFi, ZigBee.

Сети идентификации: NFC, RFID, WSN.

Мобильная связь: 2G, 3G, LTE.

Сетевые шлюзы: Коммутаторы, Маршрутизаторы.

Спутниковая связь: GPS, Глонасс.

Среда передачи данных: Локальные сети, Сетевые шлюзы.

Устройства и датчики: Датчики, Приводы.

Датчики: Датчики физических событий, Датчики физических характеристик, Химдатчики.

Датчики физических событий: датчики деформации, датчики местоположения.

Датчики физических характеристик: Датчики влажности, датчики давления, датчики расхода газа, датчики температуры, датчики тока, датчики уровня жидкости, датчики усиления.

Приводы: клапаны, моторы, электрические переключатели.

Центр обработки данных: Системы обработки данных, Системы хранения данных.

Системы обработки данных: BIG DATA, Облачные вычисления, Повсеместная компьютеризация.

Системы хранения данных: Виртуальное облако.

Интеллектуальная среда ИИВ: Платформы, Приложения и ПО.

Платформы: Платформа для сбора и хранения данных, Платформа для управления устройствами, Платформа для интеллектуального анализа, Производители платформ.

Производители платформ: GE, Honeywell, Microsoft, PTC, SAP.

Приложения и ПО: приложения для аналитического анализа, приложения для управления, приложения оптимизации, приложения связи.

Приложения для аналитического анализа: Интеллектуальный анализ данных, Прогнозирование, Статистический анализ.

Приложения статистического анализа: Диагностика, ПО мониторинга.

Приложения связи: Протоколы.

Протоколы: TCP/IP, IPv4, IPv6, WOT.

WOT: HTTP, Rest, URI.

Персонал: ИТ-поддержка, Организационный персонал.

Организационный персонал: Операторы, Персонал ПО, Управленческий персонал.

Процессы ИИВ: Отслеживание данных, Машинный интеллектуальный анализ, Принятие решения.

Отслеживание данных: Мониторинг, Сбор информации.

5. Тарасов, В. Б. Инжиниринг предприятий и организационные онтологии // Инжиниринг предприятий и управление знаниями. Сборник научных трудов XVIII-й научно-практической конференции (ИП&УЗ, Москва, МЭСИ, 21–24 апреля 2015 г.). — М.: МЭСИ, 2015. — С.25–41.
6. Gruber, T. R. A Translation Approach to Portable Ontologies // Knowledge Acquisition. — 1993. — Vol.5, № 2. — P. 199–220.
7. Guarino, N. Formal Ontology, Conceptual Analysis and Knowledge Representation // International Journal of Human-Computer Studies. — 1995. — Vol.43. — № 5–6. — P. 625–640.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Значение 3D-принтеров в литейном производстве

Ажгалиев Руслан Сарсенбаевич, студент
Волгоградский государственный аграрный университет

В наше время трудно представить жизнь без машин. Машины стали неотъемлемой частью жизни человека. Без них мы не смогли связаться с человеком, находящимся на другом континенте, преодолеть сотни километров за часы, вспахать десятки, сотни гектаров почвы и так далее.

Каждая машина (механическая) состоит из различных механизмов, а те из деталей. При выходе из строя какой-нибудь детали, необходима замена детали. Для замены необходимо, чтобы такую же деталь изготовили. Как же получают такие детали?

Многие детали машин имеют форму тел вращения или симметричную форму, их получают механической обработкой, а сложной конфигураций детали (например, блок цилиндров, головка блока цилиндров) получают литьем.

Литье происходит в формы, для которой продумывается подача жидкого металла, формовочный материал и модельный комплект. Для литья в одноразовые формы используют модельный комплект.



Рис. 1. Блок цилиндров двигателя

Модельный комплект

Модельный комплект — совокупность технологической оснастки, в которую входят модель отливки, модельные плиты, стержневые ящики, модели литниковой системы и прочие приспособления.

Модель отливки — литейная модель, которой будет формировать полость для литья. Она имеет размеры, отличающиеся от размеров детали с учетом усадки и припуском под механическую обработку поверхности.

Стержневой ящик — приспособление, служащее для изготовления стержней. Стержневые ящики бывают цельные, разъемные, вытряхные и др. [1, с. 160]

Модельные комплекты обычно выполняют из дерева. Дерево является классическим материалом для изготовления модельного комплекта. Однако изготовление из дерева весьма трудоемко и требует специального подготовленного древесного материала, так как модель может просохнуть и уменьшить свои размеры, что приведет к браку, поэтому важен подбор материала древесины. Естественно эти факторы влияют на качество и цену изготовления детали.

3D-печать для изготовления модельной оснастки

С появлением 3D принтера стало возможно изготовление деталей сложной формы из пластика, но они не могут



Рис. 2. Модельный комплект, выполненный из дерева

в полной мере заменить те детали, которые работают в высоких температурных условиях или под действием больших динамических нагрузок. Однако их можно применять в качестве модельного комплекта, что значительно уменьшит трудоемкость и повысит качество моделей.

Преимущества изготовления модельного комплекта с помощью 3D принтера:

— Высокая точность и скорость изготовления модели

— Уменьшение риска искажения формы модели при создании

— Уменьшение припуска под механическую обработку

— Уменьшение себестоимости литья

— Уменьшения расхода пластика при уменьшении заполнения при печати модели, не теряя прочность

— Изготовление модели любой сложной конфигурации



Рис. 3. 3D-модель из ABS пластика

Литература:

1. Дальский, А. М. Технология конструкционных материалов 2004г.

2. Костылева, Л. В., Грибенченко А. В., Жидков Г. И., Бесхлебова Л. Н., Громцева Н. А., Звонкова И. Ю. Лабораторный практикум о горячей обработке металлов и сплавов.
3. Дубинкин, Д. М., Дубов Г. М., Рыжикова Л. В. Технология Конструкционных материалов.
4. 3D-принтеры для модельной литейной оснастки. [Электронный ресурс] Режим доступа — <https://tsar3d.ru/3d-printery/modelnaya-osnastka-na-3d-printere>

Дисплеи, проецирующие изображение на сетчатку

Волков Кирилл Александрович, студент

Поволжский государственный технологический университет (г. Йошкар-Ола)

В статье дается описание технологии, ее особенности, преимущества и перспективы развития. Рассматриваются существующие конструкции и прототипы. Показывается важность развития технологии в России.

Ключевые слова: VRD, сетчатка, средства формирования изображения, очки виртуальной реальности, Vaunt, Google Glass.

Дисплеи, проецирующие изображение на сетчатку, являются новым направлением будущего, связывая реальный мир со средой виртуальной реальности. В предшественниках VRD (*Virtual retinal display*) изображение формировалось непосредственно перед глазом пользователя на маленьком «экране», обычно в виде больших очков. Это создавало множество неудобств, обусловленных большими и неудобными конструкциями. Первые образцы VRD были спроектированы уже в 1991 году в Университете Вашингтона.

Виртуальный ретинальный дисплей использует генерацию фотонов и манипуляции для создания панорамного, высокого разрешения, цветного виртуального изображения, которое проецируется непосредственно на сетчатку глаза без создания реального или воздушного изображения, которое просматривается через зеркало или оптику. VRD включает источник фотонов, которые модулируются видеoinформацией и сканируются в растровом виде рисунка непосредственно на сетчатку глаза пользователя.

Данная технология разработана для преодоления и решения многих ограничений, связанных с проблемами качества изображения, веса и стоимости, связанных с современной технологией дисплеев на головных устройствах. VRD является основным достижением технологии сканирующего лазерного офтальмоскопа (*SLO*), то есть сканирует модулированный лазерный свет непосредственно на сетчатку глаза зрителя для создания изображений с высоким разрешением без мерцания. Явными преимуществами VRD по сравнению с другими доступными технологиями являются более высокое разрешение, повышенная яркость и потенциально более широкое поле зрения.

VRD состоит из шести основных частей: источника видеосигнала, контролирующей и управляющей электроники, источников фотонов, устройств модуляции, сканирования горизонтального и вертикального луча и доставки оптики, как показано на рисунке 1 [1].

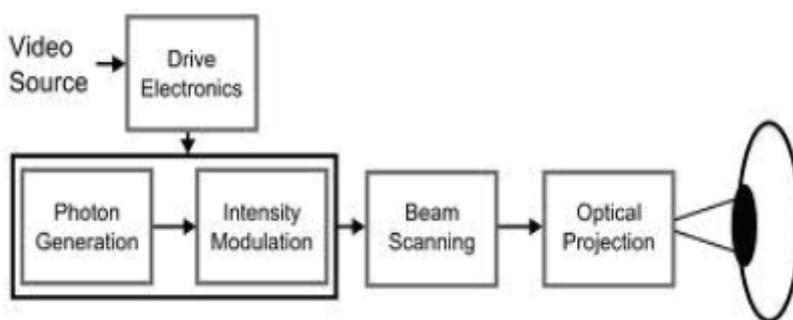


Рис. 1. Основные части VRD

Источниками света в VRD обычно являются лазеры, уровни энергии которых находятся в диапазоне от нановатт до милливатт, в зависимости от требо-

ваний дисплея. Лазер полностью безопасен для зрения. Мощность настолько низкая, что даже не требуется сертификация.

Одним из самых важных достижений технологии дисплеев, проецирующих изображение на сетчатку, является создание изображений с возможностью видеть сквозь него, то есть изображение накладывается на физическое зрение, таким образом, давая расширенное зрение. Это свойство достигается путем управления интенсивностью выходного изображения с помощью светоделиителя в оптике зрителя. Сходящиеся трехцветные лучи, выходящие из сканера, проходят через светоделиитель.

Технология *VRD* передает практически весь генерируемый свет на сетчатку, обеспечивая более яркий дисплей с минимальными требованиями к мощности (на основе лазерного излучающего диода). Тем самым достигается высокая четкость картинки при небольшом энергопотреблении.



Рис. 2. Очки Vaunt

По своей сути *Vaunt* — это просто система для отображения небольшого дисплея в стиле *Heads-up* в периферийном зрении. Он может показать простые сообщения, такие как направление движения или уведомления. Он работает через *Bluetooth* с телефоном *Android* или *iPhone* почти так же, как умные часы, принимая команды из приложения, которое работает в фоновом режиме.

На правом стержне очков находится набор электроники, предназначенный для питания лазера с очень малой мощностью. Этот лазер излучает красное монохромное изображение около 400 x 150 пикселей на голографический отражатель на правой линзе очков. Затем изображение отражается на глазное яблоко, прямо на сетчатку. Левая часть рамки очков также содержит электронику, поэтому очки одинаково утяжелены с обеих сторон. Вся электроника выполнена по современным MEMS — технологиям, обеспечивающим компактность и легкость конструкции [2].

Google Glass

Google Glass — типичный представитель современных очков, гарнитуры, с технологией проецирования изображения на сетчатку. Тестирование продукта началось в 2012 году, а в 2014 году они уже были в свободной продаже.

Наиболее совершенными из существующих прототипов являются очки *Vaunt*, разработанные компанией *Intel* и гарнитура *Google Glass*.

«Умные» очки Intel

В 2018 году компания *Intel* показала свои разработки по созданию умных очков *Vaunt*, внешний вид которых показан на рисунке 2. В отличие от других подобных гаджетов, эта модель выглядит как обычные очки. Маломощный лазер используется для направления проекции на стекло, откуда она отражается и попадает на сетчатку глаза.

Снаружи очки *Vaunt* выглядят абсолютно непримечательно. Во время использования информация видна на экране, похожем на экран, но на самом деле она проецируется на сетчатку.

В очках Гугл используется такой же принцип работы — изображение с проектора отражается от призмы и попадает в глаз. Кроме изображения пользователю доступен и звук, который передается через проводящий преобразователь, который посылает вибрации через ребристый материал челюсти и скул, соединенные с внутренней работой уха, рисунок 3.

Google Glass включает в себя сенсорную панель, находящуюся на правой дужке очков. Сенсорная панель используется для доступа к более продвинутым параметрам меню и контекстно-зависимым параметрам. Сенсорная панель также используется для голосовых вызовов. Кроме того, устройство включает в себе голосового помощника, который может осуществить вызов или выполнить поиск в интернете. Вызов помощника осуществляется командой «*ok, glass*» [3].

Несомненно ясно, *VRD* очки, дополняющие реальность, имеют большие амбиции в быстроразвивающемся мире. Данная технология позволит резко увеличить образованность человека. Так хирурги смогут делать операции, имея перед глазами всю нужную информацию о пациенте и его состоянии, инженера будут заниматься ремонтом, видя перед глазами подробный чертеж уста-

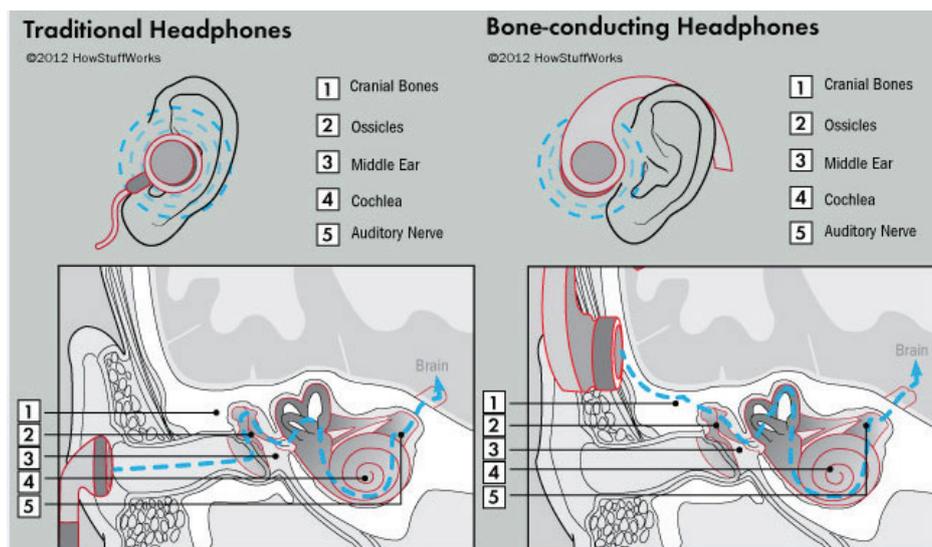


Рис. 3. Способ передачи звука в Google Glass

новки и т. д. Менеджеры *Apple* считают, что очки дополненной реальности в целом могут вытеснить смартфоны уже в течение десятилетия. Кроме того, *VRD* очки безвредны для зрения, и могут использоваться в течение всего дня.

К сожалению, Россия пока не принимает активного участия в таких разработках. Использование иностранных прототипов ограничивается ПО, не дающим гарантии за сохранность данных. Резкое увеличение образованности — вот что предлагаю сегодня *VRD* технологии.

Литература:

1. Thomas, A. Virtual retinal display / A. Thomas, S. Joel. — United States Patent. Patent number: 5,467,104, Nov. 14, 1995.
2. Dieter, B. Intel made smart glasses that look normal / B. Dieter // The Verge. — Feb 5, 2018.
3. Triggs, R. How it works: Google Glass / R. Triggs // Android Authority. — April 25, 2013.

Влияние инерционных сил на фильтрацию флюидов с учетом начального градиента при нелинейном законе фильтрации

Гасанов Ильяс Раван оглы, кандидат технических наук, доцент, начальник отдела;
 Джамалбеков Магомед Асаф оглы, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник
 Научно-исследовательский проектный институт «Нефтегаз» (SOCAR) (г. Баку, Азербайджан)

В статье предложены формулы для определения влияния инерционных сил на фильтрацию флюидов, с учетом начального градиента при нелинейном законе фильтрации. Проявление этих сил связано с увеличением скорости фильтрации и направлены против движения и должны быть дополнительно преодолены. Получен аналитический вид для их определения, который позволяет количественно оценить влияние инерционных сил на дебит скважин. Причем, эти формулы получены как с учетом фильтрации газа, так и с учетом фильтрации нефти.

Ключевые слова: градиент, давление, депрессия, фильтрация, нелинейный.

The article proposes formulas for determining the influence of inertial forces on fluid filtration, taking into account the initial gradient with a nonlinear filtration law. The manifestation of these forces is associated with an increase in the filtration rate and is directed against the movement and must be additionally overcome. An analytical view was obtained for their determination, which allows us to quantify the effect of inertial forces on the flow

rate of wells. Moreover, these formulas are obtained both taking into account gas filtration, and taking into account oil filtration.

Keywords: gradient, pressure, depression, filtration, non-linear.

При разработке залежей при больших градиентах давления на фильтрацию жидкости в пористой среде влияют инерционные силы, которые создают дополнительные сопротивления, направленные против движения. Таким образом, при больших скоростях течения природа нелинейности закона фильтрации иная, чем при малых скоростях фильтрации. А также с увеличением скорости движения время прохождения через сужение уменьшается, и жидкие частицы не успевают деформироваться. Это приводит к увеличению сопротивления движения [1, 2, 3].

В работе определяется давление, которое образуется в связи с влиянием инерционных сил. Как известно, закон Дарси представляется в виде $v = \frac{k}{\mu} \nabla p$, а двучленный закон фильтрации имеет вид [4]:

$$bv^2 + \frac{\mu}{k}v - \nabla p = 0. \quad (1)$$

$$\text{Здесь } b = \frac{\beta\rho}{\sqrt{k}}, \quad \beta = \frac{12 \cdot 10^{-5}}{m} \left(\frac{d_{\text{эф}}}{\sqrt{k}} \right)^2, \quad d_{\text{эф}} = 4 \sqrt{\frac{2k}{m}}, \quad (2)$$

в котором значение b определяется по данным Е. М. Минского [5].

С учетом влияния начального градиента и двучленного закона Форхгеймера, закон фильтрации можно написать в виде:

$$\text{при } \nabla p \geq \gamma_0 \Rightarrow bv^2 + \frac{\mu}{k}v - (\nabla p - \gamma_0) = 0, \quad (3)$$

при $\nabla p < \gamma_0 \Rightarrow v = 0$. Здесь γ_0 — начальный градиент.

В выражении (2) ρ — плотность жидкости, m — пористость породы, d — диаметр зерен, составляющий породу.

С увеличением скорости значение в формуле (1) члена bv^2 не только становится соизмеримо с членом $\frac{\mu}{k}v$, но и становится намного больше. В связи с чем полученное значение скорости фильтрации оказывается меньше, чем по закону Дарси, то есть для скорости фильтрации можно написать следующее выражение:

$$v = \frac{k}{\mu}(\nabla p - \gamma_v). \quad (4)$$

Здесь γ_v — градиент давления, который направлен против движения и связан с влиянием инерционных сил.

После некоторых преобразований из (1) действительно можно получить формулу (4), где

$$\gamma_v = (\nabla p - \gamma_0) \left(1 - \frac{1}{\eta_0} \right) + \frac{\mu^2}{k^2} \cdot \frac{1}{4b} \left(2 - \frac{1}{\eta_0} \right), \quad (5)$$

$$\eta_0 = \frac{1}{2} \sqrt{1 + 4b \frac{k^2}{\mu^2} (\nabla p - \gamma_0)}.$$

Как видно, градиент инерционного давления γ_v прямо пропорционален ∇p , μ , η_0 , b и обратно пропорционален коэффициенту проницаемости k .

Можно показать, что $\lim_{b \rightarrow 0} \eta_0 = \frac{1}{2}$, $\lim_{b \rightarrow 0} \gamma_v = \gamma_0$.

Следует также отметить, что с уменьшением скорости фильтрации при двучленном законе фильтрации уменьшается и дебит скважины. Если при линейном законе фильтрации для дебита нефти существует формула Дюпюи в виде [4]:

$$Q = \frac{2\pi kh}{\mu \ln \frac{r_k}{r_c}} (p_k - p_c - \Delta p_0), \quad (6)$$

для идеального газа в виде [3]:

$$Q = \frac{\pi kh}{\mu p_{ат} n \frac{r_k}{r_c}} (p_k^2 - p_c^2 - \Delta p'_0), \quad (7)$$

то при двучленном законе можно эти формулы представить в виде:

для нефти —
$$Q = \frac{2\pi kh}{\mu \ln \frac{r_k}{r_c}} (\Delta p - \Delta p_v), \quad (8)$$

где $\Delta p = p_k - p_c$;

для газа —
$$Q = \frac{\pi kh}{\mu p_{ат} \ln \frac{r_k}{r_c}} (\Delta P - \Delta p_v), \quad (9)$$

где $\Delta P = p_k^2 - p_c^2$.

Здесь Δp_v — давление, которое направлено против движения и связано с влиянием инерционных сил.

А теперь получим формулу для Δp_v , учитывая при этом также влияние начального градиента.

Для дебита нефти при двучленном законе фильтрации с учетом начального градиента можно написать выражение для распределения давления в следующем виде [4]:

$$p_k - p_c - \Delta p_0 = \frac{Q\mu}{2\pi kh} \ln \frac{r_k}{r_c} + Q^2 \cdot \frac{b}{4\pi^2 h^2} \left(\frac{1}{r_c} - \frac{1}{r_k} \right), \quad (10)$$

а для газа [4]:

$$p_k^2 - p_c^2 - \Delta p'_0 = \frac{Q\mu p_{ат}}{\pi kh} \ln \frac{r_k}{r_c} + Q^2 \cdot \frac{\rho_{ат} p_{ат} \beta}{2\pi^2 h^2 \sqrt{k}} \left(\frac{1}{r_c} - \frac{1}{r_k} \right). \quad (11)$$

Левую часть в обеих формулах обозначим через $\Delta\varphi$, и коэффициент при Q и Q^2 обозначим соответственно через A и B . Тогда получается выражение в виде:

$$BQ^2 + AQ - \Delta\varphi = 0. \quad (12)$$

Проведем следующие преобразования:

$$\begin{aligned} Q &= -\frac{A}{2B} + \sqrt{\left(\frac{A}{2B}\right)^2 + \frac{1}{B}\Delta\varphi} = \frac{A}{2B} \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{4B}{A^2}\Delta\varphi} \right) = \\ &= \frac{A}{2B} (-1 + 2\eta_1) = \frac{A}{2B} \left(-1 + \frac{4\eta_1^2}{2\eta_1} \right) = \frac{A}{2B} \left(-1 + \frac{1 + \frac{4B}{A^2}\Delta\varphi}{2\eta_1} \right) = \\ &= -\frac{A}{2B} + \frac{A}{4B\eta_1} + \frac{1}{A\eta_1} \Delta\varphi = \frac{1}{A\eta_1} \left(\Delta\varphi - \frac{2\eta_1 - 1}{4B/A^2} \right) = \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{A} \left(\frac{\Delta\varphi}{\eta_1} - \frac{2 - \frac{1}{\eta_1}}{4B/A^2} \right) = \frac{1}{A} \left(\Delta\varphi - \Delta\varphi + \frac{\Delta\varphi}{\eta_1} - \frac{2 - \frac{1}{\eta_1}}{4B/A^2} \right) =$$

$$= \frac{1}{A} \left[\Delta\varphi - \left(\Delta\varphi \left(1 - \frac{1}{\eta_1} \right) + \frac{2 - \frac{1}{\eta_1}}{4B/A^2} \right) \right].$$

Таким образом, $Q = \frac{1}{A} \left[\Delta\varphi - \left(\Delta\varphi \left(1 - \frac{1}{\eta_1} \right) + \frac{2 - \frac{1}{\eta_1}}{4B/A^2} \right) \right].$

Здесь $\eta_1 = \frac{1}{2} \sqrt{1 + \frac{4B}{A^2} \Delta\varphi}$, $\Delta p_v = \Delta\varphi \left(1 - \frac{1}{\eta_1} \right) + \frac{2 - \frac{1}{\eta_1}}{4B/A^2}.$

Таким образом, мы для дебита газа с учетом начального градиента получаем формулу:

$$Q = \frac{\pi kh}{p_{ар} \mu \ln \frac{r_k}{r_c}} (p_k^2 - p_c^2 - \Delta p_v),$$

где $\Delta p_v = (p_k^2 - p_c^2 - \Delta p'_0) \left(1 - \frac{1}{\eta_1} \right) + \frac{\mu^2 p_{ар} \sqrt{k} \ln^2 \frac{r_k}{r_c}}{2 \rho_{ар} \beta k^2 \left(\frac{1}{r_c} - \frac{1}{r_k} \right)} \cdot \left(2 - \frac{1}{\eta_1} \right),$ (13)

$$\eta_1 = \frac{1}{2} \sqrt{1 + \frac{2 \rho_{ар} \beta k^2 \left(\frac{1}{r_c} - \frac{1}{r_k} \right) (p_k^2 - p_c^2 - \Delta p'_0)}{\sqrt{k} \mu^2 p_{ар} \ln^2 \frac{r_k}{r_c}}}.$$

Для дебита нефти с учетом начального градиента эта формула имеет следующий вид:

$$Q = \frac{2\pi kh}{\mu \ln \frac{r_k}{r_c}} (p_k - p_c - \Delta p_v),$$

где $\Delta p_v = (p_k - p_c - \Delta p_0) \left(1 - \frac{1}{\eta_1} \right) + \frac{\mu^2 \ln^2 \frac{r_k}{r_c}}{4bk^2 \left(\frac{1}{r_c} - \frac{1}{r_k} \right)} \cdot \left(2 - \frac{1}{\eta_1} \right),$ (14)

$$\eta_1 = \frac{1}{2} \sqrt{1 + \frac{4bk^2 \left(\frac{1}{r_c} - \frac{1}{r_k} \right) (p_k - p_c - \Delta p_0)}{\ln^2 \frac{r_k}{r_c} \mu^2}}, b = \frac{\beta \rho}{\sqrt{k}}.$$

Следует отметить, что полученные формулы можно применять не только для двучленного закона фильтрации с учетом влияния начального градиента, но и для любого полиномиального закона фильтрации. Для этого в формулах (8) и (9) введем поправочную функцию $C(\Delta p)$, т. е. вместо Δp_v возьмем выражении $\Delta p'_v = C(\Delta p) \Delta p_v$. Здесь ко-

эффицент $C(\Delta p)$ будет определяться с помощью данных полученных при гидрогазодинамических исследований скважин. Для этого проводится исследование методом установившихся отборов. По предложенной методике [6] определяется начальная депрессия Δp_0 и по предложенным формулам (13) и (14) определяется Δp_v . Далее по формуле

$$\Delta p'_v = \Delta p - \frac{Q}{A}$$

где для нефти $A = \frac{2\pi kh}{\mu \ln \frac{r_k}{r_c}}$, $\Delta p = p_k - p_c$. Для газа $A = \frac{\pi kh}{\mu p_{ат} \ln \frac{r_k}{r_c}}$, $\Delta p = p_k^2 - p_c^2$ при различных Δp опреде-

ляется значение $\Delta p'_v$. Если $\Delta p'_v = \Delta p_v$ то, $C(\Delta p) = 1$, если же $\Delta p'_v > \Delta p_v$ то $C(\Delta p) > 1$. Тогда для его определения при различных Δp используется формула $C(\Delta p) = \frac{\Delta p'_v}{\Delta p_v}$. Полученные данные аппроксимируются по программе

Excel [7]. Подставляя выражение для $C(p)$ в формулах (8) и (9) мы получаем общие формулы для дебита флюида при нелинейном законе фильтрации с учетом влияния начального градиента.

$$\text{для нефти — } Q = \frac{2\pi kh}{\mu \ln \frac{r_k}{r_c}} (\Delta p - C(p)\Delta p_v), \tag{15}$$

где $\Delta p = p_k - p_c$;

$$\text{для газа — } Q = \frac{\pi kh}{\mu p_{ат} \ln \frac{r_k}{r_c}} (\Delta P - C(p)\Delta p_v), \tag{16}$$

где $\Delta P = p_k^2 - p_c^2$.

