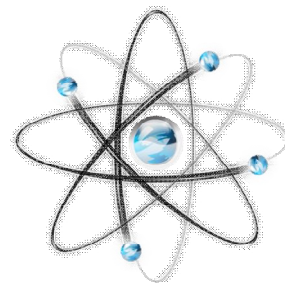


**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЖУРНАЛ
ISSN 2303-9868**

Периодический теоретический и научно-практический журнал.
Выходит 12 раз в год.
Учредитель журнала: ИП Соколова М.В.
Главный редактор: Миллер А.В.
Адрес редакции: 620036, г. Екатеринбург, ул. Лиственная, д. 58.
Электронная почта: editors@research-journal.org
Сайт: www.research-journal.org

Подписано в печать 08.10.2013.
Тираж 900 экз.
Заказ 9765.
Отпечатано с готового оригинал-макета.
Отпечатано в типографии ООО «Импекс».
620075, Екатеринбург, ул. Толмачева, д. 16, офис 12.



**Meždunarodnyj
naučno-issledovatel'skij
žurnal**

**№9 (16) 2013
Часть 1**

Сборник по результатам XIX заочной научной конференции Research Journal of International Studies.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Полное или частичное воспроизведение или размножение, каким бы то ни было способом материалов, опубликованных в настоящем издании, допускается только с письменного разрешения авторов.

Номер свидетельства о регистрации в Федеральной Службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: **ПИ № ФС 77 – 51217.**

Члены редколлегии:

- Филологические науки:** Растягаев А.В. д-р филол. наук, Сложеникина Ю.В. д-р филол. наук, Штрекер Н.Ю. к.филол.н., Вербицкая О.М. к.филол.н.
- Технические науки:** Пачурин Г.В. д-р техн. наук, проф., Федорова Е.А. д-р техн. наук, проф., Герасимова Л.Г., д-р техн. наук, Курасов В.С., д-р техн. наук, проф., Оськин С.В., д-р техн. наук, проф.
- Педагогические науки:** Лежнева Н.В. д-р пед. наук, Куликовская И.Э. д-р пед. наук, Сайкина Е.Г. д-р пед. наук, Лукьянова М.И. д-р пед. наук.
- Психологические науки:** Мазилев В.А. д-р психол. наук, Розенова М.И., д-р психол. наук, проф., Ивков Н.Н. д-р психол. наук.
- Физико-математические науки:** Шамолин М.В. д-р физ.-мат. наук, Глезер А.М. д-р физ.-мат. наук, Свиштунов Ю.А., д-р физ.-мат. наук, проф.
- Географические науки:** Умывакин В.М. д-р геогр. наук, к.техн.н. проф., Брылев В.А. д-р геогр. наук, проф., Огуреева Г.Н., д-р геогр. наук, проф.
- Биологические науки:** Буланый Ю.П. д-р биол. наук, Аникин В.В., д-р биол. наук, проф., Еськов Е.К., д-р биол. наук, проф., Шеуджен А.Х., д-р биол. наук, проф.
- Архитектура:** Янковская Ю.С., д-р архитектуры, проф.
- Ветеринарные науки:** Алиев А.С., д-р ветеринар. наук, проф., Татарина Н.А., д-р ветеринар. наук, проф.
- Медицинские науки:** Медведев И.Н., д-р мед. наук, д.биол.н., проф., Никольский В.И., д-р мед. наук, проф.
- Исторические науки:** Меерович М.Г. д-р ист. наук, к.архитектуры, проф., Бакулин В.И., д-р ист. наук, проф., Бердинских В.А., д-р ист. наук, Лёвочкина Н.А., к.исп.наук, к.экон.н.
- Культурология:** Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.
- Искусствоведение:** Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.
- Философские науки:** Петров М.А., д-р филос. наук, Бессонов А.В., д-р филос. наук, проф.
- Юридические науки:** Грудцына Л.Ю., д-р юрид. наук, проф., Костенко Р.В., д-р юрид. наук, проф., Камышанский В.П., д-р юрид. наук, проф., Мазуренко А.П. д-р юрид. наук, Мещерякова О.М. д-р юрид. наук, Ергашев Е.Р., д-р юрид. наук, проф.
- Сельскохозяйственные науки:** Важов В.М., д-р с.-х. наук, проф., Раков А.Ю., д-р с.-х. наук, Комлацкий В.И., д-р с.-х. наук, проф., Никитин В.В. д-р с.-х. наук, Наумкин В.П., д-р с.-х. наук, проф.
- Социологические науки:** Замараева З.П., д-р социол. наук, проф., Солодова Г.С., д-р социол. наук, проф., Кораблева Г.Б., д-р социол. наук.
- Химические науки:** Абдиев К.Ж., д-р хим. наук, проф., Мельдешов А. д-р хим. наук.
- Науки о Земле:** Горяинов П.М., д-р геол.-минерал. наук, проф.
- Экономические науки:** Бурда А.Г., д-р экон. наук, проф., Лёвочкина Н.А., д-р экон. наук, к.ист.н., Ламоттке М.Н., к.экон.н.
- Политические науки:** Завершинский К.Ф., д-р полит. наук, проф.
- Фармацевтические науки:** Тринева О.В. к.фарм.н., Кайшева Н.Ш., д-р фарм. наук, Ерофеева Л.Н., д-р фарм. наук, проф.

Екатеринбург - 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHYSICS AND MATHEMATICS	5
ДИНАМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ПОДШИПНИКОВ БЫСТРО ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ОСЕССИММЕТРИЧНОГО ТЕЛА, ЗАКРЕПЛЁННОГО С ПЕРЕКОСОМ	5
ОПРОВЕРЖЕНИЕ ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ	7
ДВУХЧАСТОТНАЯ ЗАПИСЬ ИНФОРМАЦИИ ПРИ НАЛИЧИИ ВНЕШНИХ ПРОСТРАНСТВЕННО НЕОДНОРОДНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ	19
ПОБУДИТЕЛЬНЫЕ ПРИЧИНЫ МЕЧТАНИЙ	23
О ПРОФИЛЕ КАПЛИ ЖИДКОСТИ В КОНТАКТЕ С ПОДЛОЖКОЙ	27
ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА РЕАКЦИИ ПОЛИКОНДЕНСАЦИИ АСПАРАГИНОВОЙ КИСЛОТЫ	30
ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕГО ПРОСТРАНСТВЕННО НЕОДНОРОДНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФАЗОВОЙ ПАМЯТИ ТРЕХУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЫ В СЛУЧАЕ ФОРМИРОВАНИИ СТИМУЛИРОВАННОГО ФОТОННОГО ЭХА	31
РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПЫЛЕНИЯ НАЛИВНОГО ХВОСТОХРАНИЛИЩА ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛИНОКОМПОЗИТНЫХ АДГЕЗИОННЫХ ХВОСТОВ	34
ТЕОРЕМА ОБ УСТОЙЧИВОСТИ НЕЧЕТКОГО МНОЖЕСТВА	38
ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ / CHEMICAL SCIENCES	40
ВЛИЯНИЕ О-ФТОРФЕНИЛБИГУАНИДИНА (О-ФФБГ) НА КИНЕТИКУ КАТОДНОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДОРОДА НА ЖЕЛЕЗЕ И ЕГО ТВЕРДОФАЗНУЮ ДИФФУЗИЮ ЧЕРЕЗ СТАЛЬНУЮ МЕМБРАНУ В КИСЛЫХ ХЛОРИДНЫХ СРЕДАХ	40
КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ КАК СОРАСТВОРИТЕЛИ СМЕСИ ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА И ЭТАНОЛА	42
КОМПОЗИЦИОННЫЕ МЕМБРАНЫ С МОДИФИЦИРОВАННЫМ ПОВЕРХНОСТНЫМ СЛОЕМ	45
СВЯЗЬ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ С КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ ИОННЫХ КРИСТАЛЛОВ	47
БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGICAL SCIENCES	49
ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОСАДК СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (PINUS SYLVESTRIS L.) В НОВОСЕРГИЕВСКОМ РАЙОНЕ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ	49
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ЧЕРНОЗЕМЬЕ ВИДЫ РОДА JUNGLANS L.	52
АНАЛИЗ СТРУКТУРНОГО РАЗНООБРАЗИЯ ПРОВИРУСА BLV НА ОСНОВАНИИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ КРИВЫХ REAL TIME SYBRGREEN	52
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИММУННОГО СТАТУСА СУПОРОСНЫХ СВИНОМАТОК В ЗАВИСОМОСТИ ОТ МЕРТВОРОЖДЕННОСТИ И УРОВНЯ МНОГОПЛОДИЯ	56
ВНЕШНЕСЕКРЕТОРНАЯ ФУНКЦИЯ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ОВЕЦ И КОЗ	58
ПРИМЕНЕНИЕ РАЗРАБОТАННОЙ ПРОГРАММЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ПРЫЖКОВЫХ УПРАЖНЕНИЙ В ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ ЛЕГКОАТЛЕТОВ 9-10 ЛЕТ.	60
ИНТРОДУКЦИЯ ПАПОРОТНИКОВ РЕГИОНАЛЬНОЙ ФЛОРЫ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ИМ. ПРОФ. Б.М. КОЗО-ПОЛЯНСКОГО ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУНИВЕРСИТЕТА	61
СРАВНИТЕЛЬНЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ КОРОВ АЙРШИРОВ В СВЯЗИ С ИХ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ И НЕБЛАГОПОЛУЧИЕМ ПО ИНФЕКЦИИ BLV	64
РЕДКИЕ ВИДЫ ЛИШАЙНИКОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА В ПРЕДЕЛАХ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ, ИХ СТАТУС И МЕРЫ ОХРАНЫ	66
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / TECHNICAL SCIENCES	71
РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ	71
ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВОЗДУХООБМЕНА В ПОМЕЩЕНИИ БАСЕЙНА	72
COMPUTER MODEL DEVELOPMENT OF STRESS-STRAIN STATE OF GAS-PIPELINE SECTION IN SOIL SETTLEMENT CONDITIONS	73
ОШИБКИ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ. ОПОРА ВЕДЕНЕЕВА - КОТОРУЮ ИСКАЛ АРХИМЕД. НОВЫЙ КЛАСС МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ.	76

ОСОБЕННОСТИ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ПОСЛЕ АКТИВАЦИИ	93
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ	94
СКРИНИНГ СЫРЬЕВОГО СОСТАВА ВАРЕННЫХ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ, РЕАЛИЗУЕМЫХ НА ТЕРРИТОРИИ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ	95
ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ГЛИН К ВОЗДЕЙСТВИЮ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ	96
АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ	99
СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СХЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ АППАРАТОВ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ГАЗА	100
ИЗУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПУДИНГОВ, ОБОГАЩЕННЫХ НАТУРАЛЬНЫМИ ЦИТРУСОВЫМИ ВОЛОКНАМИ «CITRI-FI»	102
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ ПОДО ЛЬДОМ	104
РАЗРАБОТКА ТРАНСПОРТНОЙ МОДЕЛИ ИРКУТСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ	106
СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ ТАНКОВЫХ И ПРОДУВОЧНЫХ ГАЗОВ ПРОИЗВОДСТВА АММИАКА	107
О ДЕФОРМАЦИЯХ ТЕЛ С ПЛОСКОЙ И КРИВОЛИНЕЙНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ПРИ УПРУГОМ КОНТАКТНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ	111
МЕХАНИЗМЫ НАКОПЛЕНИЯ УСТАЛОСТНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ И РОСТ ТРЕЩИН В ВЫСОКОПРОЧНОЙ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ ПРИ ПЕРЕГРУЗКАХ	114
МОДУЛЬНЫЙ ПРИНЦИП ОБУЧЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ (ИНС) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЖЕСТКИХ МОДУЛЕЙ	118
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ ЧАСТОТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДНОГО ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩЕГО АГРЕГАТА	120
INFORMATION SECURITY: MODERN THREATS TO CIVIL SOCIETY	124
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБОБЩЕННЫХ ГАУССОВЫХ НЕЧЕТКИХ ЧИСЕЛ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ СЕТЕВОГО ГРАФИКА	125
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОМАССОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПОВЫШЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ ПРИ ДИФФУЗИИ ЧЕРЕЗ ТЕМПЕРАТУРОПОВЫШАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ	128
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕЛОМАРШРУТА	131
РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ И РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПРИВОДА ПОДАЧИ РАБОЧЕГО ОРГАНА БУРОВОГО СТАНКА	134

Баранов М.А.¹, Мухопад К.А.², Щербаков В.М.³;

¹ доктор физико-математических наук, профессор, Алтайский государственный технический университет; ² старший преподаватель, Алтайский государственный технический университет; ³ старший преподаватель, Алтайский государственный технический университет;

ДИНАМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ПОДШИПНИКОВ БЫСТРО ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ОСЕСИММЕТРИЧНОГО ТЕЛА, ЗАКРЕПЛЁННОГО С ПЕРЕКОСОМ

Аннотация

Анализируются динамические реакции подшипников, на оси которых вращается тело произвольной осесимметричной формы, закреплённое так, что его ось симметрии образует произвольный угол с осью вращения.

Ключевые слова: осевая симметрия, вращение, силы инерции.

Baranov M. A.¹, Mukhopad K.A.², Shcherbakov V, M.³;

¹ PhD in Physics and mathematics, professor, Altay State Technical University; ² senior teacher, Altay State Technical University; ³ senior teacher, Altay State Technical University;

DYNAMIC CONSTRAINT FORSES OF BEARINGS OF QUICKLY ROTATING AXIS-SYMMETRICAL ASKEW FIXED BODY

Abstract

Dynamic constraint forces of bearings, on axis of which rotate axis-symmetrical body are analyzed. Corner between symmetrical axis and rotation axis can be arbitrary.

Keywords: axial symmetry, rotation, inertia forces.

Работа современных механизмов и машин основана на вращении деталей, большинство из которых имеют осесимметричную или близкую к ней форму. Это колёса, шестерни, маховики, роторы, крыльчатки, турбины и многое другое. Технологии изготовления подобных деталей (токарные и карусельные станки, точное литьё, штамповка) вполне отработаны и обеспечивают их необходимую точность. При совпадении оси симметрии детали с осью её вращения реакции подшипников во время вращения остаются такими же, как и в статическом состоянии, то есть, компенсирующими лишь силу тяжести. Однако даже самое незначительное несовпадение этих осей приводит к возникновению дополнительных динамических реакций подшипников, обусловленных вращением. При больших угловых скоростях абсолютная величина этих сил может значительно превышать вес вращающейся детали и, в конечном счёте, стать причиной выхода из строя подшипников или механизма в целом. В этой связи предвидение динамических реакций подшипников в зависимости от формы и размеров детали, а также параметров её установки остаётся крайне актуальным. Смещение центра масс произвольного вращающегося тела на Δr_C относительно оси вращения

приводит к возникновению главного вектора центробежных сил инерции $\vec{\Phi}_1$. Выражение для модуля этого вектора является классическим

$$\Phi_1 = m a_C = m \Omega^2 \Delta r_C, \quad (1)$$

где m – масса вращающегося тела, a_C – модуль ускорения центра масс, Ω – угловая скорость. Произвольное осесимметричное тело представимо в виде следа, заштрихованного одним из главных сечений тела (плоской фигурой) при его вращении вокруг некоторой оси z (оси симметрии), лежащей в плоскости сечения и не пересекающей его (рисунок 1).

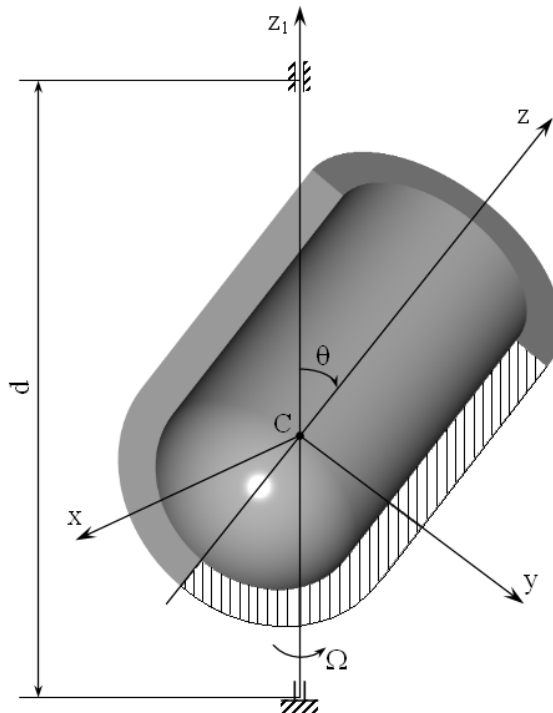


Рисунок 1. Разрез вдоль одного из главных сечений (показано штриховкой) осесимметричного тела, установленного на оси вращения z_1 с перекосом. θ – угол перекоса; Cz – ось симметрии; Cx – ось поворота тела на угол θ .

Рассмотрим случай, когда центр масс C тела находится на оси вращения z_1 , а его ось симметрии z образует с ней угол θ . Ось z формально может быть совмещена с осью z_1 путём обратного поворота тела на угол θ вокруг оси Cx , проходящей через центр масс перпендикулярно выбранному главному сечению. Ось y проведём из центра масс перпендикулярно оси z в плоскости сечения. Полученная система координат $Cxyz$ жёстко связана с вращающимся телом. Главный вектор сил инерции в этом случае равен нулю, а главный момент сил инерции отличен от нуля и направлен параллельно оси x . Точное аналитическое выражение проекции главного момента сил инерции на ось x имеет вид

$$M_X^\Phi = \pi \rho \Omega^2 \sin(2\theta) I_{\text{формы}}, \quad (2)$$

где ρ – плотность материала, Ω – угловая скорость, $I_{\text{формы}}$ – интеграл формы, зависящий только от формы и размеров главного сечения:

$$I_{\text{формы}} = \int_{\text{по сечению тела}} \left[\frac{y^2}{2} - z^2 \right] y ds \quad (3)$$

Интегрирование в (3) проводится по площади сечения. ds – элемент площади. Строгий вывод этих соотношений приводится в

[1, 2]. Реакции подшипников, обусловленные \vec{M}_X^Φ образуют пару сил, величины которых равны

$$\Phi_2 = \frac{M_X^\Phi}{d}, \quad (4)$$

где d – расстояние между подшипниками. Замечательно то, что влияние внешних (угловая скорость, угол перекоса) и внутренних (плотность материала, форма и размер тела) факторов на динамические реакции в (2) и, следовательно, в (4) представлено в виде независимых множителей, что существенно упрощает анализ и возможное предвидение этих сил. Характерной особенностью интеграла формы (3) является то, что он пропорционален пятой степени размеров тела. Это означает, что при сохранении плотности материала и внешних параметров вращения пропорциональное увеличение размеров тела, например, в 2 раза приведёт к увеличению динамических реакций в 32 раза.

Допустимый интервал изменения угла θ от 0 (оси симметрии и вращения совпадают) до $\pi/2$ (оси перпендикулярны). В этом интервале углов $\sin(2\theta)$ положителен. Поэтому знак проекции вращающего момента M_X^Φ на ось x совпадает со знаком

интеграла формы. При внимательном рассмотрении (3) видно, что если в сечении превалирует координата y то $I_{\text{формы}} > 0$, что характерно для сплюснутых тел. В этом случае возникает восстанавливающий момент сил инерции ($M_{\text{восст}}$), направленный вдоль оси x и, следовательно, стремящийся совместить ось симметрии с осью вращения. В сечении вытянутых тел превалирует координата z . Интеграл формы таких тел отрицателен. Возникающий при этом момент сил инерции направлен против оси x и стремится расположить ось симметрии перпендикулярно оси вращения. Такой момент является опрокидывающим ($M_{\text{опр}}$). Наиболее наглядно это на примере однородного цилиндра, показанного на рисунке 2.