Здесь Δp_v определяются по формулам (13) и (14).

Следовательно, в работе предложены формулы для определения влияния инерционных сил на фильтрацию флюидов, с учетом начального градиента при нелинейном законе фильтрации, связанные с увеличением скорости фильтрации и направленные против движения, которые должны быть дополнительно преодолены. Также получен аналитический в Спиридонов О. В. Расширенные возможности Microsoft Excel 2003 / О. В. Спиридонов. — Центр дистанционных образовательных технологий МИЭМП, 2010.

Литература:

1. Г. И. Баренблатт, В. М. Ентов, В. М. Рыжик. Теория нестационарной фильтрации жидкости и газа. — М.: Недра, 1972.
2. А. Х. Мирзаджанзаде, О. Л. Кузнецов, Х. С. Басниев, З. С. Алиев. Основа технологии добычи газа. — М.: Недра, 2003. — 880 с.
3. А. Х. Мирзаджанзаде, И. М. Аметов, А. Г. Ковалев. Физика нефтяного и газового пласта. — Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований. — 2005. — 280 с.
4. К. С. Басниев, А. М. Власов, И. Н. Кочина, В. М. Максимов. Подземная гидравлика. — М.: Недра, 1986. — 303 с.
5. Минский, Е. М. О турбулентной фильтрации газа в пористых средах // Тр.ВНИИгаза. — М.: Гостоптехиздат, 1951. — С.64–71.
6. И. Р. Гасанов., С. А. Таирова., Р. И. Гасанов. Методика интерпретации индикаторных линий скважин, добывающих углеводороды с аномальными свойствами. Научно-технический вестник. Каротажник — Выпуск 1 (271). Тверь — 2017.
7. Спиридонов, О. В. Расширенные возможности Microsoft Excel 2003 / О. В. Спиридонов. — Центр дистанционных образовательных технологий МИЭМП, 2010.

Повышение эффективности использования автосамосвалов в условиях низких температур путём совершенствования конструкции автомобиля и модернизации процесса смазки

Гончарук Алексей Иванович, кандидат технических наук, доцент;
Кузнецов Евгений Евгеньевич, доктор технических наук, доцент;
Кожаева Елена Геннадьевна, студент магистратуры;
Самсонов Артём Евгеньевич, студент магистратуры;
Сиренко Дмитрий Леонидович, студент магистратуры
Дальневосточный государственный аграрный университет (г. Благовещенск)

В статье предлагается усовершенствовать конструкцию автосамосвала и модернизировать процесс смазки подшипников скольжения ходовой части и подвески с целью повышения эффективности использования автосамосвалов в условиях низких температур.

Ключевые слова: автосамосвал, система питания, гидроцилиндр, смазка, вибромолоток.

Учитывая специфику работы сельхозпроизводителей, следует отметить, что автопарк используется круглый год. В период полевых работ осуществляются перевозки посевного зерна, удобрений, овощей, сена, соломы, кормов и других грузов. В холодный период, когда полевые работы не выполняются, автомобилями предприятия выполняются работы по перевозке угля для отопления предприятий и нужд населения. Также в этот период выполняется ремонт сельскохозяйственной техники, автотранспорта и тракторов, поэтому возникает необходимость в перевозке запчастей, узлов, агрегатов и эксплуатационных материалов. В связи с тем, что цены на зерно повышаются к весне, то перевозки зерна осуществляются с осени до весны. Строительные работы на сельскохозяйственных предприятиях, как правило, выполняются в период, когда рабочие и техника не задействованы на полевых работах, то есть в холодный период. Для обеспечения строительных работ автопарком предприятия перевозятся песок, гравий, цемент, лесоматериалы, стальной прокат и другие строительные материалы.

Учитывая потребности сельхозпредприятий в перевозке разнородных грузов, следует отметить, что для перевозки сыпучих грузов требуются автомобили — самосвалы, а для перевозки грузов в таре требуются бортовые автомобили и фургоны. Оптимальным решением становится использование автосамосвалов с кузовом, форма которого внешне идентична кузову бортового автомобиля, что позволяет эффективно использовать данный автотранспорт для перевозки сыпучих грузов и грузов в таре. К таким автомобилям, например, относятся автосамосвалы КамАЗ-55115. Использование дизельных самосвалов в холодный период осложняется по ряду причин. К основным следует отнести влияние низких температур на запуск и работу дизельных двигателей, отказы гидроцилиндров подъема платформы, а также повышенный износ элементов ходовой части и подвески.

С целью повышения эффективности использования автосамосвалов в условиях низких температур необходимо

рассмотреть основные факторы, оказывающие влияние на работу систем, агрегатов и узлов автосамосвалов.

Затруднение запуска дизельного двигателя в условиях низких температур воздуха обусловлено температурными изменениями отдельных показателей. Во-первых, изменяются геометрические параметры деталей двигателя в связи с температурным сжатием металла. Это в свою очередь приводит к увеличению сил трения в сопряженных деталях кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов, в результате чего увеличивается момент сопротивления вращению деталей, снижаются обороты при запуске двигателя и следствием этого является недостаточная компрессия для запуска двигателя. Во-вторых, снижается температура топлива в трубопроводах системы питания. Это приводит к увеличению плотности топлива, увеличению размера капель в факеле распыляемого форсункой топлива, вакуумных полостей в топливопроводах высокого давления, а также в топливопроводах между насосом высокого давления и фильтром. Увеличение плотности топлива становится причиной его повышенного расхода и повышенной дымности в период запуска и прогрева двигателя в связи с избыточным количеством топлива, впрыскиваемого в камеру сгорания. Увеличение размера капель в факеле распыляемого форсункой топлива, приводит к увеличению времени процесса смесеобразования, который происходит в камере сгорания двигателя. Поэтому происходит неполное сгорание впрыскиваемого топлива, что становится причиной повышенного расхода топлива и дымности, а также затрудняет запуск двигателя. Появление вакуумных полостей в топливопроводах системы питания в связи с уплотнением топлива при охлаждении (происходит уменьшение объема топлива более чем на 5 %), становится причиной того, что топливо не поступает в форсунки двигателя при первых оборотах коленчатого вала, что исключает запуск двигателя в этот период.

После запуска двигателя влияние этих показателей снижается по мере прогрева деталей двигателя и топлива в трубопроводах. Проблемы запуска дизельных

двигателей, связанные с температурным изменением деталей и повышенной вязкостью масла, решаются путём установки предпусковых подогревателей. Однако предпусковые подогреватели не позволяют разогреть топливо в топливопроводах системы питания. При работе двигателя, топливо в топливопроводах системы питания постепенно нагревается до температуры поверхности двигателя, над которой они расположены, а при выключении двигателя охлаждается в первую очередь.

Важное значение в работе автосамосвалов имеет надёжность гидравлических цилиндров подъёма платформы. Анализ возникновения отказов этих элементов показывает, что эти события более вероятны в условиях низких температур. Основная часть отказов происходит по причине негерметичности манжет гидроцилиндров. Гидроцилиндры подъёма платформы самосвалов чаще всего имеют многосекционную телескопическую форму с бо-

ковым входом масляной магистрали. В производстве отказы гидроцилиндров подъёма платформы самосвалов чаще всего происходят в условиях низких температур у неопытных водителей, которые сразу после включения гидрооборудования, включают подачу масла в гидроцилиндр. Холодное гидравлическое масло оказывает давление на боковую стенку штока гидроцилиндра в точке подключения магистрали к гидроцилиндру. Это вызывает перекос штока к при подъёме, что приводит к повреждению манжет с последующей разгерметизацией гидроцилиндра. Опытные водители до включения подачи масла в гидроцилиндр выполняют прогрев гидравлического масла, пропускают его по кругу: бак — насос — бак. Также причиной разгерметизации гидроцилиндров подъёма платформы является повреждение манжет от мусора, пыли и абразивных частиц, прилипающих к покрытым тонким слоем масла штокам гидроцилиндра (рис. 1).



Рис. 1. Неисправный гидроцилиндр подъёма платформы с загрязнениями на манжетах

При хранении автосамосвалов в тёплых гаражах или при перепадах температур окружающего воздуха происходит неравномерное нагревание или остывание периферийных и внутренних штоков телескопических гидроцилиндров. При этом изменяется диаметр внешних или внутренних штоков, вследствие чего увеличиваются силы трения между штоками, давление в гидроцилиндре и происходит поджимание манжет. Это также приводит к повреждению манжет и разгерметизации гидроцилиндров.

Преодолевая снежные заносы, рыхлый снег и лужи с грязью, образованные реагентами или дневными отепелями, узлы смазки ходовой части и подвески автосамосвалов подвергаются воздействию воды, химических реагентов, солей и кислот, грязевых и абразивных частиц, попадающих вместе с водой в узлы трения. В этот период опытные водители совместно с автослесарями вы-

полняют внеплановые смазочные работы с целью исключения преждевременного износа подшипников трения ходовой части и подвески. Качественная смазка подшипников скольжения усложняется в связи с наличием замерзшей воды, грязи, абразива, а также неравномерным зазором между работающими деталями и сложным микрорельефом трущихся поверхностей. Неравномерный износ между работающими деталями подшипников скольжения обусловлен тем, что детали в этих подшипниках находятся под нагрузкой и имеют некоторый перекос в пределах имеющегося люфта. Поэтому при выполнении смазки этих узлов обрабатывается лишь часть поверхностей трения и удаляется со старой смазкой лишь часть загрязнений, скопившихся между поверхностями трения подшипников.

С целью повышения эффективности использования дизельных автосамосвалов в условиях низких температур,

предлагается внести незначительные изменения в конструкцию системы питания и подъема платформы, а также усовершенствовать процесс смазки подшипников скольжения ходовой части и подвески.

Для этого к трубопроводам высокого давления и трубопроводам подачи топлива к фильтру и топливному насосу высокого давления системы питания предлагается прикрепить электронагревательный элемент в форме провода напряжением 12 вольт мощностью 0,1 кВт/пог. м. Трубопроводы вместе с нагревательными элементами покрыты теплоизоляцией из пенофола. Электропитание нагревательного элемента предлагается осуществлять от аккумуляторной батареи, которая подключена к солнечной батарее, закрепленной на крыше кабины автосамосвала. Такая конструкция позволит поддерживать температуру топлива в топливопроводах высокого давления и других топливопроводах между баком и топливным насосом высокого давления в оптимальном для работы двигателя состоянии в период выключения двигателя. Солнечная батарея позволит в светлое время суток поддерживать или восстанавливать заряд аккумуляторной батареи, который будет снижаться от работы нагревательных элементов и понижающейся температуры воздуха.

Учитывая причины отказа гидроцилиндров подъема платформы, предлагается защитить штоки от попадания мусора. Для этого на телескопический гидроцилиндр необходимо установить телескопический пылезащитный чехол из трубок, выполненных из тонкого металла с манжетами из поролона. Конструкция предлагаемого пылезащитного чехла, имеет форму телескопической трубы, с тонкой трубкой в нижней части, внутри которой устанавливается и крепится корпус гидроцилиндра.

При подъеме штока гидроцилиндра платформы, в первую очередь поднимается трубка чехла с наибольшим диаметром, верхняя часть которой соединена с верхней частью внутреннего штока гидроцилиндра. Трубку пылезащитного фильтра с наибольшим диаметром предлагается покрыть теплоизоляционным материалом для сохранения температуры гидроцилиндра платформы в сложенном состоянии. При поднятом кузове автомобиля пылезащитный чехол позволит не только защитить шток гидроцилиндра платформы от прилипания мусора к покрытым маслом штокам, но и защитить штоки от быстрого охлаждения потоками зимнего ветра. Для поддержания температуры гидроцилиндра платформы предлагается корпус гидроцилиндра обмотать электронагревательным элементом в форме провода. Нагревательный провод предлагается установить на корпусе гидроцилиндра, под тонкую трубку защитного чехла. Для регулирования температуры предлагается установить на стенку корпуса гидроцилиндра датчик температуры, подключенный к реле-регулятору заданной температуры. Поддержание температуры корпуса гидроцилиндра, который остывает в первую очередь, позволит исключить температурные изменения диаметров штоков и корпуса гидроцилиндра подъема платформы.

На сегодняшний день смазки подшипников скольжения всё чаще выполняют смазочными материалами, имеющими

функцию восстановления поверхности. Эти смазки могут содержать пылевые или порошковые металлические наполнители. Поэтому процесс смазки шкворней, шарниров рулевых тяг, шарниров реактивных тяг должен позволять:

- равномерно смазывать трущиеся поверхности узлов трения;
- выталкивать загрязнения и металлические частицы, образовавшиеся в процессе трения вместе со старой смазкой;
- равномерно распределять металлические наполнители смазки по трущимся поверхностям узлов.

Для реализации этих задач предлагается элементы узлов смазки подвергнуть вибрации с помощью вибромоторов (например, вибромоторов модели NFP-324–102), прикрепленных к деталям подвески и ходовой части с помощью конструкции с неодимовыми магнитами. При смазке шкворней необходимо вывешивать колёса. При использовании смазок с наполнителем из магнетофлекса до 1 % (сплав магнетофлекса содержит 60 % Cu, 20 % Ni и 20 % Fe, имеет высокие значения коэрцитивной силы (не менее 47,2 кА/м), остаточной магнитной индукции (не менее 0,58 Тл) и является вязким пластичным сплавом (не более 120 НВ) [1] предлагается использовать вибромолоток с неодимовым магнитом (рис.2). Данным вибромолотком после его примагничивания к узлу трения необходимо водить по поверхности для равномерности распределения смазки и её магнетофлексного наполнителя, а также для усиления магнитного действия частиц магнетофлекса. Частицы магнетофлекса при этом быстрее будут распределяться по раковинам трущихся поверхностей подшипников скольжения.

Усовершенствование конструкции автосамосвала и процессов смазки подшипников скольжения позволят сохранить ресурс аккумуляторной батареи, стартера и генератора за счёт сокращения времени запуска двигателя и снижения нагрузки на это оборудование. Кроме этого, подогрев топлива позволит снизить его плотность, что даст возможность исключить перерасход и недогорание топлива при запуске и прогреве дизельного двигателя. Подогрев топлива также приведет к снижению дымности в отработавших газах. Применение солнечной батареи позволит не только не разряжаться аккумуляторной батарее при работе предлагаемых нагревательных элементов, установленных на топливопроводах системы питания и корпусе гидроцилиндра подъема платформы, но также позволит получить дополнительный заряд, необходимый аккумулятору при падении температуры воздуха. Применение пылезащитного чехла и подогрева корпуса гидроцилиндра подъема платформы позволит исключить повреждение манжет гидроцилиндра от загрязнений и температурных изменений геометрических размеров штоков и корпуса. Усовершенствование процесса смазки позволит снизить интенсивность износа подшипников скольжения ходовой части и подвески автосамосвала, которые подвергаются наибольшим статическим и динамическим нагрузкам от веса грузов и автомобиля, а также химическим и абразивным воздействиям от проникающих в трущиеся поверхности этих узлов загрязнений.



Рис. 2. Вибромолоток с неодимовыми магнитами

Поддержание ресурса наиболее уязвимых элементов автосамосвалов в период эксплуатации в условиях низких температур позволит сократить расходы на ремонт, сокра-

тить простои в ремонте, повысить топливную экономичность автомобилей.

Литература:

1. Евдокимова, Н. В., Прохоров С. М., Гончарук А. И., Ковалевский В. Н. Повышение эффективности технического обслуживания легковых автомобилей марки ГАЗ за счёт усовершенствования процесса смазочных работ: Молодой учёный: международный научный журнал — 2017, № 43 (177), С 34–37.

К вопросу о необходимости разработки критериев и анализа проблем определения перечня опасных объектов, которым необходимо создание локальных систем оповещения

Жиганов Константин Вячеславович, преподаватель;
 Кокурин Алексей Константинович, кандидат исторических наук;
 Данилов Павел Владимирович, старший преподаватель;
 Зейнетдинова Ольга Геннадьевна, кандидат биологических наук, доцент;
 Дашевский Александр Русланович, преподаватель;
 Наконечный Сергей Николаевич, старший преподаватель
 Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (г. Иваново)

Бросалова Лидия Алексеевна, старший офицер связи
 Главное управление МЧС России по Нижегородской области

В данной статье рассматриваются вопросы разработки критериев и проблем определения перечня опасных объектов, которым необходимо создание локальных систем оповещения, для обеспечения своевременного доведения до органов управления, сил гражданской обороны, единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, персонала объектов и населения сигналов экстренного оповещения об возникших чрезвычайных ситуациях.

Ключевые слова: гражданская оборона, локальная система оповещения, район размещения, техногенный характер, высокая опасность.

В связи с усложнением технологических процессов, широким применением опасных химических и радиоактивных веществ, высокой концентрацией промышленности в отдельных регионах РФ наблюдается рост количества аварий и катастроф техногенного характера, на потенциально опасных объектах.

При возникновении ЧС на потенциально опасных объектах возникает ряд поражающих факторов, с высокой вероятностью и скоростью, таких как, горение, взрыв, ударная волна, вторичные поражающие факторы, токсическое заражение местности и приземного слоя воздуха, катастрофическое затопление территорий, загрязнение

гидросферы. Внезапность и высокие скорости распространения опасных и вторичных поражающих факторов аварий требуют принятия оперативных мер по защите персонала объектов и населения.

Негативным результатом существования, функционирования и развития техносферы, является результатом роста возможного возникновения на ее объектах, различного рода аварий и техногенных катастроф, имеющих тяжелые последствия.

Важной категорией сферы техногенной безопасности является понятие опасного объекта, исходя из этого объекты по видам опасности делятся на:

- объекты, не представляющие опасности;
- объекты, на которых источники хронической опасности для рабочих, служащих и населения реализуются более одного месяца;
- объекты, на которых источники острой, быстро развивающейся опасности для рабочих, служащих и населения присутствуют постоянно.

Исходя из вышесказанного, можно считать, что опасные производственные объекты, это предприятия или их цехи, участки, площадки, а также иные производственные объекты, указанные в Федеральном законе № 116 от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», к которым относятся объекты, на которых получают, используют, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются воспламеняющиеся, окисляющие, горючие, взрывчатые, токсичные вещества; используется оборудование, работающее под избыточным давлением; используются стационарно установленные грузоподъемные механизмы, эскалаторы в метрополитенах, канатные дороги, фуникулеры; ведутся горные работы; осуществляется хранение или переработка растительного сырья, в процессе которых образуются взрывоопасные пылевоздушные смеси, и еще ряд других объектов. То есть, условно ОПО можно разделить на опасные объекты с опасными веществами, с опасным оборудованием, и объекты, на которых проводятся опасные работы [1].

Важнейшим элементом системы предупреждения и ликвидации последствий аварий на опасных объектах, являются локальные системы оповещения (далее — ЛСО). В Российской Федерации основным регламентирующим документом по созданию локальных систем оповещения на потенциально опасных объектах, является Постановление Совета Министров Правительства РФ № 178 от 01.03.1993 г. «О создании локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов», в котором определены объекты, в обязанность которых входят задачи по созданию ЛСО, там же определены зоны перекрытия действия ЛСО, в зависимости от степени опасности объекта и меры по возложению ответственности, за организацию своевременного оповещения персонала объектов и населения об опасностях и угрозах [2].

Локальная система оповещения, это организационно-техническое объединение дежурно-диспетчерских

служб (далее — ДДС), специальной аппаратуры управления и средств оповещения, линий связи, обеспечивающих передачу сигналов оповещения объектовым аварийно-спасательным формированиям (далее — АСФ); персоналу, руководящему составу гражданской обороны (далее — ГО) и объектовому звену РСЧС самого опасного объекта; руководителям и ДДС организаций, находящихся вблизи; и населению, проживающему в непосредственной близости зоны ответственности ЛСО

Также, требования по созданию ЛСО определяют Федеральный закон РФ № 68 от 21.12.1994 г. «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», в котором даны определения, терминам «оповещение населения о чрезвычайных ситуациях», «потенциально опасный объект», и Федеральный закон РФ № 28 от 12.02.1998 г. «О гражданской обороне», в котором сформулированы основные задачи и полномочия органов власти всех уровней и организаций в области ГО, в том числе по организации оповещения [3, 4].

Промедление с задействованием систем оповещения, их отсутствием, неработоспособностью или не перекрытием всей заявленной зоны (территории) оповещения по проектным нормам, снижают эффективность защитных мероприятий, что может привести к неоправданным жертвам и потерям среди работников самих опасных объектов, где произошла ЧС, а также работников других, вблизи расположенных объектов, и населения.

Поэтому в настоящее время, при широком использовании в производстве опасных веществ и высокой вероятности возникновения ЧС природного и техногенного характера, вопросы разработки критериев и проблемах определения перечня опасных объектов, которым необходимо создание ЛСО, а так же вопросы контроля (надзора) за, реконструкцией и поддержанием в постоянной готовности систем оповещения как никогда актуальны.

Для обеспечения своевременного доведения до органов управления, сил гражданской обороны, единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, персонала объектов и населения, экстренной информации и сигналов оповещения об опасностях, на органы исполнительной власти субъектов РФ, на территории которых действуют потенциально опасных объекты (далее — ПОО), возлагается ответственность за организацию оповещения населения, проживающего в зонах возможного радиоактивного и химического заражения (загрязнения) и катастрофического затопления, в зонах ответственности ЛСО.