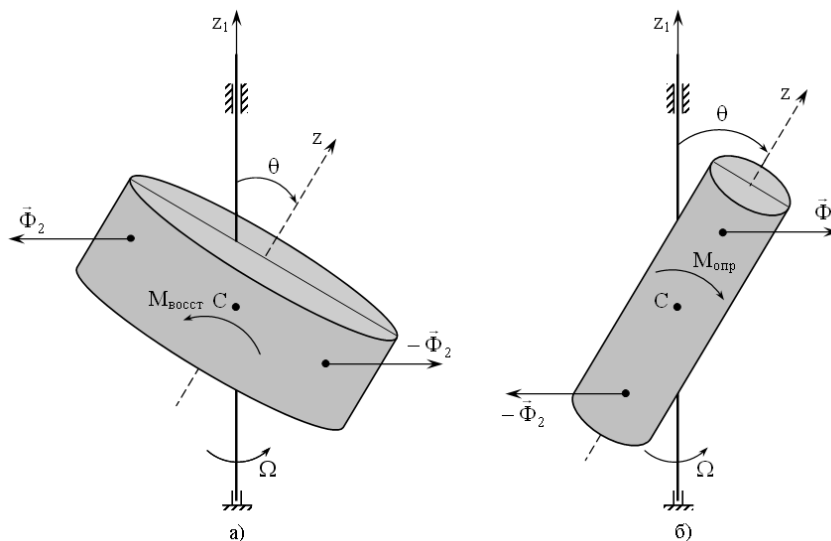


Рисунок 2. Восстанавливающий момент сил инерции ($M_{\text{восст}}$), действующий на сплюснутый (а) цилиндр и опрокидывающий момент ($M_{\text{опр}}$), действующий на вытянутый (б) цилиндр при их вращении вокруг оси z_1 . $\vec{\Phi}_2$ и $-\vec{\Phi}_2$ – главные векторы сил инерции, действующие на одну из половинок цилиндра.

В соответствии с (3) пропорции размеров главного сечения можно подобрать так, что интеграл формы окажется нулевым.

В этом случае, как момент сил инерции \vec{M}_X^Φ , так и динамические реакции $\vec{\Phi}_2$ останутся нулевыми при любых углах перекоса. Тело вращения с такими пропорциями правомерно назвать телом нейтральной формы. Тривиальным примером тела нейтральной формы является сферически симметричное тело.

Пример.

Из тонкостенной трубы диаметра D требуется изготовить маховик. Определить такую длину h заготовки трубы, чтобы при случайном перекосе осей маховика, допущенном при его изготовлении дополнительные динамические реакции подшипников не возникли. Массой спиц, связывающих маховик с осью пренебречь.

Для решения данной задачи получим выражение для интеграла формы и приравняем его к нулю. Начало координат необходимо совместить с центром масс маховика, который совпадает с его геометрическим центром. Элемент площади сечения удобнее всего выбрать в виде $ds = dydz$.

$$I_{\text{формы}} = \int_0^R \int_{-h/2}^{h/2} \left[\frac{y^3}{2} - z^2 y \right] dz dy = \int_0^R \left[\frac{y^3}{2} h - y \frac{h^3}{12} \right] dy \quad (5)$$

Пусть ΔR - малая, но не нулевая толщина трубы. Поскольку труба тонкая, то интегрирование по y имеет смысл заменить одним слагаемым при $y=R$

$$I_{\text{формы}} = \frac{Rh\Delta R}{2} \left[R^2 - \frac{h^2}{6} \right] = 0 \quad (6)$$

отсюда $h^2 = 6R^2$ или $h = 2,450R = 1,225D$

Момент сил инерции тел скомбинированных из материалов различной плотности представляется в виде суммы соответствующих моментов от их однородных частей. Для тел, имеющих выборки материала – диски с вырезами, крыльчатки, шестерни, колёса турбин и т.п. в выражениях (2) – (4) необходимо использовать значение плотности, усреднённой по заматаемому объёму. Естественно, что из-за отсутствия материала в выбранных объёмах усреднённая плотность окажется ниже плотности сплошного материала. В наиболее общем случае, когда ось вращения и ось симметрии являются скрещивающимися прямыми, реакции подшипников вынуждены компенсировать как главный вектор, так и главный момент сил инерции. При этом на одном из подшипников действие этих факторов компенсируется, а на другом усиливается.

Почти всегда динамические реакции подшипников являются вредными. При этом основная опасность заключается вовсе не в их большой величине, которая может в десятки и даже сотни раз превышать вес тела, а в том, что они знакопеременные. Меняя своё направление вместе с вращающимся телом Ω раз каждые π секунд, они приводят к эффекту отбойного молотка. Единственный способ борьбы этими силами заключается в точном изготовлении вращающихся деталей и в их точной установке.

В отличие от уже рассмотренных сил, от динамических реакций, обусловленных гироскопическим эффектом, невозможно избавиться никаким точным изготовлением деталей или их точной установкой. Но это и не страшно, поскольку таковые пропорциональны лишь первой степени угловой скорости и не знакопеременные.

Литература

1. Расчётные задания по теоретической механике [Текст]: учебное пособие / М.А.Баранов, К.А.Мухопад.- изд-во АлтГТУ, 2011.- 256 с.
2. Баранов М.А., Мухопад К.А. Расчётные задания по теоретической механике.- (<http://www.theormech2011.narod2.ru>).

Белашов А.Н.

Физик-теоретик, автор более 60 изобретений, одной константы, двух физических величин и более 25 законов физики в области электротехники, электрических явлений, гидродинамики, механизма образования планет и Галактик нашей Вселенной.

ОПРОВЕРЖЕНИЕ ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Аннотация

Статья посвящена опровержению основного фундаментального закона физики - закона сохранения энергии, согласно которого важнейшая физическая величина энергия в замкнутой системе не возникает и не исчезает, а только преобразуется из одной формы в другую и сохраняется во времени. Неправильное понимание процессов образования самой энергии в пространстве Вселенной связано с тем, что Исаак Ньютон в XVII веке, который впервые чётко в математической форме сформулировал в 1687 году закон всемирного тяготения между двумя материальными телами, не учитывал проблемные связи между пространством временем и материей. Для того чтобы детально рассмотреть это явление необходимо по новому взглянуть не только на время, силу, работу и закон сохранения энергии, но и энергию самих материальных тел расположенных в пространстве.

Ключевые слова: опровержение закона сохранения энергии, физическая величина, энергия.

Balashov A.N.

A theoretical physicist, author of more than 60 inventions, one constant, two physical quantities, and more than 25 laws of physics in the field of electrical engineering, electrical phenomena, fluid dynamics, the mechanism of the formation of planets and galaxies in our universe. E-mail: aleksey@belashov.info website: <http://www.belashov.info>

The refutation of the law of conservation of energy

Abstract

The article is devoted to refuting the basic fundamental law of physics - the law of conservation of energy, according to which the most important physical quantity is the energy in a closed system does not arise and disappear, but only converted from one form to another and preserved in time. Improper understanding of the formation of the most energy in the space of the universe due to the fact that Isaac Newton XVII century, which was first clearly formulated in mathematical form in 1687, the law of universal gravitation between two material bodies do not take into account the problematic relationship between time and space matter. In order to thoroughly examine this phenomenon should take a new look not only at the time, strength, performance and energy conservation, but also the energy of material bodies themselves are located in space.

Keywords: denial of the law of conservation of energy, the physical quantity energy.

Термин энергия впервые появился в работах Аристотеля. Энергия - скалярная физическая величина, являющаяся единой мерой различных форм движения и взаимодействия материи, мерой перехода движения материи из одних форм в другие. Введение понятия энергии было удобно тем, что в случае, если физическая система является замкнутой, то её энергия сохраняется во времени. Это утверждение сейчас носит название закона сохранения энергии. Поскольку закон сохранения энергии относится не к конкретным величинам и явлениям, а отражает общую, применимую везде и всегда, закономерность, то его можно именовать не законом, а принципом сохранения энергии. Однако существует множество необъяснимых моментов и противоречий этого явления, которые опровергают это утверждение.

С фундаментальной точки зрения энергия представляет собой интеграл движения связанный, согласно теореме Нётер с однородностью времени, то есть независимостью законов физики от момента времени, в который рассматривается система. Тем не менее, существует сложный и необъяснимый момент в познании этого явления, а именно, в каких единицах физических величин будет выражаться однородность времени и кто задаст точку отсчёта, когда начинается сам процесс однородности времени.

Выглядит странно, но как можно рассматривать законы физики отдельно от момента времени, если во многих физических величинах время является неотъемлемой составляющей этого процесса.

Искажённое понимание процессов происходящих в пространстве Вселенной во времени приводит к ложным пониманиям самой величины однородности времени. Необходимо помнить, что пространство - расстояние, разделяющее два пункта, где в этом промежутке что-либо находится. При рассмотрении какой-либо гипотезы, например механизма формирования планет и галактик нашей Вселенной нужно, прежде всего, исходить из того, что пространство и время бесконечны. Так как кто осмелится сказать, где начинается пространство Вселенной тот и должен указать на точку начала отсчёта времени для преодоления этого пространства. При этом он должен будет сообщить, что находится за пределами пространства, о котором идёт речь, потому что никто не знает, где начинается время и где заканчивается пространство. Для исследования какого-либо пространства можно выделить любой участок пространства и в зависимости от класса точности измерения назначить ему любой период времени для исследования, который будет иметь естественный нуль для начального отсчёта. За единицу измерения можно взять любой период времени или любой отрезок расстояния находящегося в пространстве. Например, мы можем взять определённое расстояние в пространстве и задать ему точку отсчёта времени, которая будет удовлетворять нашему классу точности. Ведь никого не удивляет, что измерение расстояний на суше принято измерять в километрах, а на море данная величина измеряется в милях. Сейчас мало кого удивит, что процессор компьютера совершает за одну секунду несколько миллионов операций. В данном случае уже сейчас минимальная единица измерения одна секунда является очень грубой, так как она не позволяет нам определить точность производимых операций в пределах ± 10 Гц.

Рассмотрев вкратце спорное понимание однородности времени, переходим к силе, где в Международной системе единиц за единицу силы принимается сила, которая телу массой 1 кг сообщает ускорение 1 м/с^2 . Эта единица называется ньютоном (Н):

$$\text{Зная что } 1 \text{ Н} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}$$

Однако в материалах многих учебных изданий, авторы этих книг обходят вопрос происхождения этой силы и не объясняют причину её возникновения, а только констатируют (мол, так принято научным сообществом), что сила, которая телу массой 1 кг сообщает ускорение $1 \text{ м/с}^2 = 1$ Ньютон. В данном случае необходимо публиковать не только работы, но и фамилии тех авторов, которые представляют это сообщество.

Ответ на данный вопрос можно было получить только после открытия механизма образования гравитационных сил и нового закона ускорения свободного падения тел в пространстве.

Сила как физическая величина определяется своей величиной, направлением и точкой приложения. Величина силы практически измеряется в весовых единицах (граммах, килограммах, тоннах). Направление силы совпадает с направлением того движения, которое данная сила сообщила бы телу, находящемуся до приложения силы в состоянии покоя.

Сила графически изображается вектором - отрезком, начало которого находится в точке приложения силы. Указываемое стрелкой направление совпадает с направлением силы, и длина представляет в некотором масштабе величину силы.

Точка приложения силы, действующей на твердое тело, может быть без изменения действия силы взята где угодно на прямой, совпадающей с направлением силы (так называемые «линии действия силы»).

Для того чтобы совершить какое либо действие с материальным телом необходимо время, которое можно охарактеризовать, как средство измерения данного периода. Время, если оно направлено на измерение приложенной силы, должно будет совпадать с вектором силы, так как любая работа может быть совершена в любом периоде времени у которого есть естественный нуль - начала инерциального движения.

Раскроем новый закон ускорения свободного падения тел в пространстве, по которому можно определить ускорение свободного падения тел на любой планете Солнечной (или другой) системы.

1. Закон ускорения свободного падения тел в пространстве, можно сформулировать так:

Модуль ускорения свободного падения тел в пространстве равен квадрату сумм вектора скорости вращения внешней оболочки по окружности экваториального радиуса материального тела в одном направлении и вектора скорости вращения внутренней оболочки ядра материального тела направленном в обратном направлении, по средней линии промежуточного слоя, на разность экваториального радиуса внешней оболочки материального тела и радиуса внутренней оболочки материального тела до средней линии промежуточного слоя к сумме измерения расстояния над внешним материальным телом или разности измерения расстояния внутри материального тела от поверхности уровня моря на экваторе.

$$g = \frac{(V_{\text{эк}} + V_{\text{nc}})^2}{R_{\text{э}} - R_{\text{nc}} + h} = \frac{(m/c + m/c)^2}{m} = \frac{m^2}{m \cdot c^2} = \frac{m}{c^2}$$

где:

$V_{\text{эк}}$ - скорость вращения коры внешней оболочки Земли по окружности экватора против часовой стрелки, м/с

V_{nc} - скорость вращения верхней части ядра Земли по средней линии промежуточного слоя по часовой стрелке, м/с

h - высота измерения от уровня моря на экваторе до поверхности материального тела, м

R_{nc} - радиус внешней оболочки Земли до средней линии промежуточного слоя, м

g - модуль ускорения свободного падения тел в пространстве, м/с²

$R_{\text{э}}$ - экваториальный радиус Земли, м.

Например, по закону ускорения свободного падения тел в пространстве, определим модуль ускорения свободного падения тел на экваторе.

$$g = \frac{(V_{\text{эк}} + V_{\text{nc}})^2}{R_{\text{э}} - R_{\text{nc}} + h} = \frac{(m/c + m/c)^2}{m} = \frac{m^2}{m \cdot c^2} = \frac{m}{c^2}$$

$$g = \frac{(465,103305311273274 + 458,740927542699182)^2}{6378160 - 6290910 + 0} = 9,7820993304016607517746568 \text{ м/с}^2$$

где:

g - модуль ускорения свободного падения, м/с²

h - высота над уровнем моря на экваторе = 0, м

$R_{\text{э}}$ - экваториальный радиус Земли = 6378160 м

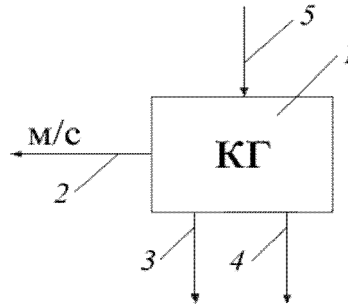
R_{nc} - радиус внешней оболочки Земли до средней линии промежуточного слоя = 6290910 м

$V_{\text{эк}}$ - скорость вращения литосферы - твердой оболочки Земли по окружности экватора против часовой стрелки = 465,10330531127328447687882460188 м/с

V_{nc} - скорость вращения верхней части ядра Земли по средней линии промежуточного слоя по часовой стрелке = 458,74092754269918253045420097272 м/с.

Теперь, после открытия механизма образования ускорения свободного падения тел в пространстве можно частично согласиться с мнением научного сообщества, которая утверждает, что сила тела массой 1 кг сообщает ускорение $1 \text{ м/с}^2 = 1 \text{ Н}$. Однако в этом определении не указаны все силы, которые действуют на материальное тело. Любая сила является векторной величиной, поэтому рассмотрим в популярной форме механизм образования других сил, которые действуют на материальное тело.

Например, на фиг. 1 изображено материальное тело поз. 1, имеющее массу 1 кг, которое неподвижно находится на Земле. Данное тело хотя и находится неподвижно на Земле, но оно постоянно находится в движении вместе с поверхностью планеты, вектор которой направлен против часовой стрелки, поз. 2. На экваторе эта скорость = 465,10330531127328447687882460188 м/с. На полюсах, где нет ускорения свободного падения тел в пространстве, эта скорость колеблется от 1 до нескольких десятков метров, в зависимости от удаления от оси вращения планеты.



Фиг.1

Дополнительно на материальное тело находящееся неподвижно на Земле постоянно оказывают действие другие силы:

- сила ускорения свободного падения тел в пространстве = $9,80665 \text{ м/с}^2$, поз.3,
- сила тяготения между двумя материальными телами находящихся в пространстве, поз.4.
- вес воздушного столба находящегося над материальным телом, поз.5.

Необходимо отметить, что в новом законе сила тяготения между двумя материальными телами, находящимися в пространстве заменяет устаревший закон всеобщего тяготения Исаака Ньютона, где предыдущий закон Всемирного тяготения не учитывал многие проблемные связи между пространством временем и материей.

Новый закон тяготения между двумя материальными телами, которые находятся в пространстве Солнечной (или другой) системы можно сформулировать так:

Сила тяготения между двумя материальными телами находящихся в пространстве Солнечной (или другой) системы равна сумме произведения массы первого материального тела на модуль ускорения свободного падения первого материального тела, произведения массы второго материального тела на модуль ускорения свободного падения второго материального тела и произведению квадрата расстояния от поверхности первого материального тела до поверхности второго материального тела, и обратно пропорциональна удвоенному произведению расстояния от поверхности Солнца до поверхности первого материального тела и расстояния от поверхности Солнца до поверхности второго материального тела.

$$F_{тс} = \frac{[(m_1 \cdot g_1) + (m_2 \cdot g_2)] \cdot L_m^2}{2 \cdot L_{c1} \cdot L_{c2}} = \frac{H + H \cdot m}{M} = H$$

где:

$F_{тс}$ - сила тяготения между двумя материальными телами, находящимися в пространстве Солнечной системы, Н

L_m - расстояние от поверхности первого материального тела до поверхности второго материального тела, м

L_{c1} - расстояние от поверхности Солнца до поверхности первого материального тела, м

L_{c2} - расстояние от поверхности Солнца до поверхности второго материального тела, м

g_1 - модуль ускорения свободного падения первого материального тела, м/с^2

g_2 - модуль ускорения свободного падения второго материального тела, м/с^2

m_1 - масса первого материального тела, кг

m_2 - масса второго материального тела, кг.

Например, по закону тяготения между двумя материальными телами, которые находятся в пространстве Солнечной (или другой) системы определим силу тяготения пассивного материального тела имеющего массу 1 кг к активной планете Земля, которая не имеет воздушной оболочки, на экваторе.

$$F_{тс} = \frac{[(m_3 \cdot g_3) + (m_{mt} \cdot g_{mt})] \cdot L_m^2}{2 \cdot L_{c3} \cdot L_{cmt}} = \frac{H + H \cdot m}{M} = H$$

$$F_{тс} = \frac{[(5,9736 \cdot 10^{24} \cdot 9,8) + (1 \cdot 0,00)] \cdot 1 \text{ м}^2}{2 \cdot 149600000000 \text{ м} \cdot 149600000000 \text{ м}} = 1308,7709033358117189510709485544 \text{ Н}$$

где:

$F_{тс}$ - сила тяготения между двумя материальными телами, находящимися в пространстве Солнечной (или другой) системы, Н

L_{cmt} - расстояние от поверхности Солнца до поверхности материального тела находящегося на поверхности планеты Земля = 149600000000 м

g_3 - ускорение свободного падения тел в пространстве на экваторе планеты Земля = $9,80665 \text{ м/с}^2$

g_{mt} - ускорение свободного падения тел пассивного материального тела = $0,00 \text{ м/с}^2$

L_{c3} - расстояние от поверхности Солнца до поверхности Земли = 149600000000 м

L_m - расстояние от поверхности Земли до поверхности материального тела = 1 м

m_3 - масса планеты Земля = 5973600000000000000000000 кг

m_{mt} - масса пассивного материального тела = 1 кг.

Необходимо отметить, что в новом законе сила тяготения между двумя материальными телами характеризует не только их взаимодействие, но и их свойства активности. Этот закон подчёркивает, что каждое материальное тело может иметь собственный модуль ускорения и свою степень активности. Однако в других системах имеющих иное ускорение или другую степень активности сила Ньютона будет сильно отличаться от этой величины.

Из данного примера видно, что старый закон Всемирного тяготения не учитывал не только количество движения материального тела расположенного в пространстве, ускорение свободного падения тел в пространстве конкретного материального

тела, но и местоположение данных материальных тел в пространстве. В зависимости от расположения материальных тел в пространстве будет меняться не только сила тяготения, но и энергия этих материальных тел. По моему мнению, это и есть та сила тяготения между двумя материальными телами взаимодействующая между активной планетой Земля и материальным телом массой 1 кг. Причём в данной силе тяготения отсутствует вес воздушного столба находящегося над материальным телом, который нельзя путать с сопротивлением воздуха.

По закону тяготения между двумя материальными телами, которые находятся в пространстве Солнечной (или другой) системы определим силу тяготения пассивного материального тела имеющего массу 1 кг к пассивной Луне, которая расположена на расстоянии от поверхности Солнца до поверхности Луны = 149600000000 м.

$$F_{тс} = \frac{[(m_{л} \cdot g_{л}) + (m_{пт} \cdot g_{пт})] \cdot L_{м}^2}{2 \cdot L_{сл} \cdot L_{спт}} = \frac{H + H \cdot M}{M} = H$$

$$F_{тс} = \frac{[(7,3554 \cdot 10^{22} \cdot 0,00) + (1 \cdot 0,00)] \cdot 1 м^2}{2 \cdot 149600000000 м \cdot 149600000000 м} = 1,6432858388858703423031828190683 Н$$

где:

$F_{тс}$ - сила тяготения между двумя материальными телами, находящимися в пространстве Солнечной (или другой) системы, Н
 $L_{спт}$ - расстояние от поверхности Солнца до поверхности материального тела находящегося на поверхности Луны = 149600000000 м

$g_{л}$ - ускорение свободного падения тел в пространстве на экваторе Луны = 0,00 м/с²

$g_{пт}$ - ускорение свободного падения тел пассивного материального тела = 0,00 м/с²

$L_{сл}$ - расстояние от поверхности Солнца до поверхности Луны = 149600000000 м

$L_{м}$ - расстояние от поверхности Луны до поверхности материального тела = 1 м

$m_{л}$ - масса Луны = 7355400000000000000000 кг,

$m_{пт}$ - масса пассивного материального тела = 1 кг.

Из этого примера тоже видно, что старый закон Всемирного тяготения не учитывал расположение материальных тел в пространстве, от которого будет меняться не только сила тяготения, но и энергия этих тел. Вероятно, это и есть та сила тяготения между двумя материальными телами взаимодействующая между Луной и материальным телом весом 1кг.

Рассмотрев вкратце все силы, которые действуют на неподвижное материальное тело, расположенное на поверхности земли, теперь рассмотрим механическую работу, которую сила массой 1 кг производит перемещение материального тела на расстояние.

Механическая работа - это физическая величина, являющаяся скалярной количественной мерой действия силы или сил на тело или систему. В физике механическая работа описывается следующими определениями: механическая работа совершается тогда, когда на тело действует сила, и оно движется. Механическая работа прямо пропорциональна приложенной силе и пройденному пути.

$$A = F \cdot s$$

где:

A - работа, F - сила, s - пройденный путь.

Для того чтобы как-то приравнять работу к энергии и способу её сохранения были выдвинуты новые направления в физике изучающие кинетическую и потенциальную энергию...

Так как любая работа сопровождается энергией, то были предприняты попытки отождествить работу и энергию. Таким совпадением должна была стать кинетическая энергия, которая в данное время является одним из важнейших понятий современной механики, к которому наука пришла в результате долгого её развития. Правда, в настоящее время ещё не до конца понята сущность кинетической энергии. Поэтому в учебниках её часто характеризуют с помощью формулы:

$$E = \frac{mV^2}{2}$$

где:

m - масса тела,

V - скорость его движения, утверждая, что именно эта формула и определяет сущность кинетической энергии. В других учебниках кинетическую энергию связывают с работой, которую может совершить движущееся тело. Другие книги дают такое определение кинетической энергии: "Этот запас работы, которую тело может совершить потому, что оно обладает скоростью и представляет собой кинетическую энергию тела". Иногда дают более широкое определение кинетической энергии, как меры механического движения. Очевидно, что энергия, как и масса, и движение есть свойство движущейся материи.

По рассуждениям современных физиков энергия является мерой способности физической системы совершить работу, поэтому количественно энергия и работа должна выражаться в одних единицах. В данном определении происходит подмена понятий о работе физической системы, которая выражается в Н·м на энергию, которая должна выражаться в Вт. Легче интерпретировать такую энергию как физическую величину характеризующую работу, совершаемую за единицу времени, которая называется мощностью.

В этом и заключается ошибка знаменитой формулы Альберта Эйнштейна, которая якобы определяет энергию материального тела находящегося в покоем состоянии.

$$E = m \cdot c^2 = \frac{кг \cdot м^2}{с^2} = \frac{кг \cdot м \cdot м}{с^2} = Н \cdot м$$

где:

E - энергия материального тела находящегося в покоем состоянии,

m - масса материального тела, кг

c - скорость света в вакууме, м/с.

В Международной системе единиц за единицу силы принимается сила, которая телу массой 1 кг сообщает ускорение 1 м/с².

Эта единица называется Ньютоном (Н):

$$1 Н = 1 \frac{кг \cdot м}{с^2} = \text{количество движения} = \frac{кг \cdot м}{с} \text{ сообщает телу ускорение за время} \cdot \frac{1}{с}$$

где:

Н - единица силы,

кг - масса материального тела,

м - длина, высота, ширина, толщина, радиус, диаметр, длина пути,
с – время,
с - интервал времени.

По размерным единицам физических величин формула энергии материального тела находящегося в покоем состоянии Альберта Эйнштейна выражает работу, но любую работу невозможно произвести без учёта времени. Даже количество движения, которое сообщает материальному телу ускорение, происходит во времени. Данная формула не соответствует размерным единицам физических величин и не может называться энергией.

В покоем состоянии, если на материальное тело или замкнутую энергетическую систему не действуют внешние или внутренние факторы никакой энергии не возникает, а то, что не возникает невозможно сохранить.

Рассмотрим вопрос чем отличается работа, которая выражается Н·м от энергии, которая должна выражаться в Вт, так как вряд ли кто получает энергию для бытовых нужд в Н·м.

Действительно при совершении какой-либо работы необходима энергия, которая перемещает материальное тело на расстояние, но данная энергия, перемещающая материальное тело и энергия, получаемая для производства какой-либо работы, должна быть выражена в разных физических единицах.

В настоящее время научное сообщество не даёт однозначного ответа на точную формулировку - чем отличается работа, произведённая или потраченная, от энергии.

Работа без определения периода времени в течение которого она производится должна выражаться в Н·м, но если эта работа производится за определённый период времени, то она уже должна называться энергией и выражаться в Вт. Нельзя также путать работу произведённую за неопределённый период времени в течение которого она может менять не только силу приложения, но и её характеристики с энергией которая конкретно указывает на период времени в течение, которого совершается непрерывная работа, не меняющая своих характеристик во времени. Хотя работа, произведённая за определённый период эквивалентна затраченной энергии, но в данном случае при совершении заданной работы и перемещении тела на расстояние не указан конкретный период времени его перемещения.

Новая формулировка работы должна выглядеть так:

Работа - это физическая величина, являющаяся скалярной количественной мерой действия силы или сил на тело или систему действующая за неопределённое количество времени с разным ускорением, замедлением или паузами при совершении выполняемой работы. Например, при совершении какой-либо работы можно в течение неопределённого периода времени менять не только силу приложения, но и её характеристики. Работа, произведённая за неопределённое количество времени должна выражаться размерной единицей физической величины Н·м.

Новая формулировка энергии должна выглядеть так:

Энергия - неразрывная составляющая непрерывной работы без всяких ускорений, замедлений и пауз, производимая или потребляемая за определённый период времени, при котором работа не меняет своих характеристик во времени должна выражаться размерной единицей физической величины Вт.

Теперь рассмотрим конкретный вопрос можно ли сохранить энергию в замкнутой системе, изображённой на фиг.1.

У многих словарей слово «сохранить» трактуется следующим значением:

- сберечь, не дать исчезнуть, пропасть,
- не утратить, оставить в силе, в действии,
- не нарушить чего-нибудь, оставить прежним,
- не нарушить, не изменить, не дать нарушиться или измениться,
- оберегая, не дать чему-либо пропасть, исчезнуть, сберечь,
- не нарушить, не изменить, не дать нарушиться или измениться,
- не утратить, оставить в силе, в действии.

После нового определения, что такое энергия постараемся выяснить, где и что можно сохранить из произведённой или не произведённой работы во времени. Например, рассмотрим, что можно сохранить в закрытой системе, у которой материальное тело имеющее массу 1 кг перемещается на расстояние 1 метр и тем самым совершает работу. При этом выполним все требования механики для замкнутых физических систем, на которые не действуют внешние силы, то есть силы, приложенных со стороны других, не входящих в рассматриваемую систему тел.

Из фиг.1 видно, что мы не можем сохранить количество движения поз.2, которое вращает поверхность Земли против часовой стрелки и ускорение свободного падения тел, так как эти движения не зависят от производимой нами работы. Вращение Земли зависит только от активности планеты, которое влияет не только на ускорение свободного падения тел, но и на вес воздушного столба, которым всегда все пренебрегали. Поясним это явление, если активность планеты Земля будет становиться меньше или оно будет равно нулю, то Земля остановится, где сразу пропадёт не только ускорение свободного падения тел, но и воздушная оболочка растворится в космическом пространстве. Воздушная оболочка вокруг планеты удерживается только благодаря ускорению свободного падения тел. Значит, в итоге у нас останется только одна сила тяготения между двумя материальными телами находящихся в пространстве, поз.4. Это равносильно тому, что система материальных тел будет перемещаться на расстоянии один метр в космическом пространстве имеющего температуру окружающей среды -269° . Вопрос для тех, кто эмпирически подтверждал закон сохранения энергии, как можно сохранить количество движения по перемещению объекта на расстояние, а если это тело будет иметь ещё какое-то сопротивление, то как вообще можно сохранить количество теплоты, выделенное при совершении этой работы. К большому сожалению этого сделать невозможно. Если даже и будет какое-либо сопротивление, при перемещении материального тела на расстояние, то оно перейдёт в тепло, которое потом растворится в космическом пространстве. Вот и весь ответ на вопрос о сохранении энергии материального тела перемещающегося в космическом пространстве.

Необходимо обратить особое внимание, что при перемещении объекта на расстоянии может не быть никакого ускорения или замедления. Материальное тело может просто перемещаться равномерно с различными паузами или остановками и всё это будет работа, которая по своему значению не может быть положительной или отрицательной. Сложно себе представить маятник от часов, который совершает положительную, а затем сразу отрицательную работу, которая впоследствии вращает часовой механизм в одном направлении. Второй пример, если механический маятник совершает колебания, которые не превышают одного метра, но количество колебаний в 1 секунду превышает пяти, при амплитуде 0,7 метра, то это не значит, что на выходе мы получим работу меньше одного Ньютона, а наоборот мы получим даже большую работу. Например, если работа производится за неопределённый период времени то она и остаётся работой, но если этой работе задать период времени при котором она не будет менять своих характеристик во времени, за который она производится, то эта работа уже будет называться энергией.

Теперь рассмотрим вопрос можно ли сохранить энергию в замкнутой системе, которая выполнена в виде надувного шарика. При этом выполним все требования термодинамики для замкнутой физической системы, которая не будет обмениваться с внешней средой ни энергией, ни веществом.

Из словарей выясним, что означает замкнутая физическая система - изолированная система:

1) В механике - система тел, на которые не действуют внешние силы, то есть силы, приложенных со стороны других, не входящих в рассматриваемую систему тел.

2) В термодинамике - система тел, которая не обменивается с внешней средой ни энергией, ни веществом. Другое название - изолированная система.

Из предыдущего примера фиг.1 мы выяснили, что на производимую или потребляемую работу не должны влиять силы, не принимающие в этой работе никакого участия. К таким силам относится: - количество движения вращающейся поверхность Земли против часовой стрелки поз.2, - ускорения свободного падения тел в пространстве = $9,80665 \text{ м/с}^2$, поз.3, - вес воздушного столба находящегося над материальным телом, поз.5.

Значит, в итоге у нас опять останется только одна сила тяготения между двумя материальными телами находящихся в пространстве, поз.4. Это равносильно тому, что замкнутая система материальных тел также должна располагаться в космическом пространстве, которое имеет температуру окружающей среды -269° .

Необходимо подчеркнуть, что замкнутые системы могут обмениваться с внешней средой энергией и информацией, так как нельзя оградить замкнутую систему материального тела находящегося в пространстве от любых видов лучистого излучения. Однако согласно нынешнего представления законов гидродинамики мы постараемся искусственно создать замкнутую систему, которая не будет обмениваться с внешней средой ни энергией, ни веществом и посмотрим, что из этого получится.

Например, возьмём замкнутую энергетическую систему (техническое устройство), выполненную в виде надувного шарика снабжённого нагревательным устройством и камерами, которые заполнены легко испаряемой жидкостью. Внутри замкнутой энергетической системы размещены проходные и запорные клапана. Первоначальная температура внутри шарика и вокруг него идентична, поэтому при любом количестве времени в данной системе не может быть совершена какая-либо работа и тем более сохранена. Теперь изолируем наш шарик от различных космических излучений, к которым относятся элементарные частицы - нейтрино, изотопные, радиоактивные и прочие лучистые излучения. Таким изолятором могут служить свинцовые пластины большой толщины. После включения нагревательного устройства в данной энергетической системе будет нагреваться легко испаряемая жидкость, которая превратится в пар и вызовет увеличение его температуры и повышения давления. Чтобы не было контакта свинцовой оболочки, внутри которой находится замкнутая энергетическая система с открытым космическим пространством, дополнительно изолируем её теплоизолятором. Мы знаем, что теплопроводность - перенос тепла за счёт движения молекул. Теплоизоляционные материалы, как и полный вакуум, замедляют движение молекул, но полностью остановить это движение невозможно и создать такой теплоизолятор, который бы полностью удерживал тепло в замкнутой системе практически невозможно даже при нынешнем уровне техники. Хотя к современным теплоизоляторам предъявляются большие требования - плотность, проницаемость, влажность, прочность и так далее.

Из этого можно сделать вывод, что работа, произведённая в замкнутой энергетической системе, никогда не может сохраниться, так как тепло выделенное внутри шарика, через его стенки будет проникать в окружающее пространство, что приведёт к тому, что замкнутая энергетическая система восстановит своё первоначальное значение. Если менять температуру окружающей среды, то внутри надувного шарика также будет совершаться работа и произойдёт изменение форм замкнутой энергетической системы. Однако сохранить во времени энергию надувного шарика находящегося в покое состоянии невозможно, если на него будут влиять внешние или внутренние факторы. Вот и весь ответ на вопрос о сохранении энергии в замкнутой энергетической системе находящейся в космическом пространстве.

В любой замкнутой физической системе не может быть совершена какая-либо работа, если на неё не будут действовать внешние или внутренние факторы, а если такая работа и присутствует в замкнутой системе, то она должна проходить только во времени. Если работа в замкнутой физической системе будет проходить за период времени, то такая физическая величина уже будет называться мощностью и должна выражаться в Ваттах.

По моему мнению, если на замкнутую физическую систему не будут действовать какие-либо внешние или внутренние силы (что маловероятно), то отпадает вообще необходимость употреблять данное выражение, «сохраняется во времени». Все процессы могут возникать в любой физической системе только тогда, когда они будут происходить во времени. С уверенностью можно сказать то, что сама энергия никогда не может сохраняться во времени, не претерпевая каких-либо потерь во времени.

Энергия одного и того же материального тела, но помещенная в разные системы пространства будет различной, например энергия Луны, которая будет находиться на разном расстоянии от Солнца тоже будет иметь разную энергию. Что характерно, если Луну из пространства Солнечной системы переместить в пространство Галактики, то сила тяготения и энергия Луны будет отличаться от существующей Луны на несколько порядков.

Например, Луна является замкнутой энергетической системой, но для того чтобы эта энергетическая система начала вырабатывать энергию на неё нужно произвести какое-либо внешнее или внутреннее воздействие. Признаком внутреннего воздействия может служить только активность материального тела расположенного в пространстве. Внешним воздействием могут служить силы тяготения, которые выражены в законе тяготения одного материального тела находящегося в пространстве Солнечной (или другой) системы к центральной звезде (Солнцу) и законе тяготения между двумя материальными телами, находящимися в пространстве Солнечной (или другой) системы. В данном случае на материальное тело будут действовать внешние силы, которые вызовут энергию в замкнутой системе.

1. Закон энергии между двумя материальными телами, находящимися в пространстве Солнечной (или другой) системы можно сформулировать так:

Энергия между двумя материальными телами, находящимися в пространстве Солнечной (или другой) системы равна сумме произведений массы первого материального тела на модуль ускорения свободного падения первого материального тела и массы второго материального тела на модуль ускорения свободного падения второго материального тела расположенного в пространстве на квадрат расстояния от первого материального тела до второго материального тела находящегося в пространстве и обратно пропорционально произведению расстояния от поверхности центральной звезды (Солнца) до поверхности первого материального тела и от поверхности центральной звезды (Солнца) до поверхности второго материального тела находящегося в пространстве и времени взаимодействия между материальными телами.

$$E_{\text{дмт}} = \frac{[(m_1 \cdot g_1) + (m_2 \cdot g_2)] \cdot L^2}{(L_1 \cdot L_2) \cdot t} = \frac{kg \cdot M}{c^2} \cdot \frac{M^2}{M \cdot c} = \frac{kg \cdot M^2}{c^3} = Bm$$

где:

$E_{\text{дмт}}$ - энергия между двумя материальными телами находящихся в пространстве Солнечной (или другой) системы, Вт

m_1 - масса первого материального тела расположенного в пространстве, кг

m_2 - масса второго материального тела расположенного в пространстве, кг

L_1 - расстояние от поверхности центральной звезды (Солнца) до поверхности первого материального тела находящегося в пространстве, м

L 2 - расстояние от поверхности центральной звезды (Солнца) до поверхности второго материального тела находящегося в пространстве, м

g 1 - модуль ускорения свободного падения первого материального тела находящегося в пространстве, м/с²

g 2 - модуль ускорения свободного падения второго материального тела находящегося в пространстве, м/с²

L - расстояние от первого материального тела до второго материального тела находящегося в пространстве, м

t - время взаимодействия между материальными телами, с.