В соответствии с пунктами 5.2–5.7 СП 133.13330.2012г. «Свод правил. Сети проводного радиовещания и оповещения в зданиях и сооружениях. Нормы проектирования», [5] системы оповещения на объектовом уровне разделяются на два вида:

1) локальные системы оповещения на ПОО, последствия аварий на которых могут выходить за пределы этих объектов и создавать угрозу жизни и здоровью людей;

2) объектовые системы оповещения (далее — ОСО) на объектах и в организациях с одномоментным нахождением более 50 человек (включая персонал), на социально важных объектах и объектах жизнеобеспечения населения вне зависимости от численности одномоментно находящихся людей, на которых последствия аварий не выходят за пределы объекта.

В отличие от ЛСО, ОСО создаются для доведения сигналов оповещения только до объектовых сил гражданской обороны, нештатных аварийно-спасательных формирований, руководителей и персонала данного объекта.

Объекты, которым необходимо создавать ЛСО, определены в Постановлении Совета Министров Правительства РФ № 178 от 01.03.1993 г. «О создании локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов», вместе с зонами ответственности ЛСО для каждого из них:

- в районах размещения радиационно опасных объектов, ЛСО должна осуществлять оповещение в радиусе 5 км., вокруг объектов (включая поселок объекта);

- в районах размещения химически опасных объектов, в радиусе до 2,5 км., вокруг объектов;

- в районах размещения гидротехнических объектов, на расстоянии до 6 км., от объектов в нижнем бьефе, в зонах затопления.

С 1993 года, согласно Постановлению Совета Министров Правительства РФ, № 178 от 01.03.1993 г. «О создании локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов», требования по созданию ЛСО предъявлялись исключительно к ПОО.

С 2014 года, Федеральным законом № 404 от 28.12.2013 г. «О внесении изменений в статью 14 Федерального закона «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» и Федеральный закон «О гражданской обороне», были внесены изменения в статью 9 Федерального закона РФ № 28 от 12.02.1998 г. «О гражданской обороне», которая была дополнена пунктом 3, с дальнейшим указанием: создавать и поддерживать в состоянии готовности ЛСО отныне должны организации, эксплуатирующие опасно производственные объекты (далее — ОПО) I и II классов опасности, особо радиационно опасные и ядерно опасные производства и объекты, гидротехнические сооружения чрезвычайно высокой опасности и гидротехнические сооружения высокой опасности [6].

Далее, в 2014–2015 годах, в вышеуказанные Федеральные законы были внесены следующие поправки, которыми изменилось понятие определения термина «ПОО» и требование по созданию ЛСО уже не на потенциально опасных объектах, как это было в соответствии с Постановлением Совета Министров Правительства РФ № 178 от 01.03.1993г. «О создании локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов», а на опасных производственных объектах «ОПО» I и II классов опасности. Исходя из этого, в настоящее время, выделяют два термина определяющих

и различающих потенциально опасные объекты на, производственные опасные объекты (ПОО) и опасные производственные объекты (ОПО).

При отсутствии четкого нормативно-правового определения, каким объектам — ПОО и/или ОПО, необходимо создавать ЛСО, в стране участились случаи обращения в суды руководителей опасных объектов, с жалобами о признании недействительными предписаний об устранении нарушений установленных требований в области ГО, защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера (далее — ЗНиТ от ЧС), выданных органами государственного контроля и надзора МЧС России, и отмене постановлений судов о назначении административных наказаний.

Разночтения в нормативно-правовой базе РФ приводят к неоднозначному толкованию законодательных норм, что, в свою очередь, приводит к росту спорных ситуаций, решаемых в судебном порядке.

В виду отсутствия разъяснений, новых с 2014 года требований федерального законодательства, или введения соответствующих изменений (поправок), в Постановление Совета Министров Правительства РФ № 178 от 01.03.1993г. «О создании локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов», на практике возникает ряд проблем, определяющих порядок и правила создания ЛСО на опасных объектах, что, в свою очередь, затрудняет проведение мероприятий государственного контроля (надзора), по вопросам создания ЛСО.

Чтобы понять, каким объектам сегодня необходимо создавать ЛСО, необходимо разобраться в понятиях «ПОО» и «ОПО».

Ранее, в пункте 2.1.24, ГОСТ Р22.0.02–94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях, термины и определения основных понятий», действующего до 01.01.2017, было установлено, что ПОО — это объект, на котором используют, производят, перерабатывают, хранят или транспортируют радиоактивные, пожаро- и взрывоопасные, опасные химические и биологические вещества, создающие реальную угрозу возникновения источника чрезвычайной ситуации [7].

Согласно пункту 11, приказа МЧС России № 105 от 28.02.2003г. «Об утверждении Требований по предупреждению чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах и объектах жизнеобеспечения», ПОО подразделяются по степени опасности в зависимости от масштабов возникающих ЧС на пять классов:

- 1 класс — объекты, аварии на которых могут являться источниками возникновения федеральных и/или трансграничных ЧС;

- 2 класс — региональных;

- 3 класс — территориальных;

- 4 класс — местных;

- 5 класс — локальных ЧС.

Федеральным законом № 38 от 08.03.2015г. «О внесении изменений в Федеральный закон «О защите на-

селения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», в статью 1, Федерального закона № 68 от 21.12.1994г. «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», была введена часть пятнадцатая, которая гласит о том, что ПОО — это объект, на котором расположены здания и сооружения повышенного уровня ответственности, либо объект, на котором возможно одновременное пребывание более пяти тысяч человек [8].

Во-первых, к объекту, на котором возможно одновременное пребывание более 5 тыс. человек, можно отнести места с массовым пребыванием людей, такие как спортивные стадионы или крупные торгово-развлекательные центры. Должны ли перечисленные объекты создавать ЛСО, и если «да», то как?

Во-вторых, как отмечено в пункте 8 статьи 4, Федерального закона № 384 от 30.12.2009г. «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», к зданиям и сооружениям повышенного уровня ответственности относятся здания и сооружения, отнесенные в соответствии со статьей 48.1. «Градостроительного кодекса РФ», к особо опасным, технически сложным или уникальным объектам [9].

Согласно вышеуказанного Федерального закона № 116 от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», ОПО в зависимости от уровня потенциальной опасности аварий на них для жизненно важных интересов личности и общества, подразделяются на четыре класса опасности:

- I класс — чрезвычайно высокой опасности;
- II класс — высокой опасности;
- III класс — средней опасности;
- IV класс — низкой опасности.

Класс опасности ОПО зависит от технических параметров объекта, характеристик машин и механизмов, которые эксплуатируются в его составе, и устанавливается исходя из количества опасного вещества или опасных веществ, которые одновременно находятся или могут находиться на ОПО.

Итак, проанализировав определения терминов «ПОО» и «ОПО», создается впечатление, что вопрос, каким объектам надо создавать ЛСО решен, и все сводится к пункту 3 статьи 9, Федерального закона РФ № 28 от 12.02.1998г. «О гражданской обороне», в котором, с одной стороны, перечень объектов вполне конкретно определен, и получается, что указанные ОПО одновременно являются и ПОО, с другой стороны, Федеральный закон РФ № 28 от 12.02.1998г. «О гражданской обороне» юридически выше по статусу, чем Постановление Совета Министров Правительства РФ № 178 от 01.03.1993г. «О создании локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов». Но здесь возникает вопрос к Федеральному закону РФ № 28 от 12.02.1998г. «О гражданской обороне», требования которого, отменяют или дополняют

перечень опасных объектов, которым надо создавать ЛСО, ведь не все ПОО являются ОПО?

В условиях многообразия видов производственной деятельности, специфики промышленных объектов и их принадлежности к различным отраслям производства при анализе безопасности и оценке риска, обнаруживается, что перечень опасных объектов, которым необходимо создавать ЛСО не сокращается за счет конкретного определения объектов по классам опасности, а наоборот расширяется за счет учета абсолютно всех ОПО I и II классов опасности, к которым относятся ПВО объекты, например, трубопроводы нефти и газа, деревообрабатывающие производства, для которых ни радиус действия ЛСО, ни принцип ее построения ничем на законодательном уровне не определены.

В Постановлении Совета Министров Правительства РФ № 178 от 01.03.1993г. «О создании локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов», при создании ЛСО не учтены ПВО, на которых производятся и хранятся, транспортируются взрывоопасные вещества и вещества, способные при определенных условиях к возгоранию или взрыву; биологически опасные объекты, несущие потенциальную угрозу утечки биологически опасных веществ, а также объекты транспортной системы (железнодорожные, автотранспортные, авиационные, трубопроводные, аварии на которых чреваты, разрушением транспортных средств, человеческими жертвами и материальным ущербом) и объекты инфраструктуры по обеспечению жизнедеятельности хозяйственных объектов и жизнеобеспечению населения, аварии на которых могут парализовать хозяйственную деятельность, осложнить условия жизни населения и вызвать различного рода экологические загрязнения.

В марте 2018 года МЧС России был подготовлен проект Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон № 28 от 12.02.1998 г. «О гражданской обороне», в котором пункт 3 статьи 9 28-ФЗ, предлагается изложить следующим образом: «Организации, эксплуатирующие опасные производственные объекты I и II классов опасности (за исключением линейных объектов магистрального трубопроводного транспорта), особо радиационно опасные и ядерно опасные производства и объекты, последствия аварий на которых могут выходить за пределы их территорий и причинять вред жизни и здоровью населения, гидротехнические сооружения чрезвычайно высокой опасности и гидротехнические сооружения высокой опасности, создают и поддерживают в состоянии готовности локальные системы оповещения» [10].

В конце мая 2018 года проект изменений в Федеральный закон № 28 от 12.02.1998 г. «О гражданской обороне», получил положительное заключение оценки регулирующего воздействия (далее — ОРВ), то есть оценки социально-экономических последствий вводимого государственного регулирования, и с июля 2018 года до настоящего времени идет подготовка его заключительного текста.

При этом в предлагаемой редакции Федерального закона № 28 от 12.02.1998 г. «О гражданской обороне», не учтены гидротехнические сооружения (далее — ГТС) III класса опасности и ПОО 3, 4 классов опасности, последствия аварий на которых могут нанести вред здоровью и угрожать жизни населения, проживающему вблизи данных объектов. Таким образом, из перечня объектов, которым необходимо создавать ЛСО, «выпадает» целый ряд опасных объектов. Или создание ЛСО на ГТС III класса опасности и ПОО 3, 4 классов опасности учтено в Постановлении Совета Министров Правительства РФ № 178 от 01.03.1993г. «О создании локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов», которое не отменено?

Итак, сегодня в действующем законодательстве Российской Федерации существует проблема отсутствия четкого определения, каким опасным объектам необходимо создавать ЛСО: ПОО — в соответствии с Постановлением Совета Министров Правительства РФ № 178 от 01.03.1993г. «О создании локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов», или ОПО — в соответствии с пунктом 3 статьи 9, Федерального закона № 28 от 12.02.1998 г. «О гражданской обороне». Запутанность понятий «ПОО» и «ОПО», отсылка к целому ряду нормативно-правовых документов затрудняющих определение перечня конкретных опасных объектов, которым однозначно требуется создание ЛСО.

Литература:

1. Федеральный закон № 116 от 21.07.1997г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» // Собр. законодательства РФ. 1997. № 30. Ст. 3588.
2. Постановление Совета Министров Правительства РФ № 178 от 01.03.1993г. «О создании локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов» // Собр. законодательства РФ. 1999. № 22. Ст. 2758.
3. Федеральный закон РФ № 68 от 21.12.1994 г. «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» // Собр. законодательства РФ. 1994. № 35. Ст. 3648.
4. Федеральный закон РФ № 28 от 12.02.1998 г. «О гражданской обороне» // Собр. законодательства РФ. 1998. № 7. Ст. 799.
5. «Свод правил. Сети проводного радиовещания и оповещения в зданиях и сооружениях. Нормы проектирования» (с Изменением № 1). СП 133.13330.2012: Утв. Министерством регионального развития Российской Федерации от 05.04.2012: Ввод в действие с 01.09.2012. М.: Стандартинформ, 2012. 25 с.
6. Федеральный закон № 404 от 28.12.2013 г. «О внесении изменений в статью 14 Федерального закона «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» и Федеральный закон «О гражданской обороне» // Собр. законодательства РФ. 2013. № 52 (ч. 1). Ст. 6969.
7. ГОСТ Р22.0.02–94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях, термины и определения основных понятий» (с Изменением № 1) // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Кодекс». URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200001517>.
8. Федеральный закон № 38 от 08.03.2015г. «О внесении изменений в Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» // Собр. законодательства РФ. 2015. № 10. Ст.1408.
9. Федеральный закон № 384 от 30.12.2009г. «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» // Собр. законодательства РФ. 2010. № 1. Ст. 5.
10. Проект Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон № 28 от 12.02.1998 г. «О гражданской обороне» // Федеральный портал проектов нормативных правовых актов. URL: <http://regulation.gov.ru/projects#search=28-%D1%84%D0%B7&npr=79084>.

Применение основных методов и теорем теоретической механики при проектировании сопловых блоков твердотопливных ракетных двигателей

Пикалов Максим Егорович, студент
Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

В статье рассмотрены возможности применения принципа Даламбера и элементов теории удара при проектировании подвижных и раздвижных сопел ракетных двигателей твёрдого топлива.

Ключевые слова: механическая система, ракетный двигатель, ударная сила.

Работа ракетного двигателя твердого топлива (РДТТ) (рис. 1) представляет собой множество взаимосвязанных процессов различной природы. Как станет видно дальше, методы теоретической механики позволяют достаточно хорошо описывать некоторые из них. В данной работе рассмотрены методы теоретической механики применительно к различным конструкциям сопловых блоков РДТТ.

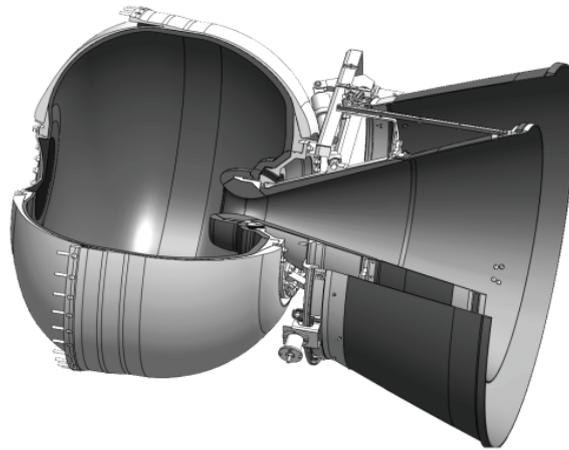


Рис. 1. Ракетный двигатель твёрдого топлива [2, с. 11]

Сопловой блок — один из основных элементов РДТТ, во многом определяющий его облик и энергомассовое совершенство. Он предназначен для создания тяги путём превращения тепловой энергии, выделяющейся при сгорании топлива, в кинетическую энергию продуктов сгорания; кроме того, он используется для управления вектором тяги по направлению.

1. Подвижное управляющее сопло

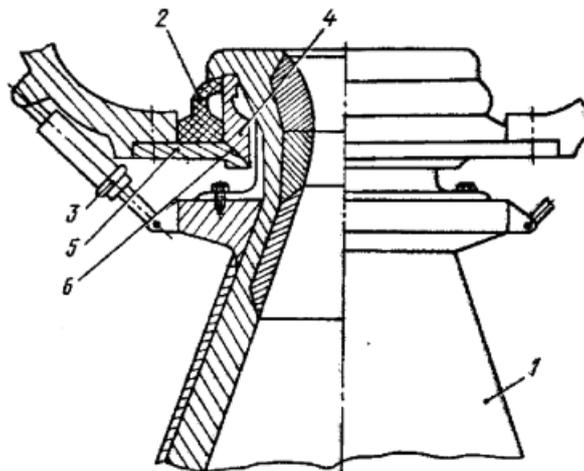


Рис. 2. Поворотное сопло на упругой основе

1 — сопловой блок; 2 — упругая опора; 3 — сервопривод; 4, 5 — пластина и переходное кольцо;
6 — узел крепления сервопривода

В настоящее время широкое распространение получили поворотные (качающиеся) сопла (рис. 2), в которых управляющее боковое усилие обеспечивается поворотом сопла.

При больших габаритных размерах сопла велики управляющие усилия, что ухудшает быстродействие узла регулирования и увеличивает массу узлов управления. В данном случае движение сопла может быть описано с помощью **принципа Даламбера** [1, с. 469] для механической системы, который гласит «в любой момент времени для движущейся точки сумма активных сил, реакций связей и силы инерции равна нулю»:

$$\sum \overline{\Phi}_i + \sum \overline{F}_i + \sum \overline{R}_i = 0$$

$$\overline{M}_0^F + \overline{M}_0^R + \overline{M}_0^\Phi = 0, \text{ где}$$

- $\sum \overline{\Phi}_i = -M \cdot \overline{a}_c$ — главный вектор сил инерции;
- $\sum \overline{R}_i$ — главный вектор реакции связей;
- $\sum \overline{F}_i = \overline{F}^E$ — главный вектор внешних сил;
- $\sum \overline{r}_i \times \overline{F}_i = \overline{M}_0^F$ — главный момент внешних сил;
- $\sum \overline{r}_i \times \overline{R}_i = \overline{M}_0^R$ — главный момент реакции связей;
- $\sum \overline{r}_i \times \overline{\Phi}_i = \overline{M}_0^\Phi$ — главный момент сил инерции.

Таким образом, если в любой момент времени к каждой из точек системы кроме действующих на неё внешних и внутренних сил, и реакций связей присоединить соответствующие силы инерции, то полученная система сил будет уравновешенной и к ней можно применять все уравнения статики.

Решение этой системы уравнений позволит установить необходимый диапазон усилий, создаваемых сервоприводом, и затем перейти к минимизации его массы, в чём и заключается основная задача при проектировании поворотного управляющего сопла РДТТ.

2. Раздвижное сопло

Показателем эффективности ракетного двигателя в целом является величина, которая называется удельный импульс $I_y = \frac{P}{\dot{m}}$, где P — тяга двигателя, а \dot{m} — секундный массовый расход.

Есть реальная возможность увеличения удельного импульса высотной ступени ракеты путём увеличения геометрической степени расширения сопла $\epsilon = d_a/d_{кр}$, где d_a — диаметр среза сопла, $d_{кр}$ — диаметр критического сечения сопла.

Существует несколько реализаций увеличения геометрической степени расширения сопла во время полёта ракеты. Одним из таких способов являются раздвижные сопла (рис. 3).

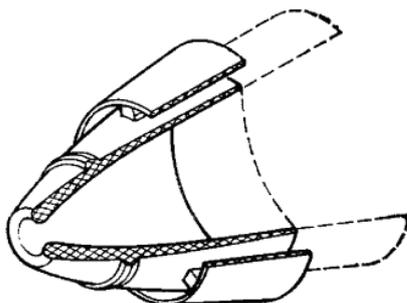


Рис. 3. Конструктивная схема сопла с переменной степенью расширения с жестким выдвигаемым насадком [2, с. 137]

Выдвижение насадков (или насадка) сопла производится по команде от системы управления. Команда подаётся на разрывной элемент (например, пироболт) узла фиксации, выдвигаемого насадка в исходном положении. После расфиксации происходит строгивание и выдвижение насадка под действием сил привода, а также сил, действующих в натуральных условиях. Для обеспечения работоспособности конструкции необходимо обеспечить минимальные возмущающие воздействие на изделие при выдвижении и фиксации насадков.

Описать взаимодействие насадка с соплом и показать влияние этого процесса на работу двигателя в целом позволяет **теория удара** [1, с. 653].

Ударом называют явление, при котором за очень малый промежуток времени скорости точек тела изменяются на конечную величину. Ударная сила F может достигать значительной величины. Импульс ударной силы называется ударным импульсом и является конечной величиной:

$$S = \int_0^{\tau} F dt,$$

где τ — продолжительность удара (очень малый промежуток времени, в течение которого происходит удар).

В теории удара применяют теорему об изменении количества движения материальной точки: изменение количества движения материальной точки за время удара равно действующему на эту точку ударному импульсу:

$$m\bar{u} - m\bar{v} = \bar{S},$$

где m — масса точки, v — скорость точки до удара, u — скорость точки после удара.

Для механической системы, состоящей из n точек, это уравнение можно представить в виде:

$$\sum_{k=1}^n m_k \bar{u}_k - \sum_{k=1}^n m_k \bar{v}_k = \sum_{k=1}^n m_k \bar{S}_k^{(e)},$$

где m — масса k -й точки, v_k и u_k — скорости k -й точки соответственно до и после удара, $\bar{S}_k^{(e)}$ — равнодействующая всех внешних ударных импульсов, приложенных к k -й точке.

Теорема об изменении количества движения механической системы при ударе звучит так: изменение количества движения механической системы за время удара равно геометрической сумме всех внешних ударных импульсов, действующих на эту систему.

Уравнение для механической системы можно переписать в виде:

$$m\bar{u}_c - m\bar{v}_c = \sum_{k=1}^n \bar{S}_k^{(e)},$$

где m — масса всей системы, v_c и u_c — скорости центров масс системы соответственно в начале и в конце удара.

Таким образом, по приведенным выше уравнениям можно рассчитать силу, которая будет действовать на сопловой насадок во время выдвигания. Это соответственно будет накладывать ограничения на допустимую скорость процесса, определять требования надежности конструкции насадка и выдвигного механизма и прочности для материала насадка.

Кроме того, пользуясь законом сохранения количества движения, можно будет учесть потери характеристической скорости V_c (скорости Циолковского) в процессе выдвигании сопла, что особенно важно на верхних ступенях ракеты-носителя для вывода полезной нагрузки на заданную траекторию.

Литература:

1. Дронг, В. И. и др. Курс теоретической механики/под ред // КС Колесникова, ВВ Дубинина. М.: Изд-во МГТУ им. НЭ Баумана. — 2011.
2. Лавров, Л. Н. и др. Конструкции ракетных двигателей на твердом топливе //М.: Машиностроение. — 1993.
3. Ягодников, Д. А., Ирьянов Н. Я. Ракетные двигательные установки. Термины и определения //Москва, Изд-во МГТУ им. НЭ Баумана. — 2012.

Сравнительный анализ двух смесевых твердых топлив с точки зрения экологичности продуктов сгорания

Пикалов Максим Егорович, студент

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

В статье приведена методика оценки экологичности продуктов сгорания твердого топлива при проведении стендовых испытаний по результатам термодинамического расчёта.

Ключевые слова: твердое топливо, продукты сгорания, опасные соединения.

Продукты сгорания (ПС) ракетного двигателя твердого топлива (РДТТ) содержат значительное количество вредных веществ, таких как окись углерода, пары HCl, соединения свинца и некоторые другие. При огневых стендовых испытаниях и уничтожении отслуживших двигателей методом выжигания топливного заряда эти вещества выбрасываются в атмосферу. Некоторые из содержащихся в ПС РДТТ веществ находят применение в народном хозяйстве. Однако большинство существующих стендов для огневых испытаний не оборудовано устройствами для нейтрализации и улавливания вредных веществ [2].

В данной работе анализируется состав продуктов сгорания двух смесевых твердых ракетных топлив (СТРТ) в камере сгорания (КС) модельного РДТТ на предмет содержания вредных для окружающей среды и, в частности для человека веществ.

Моделирование состава ПС проводилось с помощью специализированного программного комплекса TERRA [3]. В качестве обих для обоих составов параметров расчёта задавались следующие параметры РДТТ:

- давление в КС $p_k = 10$ МПа;
- давление на срезе сопла $p_a = 0.07$ МПа;
- расширение ПС в тракте сопла принималось адиабатическим и равновесным.