2. Закон энергии одного материального тела, находящегося в пространстве Солнечной (или другой) системы, к центральной звезде (Солнцу) можно сформулировать так:

Энергия одного материального тела находящегося в пространстве Солнечной (или другой) системы равна произведению массы измеряемого материального тела, на ускорение свободного падения измеряемого материального тела расположенного в пространстве на квадрат расстояния от поверхности центральной звезды (Солнца) до поверхности измеряемого материального тела расположенного в пространстве и обратно пропорциональна произведению диаметра измеряемого материального тела на время взаимодействия между материальными телами.

$$E_{\text{омт}} = \frac{m_{\text{и}} \cdot g_{\text{и}} \cdot L^2}{D_{\text{и}} \cdot t} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{м}^2}{\text{м} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{с}} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^3} = \text{Вт}$$

где:

E_{омт} - энергия

одного материального тела, находящегося в пространстве Солнечной (или другой) системы, к центральной звезде (Солнцу), Вт

m_и - масса измеряемого материального тела расположенного в пространстве, кг

L - расстояние от поверхности центральной звезды (Солнца) до поверхности измеряемого материального тела находящегося в пространстве, м

g_и - модуль ускорения свободного падения измеряемого материального тела находящегося в пространстве, м/с²

D_и - диаметр измеряемого материального тела расположенного в пространстве, м

t - время взаимодействия между материальными телами, с.

Для наглядности по закону энергии между двумя материальными телами, находящимися в пространстве Солнечной (или другой) системы определим энергию между Землей и Луной, которая расположена, в перигее и апогее зная что:

Перигей - точка лунной орбиты находящаяся ближе всего к Земле.

Апогей - противоположная, наиболее удаленная точка лунной орбиты.

По закону энергии между двумя материальными телами, находящимися в пространстве Солнечной (или другой) системы определим энергию Луны находящуюся в перигее, к активной планете Земля:

- расстояние от Солнца до Луны находящейся в перигее

$$= 149600000000 \text{ м} - 384405000 \text{ м} - 3474000 \text{ м} = 149212121000 \text{ м}$$

$$E_{\text{дмт}} = \frac{[(m_{\text{з}} \cdot g_{\text{з}}) + (m_{\text{л}} \cdot g_{\text{л}})] \cdot L_{\text{м}}^2}{(L_{\text{сз}} \cdot L_{\text{сл}}) \cdot t} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{м} \cdot \text{с}} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^3} = \text{Вт}$$

$$= \frac{[(5,9736 \cdot 10^{24} \cdot 9,8) + (7,3477 \cdot 10^{22} \cdot 1,62)] \cdot 384405000 \text{ м}^2}{149600000000 \text{ м} \cdot 149212121000 \text{ м} \cdot 1} = 388208870508906501486,1 \text{ Вт}$$

где:

E_{дмт} - энергия между двумя материальными телами, находящимися в пространстве Солнечной (или другой) системы, Вт

m_з - масса Земли = 5980000000000000000000000 кг

m_л - масса Луны = 73540000000000000000000 кг

L_з - расстояние от Солнца до Земли = 149600000000 м

L_л - расстояние от Солнца до Луны в перигее = 149212121000 м

L - расстояние от поверхности Земли до поверхности Луны находящихся в пространстве = 384405000 м

g_з - модуль ускорения свободного падения Земли = 9,80665 м/с²

g_л - модуль ускорения свободного падения Луны = 1,62 м/с²

t - время взаимодействия между материальными телами = 1 с.

По закону энергии между двумя материальными телами, находящимися в пространстве Солнечной (или другой) системы определим энергию Луны находящуюся в апогее, к активной планете Земля:

- расстояние от Солнца до Луны находящейся в апогее

$$= 149600000000 \text{ м} + 12756320 \text{ м} + 384405000 \text{ м} = 149997161320 \text{ м}$$

$$E_{\text{дмт}} = \frac{[(m_{\text{з}} \cdot g_{\text{з}}) + (m_{\text{л}} \cdot g_{\text{л}})] \cdot L_{\text{м}}^2}{(L_{\text{сз}} \cdot L_{\text{сл}}) \cdot t} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{м} \cdot \text{с}} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^3} = \text{Вт}$$

$$= \frac{[(5,9736 \cdot 10^{24} \cdot 9,8) + (7,3477 \cdot 10^{22} \cdot 1,62)] \cdot 384405000 \text{ м}^2}{149600000000 \text{ м} \cdot 149997161320 \text{ м} \cdot 1} = 386177101285747775360,1 \text{ Вт}$$

где:

E_{дмт} - энергия между двумя материальными телами находящихся в пространстве Солнечной (или другой) системы, Вт

L - расстояние от поверхности Земли до поверхности Луны находящихся в пространстве = 384405000 м

g_з - модуль ускорения свободного падения Земли = 9,80665 м/с²

L_л - расстояние от Солнца до Луны в апогее = 149997161320 м

g_л - модуль ускорения свободного падения Луны = 1,62 м/с²

t - время взаимодействия между материальными телами = 1 с

L_з - расстояние от Солнца до Земли = 149600000000 м

m_з - масса Земли = 5980000000000000000000000 кг

m_л - масса Луны = 73540000000000000000000 кг.

По закону энергии одного материального тела расположенного в пространстве Солнечной (или другой) системы определим энергию Луны, находящуюся в апогее, к центральной звезде (Солнцу):

$$E_{\text{омт}} = \frac{m_{\text{л}} \cdot g_{\text{л}} \cdot L^2}{D_{\text{л}} \cdot t} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{м}^2}{\text{м} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{с}} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^3} = \text{Вт}$$

$$= \frac{7,3554 \cdot 10^{22} \text{ кг} \cdot 1,62 \text{ м/с}^2 \cdot 149997161320 \text{ м}^2}{3474000 \text{ м} \cdot 1 \text{ с}} = 1,081396835696558440241535 \cdot 10^{36} \text{ Вт}$$

где:

$E_{\text{омт}}$ - энергия одного материального тела, находящегося в пространстве Солнечной (или другой) системы, к центральной звезде (Солнцу), Вт

L - расстояние от поверхности Солнца до поверхности Луны в апогее = 149997161320 м

$g_{\text{л}}$ - модуль ускорения свободного падения Луны = 1,62 м/с²

t - время взаимодействия между материальными телами = 1 с

$m_{\text{л}}$ - масса Луны = 7355400000000000000000 кг

$D_{\text{л}}$ - диаметр Луны = 3474000 м.

По закону энергии одного материального тела находящегося в пространстве Солнечной (или другой) системы к центральной звезде определим энергию Луны находящуюся в перигее, к центральной звезде (Солнцу):

$$E_{\text{омт}} = \frac{m_{\text{л}} \cdot g_{\text{л}} \cdot L^2}{D_{\text{л}} \cdot t} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{м}^2}{\text{м} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{с}} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^3} = \text{Вт}$$

$$= \frac{7,3554 \cdot 10^{22} \text{ кг} \cdot 1,62 \text{ м/с}^2 \cdot 149212121000 \text{ м}^2}{3474000 \text{ м} \cdot 1 \text{ с}} = 1,070107041129208327599364 \cdot 10^{36} \text{ Вт}$$

где:

$E_{\text{омт}}$ - энергия одного материального тела, находящегося в пространстве Солнечной (или другой) системы, к центральной звезде (Солнцу), Вт

L - расстояние от поверхности Солнца до поверхности Луны в перигее = 149212121000 м

$g_{\text{л}}$ - модуль ускорения свободного падения Луны = 1,62 м/с²

t - время взаимодействия между материальными телами = 1 с

$m_{\text{л}}$ - масса Луны = 7355400000000000000000 кг

$D_{\text{л}}$ - диаметр Луны = 3474000 м.

По закону энергии одного материального тела находящегося в пространстве Солнечной (или другой) системы к центральной звезде определим энергию планеты Земля, к центральной звезде (Солнцу):

$$E_{\text{омт}} = \frac{m_{\text{з}} \cdot g_{\text{з}} \cdot L^2}{D_{\text{з}} \cdot t} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{м}^2}{\text{м} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{с}} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^3} = \text{Вт}$$

$$= \frac{5,9736 \cdot 10^{24} \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 149600000000 \text{ м}^2}{12756320 \text{ м} \cdot 1 \text{ с}} = 1,02886795601138886450001 \cdot 10^{41} \text{ Вт}$$

где:

$E_{\text{омт}}$ - энергия планеты Земля, находящейся в пространстве Солнечной системы, к центральной звезде (Солнцу), Вт

L - расстояние от поверхности Солнца до поверхности активной планеты Земля = 149600000000 м

$g_{\text{з}}$ - модуль ускорения свободного падения планеты Земля = 9,80665 м/с²

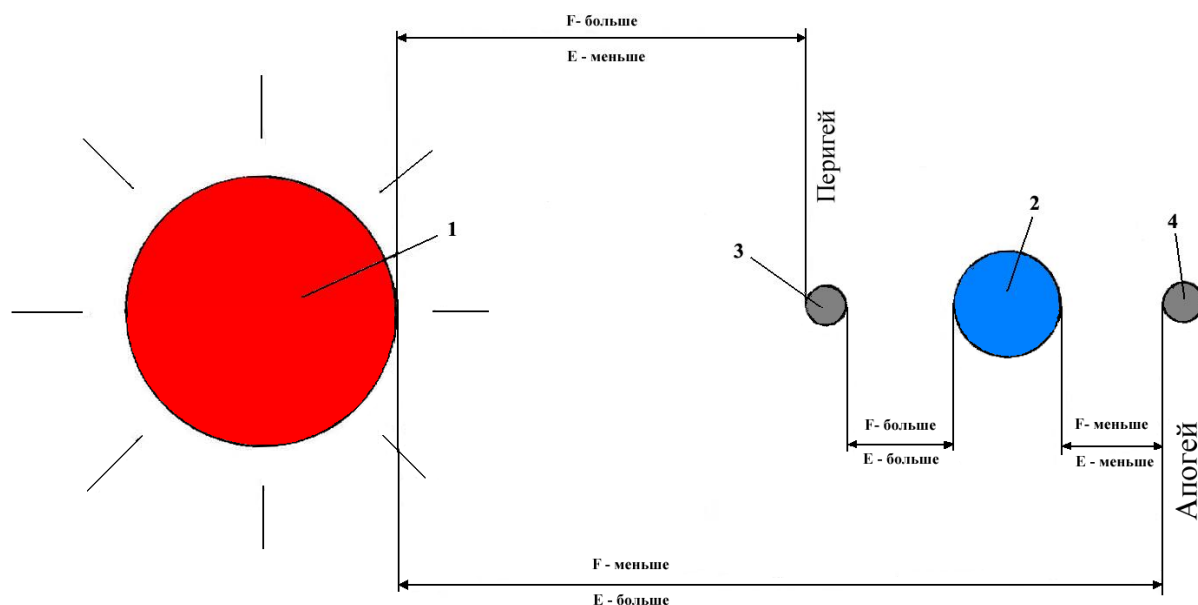
$m_{\text{з}}$ - масса планеты Земля = 5980000000000000000000000 кг

t - время взаимодействия между материальными телами = 1 с

$D_{\text{з}}$ - диаметр планеты Земля = 12756320 м.

Закон энергии материального тела расположенного в пространстве можно многогранно использовать в прикладной физике для изучения свойств атомов, молекул и механизма взаимодействия физических элементов. В метеорологических службах для изучения механизма образования грозных туч и молний. В биологии для изучения свойств перемещения питательных жидкостей внутри растений. В медицине для изучения свойств перемещения крови по капиллярной и венозной системе организма. В гидродинамике для изучения механизма кавитации и так далее...

Зная энергию Луны, которая расположена в пространстве Солнечной системы, в перигее и апогее можно определить апсид - энергию Луны, которая находится в большой оси эллипса. Зная энергию материального тела, которое расположено в какой-либо системе, можно определить расстояние до центра системы или Галактики.



Фиг.2

Где:

- 1 – Солнце 2 – Земля
- 3 – Луна в перигее
- 4 – Луна в апогее.

Из произведённых расчётов, фиг.2, видно что:

- Луна в перигее притягивается к Земле силой = 194290130182817634928,17650112836 Н.
- Луна в апогее притягивается к Земле силой = 193273273699472815222,18675541881 Н.
- Луна в перигее притягивается к Солнцу силой = 2774259106738386219,977397144565 Н.
- Луна в апогее притягивается к Солнцу силой = 2759739463581469862,979137610789 Н.
- Энергия Луны в перигее к Земле = 388208870508906501486,7406862366 Вт.
- Энергия Луны в апогее к Земле = 386177101285747775360,14126997452 Вт.
- Энергия Луны в перигее к Солнцу = $1,0701070411292083275993646667512 \cdot 10^{36}$ Вт
- Энергия Луны в апогее к Солнцу = $1,081396835696558744024153523864 \cdot 10^{36}$ Вт.

- Луна, находящаяся в перигее притягивается к Земле больше чем в апогее на 1016856483344819705,9897457095 Н.
- Энергия Луны к Земле в перигее на 2031769223158726126,5994162620793 Вт больше чем в апогее.

В тоже время:

- Луна, находящаяся в перигее притягивается к Солнцу больше чем в апогее на 14519643156916356,998259533776 Н.
- Энергия Луны к Солнцу в перигее на $1,1289794567350416424788857112837 \cdot 10^{34}$ Вт меньше чем в апогее.

Необходимо учитывать, что эти показания ещё нужно интегрировать с тяготением Земли к Солнцу и энергией Земли к Солнцу.

Притяжение Земли к Солнцу = 5000525787817112299465,24064171121 Н

Энергия Земли к Солнцу = $1,0288679560113888645001066138197 \cdot 10^{41}$ Вт

Законы энергии тесно связаны с законом тяготения одного материального тела находящегося в пространстве Солнечной (или другой) системы к центральной звезде (Солнцу) и законом тяготения между двумя материальными телами, находящихся в пространстве Солнечной (или другой) системы и новым законом ускорения свободного падения тел в пространстве. При изменении положения одного материального тела расположенного в пространстве по отношению к другому материальному телу будет меняться не только тяготение этого материального тела, но и его энергия.

Для достижения истинных познаний в этой области и более точных расчётов в Солнечной системе нашей Галактики необходимо ещё знать закон тяготения между двумя звёздными системами материальных тел, находящихся в пространстве Галактики. Этот закон тесно связан с законом энергии между материальными телами двух звёздных систем находящихся в пространстве Галактики и множество других вспомогательных законов косвенно влияющих на энергию Солнечной системы, которые отражены в новой теории взаимной зависимости.

Закон тяготения между двумя звёздными системами материальных тел, находящихся в пространстве Галактики можно сформулировать так:

Сила тяготения между двумя звёздными системами материальных тел находящихся в пространстве Галактики равна сумме произведения массы материальных тел первой звёздной системы на модуль ускорения свободного падения первой звёздной системы, произведения массы материальных тел второй звёздной системы на модуль ускорения свободного падения второй звёздной системы, произведению квадрата расстояния от окружности первой звёздной системы до окружности второй звёздной системы, и обратно пропорционально удвоенному произведению расстояния от поверхности центральной звезды Галактики до окружности первой звёздной системы и расстоянию от поверхности центральной звезды Галактики до окружности второй звёздной системы.

$$F_{дзс} = \frac{[(m_{1зс} \cdot g_{1зс}) + (m_{2зс} \cdot g_{2зс})] \cdot L^2}{2 \cdot L_{1зс} \cdot L_{2зс}} = \frac{H + H \cdot m}{m} = H$$

где:

$F_{дзс}$ - сила тяготения между двумя звёздными системами материальных тел находящихся в пространстве Галактики, Н

$m_{1зс}$ - масса материальных тел первой звёздной системы, кг

$m_{2зс}$ - масса материальных тел второй звёздной системы, кг

$L_{1зс}$ - расстояние от поверхности центральной звезды Галактики до окружности первой звёздной системы, м

$L_{2зс}$ - расстояние от поверхности центральной звезды Галактики до окружности второй звёздной системы, м

$g_{1зс}$ - модуль ускорения свободного падения первой звёздной системы, м/с²

$g_{2зс}$ - модуль ускорения свободного падения второй звёздной системы, м/с²

L - расстояние от окружности первой звёздной системы до окружности второй звёздной системы, м.

Закон тяготения одной звёздной системы материальных тел, находящихся в пространстве Галактики, к центральной звезде Галактики можно сформулировать так:

Сила тяготения одной звёздной системы материальных тел, находящихся в пространстве Галактики, к центральной звезде Галактики равна произведению массы материальных тел измеряемой звёздной системы на модуль ускорения свободного падения материальных тел измеряемой звёздной системы, на диаметр измеряемых материальных тел звёздной системы и обратно пропорциональна расстоянию от поверхности центральной звезды Галактики до поверхности материальных тел измеряемой звёздной системы.

$$F_{озс} = \frac{m_{изс} \cdot g_{изс} \cdot D_{изс}}{L} = \frac{кг \cdot м \cdot м}{с^2 \cdot м} = Н$$

где:

$F_{озс}$ - сила тяготения материальных тел одной звёздной системы, находящейся в пространстве Галактики, к центральной звезде Галактики, Н

$D_{изс}$ - диаметр измеряемых материальных тел звёздной системы, м

$m_{изс}$ - масса материальных тел измеряемой звёздной системы, кг

$g_{изс}$ - модуль ускорения свободного падения материальных тел измеряемой звёздной системы, м/с²

L - расстояние от поверхности центральной звезды Галактики до поверхности материальных тел измеряемой звёздной системы, м.

Зная закон тяготения внутри созвездий, звёздных скоплений Галактик и Туманностей находящихся в пространстве, можно определить законы тяготения Вселенной.

Закон тяготения между двумя созвездиями материальных тел, находящихся в пространстве Вселенной можно сформулировать так:

Сила тяготения между двумя созвездиями материальных тел, находящихся в пространстве Вселенной равна сумме произведения массы материальных тел первого созвездия на модуль ускорения свободного падения первого созвездия, произведения массы материальных тел второго созвездия на модуль ускорения свободного падения второго созвездия, произведению квадрата расстояния от окружности первого созвездия до окружности второго созвездия, и обратно пропорциональна удвоенному произведению расстояния от поверхности центральной звезды Вселенной до окружности первого созвездия и расстоянию от поверхности центральной звезды Вселенной до окружности второго созвездия.

$$F_{дсв} = \frac{[(m_{1зс} \cdot g_{1зс}) + (m_{2зс} \cdot g_{2зс})] \cdot L^2}{2 \cdot L_{1зс} \cdot L_{2зс}} = \frac{Н + Н \cdot м}{м} = Н$$

где:

$F_{дсв}$ - сила тяготения между двумя созвездиями материальных тел находящихся в пространстве Вселенной, Н

$m_{1зс}$ - масса материальных тел первого созвездия, кг

$m_{2зс}$ - масса материальных тел второго созвездия, кг

$L_{1зс}$ - расстояние от поверхности центральной звезды Вселенной до окружности первого созвездия, м

$L_{2зс}$ - расстояние от поверхности центральной звезды Вселенной до окружности второго созвездия, м

$g_{1зс}$ - модуль ускорения свободного падения первого созвездия, м/с²

$g_{2зс}$ - модуль ускорения свободного падения второго созвездия, м/с²

L - расстояние от окружности первого созвездия до окружности второго созвездия, м.

Закон тяготения материальных тел одного созвездия, находящегося в пространстве Вселенной можно сформулировать так:

Сила тяготения материальных тел одного созвездия, находящегося в пространстве Вселенной к центральной звезде Вселенной равна произведению массы материальных тел измеряемого созвездия на модуль ускорения свободного падения материальных тел измеряемого созвездия, на диаметр измеряемого созвездия материальных тел и обратно пропорционально расстоянию от поверхности центральной звезды Вселенной до окружности материальных тел измеряемого созвездия.

$$F_{ос} = \frac{m_{ис} \cdot g_{ис} \cdot D_{ис}}{L} = \frac{кг \cdot м \cdot м}{с^2 \cdot м} = Н$$

где:

$F_{ос}$ - сила тяготения материальных тел одного созвездия, находящегося в пространстве Вселенной, к центральной звезде Вселенной, Н

$D_{ис}$ - диаметр измеряемого материальных тел созвездия, м

$m_{ис}$ - масса материальных тел измеряемого созвездия, кг

$g_{ис}$ - модуль ускорения свободного падения материальных тел измеряемой созвездия, м/с²

L - расстояние от поверхности центральной звезды Вселенной до поверхности материальных тел измеряемого созвездия, м.

Закон энергии между материальными телами двух звёздных систем, находящихся в пространстве Галактики можно сформулировать так:

Энергия между двумя материальными телами двух звёздных систем, находящихся в пространстве Галактики равна сумме произведений массы материальных тел первой звёздной системы на модуль ускорения свободного падения первой звёздной системы и массы материальных тел второй звёздной системы на модуль ускорения свободного падения второй звёздной системы расположенной в пространстве на квадрат расстояния от окружности материальных тел первой звёздной системы до окружности материальных тел второй звёздной системы находящейся в пространстве и обратно пропорционально произведению расстояния от поверхности центральной звезды Галактики до поверхности первых материальных тел звёздных систем и от поверхности центральной звезды Галактики до поверхности вторых материальных тел звёздных систем находящихся в пространстве Галактики и времени взаимодействия между материальными телами звёздных систем.

$$E_{дзс} = \frac{[(m_{1зс} \cdot g_{1зс}) + (m_{2зс} \cdot g_{2зс})] \cdot L^2}{(L_{1зс} \cdot L_{2зс}) \cdot t} = \frac{\kappa Z \cdot M}{c^2} \cdot \frac{M^2}{M \cdot c} = \frac{\kappa Z \cdot M^2}{c^3} = Bm$$

где: $E_{дзс}$ - энергии между материальными телами двух звёздных систем находящихся в пространстве Галактики, Вт

$m_{1зс}$ - масса материальных тел первой звёздной системы находящейся в пространстве Галактики, кг

$m_{2зс}$ - масса материальных тел второй звёздной системы находящейся в пространстве Галактики, кг

$L_{1зс}$ - расстояние от поверхности центральной звезды Галактики до окружности материальных тел первой звездной системы находящейся в пространстве Галактики, м

$L_{2зс}$ - расстояние от поверхности центральной звезды Галактики до окружности материальных тел второй звёздной системы находящейся в пространстве Галактики, м

$g_{1зс}$ - модуль ускорения свободного падения первой звёздной системы, которая находится в пространстве Галактики, m/c^2

$g_{2зс}$ - модуль ускорения свободного падения второй звёздной системы, которая находится в пространстве Галактики, m/c^2

L - расстояние от окружности первой звёздной системы до окружности второй звёздной системы находящихся в пространстве Галактики, м

t - время взаимодействия между материальными телами звёздных систем, с.

Закон энергии материальных тел одной звёздной системы, находящейся в пространстве Галактики, к центральной звезде Галактики можно сформулировать так:

Энергия материальных тел одной звёздной системы, находящихся в пространстве Галактики, к поверхности центральной звезды Галактики равна произведению массы измеряемых материальных тел звездной системы, на ускорение свободного падения измеряемой звездной системы, квадрат расстояния от поверхности центральной звезды Галактики до окружности измеряемой звездной системы находящейся в пространстве Галактики и обратно пропорциональна произведению диаметра окружности материальных тел измеряемой звездной системы, на время взаимодействия между материальными телами.

$$E_{озс} = \frac{m_{изс} \cdot g_{изс} \cdot L^2}{D_{изс} \cdot t} = \frac{\kappa Z \cdot M \cdot M^2}{M \cdot c^2 \cdot c} = \frac{\kappa Z \cdot M^2}{c^3} = Bm$$

где:

$E_{озс}$ - энергия материальных тел одной звездной системы находящихся в пространстве Галактики к центральной звезде Галактики, Вт.

$m_{изс}$ - масса измеряемых материальных тел звёздной системы в пространстве Галактики, кг

L - расстояние от поверхности центральной звезды Галактики до окружности измеряемой звездной системы находящейся в пространстве Галактики, м

$g_{изс}$ - модуль ускорения свободного падения измеряемой звездной системы находящейся в пространстве Галактики, m/c^2

$D_{изс}$ - диаметр измеряемой звездной системы находящейся в пространстве Галактики, м

t - время взаимодействия между материальными телами, с.

Определим закон энергии материальных тел между двумя созвездиями находящихся в пространстве Вселенной:

Закон энергии материальных тел между двумя созвездиями находящихся в пространстве Вселенной:

Энергия между двумя созвездиями, находящихся в пространстве Вселенной равна произведению суммы масс материальных тел первого созвездия на модуль ускорения свободного падения первого созвездия и массы материальных тел второго созвездия на модуль ускорения свободного падения второго созвездия расположенного в пространстве на квадрат расстояния от окружности материальных тел первого созвездия до окружности материальных тел второго созвездия находящихся в пространстве Вселенной и обратно пропорционально произведению расстояния от поверхности первого созвездия до поверхности центральной звезды Вселенной и от поверхности материальных тел второго созвездия до поверхности центральной звезды Вселенной и времени взаимодействия между материальными телами двух созвездий.

$$E_{дсв} = \frac{[(m_{1сз} \cdot g_{1сз}) + (m_{2сз} \cdot g_{2сз})] \cdot L^2}{(L_{1сз} \cdot L_{2сз}) \cdot t} = \frac{\kappa Z \cdot M}{c^2} \cdot \frac{M^2}{M \cdot c} = \frac{\kappa Z \cdot M^2}{c^3} = Bm$$

где:

$E_{дсв}$ - энергии материальных тел между двумя созвездиями находящихся в пространстве Вселенной, Вт

$m_{1сз}$ - масса материальных тел первого созвездия находящегося в пространстве Вселенной, кг

$m_{2сз}$ - масса материальных тел второго созвездия находящегося в пространстве Вселенной, кг

$L_{1сз}$ - расстояние от поверхности центральной звезды Вселенной до окружности материальных тел первого созвездия находящегося в пространстве Вселенной, м

$L_{2сз}$ - расстояние от поверхности центральной звезды Вселенной до окружности материальных тел второго созвездия находящегося в пространстве Вселенной, м

$g_{1сз}$ - модуль ускорения свободного падения первого созвездия, которое находится в пространстве Вселенной, m/c^2

$g_{2сз}$ - модуль ускорения свободного падения второго созвездия, которое находится в пространстве Вселенной, m/c^2

L - расстояние от окружности первого созвездия до окружности второго созвездия находящихся в пространстве Вселенной, м

t - время взаимодействия между материальными телами двух созвездий, с.

Закон энергии материальных тел одного созвездия находящихся в пространстве Вселенной к центральной звезде Вселенной можно сформулировать так:

Энергия одного созвездия материальных тел находящихся в пространстве Вселенной к центральной звезде Вселенной равна произведению массы измеряемых материальных тел созвездия, на ускорение свободного падения измеряемого созвездия, квадрат расстояния от поверхности центральной звезды Вселенной до окружности измеряемого созвездия находящегося в пространстве Вселенной и обратно пропорциональна произведению диаметра материальных тел измеряемого созвездия на время взаимодействия между материальными телами.

$$E_{ос} = \frac{m_{ис} \cdot g_{ис} \cdot L^2}{D_{ис} \cdot t} = \frac{\kappa Z \cdot M \cdot M^2}{M \cdot c^2 \cdot c} = \frac{\kappa Z \cdot M^2}{c^3} = Bm$$

где:

$E_{ос}$ - энергия материальных тел одного созвездия находящихся в пространстве Вселенной к поверхности центральной звезды Вселенной, Вт

$m_{ис}$ - масса материальных тел измеряемого созвездия в пространстве Вселенной, кг

L - расстояние от окружности центральной звезды Вселенной до окружности измеряемого созвездия находящегося в пространстве Вселенной, м

$g_{ис}$ - модуль ускорения свободного падения измеряемого созвездия находящегося в пространстве Вселенной, m/c^2

D - диаметр измеряемого созвездия находящегося в пространстве Вселенной, м
t - время взаимодействия между материальными телами, с.

Из всех открытых законов тяготения, энергии и нового закона ускорения свободного падения материальных тел расположенных в пространстве можно сделать вывод, что в мире нет гравитационной постоянной, чёрных дыр, тёмной энергии, тёмной материи и искривления пространства, а основой всего мироздания являются термодинамические процессы, происходящие во Вселенной.

Современные научные исследования Вселенной основаны на теории гравитации. Если гравитации не существует, то существующий взгляд на структуры галактики Вселенной может быть неправильным. Может быть, поэтому, ученым часто трудно объяснить гравитационное движение отдаленных астрономических тел, и они ввели понятие «тёмной материи», чтобы сбалансировать свои уравнения. Если бы научные исследования были направлены на термодинамические процессы, происходящие во Вселенной, изучение и применение нового закона энергии между двумя материальными телами, находящимися в пространстве Солнечной (или другой) системы и нового закона энергии одного материального тела, находящегося в пространстве Солнечной (или другой) системы, к центральной звезде Солнцу. Законы энергии материальных тел расположенных в пространстве тесно связаны с законом тяготения одного материального тела находящегося в пространстве Солнечной (или другой) системы к центральной звезде (Солнцу) и законом тяготения между двумя материальными телами, находящимися в пространстве Солнечной (или другой) системы и новым законом ускорения свободного падения тел в пространстве. Новые законы могут пролить свет на некоторые досадные проблемы космической физики, которые учёные не могут объяснить. Например, можно отказаться от терминологии тёмной энергии, которая якобы расширяет Вселенную, со скоростью, превышающей скорость света, или «тёмной материи», которая, предположительно, является связующим галактическим веществом. Это может побудить учёных к переосмыслению процессов, происходящих во Вселенной.

Однако это очень трудный шаг для учёного сообщества, так как даже на элементарном уровне, когда все знают, что толщина твёрдой оболочки Земли составляет около 85 км, многочисленные популяризаторы науки утверждают своих читателей, что земная кора состоит из тектонических плит, которые якобы смещаются во времени и наезжают одна на другую. Даже люди не особо ведающие в области сопромата или механического трения признают, что такое перемещение невозможно. Существует множество пробелов и проблем в науке, которые умышленно скрываются.

Для более подробного изучения механизма образования планет и Галактик нашей Вселенной необходимо знать:

- закон активности материального тела расположенного в пространстве,
- новый закон ускорения свободного падения тел в пространстве,
- закон тяготения между двумя материальными телами, находящимися в пространстве Солнечной (или другой) системы,
- закон тяготения одного материального тела, находящегося в пространстве Солнечной (или другой) системы к центральной звезде (Солнцу),
- закон тяготения между двумя звездными системами материальных тел, находящихся в пространстве Галактики,
- закон тяготения материальных тел одной звездной системы, находящейся в пространстве Галактики, к центральной звезде Галактики,
- закон тяготения между двумя созвездиями материальных тел, находящихся в пространстве Вселенной.
- закон тяготения материальных тел одного созвездия, находящегося в пространстве Вселенной, к центральной звезде Вселенной,
- закон энергии между двумя материальными телами, находящимися в пространстве Солнечной (или другой) системы,
- закон энергии одного материального тела, находящегося в пространстве Солнечной (или другой) системы, к центральной звезде (Солнцу),
- закон энергии между двумя звёздными системами материальных тел, находящихся в пространстве Галактики,
- закон энергии материальных тел одной звёздной системы, находящейся в пространстве Галактики, к центральной звезде Галактики,
- закон энергии между двумя созвездиями материальных тел, находящихся в пространстве Вселенной,
- закон энергии материальных тел одного созвездия, находящегося в пространстве Вселенной, к центральной звезде Вселенной.

Теория происхождения Солнечной системы О.Ю. Шмидта, его учеников и сотрудников, не вписывается в способ вращения магнитных систем в сфере материального тела находящегося в пространстве. Эволюция околосолнечного облака не объясняет причин происхождения и образования тех или иных явлений в пространстве - одной из форм (наряду со временем) существования бесконечно развивающейся материи, которая характеризуется протяженностью и объёмом замкнутых поверхностей сфер материальных тел, которые включают:

- механизм образования и получения магнитного поля в сфере материального тела находящегося в пространстве,
- механизм образования и получения термоэлектричества в сфере материального тела находящегося в пространстве,
- механизм образования магнитных полюсов в сфере материального тела находящегося в пространстве,
- механизм запуска и начала вращения магнитной системы в сфере материального тела находящегося в пространстве против часовой стрелки, на примере планеты Земля,
- механизм размещения планет Солнечной системы, имеющих магнитное поле, в одной плоскости космического пространства,
- механизм автономного вращения магнитной системы в сфере материального тела находящегося в пространстве против часовой стрелки, на примере планеты Земля, - механизм образования землетрясений в сфере материального тела находящегося в пространстве, на примере планеты Земля,
- механизм образования вулканической деятельности в сфере материального тела находящегося в пространстве, на примере планеты Земля,
- механизм образования геопатогенных зон в сфере материального тела находящегося в пространстве, на примере планеты Земля,
- механизм образования цунами в сфере материального тела находящегося в пространстве, на примере планеты Земля,
- механизм образования торнадо в сфере материального тела находящегося в пространстве, на примере планеты Земля,
- механизм запуска и начала вращения магнитной системы в сфере материального тела находящейся в пространстве, по часовой стрелке, на примере планеты Венера,
- механизм автономного вращения магнитной системы в сфере материального тела находящейся в пространстве, по часовой стрелке, на примере планеты Венера,
- механизм вращения планет и Галактик по эллиптической орбите.

Более подробная информация с конкретными примерами и доказательными фактами новых законов и механизмов образования планет и Галактик нашей Вселенной хорошо изложена в материалах заявок на изобретения.

№ 2005129781/06 (033405) от 28 сентября 2005 года,

№ 2005140396/06 (033405) от 26 декабря 2005 года.

Необходимо подчеркнуть, что открытые законы и механизмы формирования звёздных систем и Галактик нашей Вселенной, которые подчинены законам природы, дают нам возможность узнать и по-новому взглянуть на существование неизвестных раньше свойств и явлений материального мира.

В заключении можно сказать, что наш материальный мир очень многообразен и все процессы, совершаемые в нём от случайно сложившихся обстоятельств, которые происходят во времени, в разной мере, влияют один на другой, поэтому выдвигается новая теория многогранной зависимости. В этом мире всё переплетено, и одно явление природы в разной мере находится в зависимости к другому. Более активные материальные тела доминируют над менее активными материальными телами, поэтому не может быть постоянных констант, законов или физических величин. Например, новый закон тяготения между двумя материальными телами, которые расположены в пространстве Солнечной (или другой) системы тесно связан с новым законом тяготения одного материального тела находящегося в пространстве Солнечной (или другой) системы к центральной звезде (Солнцу). В тоже время законы тяготения находятся в постоянной зависимости от нового закона активности материального тела расположенного в пространстве и нового закона ускорения свободного падения тел в пространстве. А перечисленные законы тесно связаны с новым законом энергии между двумя материальными телами, которые находятся в пространстве Солнечной (или другой) системы и новым законом энергии одного материального тела, находящегося в пространстве Солнечной (или другой) системы, к центральной звезде (Солнцу) и многим другим...

Литература

1. "Константа обратной скорости света." Автор Белашов А.Н. Центр развития научного сотрудничества ЦРНС. "Актуальные вопросы современной науки", 28 сборник научных трудов. Издательство "СИБПРИНТ" город Новосибирск август 2013 года. Свидетельство о государственной регистрации ПИ № ISBN 978-5-906535-20-7.

2. "Механизм образования гравитационных сил и новый закон ускорения свободного падения тел в пространстве" Автор Белашов А.Н. "Международный научно-исследовательский журнал" Екатеринбург. Номер журнала 2-9 2013 года. Свидетельство о государственной регистрации ПИ № ФС 77 - 51217 ISSN 2303-9868.

3. "Новые законы электрических явлений" Автор Белашов А.Н. "Журнал научных и прикладных исследований" Уфа. Номер журнала 1-2 2013 года. Свидетельство о государственной регистрации ПИ № ФС 77-38591 ISSN 2306-9147.

4. "Новые законы энергии материальных тел расположенных в пространстве Солнечной (или другой) системы" Автор Белашов А.Н. "Международный научно-исследовательский журнал" Екатеринбург. Номер журнала 3-10 2013 года часть 1. Свидетельство о государственной регистрации ПИ № ФС 77 - 51217 ISSN 2303-9868.

5. "Новый закон тяготения между двумя материальными телами находящихся в пространстве Солнечной (или другой) системы" Автор Белашов А.Н. "Международный научно-исследовательский журнал" Екатеринбург. Номер журнала 4-11 2013 года часть 1. Свидетельство о государственной регистрации ПИ № ФС 77 - 51217 ISSN 2303-9868.

6. "Новый закон тяготения одного материального тела находящегося в пространстве Солнечной (или другой) системы к центральной звезде Солнцу" Автор Белашов А.Н. "Международный научно-исследовательский журнал" Екатеринбург. Номер журнала 4-11 2013 года часть 1. Свидетельство о государственной регистрации ПИ № ФС 77 - 51217 ISSN 2303-9868.

7. "Новые законы и математические формулы по гидродинамике" Автор Белашов А.Н. "Международный научно-исследовательский журнал" Екатеринбург. Номер журнала 7-14 2013 года часть 1. Свидетельство о государственной регистрации ПИ № ФС 77 - 51217 ISSN 2303-9868.

8. "Эволюционное развитие планет Солнечной системы." Автор Белашов А.Н. Центр развития научного сотрудничества ЦРНС. "Актуальные вопросы современной науки", 28 сборник научных трудов. Издательство "СИБПРИНТ" город Новосибирск август 2013 года. Свидетельство о государственной регистрации ПИ № ISBN 978-5-906535-20-7.

9. "Устройство вращения магнитных систем" Автор Белашов А.Н. Описание заявки на изобретение № 2005129781 от 28 сентября 2005 года.

10. "Новая теория многогранной зависимости". Автор А.Н. Белашов URL: <http://www.belashov.info/LAWS/theory.htm>

11. "Открытия, изобретения, новые технические разработки". Автор Белашов А.Н. URL: <http://www.belashov.info/index.html>

12. "Гравитационное устройство" Автор Белашов А.Н. Описание заявки на изобретение № 2007126789 от 16 июля 2007 года.

13. "Гравитационное и антигравитационное устройство" Автор Белашов А.Н. Описание заявки на изобретение № 2007126790 от 16 июля 2007 года.

14. "Физика Земли и Солнечной системы" Авторы Костюкова Н. И., Михайленко Б. Г.

"Альманах современной науки и образования" Тамбов: Грамота, 2011. № 12 (55). С. 37-44. ISSN 1993-5552.

15. "Силы в природе", В.И.Григорьев, Г.Я.Мякишев, Москва "Наука" 1988 года.

16. "Как взорвалась Вселенная", автор И.Д.Новиков, издательство "Наука" Главная редакция физико-математической литературы, город Москва 1988 год.

17. "Физика пространства-времени", Э. Ф. Тейлор, Москва 1963 г.

Гарнаева Г.И.¹, Нефедьев Л.А.², Хакимзянова Э.И.³, Низамова Э.И.⁴, Ахмедшина Е.Н.⁵, Сахбиева А.Р.⁶

¹Кандидат физико-математических наук, доцент, ²доктор физико-математических наук, профессор, ³аспирантка, ⁴старший преподаватель, ⁵аспирантка, ⁶аспирантка, Казанский (Приволжский) федеральный университет

ДВУХЧАСТОТНАЯ ЗАПИСЬ ИНФОРМАЦИИ ПРИ НАЛИЧИИ ВНЕШНИХ ПРОСТРАНСТВЕННО НЕОДНОРОДНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

Аннотация

Исследована запись информации в трехуровневой системе при наличии внешних пространственно-неоднородных электрических полей и кодировке информации в первом двухчастотном объектном импульсе.