Термодинамический расчёт проводился для топлив TP-H-3062 и ARCIT-373D, имеющих следующие составы [1]:

1. Топливо TP-H-3062:

- Состав в процентах:
 - Перхлорат аммония — 72 %
 - Полиуретан — 12 %
 - Порошкообразный алюминий — 16 %
- Условная химическая формула: $C_6.148H_{36.049}O_{26.532}N_6.284Cl_6.133Al_5.94$
- Полная энтальпия $I = -2229$ кДж/кг.
- Плотность топлива: $\rho = 1820$ кг/м³

2. Топливо ARCIT-373D:

- Состав в процентах:
 - Перхлорат аммония — 58.9 %
 - Поливинилхлорид — 8.62 %
 - Ди-(2-этилгексил)-адипат — 10.79 %
 - Добавки — 0.69 %
 - Порошкообразный алюминий — 21 %
- Условная химическая формула: $C_9.574H_{97.389}O_{21.189}N_5.039Cl_6.468Al_7.734$
- Полная энтальпия $I = -1934$ кДж/кг.
- Плотность топлива: $\rho = 1770$ кг/м³

В работе был проведён анализ полученных составов продуктов сгорания, и были выделены наиболее вредные для окружающей среды вещества. Далее подробно рассмотрим содержание каждого из них в ПС этих топлив, и в чём заключается опасность каждого вещества.

Соляная кислота — раствор хлороводорода в воде, сильная одноосновная кислота. Бесцветная, прозрачная, «дымящаяся» на воздухе. Очень опасны пары хлороводорода, образующиеся при взаимодействии с воздухом. Они раздражают слизистые оболочки и дыхательные пути.

Соляная кислота содержится в продуктах сгорания обоих топлив, но в ПС топлива ARCIT-373D содержится 23 % по массе HCl против 21.8 % в ПС топлива TP-H-3062. Это говорит о том, что топливо ARCIT-373D несколько опаснее, как для экологии окружающей среды, так и для человека.

Диоксид азота NO₂ — бинарное неорганическое соединение азота с кислородом. Представляет собой ядовитый газ, красно-бурого цвета, с резким неприятным запахом, или желтоватая жидкость.

В ПС топлива TP-H-3062 содержится значительно большая концентрация NO₂ ($1.13 \cdot 10^{-7}$ % против $1.97 \cdot 10^{-15}$ %, то есть больше на 8 порядков).

Оксид азота NO в нормальных условиях представляет собой бесцветный газ, плохо растворимый в воде. Он не имеет запаха, но при вдыхании может связываться с гемоглобином, подобно угарному газу переводя его в форму, не способную переносить кислород.

Содержание в ПС топлив: $6.7 \cdot 10^{-3}$ % — TP-H-3062 и $3.6 \cdot 10^{-7}$ % — ARCIT-373D.

Монооксид углерода CO (угарный газ, окись углерода, оксид углерода — бесцветный чрезвычайно токсичный газ без вкуса и запаха, легче воздуха (при нормальных условиях).

Угарный газ выделяется при горении углерода и очень опасен для человека. Содержание в ПС топлив: 12.8 % — TP-H-3062 и

26.7 % — ARCIT-373D. С точки зрения содержания этого соединения топливо ARCIT-373D гораздо опаснее.

Синильная кислота HCN — это легкая летучая жидкость с характерным запахом горького миндаля. Она является весьма сильным ядом: в количестве 0,05 грамма она уже вызывает у человека смертельное отравление.

Содержание в ПС топлив: $1.18 \cdot 10^{-5}$ % — TP-H-3062 и $1.19 \cdot 10^{-3}$ % — для топлива ARCIT-373D.

Синильная кислота является наиболее вредным веществом в продуктах сгорания твердого топлива. Ее концентрация на два порядка выше в топливе ARCIT-373D.

Азотная кислота HNO_3 по степени воздействия на организм относится к веществам 3-го класса опасности. Её пары очень вредны: пары вызывают раздражение дыхательных путей, а сама кислота оставляет на коже долгозаживающие язвы. При действии на кожу возникает характерное жёлтое окрашивание кожи, обусловленное ксантопротеиновой реакцией. При нагреве или под действием света кислота разлагается с образованием высокотоксичного диоксида азота NO_2 (газа бурого цвета).

Содержание в ПС топлив: $6.3 \cdot 10^{-14} \%$ — ТР-Н-3062 и $3.7 \cdot 10^{-15} \%$ — для топлива ARCIT-373D. Содержание этого вещества в ПС этих топлив крайне мало.

Подведём итоги сравнительного анализа состава продуктов сгорания этих топлив. Концентрация оксидов азота в ПС топлива ТР-Н-3062 выше, чем в ARCIT-373D, но в свою очередь концентрация угарного газа, соляной, синильной и азотной кислот значительно выше в ПС ARCIT-373D, что позволяет сделать вывод о том, что это топливо наиболее опасно из двух рассмотренных. Также удельный пустотный импульс этого топлива ниже ($2808 \text{ м/с} < 2895 \text{ м/с}$), что при прочих равных позволяет сделать выбор в пользу топлива ТР-Н-3062. Использование этого топлива упростит проведение испытаний и отработки РДТТ.

Литература:

1. Соколов, Б. И., Черенков А. С., Соломыков А. И. Термодинамические и теплофизические свойства твердых ракетных топлив и их продуктов сгорания // Мин-во обороны СССР. — 1977. — 377 с.
2. Соколовский, М. И., Вайсман Я. И. Технические и экологические аспекты ликвидации твердотопливных межконтинентальных баллистических ракет. — Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. — 635 с.
3. Трусов, Б. Г., Белов Г. В. Термодинамическое моделирование химически реагирующих систем // М.: МГТУ имени НЭ Баумана. — 2013. — Т. 96.
- 4.

Методика расчета максимального момента и частоты вращения вала редуктора для платформы с 6 степенями свободы с помощью программного комплекса MATLAB

Пухова Елизавета Анатольевна, студент
Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

Получены размеры звеньев манипулятора с помощью составленных для данного механизма функций расчета обратной кинематики. Определены исходные данные в системе MATLAB для дальнейшего подбора редуктора (червячного) с использованием метода, базирующегося на матрице Якоби.

Ключевые слова: механизм, степень свободы, программный комплекс, матрица Якоби.

Данный механизм содержит 6 цепей. Каждая цепь состоит из: вертикально ориентированной призматической пары, 2-х сферических шарниров, и соединяющих эти шарниры промежуточных звеньев. Область манипулирования: $\pm 0,15 \text{ м}$ по осям x и y , $\pm 0,1 \text{ м}$ по оси z и $\pm 20^\circ$ угол поворота по любой оси.

Положение и ориентация выходного звена описывается шестью выходными координатами: координаты x, y, z точки D в неподвижной системе $Oxyz$ задают положение, а углы поворота $\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z$ в подвижной системе $Dx \gg y \gg z$ — ориентацию. При этом ориентация самой системы $Dx \gg y \gg z$ считается неизменной, то есть оси $x \gg, y \gg$ и $z \gg$ всегда остаются параллельны осям x, y и z .

Для использования данной методики предварительно были подобраны размеры звеньев механизма с использованием функций, которые решают обратную задачу кинематики для одной цепи и для всего механизма. Представим полученную конструкцию на рисунке 1.

Геометрические размеры (м):

- l , длины звеньев (одинаковы для всех цепей): $l_{AB} = 0,2, l_{BC} = 0,7$;
- h , пределы перемещения каретки (одинаковы для всех цепей): $h_{\min} = 0,6, h_{\max} = 0,8$;
- x_A , координаты, определяющие положение и ориентацию вертикальной стойки механизма и звена АВ:

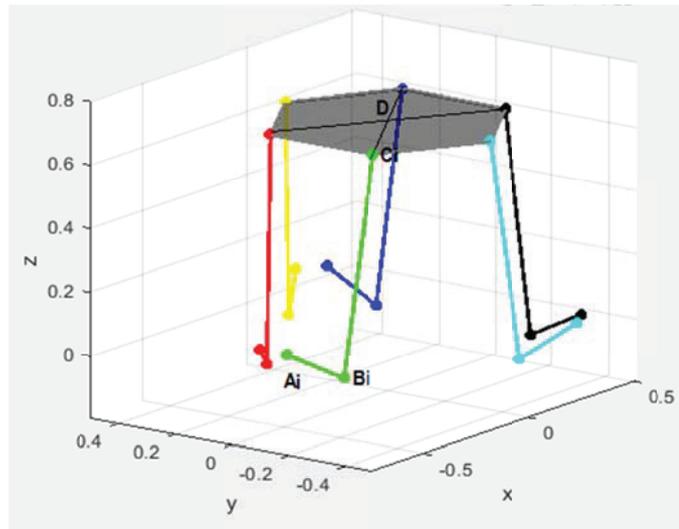


Рис.1. Отрисовка механизма, полученная в результате выполнения созданной программы в MATLAB

$x_{A1} = 0,3155, y_{A1} = -0,4505, x_{B2} = 0,3155, y_{B2} = 0,4505, x_{A3} = 0,2224, y_{A3} = 0,4985, x_{A4} = -0,5548, y_{A4} = 0,0479,$
 $x_{A5} = -0,5548, y_{A5} = -0,0479, x_{A6} = 0,2324, y_{A6} = -0,4985,$ для всех цепей $z_A = 0,05;$

– координаты точек C_i в начальном положении в системе $Dx'y'z'$:

$x'_{C01} = 0,3155, y'_{C01} = -0,1821, x'_{C02} = 0,3155, y'_{C02} = 0,1821, x'_{C03} = 0, y'_{C03} = 0,3643, x'_{C04} = -0,3156, y'_{C04} =$
 $0,1821, x'_{C05} = -0,3155, y'_{C05} = -0,1821, x'_{C06} = 0, y'_{C06} = -0,3643,$ для всех цепей $z'_{C0} = 0;$

– углы поворота плоскостей звеньев АВ, рад:

$\alpha_{AB1} = -1,5708, \alpha_{AB2} = 1,5708, \alpha_{AB3} = 0,5236, \alpha_{AB4} = -3,6652, \alpha_{AB5} = 2,6180, \alpha_{AB6} = 5,7596.$

Для определения данных, необходимых для подбора червячного редуктора, был использован метод, базирующийся на матрице Якоби, так как практически для любого механизма параллельной структуры с n степенями свободы можно получить аналитические уравнения связи в виде n неявных функций $F_i(x_1, \dots, x_n, q_{ai})$ ($i=1..n$) от координат выходного звена x_1, \dots, x_n и перемещений в активных парах q_{a1}, \dots, q_{an} . В данном случае пренебрегаем инерцией по той причине, что в данном механизме нет больших ускорений. Тогда, дифференцируя по времени указанные выше функции, получим систему линейных уравнений:

$$\frac{\partial F_i}{\partial x_1} \dot{x}_1 + \frac{\partial F_i}{\partial x_2} \dot{x}_2 + \dots + \frac{\partial F_i}{\partial x_n} \dot{x}_n + \frac{\partial F_i}{\partial q_{ai}} \dot{q}_{ai} = 0$$

Количество уравнений при этом равно числу степеней свободы механизма n, N_a — число активных пар механизма. Указанная система в матричной форме после переноса в правую часть скоростей в активных парах \dot{q}_{ai} , будет иметь следующий вид:

$$\begin{pmatrix} -\frac{\partial F_1}{\partial x_1} & \dots & -\frac{\partial F_1}{\partial x_n} \\ \frac{\partial F_1}{\partial q_{a1}} & \dots & \frac{\partial F_1}{\partial q_{an}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ -\frac{\partial F_{Na}}{\partial x_1} & \dots & -\frac{\partial F_{Na}}{\partial x_n} \\ \frac{\partial F_{Na}}{\partial q_{aNa}} & \dots & \frac{\partial F_{Na}}{\partial q_{aNa}} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \dot{x}_1 \\ \vdots \\ \dot{x}_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \dot{q}_{a1} \\ \vdots \\ \dot{q}_{aNa} \end{pmatrix},$$

или иначе

$$\dot{\mathbf{q}}_a = \mathbf{J}_{об} \times \dot{\mathbf{x}}.$$

В нашем случае функция F имеет выражение:

$$F = (x_C - x_B)^2 + (y_C - y_B)^2 + (z_C - z_B)^2 - l_{BC}^2.$$

А обратная матрица Якоби (размер 6 × 6):

$$J_{inv} = \begin{pmatrix} \frac{dF_1 dx}{dF_1 dTh_1} & \frac{dF_1 dy}{dF_1 dTh_1} & \frac{dF_1 dz}{dF_1 dTh_1} & \frac{dF_1 dphi_x}{dF_1 dTh_1} & \frac{dF_1 dphi_y}{dF_1 dTh_1} & \frac{dF_1 dphi_z}{dF_1 dTh_1} \\ \frac{dF_2 dx}{dF_2 dTh_2} & \frac{dF_2 dy}{dF_2 dTh_2} & \frac{dF_2 dz}{dF_2 dTh_2} & \frac{dF_2 dphi_x}{dF_2 dTh_2} & \frac{dF_2 dphi_y}{dF_2 dTh_2} & \frac{dF_2 dphi_z}{dF_2 dTh_2} \\ \frac{dF_3 dx}{dF_3 dTh_3} & \frac{dF_3 dy}{dF_3 dTh_3} & \frac{dF_3 dz}{dF_3 dTh_3} & \frac{dF_3 dphi_x}{dF_3 dTh_3} & \frac{dF_3 dphi_y}{dF_3 dTh_3} & \frac{dF_3 dphi_z}{dF_3 dTh_3} \\ \frac{dF_4 dx}{dF_4 dTh_4} & \frac{dF_4 dy}{dF_4 dTh_4} & \frac{dF_4 dz}{dF_4 dTh_4} & \frac{dF_4 dphi_x}{dF_4 dTh_4} & \frac{dF_4 dphi_y}{dF_4 dTh_4} & \frac{dF_4 dphi_z}{dF_4 dTh_4} \\ \frac{dF_5 dx}{dF_5 dTh_5} & \frac{dF_5 dy}{dF_5 dTh_5} & \frac{dF_5 dz}{dF_5 dTh_5} & \frac{dF_5 dphi_x}{dF_5 dTh_5} & \frac{dF_5 dphi_y}{dF_5 dTh_5} & \frac{dF_5 dphi_z}{dF_5 dTh_5} \\ \frac{dF_6 dx}{dF_6 dTh_6} & \frac{dF_6 dy}{dF_6 dTh_6} & \frac{dF_6 dz}{dF_6 dTh_6} & \frac{dF_6 dphi_x}{dF_6 dTh_6} & \frac{dF_6 dphi_y}{dF_6 dTh_6} & \frac{dF_6 dphi_z}{dF_6 dTh_6} \end{pmatrix}$$

, где производные $dF_i dx, dF_i dy, dF_i dz, dF_i dTh_i, dF_i dphi_x, dF_i dphi_y, dF_i dphi_z$ вычисляются в отдельной программе, представленной на рисунке 2. По индексу определяем значение координат и углов цепи, которые необходимо подставить в соответствующую производную).

```
clear all
syms x y z phi_x phi_y phi_z Th xC0 yC0 zC0 AB BC a_AB xA yA
Rz = [cos(phi_z) -sin(phi_z) 0;
      sin(phi_z) cos(phi_z) 0;
      0 0 1];
Ry = [cos(phi_y) 0 sin(phi_y);
      0 1 0;
      -sin(phi_y) 0 cos(phi_y)];
Rx = [1 0 0;
      0 cos(phi_x) -sin(phi_x);
      0 sin(phi_x) cos(phi_x)];
R = Rz*Ry*Rx;
COORD_C = [x;y;z] + R*[xC0;yC0;zC0];
xC = COORD_C(1); yC = COORD_C(2); zC = COORD_C(3);

zB = AB*sin(Th);
AB_ = AB*cos(Th);
xB = xA + AB_*cos(a_AB);
yB = yA + AB_*sin(a_AB);

F = (xC-xB)^2 + (yC-yB)^2 + (zC-zB)^2 - BC^2;

diff(F,x)
diff(F,y)
diff(F,Th)
diff(F,z)
diff(F,phi_x)
diff(F,phi_y)
diff(F,phi_z)
```

Рис.2. Программа вычисляющая производные

Для определения линейной скорости в приводах необходимо вычислить норму i-й строки с 1-го по 3-й элемент включительно, а угловой скорости с 4-го по 6-й включительно.

Например, для поиска линейной скорости 1-й цепи соответственно необходимо выполнить следующее:

$$vel1 = norm(J_{inv}(1,1:3)).$$

По аналогичной зависимости рассчитываются скорости для других цепей. Из полученных значений линейных и угловых скоростей выбираем наибольшие и находим максимальную скорость вращения выходного вала. Для поиска усилий необходимо транспонировать матрицу Якоби, а дальше следовать тем же указаниям, что и для поиска скоростей в приводах. Фрагменты программ представлены на рисунке 3.

```

if ischar(VEL) == 1
    if strcmp(VEL, 'worst_linear') == 1
        vel1 = norm(Jinv(1,1:3));
        vel2 = norm(Jinv(2,1:3));
        vel3 = norm(Jinv(3,1:3));
        vel4 = norm(Jinv(4,1:3));
        vel5 = norm(Jinv(5,1:3));
        vel6 = norm(Jinv(6,1:3));
    elseif strcmp(VEL, 'worst_angular') == 1
        vel1 = norm(Jinv(1,4:6));
        vel2 = norm(Jinv(2,4:6));
        vel3 = norm(Jinv(3,4:6));
        vel4 = norm(Jinv(4,4:6));
        vel5 = norm(Jinv(5,4:6));
        vel6 = norm(Jinv(6,4:6));
    else
        error('unknown velocity type')
    end
else
    vel1 = abs(dot(Jinv(1,:),VEL));
    vel2 = abs(dot(Jinv(2,:),VEL));
    vel3 = abs(dot(Jinv(3,:),VEL));
    vel4 = abs(dot(Jinv(4,:),VEL));
    vel5 = abs(dot(Jinv(5,:),VEL));
    vel6 = abs(dot(Jinv(6,:),VEL));
end
vel = max([vel1 vel2 vel3 vel4 vel5 vel6]);

if ischar(LOAD) == 1
    if strcmp(LOAD, 'worst_force') == 1
        eff1 = norm(JT(1,1:3));
        eff2 = norm(JT(2,1:3));
        eff3 = norm(JT(3,1:3));
        eff4 = norm(JT(4,1:3));
        eff5 = norm(JT(5,1:3));
        eff6 = norm(JT(6,1:3));
    elseif strcmp(LOAD, 'worst_torque') == 1
        eff1 = norm(JT(1,4:6));
        eff2 = norm(JT(2,4:6));
        eff3 = norm(JT(3,4:6));
        eff4 = norm(JT(4,4:6));
        eff5 = norm(JT(5,4:6));
        eff6 = norm(JT(6,4:6));
    else
        error('unknown load type')
    end
else
    eff1 = abs(dot(JT(1,:),LOAD));
    eff2 = abs(dot(JT(2,:),LOAD));
    eff3 = abs(dot(JT(3,:),LOAD));
    eff4 = abs(dot(JT(4,:),LOAD));
    eff5 = abs(dot(JT(5,:),LOAD));
    eff6 = abs(dot(JT(6,:),LOAD));
end
eff = max([eff1 eff2 eff3 eff4 eff5 eff6]);
end
    
```

Рис. 3. Фрагменты программ для поиска скоростей и усилий

В результате анализа рабочей зоны, были получены следующие значения максимального момента и максимальной частоты вращения вала редуктора:

$$T_{max} = 293,2921 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$n_{max} = \frac{30 \cdot vel_{max}}{\pi} = 66,3132 \text{ об/мин.}$$

Литература:

1. Ларюшкин, П. А., Глазунов В. А., Эрастова К. Г. Определение максимальных усилий в приводах манипуляторов параллельной структуры по заданной величине внешней нагрузки. *Машиностроение и инженерное образование*, 2016, № 2 (47), с. 40–46.
2. Эрастова, К. Г., Ларюшкин П. А. Рабочие зоны механизмов параллельной структуры и способы определения их формы и размеров // *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*. — 2017. — № 8. — С. 78–87.
3. Хейло, С. В., Ларюшкин П. А., Глазунов В. Г., Эрастова К. Г. Определение рабочей зоны манипуляторов параллельной структуры. *Справочник. Инженерный журнал с приложением*, 2013, № 2 (191), с. 27–31.

Разработка оптимальных решений бесконтактных коммутирующих устройств для электрических машин переменного тока

Саъдуллаев Туймурод Мардуллаевич, ассистент;
 Сайлиев Фарид Олтибоевич, ассистент
 Джизакский политехнический институт (Узбекистан)

В данной статье рассмотрены вопросы коммутации электродвигателей, а также безопасное управление электрических машин во время коммутации.

Ключевые слова: *компенсация, бесконтактная, блок, ПТ-16, ПТ-40, силовой блок, реле, коммутация, статор, ротор, электронный ключ.*

Электромагнитные пускатели широко применяются для пуска и управления электродвигателей в промышленных предприятиях [1]. Но из-за некоторых дефектов электродвигателей они не нашли должного при-

менения в горной и тяжелой промышленности [2]. Например, во время коммутации на газоразрядных и пожароопасных помещениях электродвигатели вызывают коммутационную дугу в контактах, поэтому обладают повы-

шенной пожароопасностью. Статические факторы показывают, что коэффициент полезного действия магнитных пускателей меньше, чем у автоматических аналогов.

В современном мире все больше распространение находят бесконтактные пускатели, имеющие больше потенциала, чем электромагнитные. Бесконтактные тиристорные пускатели применяют для безопасной коммутации трехфазных двигателей, приводов мощных насосов, транспортеров, вентиляторов, компрессоров и другого оборудования, питаемого напряжением 380 вольт. Сегодня они находят широкое применение во многих отраслях промышленности, таких как: машиностроение, металлургия, производство строительных материалов, сельское хозяйство и во многих других.

Бесконтактные пускатели по сравнению с магнитными пускателями и автоматическими выключателями обладают следующими преимуществами:

- возможность осуществления большого количества коммутаций (сотни или тысячи срабатываний в час);
- одновременное отключение фаз питающей сети и значительное снижение мощности потребления цепями управления;

- повышенное быстродействие и возможность работать в сильных электромагнитных полях электролизных и электродуговых производств, а также в пожароопасных помещениях;

- повышение надежности из-за отсутствия электрической дуги и механического изнашивания, залипания и подгорания контактов.

Бесконтактные пускатели выполняются на полупроводниковых элементах, от этого зависит и управление ими. Сложность системы управления пускателями является одним из факторов, препятствующих широкому применению таких коммутационных аппаратов.

На базе Джизакского политехнического университета ведутся научные исследования по разработке и внедрению бесконтактных коммутационных аппаратов на базе различных полупроводниковых элементов, обладающих простой, экономичной и надежной системой управления.

Одним из таких устройств является бесконтактный пускатель на базе тиристоров. Электрическая схема такого пускателя представлена на рис. 1.

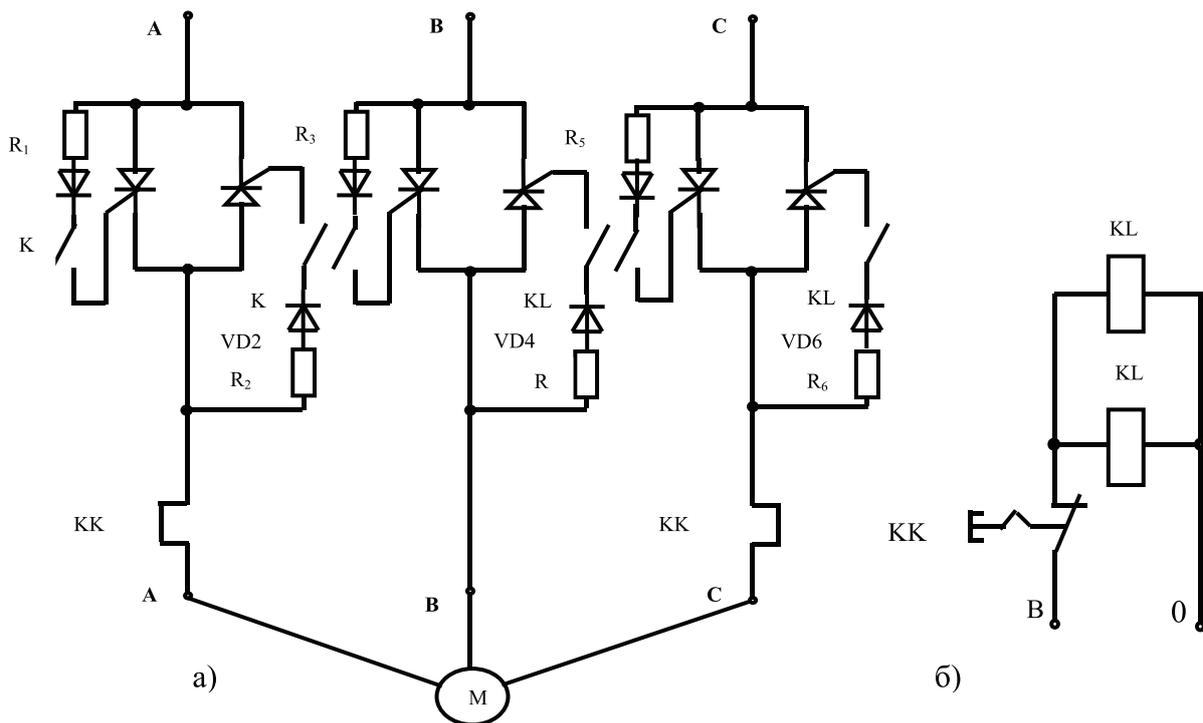


Рис. 1. Электрическая схема бесконтактного тиристорного пускателя для асинхронных двигателей напряжением до 1000В.