Показано, что при параметре неэквидистантности системы не равным единице происходит изменение шкалы реального времени в отклике стимулированного фотонного эха. При наложении пространственно неоднородного электрического поля между первым и вторым импульсами и после третьего импульса наблюдается эффект запирания отклика стимулированного фотонного эха, эффективность которого зависит от величины градиента поля.

Ключевые слова: стимулированное фотонное эхо, трехуровневая система, двухчастотная запись информации, запись информации, эффект запирания информации

TWO-FREQUENCY INFORMATION RECORDING IN THE PRESENCE OF SPATIALLY INHOMOGENEOUS EXTERNAL ELECTRIC FIELDS

Abstract

The recording of information in a three-level system in the presence of external spatially inhomogeneous electric fields and information encoding in the first two-frequency object pulse investigated.

It is shown that in the case of system equidistantness is not equal one changes the scale of real-time of SFE response. In imposing a spatially non-uniform electric field between the first and second pulses, and after the third pulse, the effect of SFE response locking observed, the effectiveness of which depends on the magnitude of the field gradient.

Keywords: The stimulated photon echo, three-level system, dual-frequency data recording, data recording, the effect of information locking

Фотонное эхо может служить способом запоминания, преобразования и воспроизведения пространственно-временной структуры возбуждающих импульсов – эхо-голография. На формирование эхо-голограмм существенное влияние оказывают случайные и релаксационные процессы, вырождение резонансных уровней, наличие внешних пространственно-неоднородных электрических полей. Это дает возможность преобразования пространственно-временной структуры откликов эхо-голограммы, что может быть использовано в системах оперативной обработки информации [1].

В случае, если резонансная среда состоит из многоуровневых оптических центров, взаимодействующих с последовательностью лазерных импульсов, имеющих разные частоты, то такие центры могут вести себя как многоуровневые квантовые гейты, выполняющие логические операции. Причем наряду с логическими операциями возможно изменение шкалы реального времени и последовательности событий, информация о которых была заложена в пространственно-временную структуру объектного импульса [2]. Таким образом, в процессе записи эхо-голограммы добавляется еще одно измерение – частота (цветная эхо-голография [3]).

Запись цветной эхо-голограммы может быть осуществлено на уровнях Pr^{3+} в матрице LaF_3 , где долгоживущее фотонное эхо было обнаружено на переходах $^3\text{H}_4 - ^3\text{P}_0$ ($\lambda=4777\text{\AA}$) и $^3\text{H}_4 - ^1\text{D}_2$ ($\lambda=5925\text{\AA}$) [4, 5]. Таким образом, реализуется многочастотный характер возбуждения, т.е. многоканальность (за счет разных частот) записи и хранения информации [6].

Для отыскания оператора эволюции U системы при ее возбуждении резонансным лазерным импульсом длительностью Δt_η в момент времени t_η используем результаты работы [8]. Зная оператор эволюции U можно определить матрицу плотности после воздействия η -го лазерного импульса

$$\rho(t_\eta + \Delta t_\eta) = U(\Delta t_\eta)\rho(t_\eta)U^\dagger(\Delta t_\eta) \quad (1)$$

Рассмотрим схему возбуждения стимулированного фотонного эха (СФЭ) в трехуровневой системе по V – схеме приведенной на рисунке 1, где объектным является первый импульс.

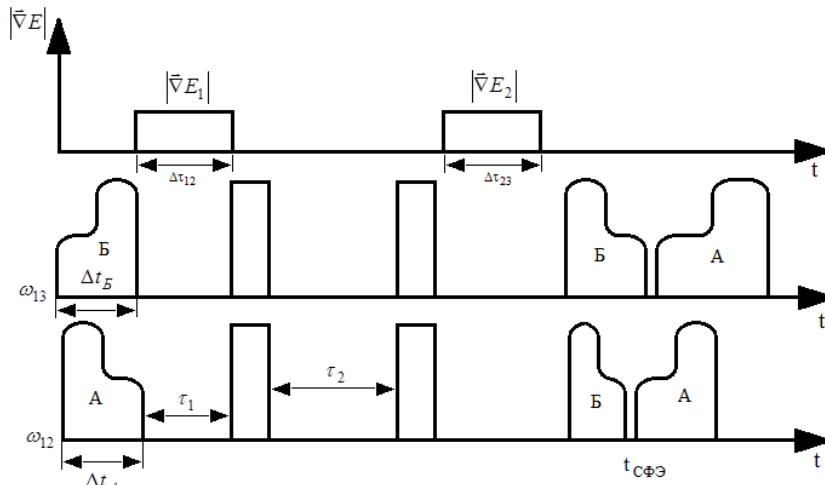


Рис. 1 - Схема возбуждения СФЭ при двухчастотной записи информации в трехуровневой системе
 В рассматриваемом случае гамильтониан системы можно представить в виде:

$$\tilde{\text{H}}_0 = \hbar \Delta_{12} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \Gamma \end{pmatrix},$$

где $\Gamma = \frac{\Omega_{13}}{\Omega_{12}}$ - параметр неэквидистантности спектра системы, Ω_{ij} - частота перехода $i-j$, $\Delta_{12} = \Omega_{12} - \omega_{12}$,

ω_{12} - частота лазерного излучения резонансного переходу 1-2.

Напряженность электрического поля отклика найдем как

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}, t') = \frac{1}{\hbar^3 c^2 R_0} \sum_j \int \langle \ddot{\mathbf{d}}_j \rangle \times \mathbf{n} \times \mathbf{n} g(\Delta_{12}) d\Delta_{12} \quad (2)$$

где \mathbf{n} - единичный вектор в направлении наблюдения, $g(\Delta_{12})$ - функция распределения частоты неоднородно уширенной

линии резонансного перехода, $t' = t - \frac{\mathbf{R}_0 \mathbf{n}}{c} + \frac{\mathbf{r}_j \mathbf{n}}{c}$, \mathbf{R}_0 - радиус-вектор точки наблюдения, \mathbf{r}_j - радиус-вектор

местоположения j -го оптического центра, $\langle \mathbf{d}_j(t') \rangle = Sp(\rho \mathbf{d}_j(t')) = \mathbf{d}_{21} \rho_{12}^{(3)} + \mathbf{d}_{31} \rho_{13}^{(3)} + \mathbf{d}_{32} \rho_{23}^{(3)} + \kappa.c.$, а матричные элементы матрицы плотности после воздействия трех возбуждающих лазерных импульсов найдем аналогично [2].

Воздействие внешних пространственно неоднородных электрических полей на резонансную систему атомов может влиять на воспроизводимость информации в откликах СФЭ. Процесс формирования откликов фотонного эха содержит два необходимых этапа: расфазирование осциллирующих дипольных моментов оптических центров и последующее их сфазирование, которое приводит к возникновению макроскопической поляризации среды и регистрируется в виде оптического когерентного отклика. Воздействие на резонансную среду на одном из этих этапов пространственно-неоднородного внешнего возмущения (например, неоднородного электрического поля) приведет к случайному сдвигу или расщеплению исходных монохромат неоднородно уширенной линии резонансного перехода. В результате дипольные моменты не будут сфазироваться после считывающего импульса, т.е. генерация оптического когерентного отклика будет подавляться.

Следуя работам [7-10] будем считать, что воздействие неоднородных электрических полей приводит к дополнительным частотным сдвигам: $f_{mn}(\Delta\tau_{mn}, \mathbf{r}) = C_{III}(\nabla E(\Delta\tau_{mn}, \mathbf{r}) \mathbf{r})$, где C_{III} - постоянная эффекта Штарка, $\Delta\tau_{12}$ - время

воздействия неоднородного электрического поля между первым и вторым возбуждающим импульсом, $\Delta\tau_{23}$ - время воздействия неоднородного электрического поля после третьего импульса.

В этом случае пространственно-временная структура отклика СФЭ на переходе 1-2 определится выражением

$$E \approx \int_{V=-\infty}^{+\infty} \int g(\Delta_{12}) d\Delta_{12} \sin \theta_1 \sin \theta_2 \sin \theta_3 \left[\tilde{S}_{13}^{(1)*}(\Gamma\Delta_{12}) \times \tilde{S}_{13}^{(2)}(\Gamma\Delta_{12}) \tilde{S}_{12}^{(3)}(\Delta_{12}) \times \exp\left\{i(\Delta_{12} + f_{12}) \left[(t - \tau_{12} - \tau_{23}) - \frac{\Gamma(\Delta_{12} + f_{13})\tau_{12}}{(\Delta_{12} + f_{12})} \right] \right\} + \tilde{S}_{12}^{(1)*}(\Delta_{12}) \times \tilde{S}_{12}^{(2)}(\Delta_{12}) \tilde{S}_{12}^{(3)}(\Delta_{12}) \exp\{i(\Delta_{12} + f_{13})[(t - \tau_{12} - \tau_{23}) - (\Delta_{12} + f_{12})\tau_{12}]\} \right] dV. \quad (3)$$

Рассмотрим воспроизводимость информации в отклике СФЭ на переходе 1-2 в трехуровневой системе при двухчастотном возбуждении (рис. 1).

В этом случае численный расчет выражения (3) в отсутствии внешних пространственно неоднородных электрических полей представлен на рисунке 2, из которого следует, что на переходе 1-2 в отклике СФЭ наблюдается изменение шкалы реального времени для импульса Б.

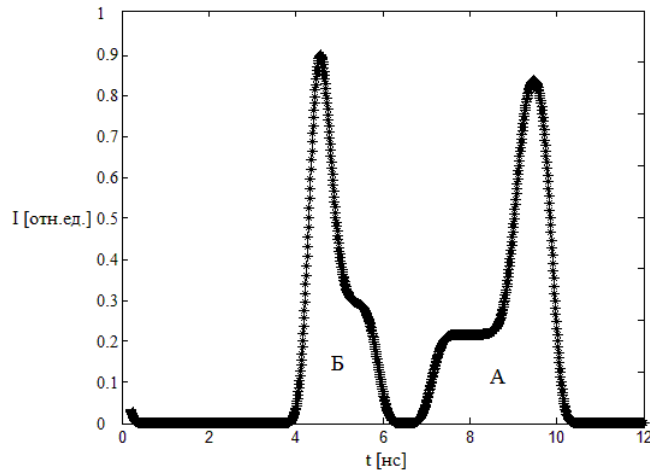


Рис. 2 - Временная форма отклика СФЭ на переходе 1-2 при двухчастотной записи информации в трехуровневой системе при отсутствии внешнего пространственно неоднородного электрического поля ($\theta_A = \theta_B \ll \pi/2$)

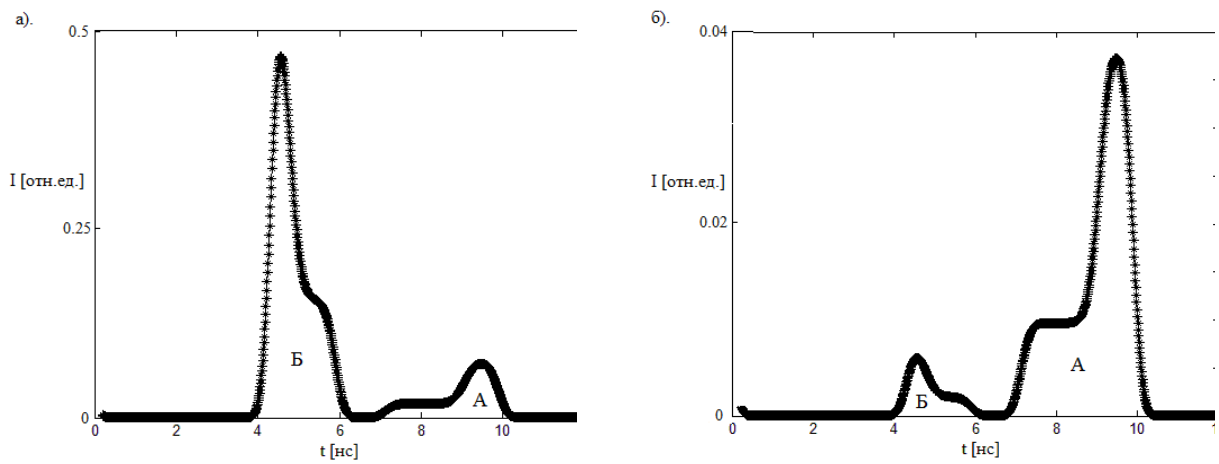


Рис. 3 - Временная форма отклика СФЭ при двухчастотной записи информации в трехуровневой системе ($\theta_A = \theta_B \ll \pi/2$): а. при наложении пространственно неоднородного электрического поля между первым и вторым импульсами ($|\vec{\nabla}E_1| = 70 \text{ В/см}^2$, $|\vec{\nabla}E_2| = 0$), б. при наложении пространственно неоднородного электрического поля между первым и вторым импульсами ($|\vec{\nabla}E_1| = 140 \text{ В/см}^2$, $|\vec{\nabla}E_2| = 0$)

Из сравнения рисунков 2 и 3 следует, что наложение внешнего пространственно неоднородного электрического поля между первым и вторым возбуждающими импульсами приводит как к эффекту запирания отклика СФЭ, так и к изменению эффективности запираения информации в импульсах А и Б в зависимости от величины внешнего неоднородного электрического поля (рис. 3).

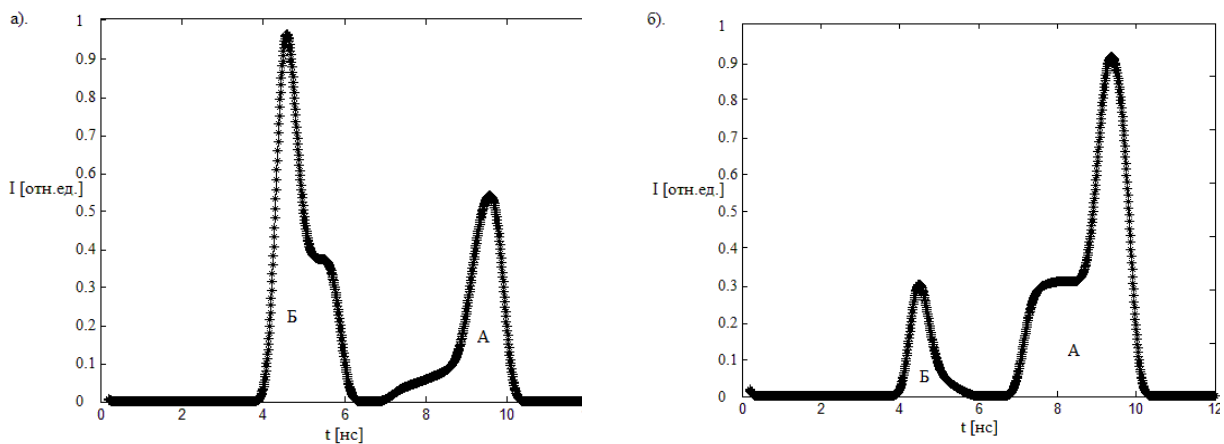


Рис. 4 - Временная форма отклика СФЭ при двухчастотной записи информации в трехуровневой системе ($\theta_A = \theta_B \ll \pi/2$): а. при наложении пространственно неоднородного электрического поля после третьего импульса ($|\vec{\nabla}E_1| = 0$, $|\vec{\nabla}E_2| = 60 \text{ В/см}^2$), б. при наложении пространственно неоднородного электрического поля между после третьего импульса ($|\vec{\nabla}E_1| = 0$, $|\vec{\nabla}E_2| = 110 \text{ В/см}^2$)

Если внешнее пространственно-неоднородное электрическое поле накладывается после третьего импульса (рис. 1), наряду с эффектом запирания отклика СФЭ наблюдается разрушение корреляции временной формы объектного импульса с откликом СФЭ (рис. 4, 5). Эти эффекты позволяют управлять временной формой отклика СФЭ внешними пространственно-неоднородными электрическими полями.

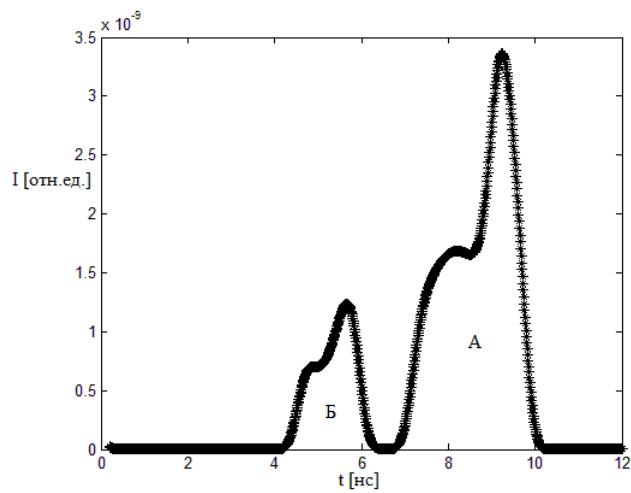


Рис. 5 - Временная форма отклика СФЭ при двухчастотной записи информации в трехуровневой системе ($\theta_A = \theta_B \ll \pi/2$) при наложении пространственно неоднородного электрического поля после третьего импульса ($|\vec{\nabla}E_1| = 0$, $|\vec{\nabla}E_2| = 190$ В/см²)

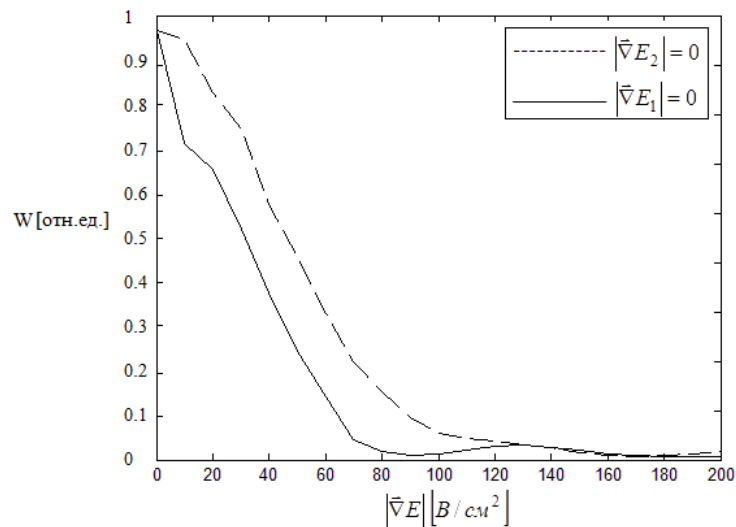


Рис. 6 - Эффективность записи откликов СФЭ в трехуровневой системе для откликов А и Б импульсов

На рисунке 6 приведено изменение W в зависимости от величины градиента (или $|\vec{\nabla}E_1|$, или $|\vec{\nabla}E_2|$) внешнего пространственно-неоднородного электрического поля. В обоих случаях наблюдается записи отклика СФЭ при значениях градиентов приблизительно 80 В/см² и $C_{III} = 100$ кГц/В*см.