а — силовая цепь пуска АД; б — цепь управления.

Предлагаемая нами схема бесконтактного тиристорного пускателя имеет более простую схему управления при обладании всеми преимуществами бесконтактных пускателей на базе полупроводниковых элементов [2].

Новый бесконтактный трехполюсный тиристорный пускатель представляет собой устройство, состоящее из

шести тиристоров, шести резисторов, двух малогабаритных промежуточных реле и теплового реле для защиты (рис. 1).

Подача питания к двигателю начинается с подачи напряжения на реле KL1 и KL2 одновременно. Реле KL1 и KL2 срабатывают и замыкают свои контакты, тем самым подают сигналы к управляющим электродам тиристоров.

Силовые тиристоры открываются и подается питание напряжением 380В к зажимам асинхронного электродвигателя. Вследствие этого двигатель запускается и начинает вращаться. Если в процессе пуска или в нормальном режиме возникает короткое замыкание в двигателе, то срабатывает тепловое реле и электродвигатель отключается.

Таким образом, новый **бесконтактный** трехполюсный **тиристорный пускатель** может быть использован в качестве коммутационного аппарата для пуска электродвигателей и технологического оборудования на промышленных предприятиях.

Отличительные особенности бесконтактных тиристорных пускателей заключаются в следующем. Для пи-

тания управляющей схемы используется безопасное напряжение 24 вольта. Применение полупроводников и оптических драйверов обеспечивает полную гальваническую развязку силовой части пускателя от цепи управления, в этом безопасность. Плата управления может легко запустить реверс двигателя, качественно погасив переходный процесс во время небольшой задержки, что сохранит двигатель, продлит срок его службы во много раз.

Следует отметить, что бесконтактные пускатели такого типа будут очень полезными для двухскоростных двигателей с полюс переключаемыми обмотками, где требуется большое количество коммутаций с частыми пусками, переходами с одной скорости на другую и торможением.

Литература:

1. Зарипов, Ш. У. и др. Разработка рациональных решений бесконтактного управления электроприводами горных машин //Современные научные исследования и разработки. — 2017. — №. 8. — С. 201–205.
2. Саъдуллаев, М. С. и др. Использование устройств, состоящих из бесконтактных элементов, в управлении компенсирующими устройствами //Молодой ученый. — 2018. — №. 1. — С. 23–25.
3. <http://electricalschool.info/main/electroshemy/252-beskontaktnye-tiristornye-kontaktory-i.html>

АРХИТЕКТУРА, ДИЗАЙН И СТРОИТЕЛЬСТВО

Этапы дизайн-проектирования корпоративного набора

Ботарева Кристина Сергеевна, студент магистратуры;
Марченко Марина Николаевна, доктор педагогических наук, профессор, зав. кафедрой
Кубанский государственный университет (г. Краснодар)

В статье рассматриваются этапы дизайн — проектирования корпоративного набора (КН) и основные понятия.

Ключевые слова: корпоративный набор, проектирование, концепция, предпроектный анализ, целевая аудитория, цели, задачи, разработка.

Необходимость подготовить профессиональных дизайнеров остро поставила проблему совершенствования процесса обучения и владением знаниями и навыками в области дизайн-проектирования. В процессе профессиональной подготовки графических дизайнеров необходимо обучение теоретических основ этапов дизайн-проектирования корпоративного набора (КН) [2;3].

Этапы проектирования корпоративного набора разделяют на три основных этапа:

1. Предпроектный анализ:
 - потребности фирмы;
 - потребности целевой аудитории (клуба);
 - изучение стандартов;
 - аналитика (анализ собранной информации);
2. Формирование концепции
3. Этап разработки (непосредственное проектирование основных графических констант и носителей корпоративного набора):
 - визуализация идеи;
 - разработка графических элементов;
 - разработка носителей корпоративного набора.

1. Предпроектный анализ:

Предпроектный анализ — это этап системного комплексного подхода в дизайн-проектировании, включающий в себя анализ определенного собранного перечня информации о фирме, целевой аудитории и существующих теоретических основ по проектированию корпоративного набора, для формирования формально-образной композиции, концепции и контроля над реализацией проектного замысла.

Цель предпроектного анализа — поиск путей решения проблем и нужд пользователя для повышения потребительского качества продукта или услуги.

Задача предпроектного анализа — всестороннее изучение объекта дизайн-проектирования в соответствии

с новыми техническими и технологическими возможностями, актуальными социальными и культурными задачами времени и жизненными потребностями.

Этот этап напрямую связан со сбором информации о потребностях фирмы, потребностях целевой аудитории, структурированием полученных данных, затем аналитикой, в процессе которой будут определены носители корпоративного набора и изучение стандартов для этих носителей. Предпроектный анализ нужен дизайнеру в процессе проектирования, так как без выяснения потребностей фирмы и целевой аудитории будет невозможно определить корпоративную графику, цвета и шрифты.

Стоит отметить, что на этапе предпроектного анализа не следует совершать поиск и анализ существующих проектных решений. Так как просмотрев аналоги дизайнер «связывает себе руки» и при проектировать будет опираться уже на существующие решения не предолгая свои.

На этой стадии предпроектного анализа нужно выяснить:

- должности сотрудников, что бы было ясно какая корпоративная одежда нужна;
- основные направления деятельности внутри фирмы и как они осуществляются, например: заключение договоров, проведение совещаний и конференций, работа с партнерами и т. д., что бы выяснить какие носители нужны и в каком формате. Например: письмо, заявка или договор в печатной форме или в электронной, если в печатной, то какими путями будет доходить до адресата, если курьером, то это один вариант конверта, если почтой то это другой.

Следующим этапом предпроектного анализа является работа с выяснением потребностей целевой аудитории. Характеристики целевой аудитории важны, чтобы найти правильный подход к определенному сегменту потребителей. Например, сленг, предназначенный для подростков,

не поймут пенсионеры, а бизнесмены не будут умиляться фотографиям малышей в отличие от молодых мам. Необходимо подробное описание целевой аудитории: пол и возраст, увлечения, предпочтения. При проектировании корпоративного набора следует выделять две основные целевые аудитории это сотрудники и партнеры фирмы.

Основными методами выявления потребностей являются: анкетирование; интервьюирование.

— *анкетирование* — используется для изучения потребностей, предпочтений, требований, потребительских ниш.

— *интервьюирование* — используется, как правило, для изучения скрытых потребностей, предпочтений, требований, а также для изучения процесса пользования наряду с методами исследования поведения потребителя.

Предпроектный анализ определяет требования к будущему корпоративному набору из существующих так как каждый корпоративный набор индивидуален. Перед этапом формирования концепции необходимо визуализировать идею на бумаге в виде клаузуры и провести проверку.

Клаузура — это формально-образная композиция, целью которой является поиск пластики, цветового решения и их соотношения для будущего корпоративного набора. Цель выполнения клаузуры — поиск общей графической идеи дизайн-проекта.

Формально-образную композицию можно проверить, показав клаузуру группе людей (фокус группе), которые не видели его. И попросить их описать свои ассоциации и эмоции, которые появились, посмотрев на композицию. Чем больше будет положительных отзывов, близкие к идее, тем выше будет вероятность, что цель выполнения клаузуры выполнена.

Изучение стандартов — изучение ГОСТов, ИСО и требований к использованию и расположению графических элементов на носителях корпоративного набора. Например: конверты и бланки для КН проектируются согласно установленного ГОСТа, так как являются частью делопроизводства; товарный знак имеет свои требования при проектировании и т. д.

Следующий шаг предпроектного анализа это — аналитика, заключается в сведение полученной информации о потребностях фирмы и потребностях целевой аудитории, позволяет выявить потребности в тех или иных носителях корпоративного набора. На этом этапе проектирования следует определиться с перечнем и количеством носителей для КН.

2. Формирование концепции, один из основных этапов в дизайн проектировании. Концепцию необходимо фиксировать в виде текста, следовать и не отходить от ее принципов в процессе проектирования корпоративного набора и его графических элементов. Концепция должна содержать в себе цели и задачи, обоснование разработанных цветов и пластического решения в корпоративной графике.

Концепция — (от лат. *conceptio* — понимание, система) — определенная трактовка какого-либо предмета, явления, процесса, основная точка зрения на предмет, сформулированное и руководящее понятие для систематического проектирования.

3. Этап разработки (непосредственная работа над проектом)

Визуализация идеи. Этот этап начинается с пяти прилагательных, прежде чем приступать к эскизам. Нужно на основе информации полученной в ходе предпроектного анализа, дать характеристику будущему корпоративному набору пятью прилагательными. Например: компания которая производит бытовую технику «технологичная», «надежная», «современная», «сильная», «компактная».

Следующий шаг — *поиск образа, клаузура* — формально-образная композиция. Поиск образа по средствам линии и тона, в таком приеме осуществляется поиск характера и пластики всей графики будущего корпоративного набора; поиск цвета (цветовых сочетаний), введения цвета в тональную композицию, выбранную пластику;

В данном этапе важен поиск цвета и графики последовательно: сначала графика, выбор наиболее близкого решения, доработка и только потом ввод цвета и снова необходимые доработки. Следующим шагом на данном этапе проектирования — представления результатов поиска формально-образной композиции целевой аудитории (группе потенциальных потребителей товара или услуг фирмы). Проведение опроса, по результатам, которого выявляется характер ассоциаций у целевой группы, после просмотра формально-образной композиции. Если 60–70% и более опрошенных выявили ассоциацию схожую с заложенных в нее смыслом, то можно считать найденную пластику и цветовое сочетание правильно найденной на начальном этапе поиска фирменной графики для корпоративного набора. Если 30–50% и ниже опрошенных выявили ассоциацию схожую с заложенным в нее смыслом, то стоит продолжить поиск клаузуры.

Литература:

1. Ажгихин, С. Г. Проектирование фирменного стиля. Краснодар, 2010. С. 30–38.
2. Ажгихин, С. Г. Формирование технологических знаний студентов вузов в процессе обучения проектированию в графическом дизайне. Историческая и социально-образовательная мысль. № 3, 2011. С. 39–43.
3. Фисенко, А. С., Ажгихин С. Г. Место дизайн-образования в социокультурном ландшафте. Дизайн-образование: проблемы и перспективы. Сб. науч. трудов. Краснодар, КубГУ. 2016. С. 353–357.

МЕДИЦИНА

Результаты магнитно-резонансной томографии у детей с впервые выявленной эпилепсией

Абдушарипов Махмуджон Атабаевич, ассистент;

Абдуллаева Дилноза Кузибаевна, ассистент

Ташкентская медицинская академия, Ургенчский филиал (Узбекистан)

Введение. Эпилепсия — хроническое заболевание головного мозга, характеризующееся повторными приступами, которые возникают в результате чрезмерной нейронной активности и сопровождаются различными клиническими и параклиническими проявлениями. Эпилепсия является одним из наиболее часто встречающихся неврологических расстройств у детей. Эпилепсия поражает 50 миллионов человек во всем мире, а половина из них начинается в детском возрасте [1–3].

По данным King и соавт. с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ) структурные изменения головного мозга были выявлены у 35 из 263 пациентов (13,3%) [4]. С увеличением доступности высококачественной МРТ, изменения, которые не обнаруживаются в компьютерной томографии (КТ), такие как гетеротопия и мезиальный височный склероз, являющимися причинами приступов эпилепсии у детей раннего возраста, могут быть визуализированы [5–8]. Превосходство МРТ от КТ особенно важно для исследования височных долей, потому что нижние отделы височных долей, плохо визуализируются на КТ из-за артефактов от плотных костей [9]. Высокое качество МРТ повысило понимание основных механизмов. Таким образом, ведения и тактики лечение эпилепсии также были изменены [10].

Отсутствие радиации — еще одно превосходство МРТ от КТ [11]. С появлением новых методов нейровизуализация становится более важной в диагностике эпилепсии. Международная противоэпилептическая лига (ILEA) рекомендовал провести нейровизуализацию с помощью МРТ для всех пациентов с эпилепсией [5]. Поэтому, нейровизуализация в детской эпилепсии неизбежна для определения возможной этиологической причины, прогноза и терапевтических подходов. Первым выбором метода визуализации является МРТ со специальными протоколами эпилепсии.

Большинство опубликованных исследований медицинской визуализации в педиатрии посвящены первому при-

падку с целью выяснения причин острых симптоматических припадков, таких как менингит, энцефалит, травмы, кровоизлияние в центральную нервную систему (ЦНС) для планирования немедленного лечения [12–14].

В недавнем исследовании визуализации головного мозга у детей с эпилепсией у 55,86% пациентов были выявлены аномальные результаты МРТ. Ведущей патологией была легкая генерализованная атрофия головного мозга, выявлена у 12,91% больных.

Целью нашего исследования было выявления структурных изменений головного мозга у детей раннего возраста, у которых недавно был диагностирован эпилепсия.

Методы. Было обследовано 68 детей с судорогами в возрасте от 4 месяцев до 5 лет с седацией квалифицированным анестезиологом в кабинете МРТ с целью получения качественных изображений без двигательных артефактов. Магнитно-резонансную томографию проводили на томографе Echostar фирмы Alltech с напряженностью поля — 1,5 Тл. Стандартные протоколы состоят из T1, T2 ВИ, FLAIR и DWI (b=1000). Контрастное усиление не применялось. Статистический анализ: данные были проанализированы с помощью SPSS-20. Результаты были описаны и сопоставлены.

Результаты. При исследовании головного мозга 68 детей с эпилепсией на МРТ у 34 (50,0%) из них не было выявлено патологические изменения. Самым часто выявляемым признаком было энцефаломалация — у 12 (17,6%) пациентов. Второй часто выявляемой патологией был глиоз — у 7 (10,3%) пациентов. У 4 (5,9%) пациентов было обнаружено открытая (не окклюзионная) гидроцефалия разной степени. Атрофия больших полушарий головного мозга было выявлено у 3 (4,4%). Гипоксически-ишемическая энцефалопатия была обнаружена у 3 (4,4%) пациентов.

Опухоли головного мозга выявлены у 2 (2,9%) пациентов. У 2 (2,9%) пациентов была обнаружена аномалии развития головного мозга. Артериовенозная мальформация была выявлена у 1 (1,5%) пациента.

У 4 (11,8%) случаях было обнаружено два или более патологий головного мозга. Сопутствующие патологии были обнаружены в случаях с аномалией мозолистого тела, атрофией, энцефаломалицией и гидроцефалией.

Таблица 1. **Выявленные МРТ признаки**

№	Признаки	Количество	%
1	Энцефаломалиция	12	17,6
2	Глиоз	7	10,3
3	Гидроцефалия	4	5,9
4	Атрофия больших полушарий	3	4,4
5	Гипоксически-ишемическая энцефалопатия	3	4,4
6	Опухоли головного мозга	2	2,9
7	Аномалии развития ЦНС	2	2,9
8	Артериовенозная мальформация	1	1,5
		34	50,0

Обсуждения. Эпилепсия является одним из наиболее распространенных хронических неврологических расстройств среди детей и заболеваемость составляет 0,5–1%. Заболеваемость выше в слаборазвитых странах по сравнению с развитыми странами [16].

Нейровизуализация в ранних этапах эпилепсии важна для выявления этиологию и определения терапевтических подходов. МРТ может выявить неспецифические изменения, такие как перивентрикулярная лейкомаляция, атрофия, может демонстрировать статические отдаленные поражения, такие как порэнцефалия, она может указывать на очаговые поражения, ответственные за судороги, такие как фокальная кортикальная дисплазия и мезиальный височный склероз, являющиеся потенциальным кандидатом для хирургического лечения. Также он полезен для диагностики подострых и хронических процессов, таких как нарушения обмена веществ, и важен для выявления острых процессов, требующих неотложного вмешательства, такого как опухоль, инсульт, энцефалит и гидроцефалия [17].

В проведенном исследовании 50,0% детей с диагнозом эпилепсия имели аномальные результаты МРТ. По данным различных авторов, изменения на МРТ при исследовании головного мозга у детей с эпилепсией колеблются в пределах 28,5–55,86% [2,15,18]. Betting и соавт. выявили изменения на МРТ головного мозга у 24% пациентов только с идиопатическими генерализованными припадками [19].

Из-за различий в группах пациентов сравнение результатов проведенного исследования с другими довольно трудное. Энцефаломалиция была ведущим патологическим явлением в нашем исследовании (17,6%). Kalpin и соавт. выявляли энцефаломалицию у 6% детей, которые проходили МРТ после первого приступа [13]. В качестве противоположного взгляда на наше исследование, Amirjalali и соавт. сообщали о признаках у детей с эпилепсией, таких как атрофия головного мозга, доброкачественные кисты, сосудистые нарушения, опухоли головного мозга и повышение интенсивности сигнала белого вещества [2].

Хорошо известно, что эпилепсия и гидроцефалия происходят вместе. В недавнем исследовании 411 детей с гидроцефалией, у 18% из них была зарегистрирована эпилепсия [20]. Гидроцефалия была третьим наиболее распространенным патологическим явлением в нашем исследовании с процентом 5,9. В другом исследовании у детей с эпилепсией, гидроцефалия была зарегистрирована в 3,82% случаях [15]. Kalpin и соавт. в своих работах сообщили об увеличении желудочка как ведущая аномалия у детей с впервые выявленными припадками [13].

Атрофия головного мозга была обнаружена как четвертая распространенная патология, составляющая 4,4%, что ниже, чем у работ Amirjalali и соавт. а 10% и Ali и соавт. как 12,91% [2,15]. Атрофия головного мозга была наиболее часто встречающейся патологией в этих исследованиях, в отличие от наших. Это различие может быть связано с выполнением МРТ сразу после или в течение короткого промежутка времени после постановки диагноза эпилепсии.

Наиболее распространенной причиной эпилепсии в развитых странах были нарушения развития головного мозга, сопровождаемый гипоксически-ишемическими поражениями, метаболическими нарушениями и опухолями [21,22]. В нашем исследовании данные патологии были представлены в разных пропорциях, так как исследование проводилось в другой популяции (Таблица-1).

В нашем исследовании у 4 (11,8%) детей было отмечено два или более изменений в головном мозге. В аналогичном исследовании, оценивающим изменения МРТ у детей после первого приступа эпилепсии, такие изменения обнаружены у 12% (34/281) [13].

Выводы. Патологические изменения головного мозга на МРТ было выявлено у 50,0% пациентов с впервые диагностированной эпилепсией. Нейровизуализация с помощью МРТ является важным методом при детской эпилепсии для понимания основ патофизиологии, планирования лечения и оценки прогностического результата.

Энцефаломалиция была самым частым патологическим явлением в нашем исследовании. В 4 (11,8%) слу-

чаях было отмечено более одного поражения на МРТ. Сопутствующие поражения были обнаружены в случаях с аномалией мозолистого тела, атрофией, энцефаломалицией и гидроцефалией. Однако, первые образовавшиеся

поражения неизвестны и требуют дальнейшего изучения. Возможные новые методы МРТ сделают эти проблемы более определенными, а результаты будут более предсказуемыми.

Литература:

1. Fisher RS, Acevedo C, Arzimanoglou A, Bogacz A, Cross JH, Elger CE, et al. ILAE official report: a practical clinical definition of epilepsy. *Epilepsia*. 2014;55 (4):475–482.
2. Amirjalali S, Saburi A, Hadi R, Torkaman M, Beiraghdar F, Afsharpayman S, et al. Magnetic resonance imaging findings in epileptic children and its relation to clinical and demographic findings. *Acta Med Iran*. 2012;50 (1):37–42.
3. Kwan P, Schachter SC, Brodie MJ. Drug-resistant epilepsy. *N Engl J Med*. 2011;365:919–926.
4. King MA, Newton MR, Jackson GD, Fitt GJ, Mitchell LA, Silvapulle MJ, et al. Epileptology of the first-seizure presentation: a clinical, electroencephalographic, and magnetic resonance imaging study of 300 consecutive patients. *Lancet*. 1998;352 (9133):1007–1011.
5. Commission on Neuroimaging, International League Against Epilepsy. Recommendations for neuroimaging of patients with epilepsy. *Epilepsia*. 1997; 38:1255–1256.
6. Gilliam F, Wyllie E. Diagnostic testing of seizure disorders. *Neurol Clin*. 1996; 14:61–84.
7. Kuzniecky RI. Neuroimaging in pediatric epilepsy. *Epilepsia*. 1996; 37:10–21.
8. Nordli DR, Pedley TA. Evaluation of children with seizures. In: Shinnar S, Amir N, Branski D, editors. *Childhood Seizures*, S. Karger, Basel; 1995. p. 67–77.
9. Theodore WH, Dorwart R, Holmes M, Porter RJ, DiChiro G. Neuroimaging in refractory partial seizures: comparison of PET, CT, and MRI. *Neurology*. 1986;36 (6):750–759.
10. Bronen RA, Gupta V. Epilepsy. In: Atlas SW editor. *Magnetic Resonance Imaging of Brain and Spine*. 4th ed, 2009. p. 307–342.
11. Runge VM, Aoki S, Bradley WG Jr, Chang KH, Essig M, Ma L, et al. Magnetic Resonance Imaging and Computed Tomography of the Brain-50 Years of Innovation, With a Focus on the Future. *Invest Radiol* 2015;50 (9):551–556.
12. Shinnar S, O»Dell C, Mitnick R, Berg AT, Moshe SL. Neuroimaging abnormalities in children with an apparent first unprovoked seizure. *Epilepsy Res*. 2001;43 (3):261–269.
13. Kalnin AJ, Fastenau PS, deGrauw TJ, Musick BS, Perkins SM, Johnson CS, et al. Magnetic resonance imaging findings in children with a first recognized seizure. *Pediatr. Neurol*. 2008;39 (6):404–414.
14. Doescher JS, de Grauw TJ, Musick BS, Dunn DW, Kalnin AJ, Egelhoff JC, et al. Magnetic resonance imaging (MRI) and electroencephalographic (EEG) findings in a cohort of normal children with newly diagnosed seizures. *J Child Neurol*. 2006;21 (6):491–495.
15. Ali A, Akram F, Khan G, Hussain S. Paediatrics Brain Imaging In Epilepsy: Common Presenting Symptoms And Spectrum Of Abnormalities Detected On MRI. *J Ayub Med Coll Abbottabad*. 2017;29 (2):215–218.
16. Aaberg KM, Gunnes N, Bakken IJ, Lund Søråas C, Berntsen A, Magnus P, et al. Incidence and Prevalence of Childhood Epilepsy: A Nationwide Cohort Study. *Pediatrics*. 2017;139 (5). doi: 10.1542/peds.2016–3908.
17. Gaillard WD, Chiron C, Cross JH, Harvey AS, Kuzniecky R, HertzPannier L, et al. Guidelines for imaging infants and children with recent-onset epilepsy. *Epilepsia*. 2009;50 (9):2147–2153.
18. Resta M, Palma M, Dicuonzo F, Spagnolo P, Specchio LM, Laneve A, et al. Imaging studies in partial epilepsy in children and adolescents. *Epilepsia* 1994;35 (6):1187–1193.
19. Betting LE, Mory SB, Lopes-Cendes I, Li LM, Guerreiro MM, Guerreiro CA, et al. MRI reveals structural abnormalities in patients with idiopathic generalized epilepsy. *Neurology*. 2006;67 (5):848–852.
20. Tully HM, Ishak GE, Rue TC, Dempsey JC, Browd SR, Millen KJ, et al. Two Hundred Thirty-Six Children with Developmental Hydrocephalus: Causes and Clinical Consequences. *J Child Neurol*. 2016;31 (3):309–320.
21. Hsieh DT, Chang T, Tsuchida TN, Vezina LG, Vanderver A, Siedel J, et al. New-onset afebrile seizures in infants: role of Neuroimaging. *Neurology*. 2010;74 (2):150–156.
22. Guissard G, Damry N, Dan B, David P, Sékhara T, Zierysen F, et al. Imaging in pediatric epilepsy. *Arch Pediatr*. 2005;12 (3):337–346.

Структура распространенности врожденного порока сердца у новорожденных детей в современном мире и Казахстане (литературный обзор)

Кемельбеков Канатжан Сауханбекович, PhD докторант, ассистент
Южно-Казахстанская медицинская академия (г. Шымкент, Казахстан)

Кожаметова Улжан Абдуллаевна, ассистент;
Косымбетова Шолпан Койшыбаевна, преподаватель;
Кузенбаева Айсулу Еркиновна, старший преподаватель
Медицинский университет Астана (г. Нур-Султан, Казахстан)

Актуальность. Основой стратегии кардиохирургической помощи детям с врожденными пороками сердца (ВПС) является изучение распространенности структуры данной патологии. В развитых странах наблюдается тенденция к возрастанию частоты и выявляемости ВПС [1, с. 43; 2р. 245]. Частота выявления ВПС варьирует в широких пределах — 2,4–14,15 на 1000 живорожденных [3 р. 512]. По данным института EUROCAT, средняя популяционная распространенность ВПС в странах Западной Европы составляет в среднем 8,0 на 1000 детского населения [4, р. 456; 5 р. 764]. Согласно клинико-эпидемиологическому исследованию канадских авторов, популяционная распространенность ВПС в Квебеке (Канада) составила 11,89 на 1000 детского населения [6–9].

По статистическим данным ВОЗ ежегодно в странах мира рождается до 5–6 % детей с пороками развития, при этом в половине случаев — это летальные и тяжелые пороки, требующие сложной хирургической коррекции [10, р. 1234; 11, р. 324]. До 80 % тяжелых врожденных пороков заканчиваются смертью ребенка в младенческом возрасте, не оправдывая огромных затрат общества на лечение и уход за ним, а реабилитационная помощь при выживании больного ребенка не в полной мере может обеспечить качество его здоровья, необходимое для полноценной интеграции в общество [12–16].

В настоящее время в общей структуре пороков развития регистрируется увеличение до 22 % доли ВПС, которые играют важную роль в формировании младенческой смертности и инвалидности. По данным большинства авторов частота ВПС колеблется от 8 до 10 на 1000 родившихся детей, с тенденцией к нарастанию в последние десятилетия. Распространённость ВПС меняется не только по годам наблюдения, но и по регионам и с возрастом детей. В первые месяцы жизни, особенно в периоде новорожденности, не все пороки диагностируются своевременно, в то же время они часто приводят к летальному исходу; другие же выявляются позже, определяя динамику распространенности и структуру в различные возрастные периоды. Известно, что существует более 90 вариантов ВПС и множество их сочетаний. Без радикальной коррекции 50–60 % детей умирают на первом году жизни. Особенно высока летальность от пороков сердца в периоде новорожденности. По статистике, ежегодно в России погибают несколько тысяч маленьких детей, родившихся с данной патологией, 36 % из них, если не была сделана срочная

операция, умирают в первые 30 дней, еще 35 % — в течение 6 месяцев, а большинство выживших впоследствии становятся инвалидами [5, р. 234; 17, р. 981].

Достаточно высокого процента инвалидности можно избежать у детей с ВПС, используя современные методы радикальной коррекции. На сегодня актуальным является ранняя антенатальная диагностика ВПС и кардиохирургическая коррекция до рождения ребенка или в неонатальном периоде [18, р. 765; 19–23]. Эпидемиология ВПС остается недостаточно изученной. Существующие данные различных авторов о частоте их встречаемости, распространенности в различные возрастные периоды противоречивы.

В развитых странах Европы и Северной Америки врожденные пороки развития выходят на первое место в структуре перинатальной и младенческой смертности [24, р. 372]. В США ежегодно рождаются до 30–35 тыс. детей с врожденным пороком сердца.

В странах с высоким уровнем медицинской помощи, при низких показателях младенческой смертности (6,7–8,5 %), врожденные пороки и наследственные заболевания занимают первое место в структуре причин младенческой смертности, причем не за счет истинного повышения их частоты, а в связи со снижением смертности от другой патологии [25–27].

В России ВПР в настоящее время занимают второе место в структуре младенческой смертности, составляя в среднем 20,3 %, при этом более, чем в 42 % случаев смертность прямо или косвенно связана с ВПР [28, р. 124]. У 15–25 % новорожденных, умерших в перинатальном периоде, у 50 % детей, умерших в течение первого года жизни и у 70–80 % спонтанных абортующих находят пороки развития. В структуре детской инвалидности врожденные пороки составляют 42,4–56,2 % [29–31].

В России ежегодно рождается около 10000 детей с ВПС, из которых 30–50 % с критическими пороками периода новорожденности. Как правило, неоказание специализированной медицинской помощи при таких состояниях в первые часы, дни или недели жизни приводит к летальному исходу. Согласно данным, из отдельных нозологических форм чаще всего диагностируются дефект межжелудочковой перегородки (15–23 %), транспозиция магистральных сосудов (9–20 %), тетрада Фалло (8–14 %), коарктация аорты (6–15 %), открытый артериальный проток (6–18 %), открытый атриовентри-

кулярный канал (2–5%), дефект межпредсердной перегородки (2,5–16%), аномальный дренаж легочных вен (0,5–2%), стеноз устья аорт (2–7%), стеноз легочной артерии (6,8–9%). По некоторым данным среди детей Санкт-Петербурга отдельные врожденные пороки сердца встречаются со следующей частотой: дефект межжелудочковой перегородки — 27,7–42%; дефект межпредсердной перегородки — 11–19%; открытый артериальный проток — 5,3–10%; стеноз устья аорт — 9–11,7%; тетрада Фалло — 4,96–11,9%; коарктация аорты — 4,36–6,29%; стеноз легочной артерии — 5–7,9%; неполная атриовентрикулярная коммуникация — 1,19–4,4%; транспозиция магистральных сосудов — 1,69%; аномальный дренаж легочных вен — 0,69%; дэкстрокardia — 0,79%; единственный желудочек сердца — 0,2%; общий артериальный ствол — 0,1%; аномалия Эбштейна — 0,1%. Летальность при таких ВПС чрезвычайно высока: к концу 1 недели умирают 29% новорожденных, к 1 месяцу — 42%, к 1 году жизни — 87% детей. Между тем, 98% детей с ВПС, прооперированных в ранние сроки после рождения, проживают полноценную жизнь [32, р. 541].

В Казахстане в структуре детской смертности ВПС занимают одно из первых мест. С каждым годом увеличивается процент выявляемости и рождаемости детей с данной патологией. В Республике ежегодно рождается около 3000 детей с ВПС, из них 80% умирает до года, в первые недели жизни — до 20%, в первый месяц — до 27%. В возрастной структуре смертности от врожденных аномалий сердца и магистральных сосудов — 91% составляют дети первого года жизни, среди них более половины составляют дети неонатального периода (первые 28 дней жизни).

Врожденные пороки развития являются одной из основных причин перинатальной и ранней детской смертности, вызывая серьезные медико-социальные проблемы в обществе. Многие из выживших детей становятся инвалидами с детства и их воспитание не только ложится тяжким бременем на плечи родителей, но и требует значительных материальных затрат от государства. Одним из основных направлений современной неонатологии является изучение хирургической патологии новорожденных, в частности, врожденных пороков развития (ВПР) [33–35].

Поэтому увеличение числа операций и возрастание качества оказания хирургической помощи больным с ВПС в условиях демографического кризиса, переживаемого современной Россией, имеет для будущего страны чрезвычайно важную.

Хирургическое лечение ВПС представляет собой большой, сложный, активно изучаемый в последние годы, но до конца не изученный раздел кардиохирургии. Стремительное становление хирургии ВПС новорожденных и детей первого года жизни удивляет и восхищает одновременно, ведь менее чем за 70 лет, прошедших с момента выполнения в 1938 г. R. Ross в Бостоне первой операции

при ВПС — перевязки открытого артериального протока, детские кардиологи и кардиохирурги добились поистине блестящих результатов. Сегодня нет ВПС, не поддающихся хирургической (анатомической или гемодинамической) коррекции. Наряду с покорением космоса и открытием структуры ДНК выдающийся французский хирург Ch. Dubost назвал хирургию сердца новорожденных «феноменальным достижением науки XX века».

Значительный прогресс и возможности современной детской кардиохирургии позволяют радикально корректировать врожденные пороки сердца у детей в раннем возрасте, устранять анатомический дефект, нормализуя гемодинамику, снижая вероятность неблагоприятных исходов, обосновывая необходимость совершенствования методов дальнейшего лечения.

Примерно в 1/3 случаев врожденных пороков сердца сочетается с экстракардиальными врожденными аномалиями опорно-двигательного аппарата, центральной нервной системы, желудочно-кишечного тракта, мочеполовой системы. Если большие экстракардиальные пороки развития, оказывающие влияние на течение врожденных пороков сердца, диагностируются почти у 70% больных, то малые аномалии развития или стигмы — более чем у 40% пациентов. При этом наличие свыше 3–5 стигм дизэмбриогенеза увеличивает вероятность обнаружения врожденных пороков сердца. Так, из 616 детей с расщелиной верхней губы и неба, рожденных в пределах Большого Стокгольма (Швеция), в период с 1975 по 1992 гг., у 148 (примерно 24%) были выявлены врожденные пороки сердца; при этом 136 из них (примерно 22%) появились на свет преждевременно. У детей же, родившихся в этот период без указанной выше патологии, частота обнаружения врожденных пороков сердца оказалась в 16 раз ниже.

В структуре врожденных пороков сердца (а это более 90 вариантов и около 200 различных их сочетаний) около половины приходится на пороки с обогащением малого круга кровообращения (дефект межжелудочковой перегородки, дефект межпредсердной перегородки, открытый артериальный проток, аномальный дренаж легочных вен, открытый атриовентрикулярный канал и др.). В большинстве своем это цианотические врожденные пороки сердца. Меньшую группу составляют цианотические врожденные пороки сердца с веноартериальным сбросом крови и обеднением малого круга кровообращения (болезнь Фалло, аномалия Эбштейна, полная транспозиция магистральных сосудов, стеноз легочной артерии с дефектом межжелудочковой перегородки и др.).

В структуре причин младенческой смертности врожденная патология сердечно-сосудистой системы является основной причиной (более 50%) среди всех врожденных пороков развития, а в структуре перинатальной смертности более 25%. Суммарная летальность при ВПС остается чрезвычайно высокой. Так, к концу первой недели умирают 29% новорожденных, к концу первого месяца — 42%, к концу первого года жизни —

87% детей. Средняя продолжительность предстоящей жизни для таких детей составляет 59 дней, что является недопустимым для современного периода развития медицины.

Вывод. Повышение доступности и качества медицинской помощи детям с ВПС является актуальной задачей

на современном этапе. Однозначно, что эффективная система организации медицинской помощи, учитывающая медико-социальные особенности этого контингента детей, основанная на реальной потребности в кардиологической и кардиохирургической помощи, позволит снизить показатели летальности и инвалидизации.

Литература:

1. Bershteyn, M., Hayashi Y., Desachy G. et al. Cell-autonomous correction of ring chromosomes in human induced pluripotent stem cells // *Nature*. 2014. № 07 (7490). P. 99–103.
2. Bonetti, M., Paardekooper Overman J., Tessadori F. et al. Noonan and LEOPARD syndrome Shp2 variants induce heart displacement defects in zebrafish // *Development*. 2014. № 141 (9). P. 1961–1970.
3. Brandalize, A.P., Bandinelli E., Dos Santos P.A. et al. Evaluation of C677T and A1298C polymorphisms of the MTHFR gene as maternal risk factors for Down syndrome and congenital heart defects // *Am.J. Med. Genet. A*. 2009. V. 149A, № 10. P. 2080–2087.
4. Bernier PL, Stefanescu A, Samoukovic G, Tchervenkov CI. (2010). The challenge of congenital heart disease worldwide: Epidemiologic and demographic facts. *Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery: Pediatric Cardiac Surgery Annual* 13 (1).
5. Bull-C. Current and potential impact of fetal diagnosis on prevalence and spectrum of serious congenital heart disease at term in the UK. *British Paediatric Cardiac Association*. // *Lancet*. 1999 Oct 9; 354 (9186): 1242–7
6. Brown, D.L., Emersson D.S., Shulman L.P. Predicting aneuploidy in fetuses with cardiac anomalies: significance of visceral situs and noncardiac anomalies. *J. Ultrasound Med*. 1993. Vol. 13. P. 153–161.
7. Bankle, H. Das konnatale Herzvitzium in der Sektionsstatistik // *Arch. Kreisl. Forst*. 1970. v. 62. P. 118.
8. Egbe, A., Lee S., Ho D., Uppu S., Srivastava S. Prevalence of congenital anomalies in newborns with congenital heart disease diagnosis // *Ann Pediatr Cardiol*. 2014. № 7 (2). P. 86–91.
9. Gelb, B.D., Chung WK. Complex Genetics and the Etiology of Human Congenital Heart Disease // *Cold Spring Harb Perspect Med*. 2014. № Jul 4 (7).
10. Gibb, H., Banfield M. The issue of critical paths in Australia: where are they taking us? // *Nurs Inq*. 1996. Vol. 3. P. 36–44.
11. Grieshaber, L.D. *The Healthcare Practitioner»s. Handbook of Management*. Florida: St. Lucie Press, 1997.
12. Dolk, H., Loane M., Garne E. The prevalence of congenital anomalies in Europe // *Adv Exp Med Biol*. 2010. № 686. P. 349–364.
13. Kenchegowda, D., Liu H., Thompson K. et al. Vulnerability of the developing heart to oxygen deprivation as a cause of congenital heart defects // *J Am Heart Assoc*. 2014. № 3 (3).
14. Koerner, A. Complex congenital heart defect, heterotaxy, imperforate anus, and other congenital anomalies in a 27-week infant: a case study // *Neonatal Netw*. 2014. № 33 (4). P. 199–203.
15. Knowles, R., 2005
16. Kurtin PS. Assessing patient outcomes with higher hematocrit levels // *Am.J. Kidney Dis*. 1995. Vol. 25. Suppl 1. P. 8–11.
17. Kumar-RK; Newburger-JW; Gauvreau-K; Kamenir-SA; Hornberger-LK. Comparison of outcome when hypoplastic left heart syndrome and transposition of the great arteries are diagnosed prenatally versus when diagnosis of these two conditions is made only postnatally. // *Am-J-Cardiol*. 1999 Jun 15; 83 (12): 1649–53.
18. Kremp, O., Bouchard L, Trugeon A, Revaug M. Antenatal diagnosis and public health. // *Ann. Ped*. 1998. — V. 45. — P. 468–476.
19. Little, A.B., Whipple T.W. Clinical pathway implementation in the acute care hospital setting. // *J. Nurs. Care Qual*. 1996. Vol. 11. P. 54–61.
20. Whipple, T.W., 1996
21. Van Beynum I.M., Den Heijer M., Blom H.J. et al. The MTHFR 677C>T polymorphism and the risk of congenital heart defects: a literature review and meta-analysis // *Qjm*. 2007. V. 100, № 12. P. 743–753.
22. Van Beynum I.M., Kapusta L., Den Heijer M. et al. Maternal MTHFR 677C>T is a risk factor for congenital heart defects: effect modification by periconceptional folate supplementation // *Eur. Heart J*. 2006. V. 27, № 8. P. 981–987.
23. Vandenbrielle, C., Peerlinck K., de Ravel T. et al. Pulmonary arterio-venous malformations in a patient with a novel mutation in exon 10 of the ACVRL1 gene // *Acta Clin Belg*. 2014. № 69 (2). P. 139–141.

24. Verkleij_Hagoort, A., Blik J., Sayed_Tabatabaei F. et al. Hyperhomocysteinemia and MTHFR polymorphisms in association with orofacial clefts and congenital heart defects: a meta-analysis // Am. J. Med. Genet. A. 2007. V. 143A, № 9. P. 952–960.
25. Verspyck, E., Joly G., Rossi A. et al. Microdeletion of 22q11 and conotruncal cardiopathies: contribution of prenatal diagnosis. // J. Gynecol. Obstet. Biol. Reprod. Paris. 1999. Oct, vol. 28, № 6, p. 534–537.
26. Reenber, S.B., 2014
27. Tanaka, K., Kato A., Angelocci C. et al. A potential molecular pathogenesis of cardiac/laterality defects in Oculo-Facio-Cardio-Dental syndrome // Dev Biol. 2014. № 387 (1). P. 28–36.
28. Habib, J., Massoud M. R., Abouafia M., Greenberg D. Quality management for health care in the Middle East and north Africa: professional cooperation as part of the peace process // Jt. Comm. J. Qual. Improv. — 1997, — Vol. 23. — P. 65–68.
29. Hobbs, C.A., James S.J., Jernigan S. et al. Congenital heart defects, maternal homocysteine, smoking, and the 677T polymorphism in the methylenetetrahydrofolate reductase gene: evaluating gene_environment interactions // Am. J. Obstet. Gynec. 2006. V. 194, № 1. P. 218–224.
30. Hoffman, J.I. E., Christianson R. Congenital heart disease in a cohort of 19,502 births with long-term follow-up. Journal of the American Colledge of Cardiology. 1978. № 42. P. 641–647.
31. Hirata, Y., Chen J.M., Quaegebeur J.M. et al. Pulmonary Atresia With Intact Ventricular Septum: Limitations of Catheter-Based Intervention // Ann Thorac Surg. 2007. Vol. 84. P. 574–580.
32. Marelli, A.J., Mackie A.S., Ionescu-Ittu R., Rahme E., Pilote L. 2007. Marelli AJ, Mackie AS, Ionescu-Ittu R, Rahme E, Pilote L. Congenital heart disease in the general population: changing prevalence and age distribution. Circulation. 2007; 115: 163–72.
33. Musso, G., Tasan M., Mosimann C. et al. Novel cardiovascular gene functions revealed via systematic phenotype prediction in zebrafish // Development. 2014. № 141 (1). P. 224–235.
34. Carter, B. S., Madden W. The neonatologist as primary care physician // Am. J. Mana. Care. 1998. — Vol. 4, № 2. — P. 249–254.
35. Calzolari, E. et al. Congenital malformation in 100000 consecutive births in Emilia Romagna Region Northern Italy: comparioson with the EUROCAT data // Eur. J. Epidemiol. 1987. — № 3.-P. 423–430.

Гомеопатия: история и современность

Николаева Алёна Александровна, студент;

Чумаков Сергей Александрович, преподаватель, член Российской академии естествознания
Ногинский колледж, подразделение Балашиха (Московская обл.)

В статье авторы кратко описывают историю и принципы гомеопатии с позиции современного знания. Дается обзор нескольких современных исследований эффективности гомеопатических препаратов.

Ключевые слова: гомеопатия, доказательная медицина, обзор, лженаука.

Гомеопатия на сегодняшний день считается видом альтернативной медицины, то есть системой методов, которые претендуют на способность лечения или предупреждения болезней, но не прошедших проверку признанными научными методами. В гомеопатии используются сильно разведённые препараты, которые якобы вызывают у здоровых людей симптомы, подобные симптомам болезни пациента и этим якобы лечат болезнь. Однако, в научном сообществе воспринимают гомеопатию скептически, характеризуя как псевдонауку или мошенничество [1]

Основоположителем гомеопатии был Самуэль Ганеман, изначально переводчик с нескольких языков, позже получивший двухлетнее медицинское образование. Доподлинно неизвестно, почему именно здоровье человека он выбрал в качестве своей сферы интересов. Создавая гомеопати-

ческие препараты в далёких 60-х годах XIX века и выпущенные достаточно спорные и бездоказательные труды, он понимал, что большинство методов современной ему медицины нельзя назвать успешными или хотя бы эффективными. Трудно даже допустить, что какие-то болезни или травмы можно было вылечить популярными тогда кровопусканием, прижиганиями, хлоридом ртути и тому подобным — люди поправлялись и выживали скорее не благодаря такому лечению, а вопреки. Поэтому Ганеман считал свой метод «подобное лечится подобным» самым полезным.

Посыл принципов гомеопатии Ганемана был достаточно сомнителен и наивен. Например, лук вызывает слезотечение и обильное выделение слизи из носа, поэтому препарат лука подойдёт для лечения насморка, потому что сопровождается такими же симптомами. В то время это

определялось довольно легко: здоровому человеку предлагалось некоторое время пить определенное вещество. Он записывал всё, что с ним происходило, все свои ощущения. За ним вдобавок наблюдал Ганеман и тоже делал записи. Составлялось некое подобие базы данных. Затем, когда появлялся больной, по этой базе данных находились похожие симптомы и подбирались то вещество, которое их вызывает. Оно и становилось сырьём для будущего лекарства. [2]

Есть ещё один вывод из опытов, которые проводил Ганеман: разведённое вещество было более эффективным, чем оно же, но в больших количествах. Тут необходимо понимать, что в то время для изготовления препаратов использовались мышьяк, сулема (хлорид ртути, чрезвычайно токсичное вещество [3]), хинин, поэтому не стоит даже оспаривать истинность подобных утверждений — ведь разведённый яд навредит человеку меньше, чем концентрированный вариант. Так и появилось ещё одно положение теории Ганемана — необходимо тщательное разведение «лекарственного» средства, которое так же полагалось встряхивать для лучшего перемешивания и пропитывания «духом лекарства». В те времена люди ещё не знали, что вещество состоит из молекул и атомов и при его делении в растворах может вообще не оказаться изначального материала [4]

Хотелось бы так же отметить, что сам Ганеман утверждал о принципиальной невозможности отыскать истинные причины болезней и считал, что любой недуг первоначально развивается из-за поражения желудочно-кишечного тракта. Впрочем, в целом ряде своих работ Ганеман выдвигает противоречивые идеи и нет смысла делать их подробный обзор, достаточно указать, что многие из них с точки зрения научного сообщества противоречат современным знаниям и в области биологии, и в области иных естественных наук [4].

После краткого исторического обзора, проанализируем современные исследования, которые могли бы опровергнуть или доказать эффективность гомеопатических средств. Для этого обратимся к методологии доказательной медицины. По определению доктора медицинских наук Р.Г. Оганова и академика РАМН И.Е. Колтунова, «доказательная медицина — это использование результатов лучших клинических исследований для выбора лечения конкретного пациента, это интеграция лучших научных доказательств с клиническим опытом и ожиданиями пациентов» [5] С целью обобщения имеющихся данных, обратимся к исследованиям, выполняемым Cochrane Collaboration или Кокрейновским сотрудничеством. Сотрудничество является международной некоммерческой организацией, чья главная задача — изучение эффективности медицинских технологий с использованием критиче-

ской оценки, анализа результатов научных исследований по строгой публичной систематизированной методологии. Сообщество отбирает результаты клинических испытаний, опубликованных в открытом доступе, так что процедуры обзоров прозрачны и позволяют ознакомиться с ними любому человеку, имеющему доступ в интернет [6].

В 2017 году Сообщество выпустило обзор «Являются ли гомеопатические препараты эффективными и безопасными средствами профилактики и лечения острых инфекций дыхательных путей у детей?». Согласно приведённой информации, в обзор вошли материалы 8 исследований, в которых приняли участие 1562 детей. В каждом из них результаты применения гомеопатических средств сравнивали с плацебо или стандартными способами профилактики и лечения респираторных инфекций у детей. Проанализировав результаты, специалисты не нашли убедительных доказательств в пользу эффективности лечения острых инфекций. Особо хотим отметить, что в обзоре указывается на отсутствие информации о нежелательных явлениях из-за приёма гомеопатических средств. Таких сведений в исследованиях просто не было [7]

Двумя годами ранее, в 2015 году, Cochrane Collaboration опубликовало обзор «Гомеопатическое средство для профилактики и лечения гриппа и гриппоподобных заболеваний» [8] Рассматривалось шесть исследований одного известного в странах СНГ препарата, из них два по профилактике (327 взрослых в России) и четыре испытания по лечению во Франции и Германии. Предоставленные данные по профилактике не показали, что гомеопатическое средство способно предотвратить развитие гриппа, в целом было так же отмечено неудовлетворительное качество исследований, согласно которым вообще нельзя было сделать однозначные выводы об эффективности применяемых средств.