Литература

1. Калачёв А.А., Самарцев В.В. Фотонное эхо и его применение. Казань, КГУ, (1998) 150с.
2. Нефедьев Л.А., Низамова Э.И., Тактаева С.В. Влияние некоррелированности неоднородного уширения на формирование переходных оптических процессов в многоуровневых системах // Оптика и спектроскопия. 2012. Т. 113. №2. С. 156-161.
3. Нефедьев Л.А., Самарцев В.В. Цветная эхо-голография // Оптика и спектроскопия. 1987. Т. 62. № 3. С. 701-703.
4. Chen Y.C., Chiang K. and Hartmann S.R. Photon echo relaxation in LaF₃: Pr³⁺ // Optics Communications, 29, №2, (1979) 181-185.
5. Chen Y.C., Chiang K. and Hartmann S.R. Spectroscopic and relaxation character of the 3P0-3H4 transition in LaF₃: Pr³⁺ measured by photon echoes // Physical review B, 21, №1, (1980) 40-47.
6. Голенищев-Кутузов В.А., Самарцев В.В., Хабибуллин Б.М. Импульсная оптическая и акустическая когерентная спектроскопия. Москва, (1988) 189с.
7. Биленький С.М. Введение в диаграммную технику Фейнмана. Москва: Атомиздат, (1971) 215с.
8. Нефедьев Л.А., Гарнаева Г.И., Усманов Р.Г. Многоканальная запись информации на основе эффекта «записи» сигналов фотонного эха // Оптический журнал. 2010. Т. 77. № 2. С. 27-29.
9. Гарнаева Г.И., Нефедьев Л.А. Эффект «записи» сигналов фотонного эха нерезонансными стоячими волнами с разными частотами / Сборник статей двенадцатой Международной молодежной научной школы «Когерентная оптика и оптическая спектроскопия» / Казань: КГУ – 2008.
10. Нефедьев Л.А., Гарнаева (Хакимзянова) Г.И. Корреляция неоднородного уширения и эффективность записи информации в оптических эхо-процессор // Оптика и спектроскопия. 2005. Т. 98. №1. С. 41-45.

Глазунов Ю.Т.

Профессор доктор технических наук, Балтийский федеральный университет им. И. Канта

ПОБУДИТЕЛЬНОЕ ПРИЧИНЫ МЕЧТАНИЙ

Аннотация

Показано, что мечта – мысленная модель будущего состояния значимой для человека области окружающего мира, представленная в виде возможного сценария развития событий. Создание таких сценариев на протяжении тысячелетий

превратилось в одну из основных человеческих потребностей. Разработана и исследована математическая модель изменения склонности человека к мечтаниям на протяжении его жизни.

Ключевые слова: мечта, потребность предвидения, прогнозный сценарий, модель.

Glazunov Y.T.

Professor PhD in Physics. I. Kant Baltic Federal University

DREAMS' MOTIVATIONS

Abstract

It was shown that a dream is a mental model of a future state of a part of surrounding world, important for individual, presented in the shape of possible development scenarios. Over a hundred thousand years, creating such scenarios has become one of the basic human needs. A mathematical model for determining an individual's tendency to dream in different periods of life was elaborated and investigated.

Keywords: dream, need for forecasting, prognostic scenario, model.

Мечта – важнейший элемент духовной жизни всякого человека. Она известна и понятна каждому. Мечта – это постоянно создаваемая и совершенствуемая воображением ментальная модель желаемого, относительно удаленного будущего, а также и образ мечтающего индивида, как успешного участника этого будущего. Мечту невозможно представить в застывшей форме. Это изменчивый и действующий образ. Как и каждый психический феномен, мечта выполняет в организме человека множество функций, и не предполагает непрерывной своей реализации. Нас интересуют функция, связанная с целеполаганием. Целеполагание – это также построение психического образа (цели), локализованного в будущем, но по самой своей сути – достижимого. Поиски целей предполагают как оценку существующей ситуации, так и предвидение будущих состояний системы. Почему возникает мечта и как она связана с целеполаганием?

Работа психики требует затрат энергии, поэтому психические конструкции (П-пространственные образы [4]) не появляются сами собой. Их зарождение с очевидностью обусловлено какой-то потребностью. Это относится и к мечтаниям: если человек мечтает, то мечта чему-то служит. Человек, как целеустремлённая система является системой информационной. Информация необходима индивиду при всех его действиях и во всех проявлениях. Тот, кто располагает большим её объёмом, находится в более выгодном положении по сравнению с остальными. Индивид постоянно стремится овладеть информацией. Её сбор и обработка превратились для человека с течением времени в потребность. Сбор информации реализуется с помощью системы восприятия. Однако информация накапливается не только посредством органов чувств. Благодаря мышлению, полученные за счёт восприятия данные порождают новую и новую информацию.

Рассматривая проблему мечты с информационных позиций, можно утверждать, что мечта – средство получения информации о гипотетической ситуации расположенной в отдалённом будущем. Это своеобразная дальняя информационная разведка.

Попробуем представить это утверждение более подробно, рассмотрев предварительно два, казалось бы, малосвязанных примера.

В середине XX столетия уровень естественных наук превзошёл привычные для экспериментаторов эмпирические методы исследования. Главным инструментом познания стали мысленные модели, замещающие в процессе изучения природы реальные предметы и явления. В них, полученные эмпирическим путём данные, соединяются с характеристиками, обладающими статусом *возможно существующего*. Такое соединение придаёт ситуации «новое измерение» и позволяет строить более полную картину изучаемой реальности.

В связи с этим в науке большое значение приобрел, так называемый, *мысленный эксперимент*, состоящий в конструировании и целенаправленном преобразовании «идеального объекта», представляющего в сознании ученого фрагмент реальности, на который направлено его внимание. В отличие от традиционного эксперимента, все познавательные операции с участием этого объекта осуществляются в человеческом П-пространстве.

Мысленный эксперимент можно определить как метод, использования воображения с целью изучения реальной действительности и получения новых знаний, тогда, когда ключевая ситуация рассматривается исключительно в воображении. При этом могут анализироваться ситуации, практически неосуществимые, хотя и возможные. Воображение воспроизводит структуру реального эксперимента, поэтому его процедура во многом аналогична эксперименту физическому: П-пространственные образы поддаются манипулированию так же, как и физические объекты. Благодаря простоте таких действий исследователь представляет изучаемый объект в разных условиях, учитывает возникающие причинно-следственные отношения, пространственно-временные и другие, связанные с ними изменения. Одновременно он соотносит всё это с первоначальными условиями. Благодаря этому появляется возможность ограничивать район научного поиска. В результате отвлечения от реальной действительности могут обнаруживаться и ранее неизвестные свойства объективной реальности.

Метод возник в античности, но к нему охотно прибегали многие известные учёные от Галилея до Эйнштейна. Ещё Лукреций, пытаясь доказать, что пространство бесконечно, привёл такие рассуждения: если имеется граница Вселенной, то в неё можно выстрелить лука. Если стрела пролетит насквозь, то это не граница Вселенной. Если стрела отскочит назад, как от стены, то у этой стены должна быть другая сторона, а значит, что-то должно быть за предполагаемым краем пространства. В обоих случаях граница не достигается, а значит пространство неограниченно.

Уже здесь мы замечаем, что такой «эксперимент» является своеобразным сплавом чувственности и мышления. Чувственность играет роль материала, из которого при ведущей роли мышления строятся образы. Этот пример иллюстрирует и особенности мысленного эксперимента. Мы воображаем определенную ситуацию; выполняем действия и «наблюдаем», что в результате этого получается. Богата мысленными экспериментами и современная наука. С большим успехом они применяются в релятивистской электродинамике, общей теории относительности, в психологии и даже социологии.

Мысленный эксперимент строится на основе образных картин, но логическое обобщение включается в него в качестве организующего начала. Благодаря этому происходит упорядочение чувственного материала, его осмысление и необходимый отбор. Здесь чувственные и рациональные элементы интегрируются в единство. Именно единство наглядного образа и научной абстракции составляет условие, благодаря которому на основе мысленного эксперимента делаются важные научные открытия. С помощью наглядных П-пространственных образов можно разделять и соединять между собой составляющие предметов, выделять отдельные их свойства, включать объекты в новые связи и т.п.

Наглядные образы отражают действительность приближенно, что ставит предел познавательной ценности оперирования ими. Однако логическая структура, словно канва, накладывается на чувственные элементы, придаёт им четкие очертания и синтезирует мысли в единый творческий процесс. Вводимые наряду с основными посылками, истинность которых установлена, гипотетические предположения находят большее или меньшее подтверждение по завершении преобразования исходного материала. Благодаря этому и появляется знание, которое не содержалось в исходных положениях.

В структуре мысленного эксперимента выделяют три основных элемента:

– П-пространственный образ объекта исследования как результат чувственного отражения и абстрактного мышления;

– П-пространственный образ экспериментальных средств, с помощью которых реализуется связь воображаемого субъекта познания с образом объекта исследования;

– активную мыслительную деятельность экспериментатора как познающего субъекта.

Само преобразование наглядной ситуации в ходе мысленного эксперимента предполагает подчинение объективным законам природы и использование фактов, установленных в науке, что исключает необоснованную фантазию. Подчеркнём ещё раз, что воображаемое моделирование явно или неявно предполагает наличие субъекта: исследователь воображает себя инициатором тех преобразований, которые происходят с ментальной моделью.

Здесь мы замечаем общие черты, характерные для мечтания и мысленного экспериментирования: работу воображения, участие субъекта, изменчивость условий и т.п. Это уже приближает нас к пониманию значения мечты. Однако основание концептуального моста, который может соединить два края пропасти – текущую действительность и мечту нами ещё не построено. Мысленный эксперимент более приближен к действительности, чем к мечте. Поэтому необходимо возвести ещё одну «опору», расположенную между ним и мечтанием. Для этого проведём сравнение мечтания с известным методом прогнозирования, называемым методом составления сценариев.

Мы говорим, что мечта – предвидение будущего. Слова предвидение, предсказание и прогноз в обыденной речи считаются равнозначными. Однако слово прогноз в отличие от остальных, содержит в себе элемент научной ответственности. Прогноз не означает каждое предвидение. Это предвидение, сделанное научным путём и соответствующим образом обоснованное. Приведём пример [5].

Средневековый английский философ Роджер Бекон (ок. 1214 – 1292 г.) писал так: «Можно сделать устройства, с помощью которых даже самые большие суда, управляемые одним человеком, будут двигаться с большей скоростью, чем суда с большой командой. Можно построить колесницы, которые будут двигаться с большой скоростью без участия животных. Можно создать летающие машины, в которых человек, сидя себе спокойно и размышляя, о чём ему хочется, будет двигаться по воздуху на искусственных крыльях словно птица, ... а также машины, которые позволят человеку ходить по морскому дну».

Всё вышесказанное реализовано. Однако яркого и удивительно точного описания будущего, приведённого выше, прогнозом назвать нельзя. Оно представляет собой случайное, хоть и гениальное, попадание в цель. Эта утопия не является ни результатом логического анализа достижений тогдашней науки, ни выводом из анализа тенденций технического развития того времени. Всё вышесказанное – результат *предвидения*, возникшего в форме мечты.

Предвосхищающая функция психики, связанная с построением модели будущего, в наше время все более привлекает внимание учёных. Мы замечаем, что наряду с путем от реальности к мечте существует и обратный путь от мечты к реальности. Подтверждают это достижения научного, технического и художественного творчества, а также примеры формирования личности каждого индивида. Получается, что мечта уточняет будущее, придает смысл настоящему, помогает осознать их связь и конструирует желательный образ самого мечтающего индивида.

Будучи подвижным П-пространственным образом, мечта представляет будущее в форме возможных сценариев. Сценарий это описание чего-то происходящего в будущем, состоящего из взаимосвязанных событий и действий, ведущих к возможному состоянию интересующей нас системы. Это своеобразная модель будущего. В одной и той же ситуации составляется несколько сценариев, поскольку сценарий – это результат поискового прогноза, а не описание одного возможного состояния.

Сценарии возникли естественным образом. Люди охотились, воевали, строили, создавали общественные и иные системы. Результаты этих действий не могли быть однозначны. Человек стремился заранее представить различные их исходы. Так появились первые сценарии, как следствия конструирования будущего. Первоначально они носили описательный характер. Сейчас они используются в прогнозировании для того, чтобы с той или иной достоверностью определить тенденции развития действующих факторов и сформировать картину возможных состояний, в которые может перейти ситуация под влиянием тех или иных воздействий.

Для прогнозирования развития сложных систем первым сценарий использовал американский экономист Герман Кан. Метод применялся вначале для выявления возможных результатов военных действий. Позднее сценарное прогнозирование стали использовать в экономике. Простейшим примером сценария может служить инвестиционный проект. Допустим, что фирма разработала новый вид товара и провела расчеты его рентабельности, себестоимости и возможной выгоды от продажи. На основе расчетов фирма составляет прогнозный сценарий, где она описывает то, что может случиться после внедрения этого товара в серийное производство и на рынок [2]. Исследование более сложных ситуаций (например, прогнозирование численности населения Земли на несколько столетий вперед и оценка потребностей будущего населения в ресурсах) требует разработки уже множественных сценариев [1].

Сценарный анализ меняющихся ситуаций заставляет заниматься явлениями и отдельными процессами. Поэтому использование сценарного прогнозирования обеспечивает лучшее понимание ситуации и ее эволюции; оценку потенциальных угроз и риска; выявление благоприятных возможностей поведения; определение целесообразных направлений деятельности; □лучшую адаптацию к изменениям среды.

Сценарии особенно полезны в долгосрочном прогнозировании. Основная задача, стоящая перед прогнозированием по методу сценариев – показать системные картины будущего. Здесь замечается сходство работы прогнозных сценариев как с мысленным экспериментом, так и с мечтой. Это – живая деятельность воображения, активное участие субъекта, подвижность конструируемых образов и т.п.

Создав необходимое основание, перейдем к более подробному исследованию самой мечты. В черед привычных будней она ошеломляет нас своим неожиданным появлением. Озаряя окружающий мир волшебным светом, мечта преображает человека. Само её появление уже делает его счастливым. И это не удивительно, поскольку мечта – образ чего-то важного и желанного, в чём человек является активным участником. Говорят, что мечта должна быть всегда, иначе жизнь теряет смысл. В словарях мечта трактуется как мысленный образ чего-то манящего; как предмет стремлений, созданный нашим воображением. Часто к этому добавляется, что она объединяет представления о жизни высокого качества и выступает сильным фактором творческого поиска.

На первый взгляд мечтания могут показаться стихийными и непредсказуемыми, а их влияние на индивида спонтанным. Однако это не так. Рассматривая мечтание в связи с целеполаганием на фоне мысленного экспериментирования и разработки прогнозных сценариев, мы замечаем в этих проявлениях человеческой деятельности множество общих черт (табл.). Совпадение проходит фактически по всем характерным признакам этих видов деятельности, кроме тех, которые обозначены в позициях 3 – 5. Возникающее здесь различие можно объяснить тем, что само мечтание – существенно старше как мысленного экспериментирования, так и разработки прогнозов. Став в течение миллионов лет существования человека имманентной чертой индивида, мечтание реализуется автоматически, не требуя специального волевого усилия. Поэтому и кажется, что оно инициируется и происходит без видимой причины и, как бы, само собой.

Таблица 1. Сходственные черты мысленного экспериментирования, разработки прогнозных сценариев и мечтания

№	Характерный признак процесса	Мысленное экспериментирование	Разработка сценариев	Мечтание
1	2	3	4	5
1	Конструирование виртуальной реальности путём соединения в ней чувственного и воображаемого	да	да	да
2	Динамическая изменчивость виртуальной реальности	да	да	да
3	Активная мысленная деятельность	да	да	нет
4	Преднамеренное соединение разумного намерения и деятельной мысли, стремящихся к осуществлению цели	да	нет	нет
5	Наличие программы мыслительных действий по переработке исходной информации	да	да	нет
6	Операции над объектом осуществляются исключительно в П-пространстве	да	да	да
7	Использования воображения с целью преобразования виртуальных конструкций и получения новых знаний	да	да	да
8	Логика, как фактор, синтезирующий элементы мысли в единый процесс	да	да	да
9	Возможность ошибки	да	да	да
10	Участие субъекта в качестве инициатора преобразований, которые происходят в виртуальной реальности	да	да	да

Заметим, что как мысленное экспериментирование, так и разработка прогнозных сценариев служат получению информации. Показанная выше аналогия свидетельствует о том, что мечтание – также способ получения информации об отдалённом будущем, т.е. *присущий человеческой психике метод долгосрочного предвидения*. Можно утверждать, что необходимость предвидения будущего с течением времени превратилась в одну из основных человеческих потребностей – потребность в мечте. Влияние мечты на целеполагание эффективно потому, что в мечтах человек видит реализацию основных жизненных ценностей (карьеру, общественного признания, материального благополучия и т.п.). Мечты могут не совпадать с конкретными целями, но в какой-то мере они их в себе уже содержат.

Упорядочим полученные результаты.

Каждый субъект имеет потребность в информации о будущем состоянии значимой для него части окружающего мира и собственном месте в этом мире. Эту потребность мы назовём *потребностью человека в мечте*. Поскольку индивид – целеустремлённая система, способная влиять на ход развития событий, он стремится конструировать будущее так, чтобы оно наилучшим образом отвечало его сегодняшним запросам.

Однако, если создание мечты – потребность, то к какой же группе потребностей она относится; что служит её стимулом; чем она вызывается, в чём она выражается, как протекает её потребностное состояние и как развивается она на протяжении человеческой жизни?

Может показаться удивительным, но потребность в мечте обладает некоторыми признаками фундаментальных потребностей. Действительно, она присуща каждому индивиду (особенно в юношеском возрасте, когда необходим выбор жизненной позиции). С возрастом эта потребность постепенно «угасает», однако, видоизменяясь, сохраняется у человека до конца жизни. Одновременно мечтание обладает и признаками потребностей самоопределения: получаемая информация служит именно этому. Потребность мечтания относится к информационным потребностям: это потребность в информации о будущем. Такие потребности ненасыщаемы или значительно менее насыщаемы по сравнению с биологическими потребностями [4].

Несостоявшаяся (т.е. не превратившаяся в цель и не достигнутая) мета не убивает человека. Наихудшее, что может в этом случае его ожидать – психическая травма. В наибольшей степени динамика потребностного состояния напоминает здесь протекание эстетических потребностей: оно развивается, некоторое время находится в высшей стадии потребностного напряжения, а, не реализовавшись – угасает.

Информация предстаёт человеку в наиболее присущей мышлению каждого субъекта форме – в виде наглядных сценариев. Подобно тому, как это происходит в мысленном эксперименте, мечтающий субъект меняет условия ситуационного протекания событий, анализирует возникающие состояния, отбирает и фиксирует наиболее приемлемые из них. В целесодержащих мечтах эта процедура повторяется многократно. Каждая новая итерация опирается на информационный сценарий, сконструированный на предыдущем этапе, и приводит к его совершенствованию. При этом может создаваться «веер» возможных сценариев будущего.

Потребностное состояние в случае мечты не столь выразительно, как для других потребностей (например, потребности в пище). На первый взгляд кажется, что мечта возникает неожиданно и без видимых причин. Но это неверно. У мечты имеется своя причина возникновения потребностного напряжения – это *отсутствие информации, необходимой для самоопределения*. Наибольший дефицит этого компонента человек ощущает не в раннем детстве или зрелом возрасте, а в юности – тогда, когда он уже задумался над будущим и осознал этот дефицит. Потребностное напряжение в этом случае протекает «подспудно». Индивид чувствует слабо выраженное томление, не направленное на конкретный объект. Такое томление может встретиться с различными способами сатисфакции.

Мечты определяют пути развития человека, помогают противостоять неблагоприятным влияниям среды и продвигаться в направлении своего фантома. В борьбе за выживание индивид невольно стремится предсказывать своё будущее. Именно этому служит информация, заключённая в целесодержащей мечте! Обладание ею и является стимулом нашей потребности. В каждом конкретном случае происходит, однако, его уточнение. Что этому способствует?