В связи с имеющейся информацией, возникает резонный вопрос: почему гомеопатические средства столь популярны в России? Однозначного ответа на этот вопрос дать невозможно, потому что в этой ситуации необходимо рассматривать множество факторов. По мнению А. Водовозова, врача-терапевта высшей категории, токсиколога и популяризатора медицины, всему виной так называемое «магическое мышление», при котором не требуется каких-то доказательств и проверок, а работает простой принцип уверенности в результате; имеет место и популярная ныне убеждённости в абсолютной полезности «натуральных» веществ [9]. Сходного мнения придерживается и профессор Валерий Власов, который видит источник популярности гомеопатии в простоте её методик, которые понятны человеку без минимальных знаний в области биологии и могут быть им приняты на веру без консультаций со специалистом [10].

Литература:

1. Меморандум № 2 Комиссии РАН по борьбе с лженаукой и фальсификацией научных исследований О лженаучности гомеопатии // Комиссия по борьбе с лженаукой при Президиуме Российской академии наук URL: <http://klnran.ru/2017/02/memorandum02-homeopathy/> (дата обращения: 02.01.2020).

2. Гомеопатия: растворенная медицина // Некоммерческий научно-популярный проект «Элементы большой науки» URL: https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/430899 (дата обращения: 02.01.2020).
3. Токсичность ртути и ее соединений // Справочник химика URL: <https://www.chem21.info/info/1802887/> (дата обращения: 02.01.2020).
4. Коган, Д. А. Гомеопатия и современная медицина. — М.: Медицина, 1964.
5. Основы доказательной медицины. Учебное пособие для системы послевузовского и дополнительного профессионального образования врачей./Под общей редакцией академика РАМН, профессора Р.Г. Оганова. — М.: Силиция-Полиграф, 2010. — 136 с.
6. COCHRANE COLLABORATION // Medspecial. ru URL: <https://medspecial.ru/wiki/> (дата обращения: 02.01.2010).
7. Являются ли гомеопатические препараты эффективными и безопасными средствами профилактики и лечения острых инфекций дыхательных путей у детей? // COCHRANE COLLABORATION URL: <https://www.cochrane.org/ru/CD005974/yavlyayutsya-li-gomeopaticheskie-preparaty-effektivnymi-i-bezopasnymi-sredstvami-profilaktiki-i> (дата обращения: 02.01.2010).
8. Гомеопатическое средство для профилактики и лечения гриппа и гриппоподобных заболеваний // COCHRANE COLLABORATION URL: <https://www.cochrane.org/ru/CD001957/gomeopaticheskoe-sredstvo-ocillokokcinum-r-dlya-profilaktiki-i-lecheniya-grippa-i-grippopodobnyh> (дата обращения: 02.01.2010).
9. Алексей Водовозов: гомеопатия — темная сторона медицины, плата за которую — совесть // BFM. RU URL: <https://www.bfm.ru/news/424054> (дата обращения: 02.01.2010).
10. Гомеопатия — идеологически успешный проект // meduza. io URL: <https://meduza.io/feature/2017/02/06/minzdrav-staraetsya-ne-ssoritsya-s-gomeopatami> (дата обращения: 02.01.2010).

Альтернативная терапия пищевой поддержки лиц с расстройствами глотания в результате инсультов, черепно-мозговых травм, удаления опухолей головного мозга

Фаткуллина Линара Камильевна, логопед-афазиолог
Республиканская клиническая больница имени Г.Г. Куватова (г. Уфа)

Оценка и коррекция расстройства глотания (дисфагии) является главной частью работы логопеда-афазиолога на этапе реабилитации пациентов с очаговыми поражениями (ОНМК, ЧМТ, удаление опухолей головного мозга) головного мозга. Полноценное и правильное питание при очаговых поражениях головного мозга — главное условие, без которого восстановление организма сложно представить. Оптимальным является подход, в котором учитываются все факторы и ограничения, связанные с проводимой коррекцией расстройства глотания, возможностями ухода. Немаловажное значение имеет вовлечение в процесс принятия пищи через зонд самого пациента или ухаживающих за ним лиц, в случае длительного энтерального зондового питания.

Ключевые слова: реабилитация, дисфагия, энтеральное зондовое питание, питательные смеси.

Цель исследования. Подбор альтернативных методов пищевой поддержки пациентам с нарушением глотания.

Материалы и методы. Методы коррекции нарушения глотания с очаговыми поражениями головного мозга. Анализ статей, клинических рекомендаций, а также доклады специалистов по данной проблеме.

Результаты. Возможность реабилитации пациента рассматривается индивидуально с учётом локализации поражения головного мозга, её морфологического строения, степени анатомо-функциональных нарушений.

Выводы. Пациенту с нарушением глотания необходима правильная организация процесса питания для эф-

фективной реабилитации. Пациент или ухаживающий за ним лицо должны быть обучены проведению энтерального зондового питания, обращению с назогастральным зондом или с гастростомической трубкой.

Дисфагия — это любое нарушение глотательного процесса, невозможность приема пищи через рот, приводящая к тяжелым осложнениям со стороны дыхательной системы, к причине обезвоживания, к нарушению энергетического обмена, кахексии и усугублению инвалидизации.

У пациентов с очаговыми поражениями головного мозга дисфагия развивается не только при поражении бульбарного отдела ствола или двустороннем поражении супра-

нуклеарных структур головного мозга, но у пациентов с полушарным ишемическим инсультом. Двустороннее поражение корково-ядерных путей является причиной развития *псевдобульбарного синдрома*, правосторонняя локализация процесса при вовлечении корковых и субкортикальных структур обуславливает *расстройство гностической составляющей функции глотания*, а левосторонняя — *развитие щечно-язычной, оральной апраксии*, что также вызывает нарушение глотания. Поражение мозжечка обуславливает *развитие дисфагии* за счет дискоординации деятельности мышц языка и глотки. При правополушарной локализации инсультного очага дисфагия сочетается с *преимущественным нарушением инициации акта глотания, расстройствами глоточной фазы глотательного процесса, высоким риском аспирации* и медленным восстановлением глотательной функции (более 2–3 недель) на фоне *незначительных нарушений орального транзита пищевого болюса*. Левополушарные инсульты *сопровождаются нарушениями ротовой фазы акта глотания с некачественной обработкой пищевого болюса, нарушением транзита пищи в полости рта, расстройством управлением слюноотделением и чувством затрудненности движений мышц губ и языка* с более быстрым восстановлением, чаще всего — в течение 1–3 недель.

Исследование функции глотания является неотъемлемой и обязательной частью логопедического обследования. После логопедического обследования логопед-афазиолог составляет программу реабилитационных мероприятий. Определяет индивидуальную стратегию питания пациента (через рот или необходимость альтернативной терапии пищевой поддержки) в целях профилактики возможных осложнений дисфагии.

Изменение диеты с переходом на мягкую пищу и выбор определенной позы при ее приеме является главной задачей логопеда-афазиолога. Любая еда или жидкость даже в малых количествах может вызвать такое грозное осложнение как аспирационная пневмония. Если риск аспирации высокий, то логопед-афазиолог проводит тест оценки глотания с продуктами различной плотности:

Тест оценки глотания с продуктами различной плотности и объёма (VVT)

1. **Нектар 5–10–20 мл** (если глотание на этом этапе нарушено, то необходимо перейти к тесту с пудингом)

2. **Жидкость 5–10–20 мл** (если глотание на этом этапе нарушено, то необходимо перейти к тесту с пудингом)

3. **Пудинг 5–10–20 мл**

Консистенция нектар — густой кисель, мёд, густая сметана (медленно стекает с ложки или ножа)

Консистенция жидкость — вода, сок, чай, кофе

Консистенция пудинг — пудинг, густой йогурт.

Недостаточное питание, прогрессирующее ухудшение состояния — главные показатели для пищевой (нутри-

тивной) поддержки пациентов с очаговыми поражениями головного мозга. При дисфагии нутритивная поддержка зависит от глубины глотательного расстройства. Нутритивной поддержкой называют процесс обеспечения полноценного питания с помощью дополнительного орального питания, а также энтерального (в желудок или в кишечник) питания через зонд, частичного или полного парентерального (через вену) питания. Пероральная (через рот) нутритивная поддержка может варьироваться от еды нормальной консистенции до пюреобразной пищи (измененная консистенция) и сгущенных жидкостей различной плотности.

Наличие пищи различной консистенции позволяет логопеду — афазиологу подобрать наиболее оптимальное питание для каждого пациента с дисфагией. В случае высокого риска аспирации, или когда *прием пищи через рот не обеспечивает адекватное питание, должны быть рассмотрены альтернативные методы пищевой поддержки*

При выборе того или иного метода пищевой поддержки пациентов во всех случаях предпочтение следует отдавать более физиологичному энтеральному питанию.

Энтеральное питание поддерживает всасывательную функцию слизистой оболочки тонкой кишки и участвует в сохранении защитного барьера, отделяющего патогенные микроорганизмы кишечника от системной циркуляции. Длительное отсутствие пищевого химуса в кишке приводит к дистрофии и атрофии слизистой оболочки, снижению ферментативной активности, нарушению выработки кишечной слизи и секреторного иммуноглобулина А, а также активной контаминации условно-патогенной микрофлоры из дистальных в проксимальные отделы кишечника.

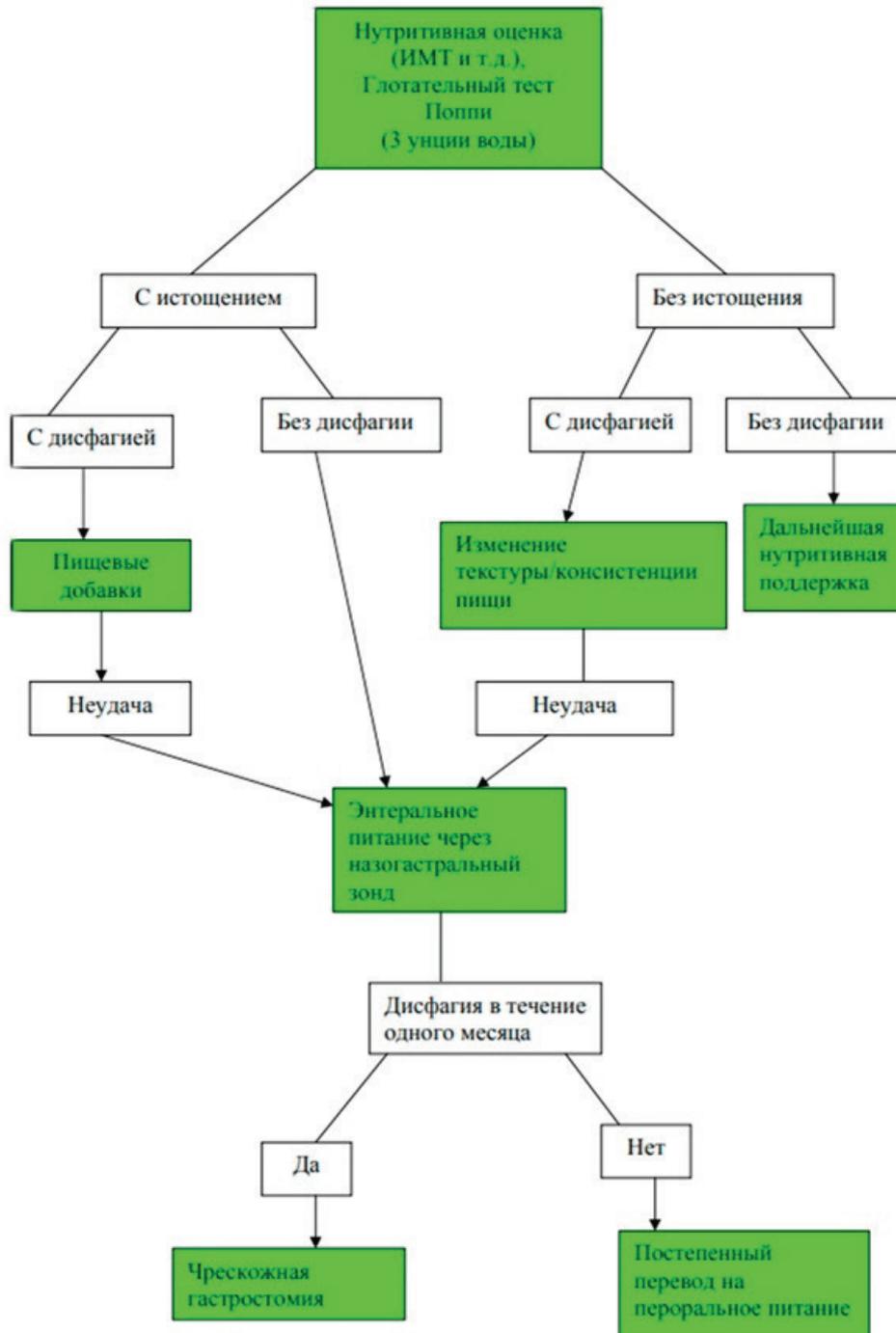
Для краткосрочного энтерального питания в сроки до 3 недель обычно используется назогастральный зонд. При проведении нутритивной поддержки средней продолжительности (от 3 недель до 1 года) или длительной (более 1 года) принято использовать чрескожную эндоскопическую гастростомию. Назогастральные зонды легко устанавливаются младшим медицинским персоналом, являются недорогим расходным материалом и не вызывают трудностей при использовании.

Когда пациента выписывают домой с установленным назогастральным зондом, родственники не всегда знают, как правильно его кормить и ухаживать за зондом. Логопед — афазиолог рекомендует родственникам вводить в зонд питательные смеси однородной консистенции, без твердых фрагментов, которые могут забиться в его просвете. Питательные смеси готовятся путем пропускания готового первого или второго блюда через блендер до однородной массы, или же используют готовые питательные смеси.

Питательные смеси для энтерального питания

1. **Стандартные смеси:**

а). Изокалорические изонитрогенные питательные смеси без пищевых волокон;



б). Изокалорические изонитрогенные питательные смеси с пищевыми волокнами;

в). Гиперкалорические гипернитрогенные питательные смеси без пищевых волокон;

г). Гиперкалорические гипернитрогенные питательные смеси с пищевыми волокнами;

2. *Олигомерные (полуэлементные) смеси:* — питательные смеси для пациентов с нарушениями функции ЖКТ;

3. *Метаболически направленные смеси:*

а). для пациентов с сахарным диабетом и стрессовой гипергликемией;

б). для пациентов с дыхательной недостаточностью;

в). для пациентов с почечной недостаточностью;

г). для пациентов с печеночной недостаточностью;

4. *Специализированные смеси:*

а). для онкологических пациентов;

б). для пациентов с туберкулезом;

в). для беременных и кормящих женщин;

5. *Иммуномодулирующие смеси* — питательные смеси, предназначенные для пациентов с иммунодефицитными состояниями;

6. *Фармаконутриентные смеси;*

Способ питания определяется логопедом — афазиологом в зависимости тяжести дисфагии. Оценка тяжести дисфагии осуществляется по двум шкалам (Шкала оценки аспирации в соответствии с критериями Rosenbek и Федеральная эндоскопическая шкала по оценке тяжести дисфагии)

Шкала оценки аспирации в соответствии с критериями Rosenbek (PAS)

Градация	Описание состояния дыхательных путей, гортани и трахеи
1	Пища не попадает в дыхательных путях
2	Пища попадает в дыхательные пути, остаётся выше голосовых связок, и откашливается из дыхательных путей
3	Пища попадает в дыхательные пути, остаётся выше голосовых связок, и не выводится из дыхательных путей
4	Пища попадает в дыхательные пути, соприкасается с голосовыми связками, и выбрасывается из дыхательных путей
5	Пища попадает в дыхательные пути, соприкасается с голосовыми связками и не выводится из дыхательных путей
6	Пища попадает в дыхательные пути, проходит ниже голосовых связок, и выбрасывается в гортани или из дыхательных путей
7	Пища поступает в дыхательные пути, проходит ниже голосовых связок, и не выводит из трахеи несмотря на усилия
8	Материал поступает в дыхательные пути, проходит ниже голосовых связок, а усилий, чтобы откашлять нет

Федеральная эндоскопическая шкала по оценке тяжести дисфагии (FEDSS)

	Основные выводы	Оценка	Возможные клинические последствия
Слюна	Пенетрация /аспирация	Оценка 6	Отсутствие перорального питания, только зондовое питание
Пудинг	Пенетрация или аспирация без или с недостаточным защитным рефлексом	Оценка 5	Зондовое питание
Пудинг	Пенетрация /аспирация с адекватным защитным рефлексом	Оценка 4	Зондовое питание с небольшим пероральным приёмом пудинга во время реабилитационных процедур
Жидкости	Пенетрация или аспирация без или с недостаточным защитным рефлексом	Оценка 4	Зондовое питание с небольшим пероральным приёмом пудинга во время реабилитационных процедур
Жидкости	Пенетрация /аспирация с адекватным защитным рефлексом	Оценка 3	Пероральное питание пюреобразной пищей
Твёрдая пища	Пенетрация /аспирация с остатками пищи в грушевидных синусах	Оценка 2	Пероральное питание пудингом или жидкостью
Твёрдая пища	Нет пенетрации или аспирации, небольшой объём остатка в синусах	Оценка 1	Пероральное питание полутвёрдой пищей или жидкостями

После проведения всех тестов выполняется суммарная оценка выраженности дисфагии

Суммарная оценка тяжести дисфагии

Оценка в целом	0 — Нет дисфагии	1 — лёгкая дисфагия	2 — умеренная дисфагия	3 — тяжёлая дисфагия	4 — очень тяжёлая дисфагия
Шкала пенетрации-аспирации (PAS)	1	2	3–4	5–6	7–8
Эндоскопическая оценка тяжести дисфагии (FEDSS)	1	2	3	4–5	6

Если пациент в сознании и может глотать сам, то логопед-афазиолог рекомендует кормить пациента через рот и только в положении сидя. Приподнять головной конец кровати до уровня 60 ° и наклонить голову паци-

ента вперед. После кормления логопед-афазиолог рекомендует родственникам оставить пациента в положении сидя на 30–40 минут.

При оральной апраксии и апраксии глотания в зависимости от сохранности рефлексов, логопед-афазиолог подбирает консистенцию и объем пищи, которые помогут пациенту начать есть через рот. В своей работе логопед-афазиолог использует холодные и кислые болюсы, температурную стимуляцию передней дужки зева перед глотанием. Пациенту при кормлении через рот не следует давать каких — либо инструкций. Используются маленькие пищевые болюсы и небольшие объемы жидкостей. Растиривать цепочку оральных движений следует с опорой на сохранное жевание или на сосательный рефлекс. Кормление целесообразнее начинать с мягких кусочков пищи, что помогает сформировать пищевой болюс. Каждому пациенту использует индивидуальный подбор объема и скорости подачи пищи.

При невозможности самостоятельного питания через рот используется болюсный вариант энтерального зондового питания, как альтернативного метода пищевой поддержки.

Логопед-афазиолог определяет суточный объем калорий, необходимый для пациента, из расчета 20–25 ккал/на 1 кг массы тела / в сутки. Причем пациент должен получать 1,5–2 г белка, 0,5–1 г липидов и не более 6 г углеводов на килограмм массы тела в сутки. При дефиците массы тела — 35 ккал/кг веса/сутки. Дефицит массы тела рассчитывает по индексу массы тела (ИМТ). Логопед-афазиолог определяет суточное потребление питьевой воды из расчёта по формуле — 30 мл/кг/сутки.

Как кормить?

Для этого необходимо:

— Поднять головной конец кровати до уровня 45–60 градусов и всегда кормить в сидячем или полусидячем положении.

— Питательную смесь перед кормлением подогреть до температуры 38–40°C., залить в шприц Жане и присоедините его к наружному концу зонда.

— Снять зажим с зонда.

— Вводить смесь со скоростью 200–300 мл в течение 10 минут.

— Промыть зонд после кормления из другого шприца Жане кипяченой водой или физиологическим раствором (до 50 мл) для очистки просвета зонда от остатков питательных смесей, которые засыхают и закрывают просвет трубки, так как зонд становится непроходим.

Следить за чистотой, промывать зонд после каждого кормления.

— После промывания наложить зажим на зонд, чтобы удержать питательную смесь в желудке и избежать ее обратного выхода через наружный конец.

Первые 2–3 порции питания вводить объемом не более 100 мл, постепенно увеличивая объем порции до 200–300 мл, прибавляя при каждом кормлении 50 мл. Суточный объем зондового питания — до 2000 мл вместе с вводимой жидкостью. Частота кормления: 6–8 раз в сутки.

Ограничить попадание воздуха в желудок и вытекание содержимого желудка через зонд — закрыть его на-

ружный конец заглушкой или зажимом. Воздух в желудке вызывает чувство переполнения и дискомфорта, приводит к забросу желудочного содержимого в пищевод. За 1 см от входа в полость носа аккуратно поставить отметку маркером, чтобы увидеть, на какое расстояние зонд извлечен при его смещении. Сразу после установки зонда его фиксируют лейкопластырем к коже лица. Любой лейкопластырь теряет со временем свою клеящую способность. Менять пластырь необходимо 1 раз в 4–5 дней.

Чем кормить?

У больных с диагностированной дисфагией без признаков питательной недостаточности:

Дисфагия 1: Диета из натуральных продуктов без ограничений.

Дисфагия 2: Еда должна очень легко раздавливаться языком:

— Пюре или варёные овощи до очень мягкой консистенции; суп — пюре без добавлений; картофельное пюре, картофельный суп; отварные и протёртые овощи; кисель / йогурт;

— Пюре мясо, мясные муссы: телятина, свинина;

— Филе рыбы (без костей);

— Фрукты и фруктовые продукты (без кожи и семян: бананы, груши, тушёные яблоки, абрикосы, персики);

— Молочные продукты: пудинг, мусс, мороженое;

— Натуральный йогурт без кусочков;

— Джем из фруктов.

Дисфагия 3 (высокий риск пенетрации): Мелко протёртые продукты питания: однородная, гладкая, мягкая легко разжёвываемая пища.

— Супы: крем-суп без добавок (например, гренки), фруктовые супы, молочные пудинги

— Жидкое картофельное пюре;

— Очень мелко протёртые овощи

— Кисель

— Очень мелко протёртое мясо

— Очень мелко протёртые фрукты

— Нектар;

— Заварной крем;

— Пудинг;

Дисфагия 4 (высокий риск аспирации): энтеральное питание в зонд или в гастростому.

У больных с диагностированной дисфагией с явлениями питательной недостаточности:

Дисфагия 1: Диета из натуральных продуктов без ограничений.

Энтеральное пероральное питание гиперкалорической полисубстратной смесью по 100 мл 3–4 раза в сутки. Курс 14–21 день.

Дисфагия 2: Еда должна очень легко раздавливаться языком:

Пюре или варёные овощи до очень мягкой консистенции; суп — пюре без добавлений; картофельное пюре, картофельный суп; отварные и протёртые овощи; кисель / йогурт;

- *Пюре мясо, мясные муссы: телятина, свинина;*
- *Филе рыбы (без костей);*
- *Фрукты и фруктовые продукты (без кожи и семян: бананы, груши, тушёные яблоки, абрикосы, персики);*
- *Молочные продукты: пудинг, мусс, мороженое;*
- *Натуральный йогурт без кусочков;*
- *Джемы из фруктов.*

Энтеральное пероральное питание гиперкалорической полисубстратной смесью по 100 мл 3–4 раза в сутки. Курс 14–21 день.

Дисфагия 3 (высокий риск пенетрации): *Мелко протёртые продукты питания: однородная, гладкая, мягкая легко разжёвываемая пища.*

- *Супы: крем-суп без добавок (например, гренки), фруктовые супы, молочные пудинги*
- *Жидкое картофельное пюре;*
- *Очень мелко протёртые овощи;*
- *Кисель;*
- *Очень мелко протёртое мясо;*
- *Очень мелко протёртые фрукты;*
- *Нектар;*
- *Заварной крем;*
- *Пудинг.*

Энтеральное пероральное питание гиперкалорической полисубстратной смесью по 100 мл 3–4 раза в сутки. Курс 14–21 день

Дисфагия 4 (высокий риск аспирации): энтеральное питание в зонд или в гастростому.

Замена или извлечение назогастрального зонда

Зонд может извлекаться из желудка самим больным неосознанно, особенно в угнетенном сознании. При подозрении на извлечение зонда из желудка немного потяните на себя поршень шприца. Появление в трубке зеленоватого или зеленовато-желтого цвета — показатель нахождения зонда в желудке. Аккуратно протолкните зонд до ранее указанной отметки. Если содержимого нет, аккуратно протолкните зонд вперед и потяните на себя поршень шприца снова. Если вы не получили желудочного содержимого или не уверены в правильном нахождении зонда, обратитесь в поликлинику. При неуверенности в том, правильно ли установлен зонд, вызывайте на дом врача или участковую медсестру.

Назогастральное зондовое кормление — это риск образования пролежней в местах плотного прилегания зондовой трубки к слизистой носоглотки и пищевода. Для профилактики пролежней раз в 3–4 дня подкручивайте зонд и

немного смещайте его вперед и назад. Установленная ранее метка должна находиться в пределах 1 см от наружного носового хода. Обрабатывайте носовые ходы нейтральными маслами для предупреждения раздражения слизистой. Смена назогастрального зонда на гастростому необходима через 3 недели для предупреждения пролежней.

Кормление через гастростому.

Используются те же питательные смеси, что и при кормлении через зонд. Пищу вводят в подогретом виде небольшими порциями (150–200 мл) 6–8 раз в день непосредственно в желудок через гастростому. Постепенно количество вводимой пищи увеличивают до 250–500 мл, но число введений уменьшают до 4–5 раз. Следует остерегаться вводить в гастростому большие количества пищи (порция не более 500 мл), так как может наступить спазм мускулатуры желудка, и пища может быть выброшена через гастростому наружу. Во время кормления надо следить за состоянием трубки в гастростоме, так как её перегиб или смещение может препятствовать прохождению питательной смеси через трубку в гастростоме. По окончании кормления следует промыть трубку физиологическим раствором (30 мл) для профилактики развития микрофлоры и, если требуется, осуществить уход за кожей вокруг гастростомы.

Одной из основных проблем в работе логопеда — афазиолога при дисфагии, является **проблема возобновления кормления, и увеличение критически низкой массы тела.** В моей практике это были пациенты с опухолью краниоспинальной локализации (опухольи мозжечка или IV желудочка, арахноидэндотелиомы, невриномы).

При первичной оценке тяжести состояния пациента следует помнить о возможности внезапного ухудшения состояния и развития полиорганной недостаточности. Поэтому свою работу логопед-афазиолог начинает с энтерального зондового питания, обеспечивая с первых дней полной энергопотребности из расчета 5–10 ккал/кг. Главная задача логопеда-афазиолога в таких случаях — восстановление индекса массы тела и увеличение потребление энергии. Для пациентов массой менее 45 кг потребление 1400 ккал/сут. (при отсутствии большой физической активности) позволяет достичь целевых показателей индекса массы тела. Оптимальная прибавка веса в 0,5–1 кг в неделю.

Выводы: Дисфагия нарушает прием пищи через рот, приводя к недостаточному питанию и аспирации. Загу-

Пример питания пациента массой 35 кг через зонд

Дни	Энтеральная смесь с пищевыми волокнами 1 ккал / мл	Калораж, ккал
1–3 дни	750 мл (31 мл /ч за 24 часа)	750
4–5 дни	1000мл (42 мл/ ч за 24 часа)	1000
6–8 дни	1250 мл (52 мл /ч за 24 часа)	1250
9–10 дни	1500 мл (63 мл/ч за 24 часа)	1500
11 день	Увеличивать по 300 ккал / день до увеличения массы тела 0, 5–1 кг в неделю	

щенные жидкости и пюреобразная пища повышают безопасность глотания. После определения тяжести дисфагии, логопеды-афазиологи подбирают густоту питания, наиболее безопасную для проглатывания пациентом и проводят реабилитационные мероприятия в течение всего пребывания пациента в отделении ЛПУ. Пациенту с на-

рушением глотания необходима правильная организация процесса питания для эффективной реабилитации. Пациент или ухаживающий за ним лицо должны быть обучены проведению энтерального зондового питания, обращению с назогастральным зондом или с гастростоми-ческой трубкой.

Литература:

1. Российские Клинические рекомендации по проведению нутритивной поддержки у больных с ОНМК, Москва, 2013 г
2. Клинические рекомендации «Диагностика и лечение дисфагии при заболеваниях ЦНС», Москва, 2013 год
3. Горячев, А. С., Амосова Н. Н., Зуева Л. Н., Кирьянова Н. М «Методы диагностики нарушений глотания и логопедическая работа на ранних этапах реабилитации нейрохирургических больных» Клиническую рекомендацию — Москва, Секачев 2017 год;
4. Бахман, А. Л. «Искусственное питание», справочное руководство по энтеральному и парентеральному питанию Москва — СПб, издательство Бином, 2001 г.
5. Хубутя, М. Ш, Поповой Т. С, Салтанова А. И «Парентеральное и энтеральное питание»: национальное руководство — М.: ГЭОТАР — Медиа, 2015 г
6. Бойко, В. В., Козлова Т. В., Хижняк А. А., Мушенко В. Е. «Инфузионная терапия парентеральное питание в хирургии», «СИМ», 2011 г.
7. Ершов, В. И., Белкин А. А., Карпец А. В «Эффективность тренировочного метода реабилитации с помощью питательных смесей у больных с ишемическим инсультом и нейрогенной дисфагией», Оренбург, 2019 г
8. Луфт, В. М, Лапицкий А. В «Сравнительная оценка эффективности энтерального питания у пострадавших тяжелой сочетанной травмой при различных вариантах субстратного обеспечения», Санкт — Петербург, 2016г
9. Петриков, С. С, Солодов А. А. «Диагностика и лечение нейрогенной дисфагии у больных с острым нарушением мозгового кровообращения», Москва, 2018 г
10. Луфт, В. М «Основы энтерального питания пациентов с нарушением мозгового нарушения», Санкт — Петербург, 2009 г

Медицинские и педагогические аспекты реабилитации детей после кохлеарной имплантации

Хаджимухамедов Шахзод Бахтиярович, студент магистратуры
Ташкентская медицинская академия (Узбекистан)

В статье рассматриваются реабилитационные мероприятия детей перенесших кохлеарную имплантацию, её эффективность и динамика.

Ключевые слова: кохлеарная имплантация, реабилитация, сенсоневральная тугоухость, нарушение слуха, слухоречевое развитие.

Medical and pedagogical aspects of rehabilitation of children after cochlear implantation

The article discusses the rehabilitation measures of children undergoing cochlear implantation. Its effectiveness and dynamics.

Key words: cochlear implantation, rehabilitation, sensorineural hearing loss, hearing impairment, hearing and speech development.

Послеоперационная реабилитация является важнейшей составляющей всех мероприятий после кохлеарной имплантации. Без данных мероприятий нет

возможности достижения удовлетворительного результата в развитии естественных слухоречевых поведения. Одним из главных хороших результатов кохлеарной им-

плантации является восприятие звуков. Благодаря импланту развивается слуховое восприятие, речь, память, внимание, моторика, дети начинают понимать различные отдельные слова. На сегодняшний день кохлеарная имплантация является одним из самых эффективных методов помощи детям для входа в жизнь, наполненный звуками.

Актуальность. Помощь в реабилитации детей с глубокой степенью тугоухости и глухоты является сложнейшей проблемой из-за отсутствия эффективных методов лечения и низкой эффективности использования слуховых аппаратов у большого числа больных. В настоящее время в качестве одного из наиболее перспективных направлений реабилитации людей с нарушениями слуха и, прежде всего, детей с большими потерями слуха и их интеграции в среду слышащих можно рассматривать кохлеарную имплантацию. Кохлеарная имплантация — это операция, в процессе которой во внутреннее ухо пациента вводится система электродов, обеспечивающих восприятие звуковой информации посредством электрической стимуляции сохранившихся волокон слухового нерва. Кохлеарная имплантация является разновидностью слухопротезирования. Однако в отличие от обычного слухового аппарата, усиливающего акустические сигналы, кохлеарный имплантат преобразует их в электрические импульсы, стимулирующие слуховой нерв. Использование кохлеарного имплантата основано на том, что при сенсоневральной тугоухости зачастую поражены рецепторы улитки (волосковые клетки), в то время как волокна слухового. Кохлеарная имплантация получила широкое распространение за рубежом, где к настоящему времени проимплантировано более 25 тысяч пациентов. Можно выделить следующие характерные тенденции: увеличение количества операций кохлеарной имплантации, а следовательно, количества детей с нарушением слуха, компенсированным кохлеарным имплантом.

Основная цель кохлеарной имплантации, как известно, состоит в максимальной социализации ребенка с нарушением слуха и его интеграции в общество. Реабилитация пациентов с кохлеарными имплантатами — это работа целой команды специалистов, включающей аудиолога, сурдопедагога, логопеда, специального педагога, психолога [1–3]. Эффективность имплантации определяется многими факторами, в частности возрастом, в котором наступила тотальная потеря слуха, ее длительностью, способностью к обучению, интеллектуальными возможностями ребенка. Эти факторы могут воздействовать как раздельно, так и в сочетании друг с другом [2–4]. Успешность социальной адаптации ребенка после КИ будет зависеть от генеза и степени тяжести отрицательного воздействия сенсорной депривации на психическое развитие ребенка, своевременности и комплексности восстановительного процесса.

Цель исследования. Изучить восприятие звуковых сигналов (речевых и неречевых, обработку и понимание новых слуховых ощущений для развития речи.

Материалы и методы исследования. В течении 2018–2019 годов провели операции по кохлеарной имплантации 9 детям в возрасте от 2 до 14 лет с диагнозами: нейросенсорная тугоухость 4 степени; глухота.

Мальчик — 4, девочек-5. До операции для определения показаний к операции провели комплексные диагностический обследования детей, такие как:

- отоларингологический осмотр
- аудиологическое исследование
- общее медицинское обследование с целью оценки соматического статуса
- компьютерная томография височных костей (заключение о проходимости барабанной лестницы улитки);

сурдопедагогическое и психологическое обследование для определения общего и речевого уровня развития ребенка, для выявления умений и навыков слухового восприятия речи и неречевых звучаний, эффективности использования слуховых аппаратов

После операции кохлеарной имплантации проводится слухоречевая реабилитация. Для исследования использовалось педагогическое обследование слухового восприятия: обнаружение, узнавание, различение и опознавание звуков окружающей среды — слуховое восприятие речи, распознавание слов, закрытого выбора и открытого выбора, восприятие текстов на слух. С этими детьми целенаправленно занимаются сурдопедагоги. Они также обучают родителей развивать слух, понимание речи и собственной речи при общении. Это является основой для естественного развития слуха. Измерялись показатели слухового восприятия речи у тринадцати детей перенесших кохлеарную имплантацию

Результаты исследования. До кохлеарной имплантации, несмотря на ношение самых мощных слуховых аппаратов, речевое восприятие у этих детей было довольно слабым. После КИ в течение времени реабилитации оно улучшилось. Улучшение восприятие речи у больных, прошедших операцию КИ в более раннем возрасте. Главным направлением последующей работы для этих детей было развитие восприятие звуковых сигналов с помощью импланта. Занятия по реабилитации после КИ включали в себя следующие ступени развития у детей способности к восприятию звуковой информации:

- обнаружение (наличие, отсутствие) звуковых сигналов;
- обнаружение различий между акустическими сигналами;
- отличие голоса человека от других бытовых звуков;
- опознавание бытовых сигналов;
- определение различных характеристик звуков;
- различие и опознавание отдельных звуков речи;
- опознавание изолированных слов, предложений;
- понимание слитной речи;
- понимание речи и распознавание бытовых звуковых сигналов в условиях помех.

Таблица 1. Слуховое поведение глухого ребенка со слуховым аппаратом и после кохlearной имплантации.

Слуховой аппарат, срок использования 1 год	Кохlearный имплант, срок использования 3 месяца
Реакций на бытовые звуки не было. Требовалось настроить ребенка на слушание.	Четкая реакция на бытовые звуки. Реакция мгновенная, даже если чем-то занят
Выраженного интереса к звукам игрушек не наблюдалось.	Интересую игрушки со звуковыми сигналами.
Не было ответной реакции на звук	Поворачивает голову когда слышит негромкие звуки. Услышав звук может замереть. Ищет источник звука
Обращал внимание на лай, но не боялся	Услышав лай, пугается
Постоянно поднимал голову и смотрел на губы говорящего при осмотре картинок	Не отрывает взгляд от картинок, чтобы видеть лицо говорящего
Появились интонированные голосовые вокализации	Стал значительно больше и активнее произносить интонированные звуки и слоги
Никогда не пытался произнести звук, беря незнакомую вещь.	Пытается извлечь звук, когда берет незнакомый предмет

Таблица 2. Оценка речевых навыков пациентов

	Поведение	Результаты								
		Д. 14 лет	М. 3 года	Д. 7 лет	М. 5 лет	Д. 5 лет	М. 5 лет	М. 3 года	Д. 3,5 года	Д. 4 года
1	Ответ на окружающие знаки	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Ответ на музыкальный инструмент	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Идентификация одного окружающего звука	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	Ответ на голос	+	-	+	+	+	+	+	+	-
5	Ответ, по крайней мере, на 2 из 5 звуков	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	Распознавание 2 из 5 звуков Линга	+	+	+	+	-	+	+	+	+
7	Распознавание всех 5 звуков Линга	+	+	-	+	+	-	-	+	-
8	Идентификация собственного имени	+	+	-	-	+	+	+	+	-

Заключение. Таким образом, наши наблюдения за детьми показали, что с такими диагнозами (нейросенсорная тугоухость 4 степени, а также глухотой) положительных результатов можно достичь только благодаря кохlearной имплантации. КИ является эффективным средством помощи для детей с глубокой степенью тугоухости и полной глухотой. Кохlearная имплантация с помощью современных имплантов обеспечивает хорошее восприятие устной речи, тем самым полноценную реабилитацию оглохших больных.

Результаты речевой реабилитации зависят от возраста, в котором произведена операция, а также индивидуальных особенностей пациента. Для создания эффективного развития ребенка с кохlearной имплантацией, должна проводиться правильная коррекционно-развивающая работа, чтобы формировать адекватное слухоречевое поведение, развивать речевые навыки, языковые способности и требуется систематическое участие специалистов и родителей в реабилитации.

Литература:

1. Тарасова, Н. В. Комплексное сопровождение детей после кохlearной имплантации в Центре оториноларингологии: автореф. дис. ... канд. пед. наук. — М., 2010.
2. Тарасова, Н. В. Интеграция пациентов после кохlearной имплантации / Н. В. Тарасова, О. С. Орлова, А. Н. Белоконь // Логопедия сегодня. — 2008. — № 4 (22). — С. 47–53

3. Королева, И. В. Кохлеарная имплантация глухих детей и взрослых (электродное протезирование слуха) [Текст] / И. В. Королева. — СПб.: КАРО 2012. — 752 с.
4. Королёва, И. В. Отбор кандидатов на кохлеарную имплантацию: Диагностическое обследование и оценка перспективности использования кохлеарного импланта. СПб.: СПб НИИ уха, горла, носа и речи, 2008. 99 с.
5. Зонтова, О. В. Реабилитация после кохлеарной имплантации. — Санкт-Петербург. — 2008. — С. 58.
6. Королёва, И. В. Диагностика и реабилитация слуховой функции у детей раннего возраста. — Санкт-Петербург. — 2008. — 36 с.
7. Королёва, И. В. Реабилитация глухих детей с кохлеарными имплантатами. — Санкт-Петербург. — 2008. — 20 с.
8. <https://cyberleninka.ru/article/n/mediko-pedagogicheskaya-reabilitatsiya-detey-posle-kohlearnoy-implantatsii>

Формирование биопленок возбудителями оппортунистических инфекций на изделиях из силиконового каучука

Шестакова Анна Дмитриевна, студент;

Прокофьев Марк Евгеньевич, студент

Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера (г. Пермь)

В статье авторы пытаются изучить пленкообразующую способность грамположительных и грамотрицательных условно-патогенных бактерий на различных полимерных материалах.

Ключевые слова: пленкообразующая способность, биопленки, дренажная трубка, катетер-ассоциированные инфекции.

Актуальность. ВИЧ-инфицированные пациенты поступают в лечебные учреждения зачастую в связи с развитием сопутствующей оппортунистической инфекции. Развитие СПИД-ассоциированных бактериальных суперинфекций существенно усугубляет и без того тяжелое состояние пациентов, что нередко требует оказания медицинской помощи с применением аппаратов для искусственной вентиляции легких и различных инвазивных процедур. При этом используются различные медицинские изделия из силикона (внутривенные и мочевые катетеры, дренажные и соединительные трубки). Уникальные свойства кремний-органических соединений послужили широкому их применению в медицине. Однако возникла проблема, связанная с инфекционными осложнениями, ассоциированными с формированием на них биопленок. Биопленка — сообщество микробов, которые прикреплены к поверхности и/или друг к другу, заключены в матрикс из синтезированных ими внеклеточных полимерных веществ. [1] Примечательно, что сами бактерии составляют лишь 5–35 % массы биопленки, остальная часть — это межбактериальный матрикс. [2] Входящие в такие микроконсорциумы бактерии имеют измененный фенотип, проявляющийся другими параметрами роста и экспрессии специфических генов, что в значительной степени повышает их устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов физической, химической и биологической природы по сравнению со свободно плавающими бактериями, а также к воздействию антибиотиков, эффе́кторам

защиты макроорганизма, дегидратации, вирусам и даже ультрафиолетовому излучению [3, 4].

Катетеры и дренажные трубки могут длительно находиться в теле человека и быть не только хорошими проводниками возбудителей инфекций, нарушая такие важные оборонительные барьеры, как кожа, слизистые, сфинктеры мочеиспускательного канала, но и местом образования биопленок. [5] Полимерные имплантаты, покрывшись биопленкой, могут стать «бомбой замедленного действия» и «взорваться» септическим шоком в результате отрыва от нее и попадания в кровотоки большого количества бактериальных клеток.

Цель работы: изучить пленкообразующую способность грамположительных и грамотрицательных условно-патогенных бактерий на различных полимерных материалах.

Материалы и методы. В качестве объектов исследования использовали штаммы *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* и *Klebsiella pneumoniae*. Бактерии выращивали на мясо-пептонном агаре, культивируя в термостате при 37°C в течении 24 часов. Чистую суточную культуру микроорганизмов петлей перенесли в пробирку с питательным бульоном Luria-Bertani (LB), выращивали 18 часов в условиях термостата до достижения логарифмической фазы роста. Бактериальный инокулюм стандартизировали по МакФарланду до 2,0, затем разводили стандартизированные культуры в LB-бульоне в отношении 1/100. Полученную суспензию вносили по 150

мкл для культивирования в две 96-луночные плоскодонные стерильные полистироловые панели для иммунологических исследований. Исследование проводилось в 5 повторах. В один из микропланшетов перед инокуляцией помещали образцы, вырезанные из дренажной трубки в виде дисков диаметром 5 мм, часть из которых раскладывали ее наружной поверхностью сверху, другую — внутренней. Панели закрывали стерильной крышкой и выдерживали в течении 24 часов в условиях термостата при 37°C. Планктонные клетки удаляли путем 3-х кратного промывания панелей дистиллированной водой. Затем их сушили на фильтровальной бумаге в перевернутом виде, содержимое лунок окрашивали 0,1 % раствором кристаллического фиолетового в течении 40 минут, связавшийся краситель экстрагировали 96 % этанолом в течение 30 минут. Биомассу пленок оценивали по оптической плотности полученных экстрактов на планшетном спектрофотометре «ChroMate» при длине волны 492 нм.

Результаты исследований и обсуждение. При сравнении пленкообразующей способности исследуемых микроорганизмов в лунках полистиролового микропланшета установлено, что *K. pneumoniae*, как и можно было ожидать, проявили наибольшую пленкообразующую способность, поскольку общепризнанно, что уровень биообразования у грамотрицательных микроорганизмов значительно выше, чем у грамположительных, за счет продукции более мощного матрикса. К тому же встроенный в стенку *K. pneumoniae* липополисахарид стабилизирует мембрану и повышает общий отрицательный заряд бактерии, что повышает ее способность к адгезии.

Результаты сравнительного изучения пленкообразования грамположительных и грамотрицательных условно патогенных бактерий на наружной и внутренней поверхностях дренажной трубки показали, что пленкообразующая способность оппортунистических микроорганизмов независимо от грампринадлежности выше на наружной поверхности образца. В технологии изготовления подобных изделий внутреннюю поверхность делают более гладкой с целью уменьшения адгезии и увеличения эффективности оттока. Неровности поверхности

материала обычно способствуют бактериальной адгезии и образованию биопленок [6] Например, зачастую на внутривенных катетерах образуют биопленки *S. epidermidis*, *S. aureus*, что приводит к бактериальному эндокардиту и сепсису. Эти бактерии могут попадать в кровоток со слизистых и кожных покровов, в том числе и по наружной стороне катетера, шероховатость которой может обуславливать повышение как площади поверхности, так и количества микровпадин, которые обеспечивают более привлекательные места для микробной колонизации. [7]

Наиболее выраженная способность к формированию биопленки на наружной поверхности силиконового образца отмечена у *S. aureus*, что подтверждает большую вероятность сорбирования бактерий с более гидрофобными покровами, по сравнению с гидрофильными. [8]

Анализируя пленкообразование на внутренней поверхности полимерного диска, обнаружили, что *K. pneumoniae* вновь проявляли большую активность, чем другие микроорганизмы. Образование биопленок включают в себя две основные функциональные фазы: первичную адгезию с адаптацией бактерий к поверхности и формирование клеточных слоев и кластеров, обусловленное продукцией внеклеточного полимерного матрикса. [9] Особенности поверхностных структур и продукция мощного матрикса создает предпосылки к образованию биопленки даже на внутренней поверхности полимерных изделий.

Выводы. Образование биопленок на силиконовых изделиях имеет важное значение для практической медицины, в частности при оказании помощи больным СПИДом. Оказалось, что оппортунистические микроорганизмы могут проявлять высокую пленкообразующую способность на полимерных материалах, что служит фактором дополнительного риска при их использовании. Проведенное исследование позволило получить информацию о способности клинических штаммов формировать биопленки. Так, сравнительный анализ количественных данных показал, что наиболее выраженной способностью к образованию биопленки на наружной поверхности дренажной трубки из силикона обладал *S. aureus*, а на внутренней — *K. pneumoniae*.

Литература:

1. Tetz, V.V. The effect of antimicrobial agents and mutagen on bacterial cells in colonies // Med Microbiol. Lett. — 1996. — № 5. — С. 426–36.
2. Мальцев, С.В., Мансурова Г.Ш. Что такое биопленка? // Практическая медицина. — 2011. — № 5 (53). — С. 7–10.
3. Watnick, P., Kolter R., Biofilm, city of microbes // J Bacteriol. — 2000. — № 182. — С. 2675–9
4. Costerton, J.W., Stewart P.S., Greenberg E.P. Bacterial biofilms: a common cause of persistent infections // Science. — 1999. — № 284. — С. 1318–22
5. Романова, Ю.М., Диденко Л.В., Толордава Э.Р. и др. Биопленки патогенных бактерий и их роль в хронизации инфекционного процесса. Поиск средств борьбы с биопленками // Вестник РАМН. — 2011. — № 10. — С. 31–39.
6. Scheuerman, T.R., Camper A.K., Hamilton M.A. Effects of Substratum Topography on Bacterial Adhesion // Journal of Colloid and Interface Science. — 1998. — № 208. — С. 23–33.

7. Katsikogianni, M., Missirlis Y. F. Concise review of mechanisms of bacterial adhesion to biomaterials and of techniques used in estimating bacteria-material interactions // *European cells & materials*. — 2005. — № 8. — C. 37–57.
8. M. C. M. van Loosdrecht, J. Lyklema, W. Norde, A. J. B. Zehnder. Bacterial adhesion: A physicochemical approach // *Microbial Ecology*. — 1989. — № 17. — C. 1–15.
9. Mah T-FC, O»Toole GA. Mechanisms of biofilm resistance to antimicrobial agents // *Trends Microbiology*. — 2001. — № 9 — C. 34–39

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 2 (292) / 2020

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга
Художник Е. А. Шишков
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов, М. В. Голубцов, О. В. Майер

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.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ №ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»

Номер подписан в печать 22.01.2020. Дата выхода в свет: 29.01.2020.

Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

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; <https://moluch.ru/>

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