Располагаясь в поле виртуальных потребностей [3], эту потребность в мечте как бы «спит», но активизируется при появлении подходящего стимула. Стимулом может служить всё, что касается будущего субъекта, что способно глубоко его заинтересовать, и в чём он сможет видеть своё деятельное участие. Выбор стимула не обходится и без генетической предрасположенности. Вероятно поэтому из трёх, способных и одинаково воспитанных в деревенской среде юношей, один становится известным полководцем, другой – учёным, а третий – вором в законе. Однако главную роль в выборе стимула играют всё же внешние обстоятельства:

общественные идеалы, родительские советы, предрасположенность сверстников к определённым видам деятельности, сведения, почерпнутые из книг и иных средств коммуникации. Процесс этот до конца непредсказуем. Поэтому-то у одного и того же индивида может возникнуть как мечта о профессии пилота скоростного самолёта или карьере астронома, так и мечта о работе спасателя.

Превращение потребности в мечту происходит под действием быстропротекающей интенсивной эмоции, а создаваемый благодаря этому психический образ – один из тех, которые кардинально отличают человека от всего его окружения.

Литература

1. Акимов А. В. Долгосрочные перспективы роста численности населения мира. // Историческая психология и социология истории. – 2010. – Том 3. – № 2. – С. 5-24.
2. Бакулина М., Скворцова Я. Прогнозирование методом сценариев. 2012. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://iupr.ru/domains_data/files/zurnal_osnovnoy_5/Bakulina%20M.%20S.%20Skvortsova%20Ya.%20A..pdf
3. Глазунов Ю.Т. Эмоциональное переживание в системе целеполагания человека. // Вестник Мурманского государственного технического университета. – 2011. – Том 14. – № 1. – С. 126-140.
4. Глазунов Ю.Т. Моделирование целеполагания / Ю.Т. Глазунов. – Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2012, – 216 с.
5. Глазунов Ю.Т. Программирование регионального развития / Ю.Т. Глазунов. – Апатиты: изд. Российская Академия Наук. Кольский научный центр, 2008. – 264 с.

Заславский Ю.М.

С.н.с., д.ф.-м.н. Институт прикладной физики Российской академии наук, Россия, 603950, Нижний Новгород, Ульянова ул., д.46

О ПРОФИЛЕ КАПЛИ ЖИДКОСТИ В КОНТАКТЕ С ПОДЛОЖКОЙ

Аннотация

Проведено теоретическое исследование формы профиля капли жидкости в случаях растекания по твердой ровной смачиваемой подложке и для капли, свисающей с подложки вниз. Граница газ-жидкость рассматривается в условиях равновесия сил поверхностного натяжения и сил гравитации. Проанализирована зависимость радиуса растекания жидкой капли от величины краевого угла для обоих случаев верхнего и нижнего расположения капли.

Ключевые слова: профиль разреза, капля жидкости, поверхностное натяжение, краевой угол, твердая подложка

Zaslavsky Yu.M.

Leader scientist, doctor of p.-m.s., Institute of applied physics Russian academy of science, Russia, 603950, Nizhny Novgorod, Ul'yanov Str., 46.

ON THE PROFILE OF A LIQUID DROP IN TOUCH WITH THE SUBSTRATE

Abstract

Vertical cross sections of a liquid drop spread over a rigid flat wettable substrate and the drop hanging from the substrate are studied theoretically. The gas-liquid boundary analyzed in equilibrium of the surface tension forces and the gravity forces is analyzed. The radius of spreading of a liquid drop as a function of the contact angle is considered for both cases of the upper and lower location of the drop.

Keywords: section profile, liquid drop, surface tension, contact angle, rigid substrate

Известно, что жидкость, растекаясь по идеально ровной горизонтальной твердой смачиваемой подложке, собирается в капли, которые сохраняют устойчивую форму. Линия границы (профиль) вертикального разреза капли жидкости, удерживающейся в равновесии на идеально гладкой подложке, привлекает внимание исследователей, поскольку информация о форме профиля имеет важное практическое применение [1-5]. В [6] выполнен расчет профиля капли, находящейся в равновесии под действием центробежных сил и сил поверхностного натяжения, когда подложка и капля вращаются вокруг оси симметрии. Там, в частности, показано, что форма капли без вращения, т.е. при действии только сил поверхностного натяжения, представляет собой сферический сегмент.

Теоретический и практический интерес представляет также анализ формы огибающей поверхности капли при отсутствии вращения. Предполагается осесимметричная модель и рассматриваются два случая – капля, растекающаяся поверх твердой ровной горизонтальной подложки, и капля, свисающая с нижней стороны подложки вниз, в которых имеет место равновесие под действием сил тяжести и сил смачивания. В данной статье строится профиль вертикального разреза капли, анализируется зависимость радиуса растекания от величины контактного угла, при этом используется подход, аналогичный предложенному в [6]. Результаты работы могут использоваться в обосновании модели протекания жидкости сквозь вертикальное капиллярное отверстие с последующим срывом капли вниз, анализ которой представлен в работе [7], посвященной расчету периода цикличности капиллярного течения. Рассмотрение начнем со случая нижнего расположения, т.е. со случая капли, висящей под подложкой.

В работе [6] показано, что давление внутри капли, имеющей осесимметричную форму, обусловленное поверхностным натяжением на границе жидкость-пар, описывается выражением

$$p = - \frac{\sigma Z''}{(1 + Z'^2)^{3/2}},$$

где σ – коэффициент поверхностного натяжения на границе жидкость-пар, $z = Z^{(1)}(r)$ высота огибающей – линии профиля

вертикального разреза капли, как функции радиуса, $Z' = dZ/dr$, $Z'' = d^2Z/dr^2$.

Записывая условие равновесного состояния капли в поле тяжести, в пренебрежении противодавлением со стороны газовой фазы и под действием сил натяжения, нетрудно показать справедливость уравнения:

$$p_0 + \rho g Z = - \frac{\sigma Z''}{(1 + Z'^2)} = - \frac{\sigma \left(\frac{dZ'}{dZ} \right)}{2(1 + Z'^2)^{3/2}}, \quad (2)$$

интегрируя которое, можно прийти к соотношению

$$p_0 Z + \frac{\rho g Z^2}{2} + const. = \frac{\sigma}{\sqrt{1 + Z'^2}} \quad (3)$$

При $z = h$ (где h – полная высота капли) имеет место $Z' = 0$, откуда $const. = \sigma - p_0 h - \frac{\rho g h^2}{2}$. Аналогичное условие при $z = 0$ записывается как $Z' = ctg \varphi_0$, что позволяет получить выражение для постоянной составляющей давления

$$p_0 = \frac{\sigma(1 - \sin \varphi_0)}{h} + \frac{\rho g h}{2}, \quad (4)$$

где φ_0 – контактный угол, являющийся вторым из двух параметров (наряду с константой σ), характеризующим область пересечения трех фаз – подложка-жидкость-пар в «тройной» точке.

Раскрывая в (3) корень и интегрируя, приходим к выражению для r , как функции высоты Z :

$$r = \int \frac{dZ}{\sqrt{\frac{\sigma^2}{\left(\sigma + p_0(Z - h) + \frac{\rho g(Z^2 - h^2)}{2}\right)^2} - 1}} \quad (5)$$

Подставляя в (5) выражение p_0 из (4) и переходя к безразмерным $\eta = r/h$ и $\zeta = z/h$, получаем формулу, на основе которой проводится расчет требуемой функции профиля вертикального разреза

$$\eta = \int_0^{\zeta/h} \frac{d\zeta}{\sqrt{\frac{1}{\left(1 + (\zeta - 1)(1 - \sin \varphi_0 + \frac{\rho g h^2}{2\sigma}) + (\zeta^2 - 1)\frac{\rho g h^2}{2\sigma}\right)^2} - 1}} \quad (6)$$

Интеграл в (6) сводится к табличному, но ввиду громоздкости результата, расчет профиля и его анализ выполнены численным способом с применением стандартных функций, реализованных в пакете Mathcad. Из расчетных формул (5), (6) следует, что вместо координат r, z могут использоваться отношения координат к максимальной высоте капли, при этом независимыми параметрами задачи являются величины φ_0 и $\xi = \rho g h^2 / 2\sigma$.

При графическом построении необходимо строить Z/h , как функцию от аргумента r/h , вычитая текущие значения η из максимального значения этой величины. Легко также видеть, что переход от рассматриваемого случая капли, свисающей вниз, к случаю верхнего расположения капли, производится сменой знака $g \rightarrow -g$ или заменой $\xi \rightarrow -\xi$.

На рис. 1 а представлены профили капли в виде z/h , как функции r/h , для нижнего расположения капли (свисающей вниз, ввиду чего ордината также откладывается вниз), при значениях контактного угла $\varphi_0 = \pi/6$ (кривая 1), $\varphi_0 = \pi/4$ (кривая 2), $\varphi_0 = \pi/3$ (кривая 3), $\varphi_0 = \pi/2.75$ (кривая 4) и при $\xi = \rho g h^2 / 2\sigma = 0.7$. Последняя из представленных – кривая 4 соответствует предельному значению контактного угла $\pi/2.75$, при котором кривая профиля устойчиво рассчитывается, а радиус растекания минимален. Максимальное значение радиуса растекания в единицах h (кривая 1) достигает ~ 0.8. Характерно наличие перегиба в профиле приблизительно на половинной его высоте относительно максимальной высоты h . Можно предположить, что на указанном месте формируется область перетяжки у «набухающей» капли при увеличении ее массы, например, за счет конденсации влаги из соседней паровой фазы. Вероятно, разрыв в профиле и срыв капли вниз, т.е. потеря устойчивости формы, также произойдет в указанной области. Однако такое заключение может быть сделано только на основе решения динамической задачи, хотя на предварительном этапе картина статической равновесной конфигурации также может рассматриваться как пролегомен к анализу динамики.

На рис. 1 б представлены аналогичные профили капли, соответствующие верхнему ее расположению, т.е. сверху на подложке, при тех же значениях угла смачивания $\varphi_0 = \pi/6$ (кривая 1), $\varphi_0 = \pi/4$ (кривая 2), $\varphi_0 = \pi/3$ (кривая 3), но при $\xi = \rho g h^2 / 2\sigma = -0.7$. Здесь имеет место монотонный спад высоты профиля вплоть до нулевого значения с ростом радиуса и достижения им своего максимума – радиуса растекания. Величина радиуса растекания, измеренная в относительных единицах h достигает

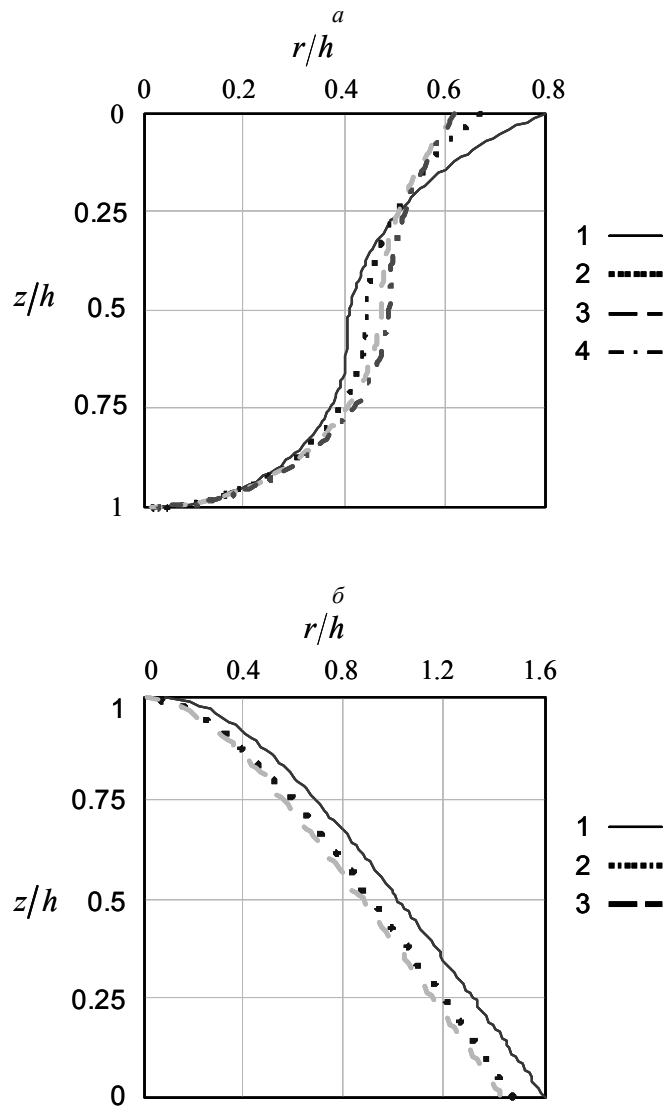


Рис.1.а – Профиль вертикального разреза капли, свисающей с подложки вниз.

Значения контактного угла: $1 - \varphi_0 = \pi/6$, $2 - \varphi_0 = \pi/4$, $3 - \varphi_0 = \pi/3$, $4 - \varphi_0 = \pi/2.75$

Параметр $\xi = \rho g h^2 / 2\sigma = 0.7$

б – Профиль капли, растекающейся по подложке сверху: $1 - \varphi_0 = \pi/6$, $2 - \varphi_0 = \pi/4$,

$3 - \varphi_0 = \pi/3$. Параметр $\xi = \rho g h^2 / 2\sigma = -0.7$

теперь ~ 1.6 , хотя масштабная единица в этом случае может оказаться другой. Если свести к равным значениям не максимальные высоты капель (как это дается на рис.1 а, б для свисающей вниз капли и для лежащей на подложке), а радиусы растекания, то нетрудно заключить, что максимальная высота капли, растекающейся по подложке сверху, меньше в 2 раза, чем у капли, свисающей вниз.

Сравнение профилей вертикального разреза капель жидкости на подложке и свисающей с подложки вниз показывает принципиальное различие их вида и в количественных значениях таких параметров как высота капли и радиус растекания.

Полученные результаты анализа профиля капли, находящейся в контакте с подложкой в условиях равновесия сил гравитации и сил поверхностного натяжения, могут найти применение при проведении фармацевтических исследований, при производстве продуктов питания, а также при выполнении работ, требующих сравнение результатов для обычных условий с теми, которые предполагают отсутствие силы земного тяготения.

Литература

1. П.Ж. Де Жен (P. G. De Gennes) Смачивание: Статика и динамика / Успехи физических наук 1987, т.151, вып.4, С. 619-681.
2. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц Гидродинамика. М.: Наука, 1986.
3. А.В. Лыков Теплообмен (Справочник). М.: Энергия, 1978.
4. В.Н. Николаевский Геомеханика и флюидодинамика с приложениями к проблемам нефтяных и газовых пластов. М.: Недра, 1996.
5. Ш.Г. Гиматулинов, А.И. Ширковский Физика нефтяного и газового пласта. М.: Альянс, 2005. 309с. (Учебник для ВУЗов изд. 4-е перепечатано с 3-го 1982.)
6. П.В. Лебедев-Степанов, Т.А. Карабут, Н.А.Чернышев, С.А. Рыбак Исследование формы и устойчивости капли жидкости на вращающейся подложке. //Акуст. ж. 2011. 57, №3, с.323-328
7. Ю.М. Заславский, В.Ю. Заславский К оценке периода вытекания капель жидкости из капиллярного отверстия // Вестник ННГУ (Математическое моделирование. Оптимальное управление) 2012. №5-2, с.90-92

Зиганшина Ф.Т. ¹, Спивак С.И. ²

¹Ассистент, Уфимский государственный нефтяной технический университет, г.Уфа,

²Профессор, Башкирский государственный университет, г.Уфа, Башкортостан, г.Уфа

ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА РЕАКЦИИ ПОЛИКОНДЕНСАЦИИ АСПАРАГИНОВОЙ КИСЛОТЫ

Аннотация

Получены константы скорости для процесса поликонденсации аспарагиновой кислоты, которые позволяют оптимизировать условия проведения реакции поликонденсации аспарагиновой кислоты.

Ключевые слова: обратная задача, поликонденсация.

Ziganshina F.T. ¹, Spivak S.I. ²

¹Assistant, Ufa State Petroleum Technical University, Ufa

²Prof., Bashkir State University, Ufa

INVERSE PROBLEM THE POLYCONDENSATION REACTION OF ASPARTIC ACID

Abstract

The rate constant obtained for the polycondensation of aspartic acid which can optimize the reaction conditions the polycondensation of aspartic acid.

Keywords: inverse problem, polycondensation

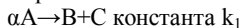
Введение

В статье рассмотрена химическая реакция поликонденсации аспарагиновой кислоты, которая проходит в две параллельные фазы. В качестве исследуемого вещества выбрана – аспарагиновая кислота. Кинетический эксперимент, который проводился в температурном интервале 169⁰С – 227⁰С, в результате чего были получены данные по потери веса кислоты по времени для каждой температуры [1].

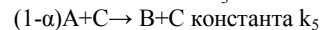
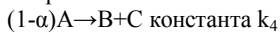
Постановка задачи

На основе проведенного эксперимента для объяснения полученных данных, записана кинетическая модель для изучаемого процесса, которая проходит независимо и параллельно в двух зонах твердой фазы:

Первая зона:



Вторая зона:



Здесь: А – исходный мономер; В – вода (потеря веса) выделяется во всех происходящих реакциях; С – автокатализирующий промежуточный продукт, димер, тример и т. д.; D – конечный продукт.

Используя законы химической кинетики можно кинетическую схему однозначно привести к системе дифференциальных уравнений для обеих фаз:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dA}{dt} = -k_1(\alpha \cdot A) - k_2(\alpha \cdot A)C \\ \frac{dC}{dt} = k_1(\alpha \cdot A) + k_2(\alpha \cdot A)C - k_3 \cdot C \\ \frac{dB}{dt} = k_1(\alpha \cdot A) + k_2(\alpha \cdot A)C + k_3 \cdot C \\ \frac{dD}{dt} = k_3 \cdot C \end{array} \right. \quad (1) \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{dA}{dt} = -k_4(1-\alpha)A - k_5(1-\alpha) \cdot A \cdot C \\ \frac{dC}{dt} = k_4(1-\alpha)A + k_5(1-\alpha) \cdot A \cdot C - k_6 \cdot C \\ \frac{dB}{dt} = k_4(1-\alpha)A + k_5(1-\alpha) \cdot A \cdot C + k_6 \cdot C \\ \frac{dD}{dt} = k_6 \cdot C \end{array} \right. \quad (2)$$

Таким образом, по данной схеме необходимо определить 6 констант скоростей и значение параметра α , отражающий долю исходного мономера для фаз, т.е. решить обратную задачу.

Решение обратной задачи и результаты

Под обратной задачей в химической кинетике понимается расчет констант скоростей всех или нескольких элементарных стадий на основании полученных экспериментальных данных по кинетике протекания сложной реакции.

Константы $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6, \alpha$ ищутся путем минимизации функционала $\Phi(z)$, $z = (k_1, \dots, k_6, \alpha)$ соответствия модельных и экспериментальных значений массы исходного вещества А:

$$\Phi(z) = \sum_{i=1}^n \left[(P_{\text{эксп}}(t_i) - P_{\text{расч}}(t_i, z)) \right]^2 \quad (3)$$

где n – количество экспериментальных точек.

Расчетные значения $P_{\text{расч}}(t, z)$ находятся из системы дифференциальных уравнений (СДУ) (1). Для исследования кинетики каждой фазы, удобнее разделить систему дифференциальных уравнений (1) на две СДУ.

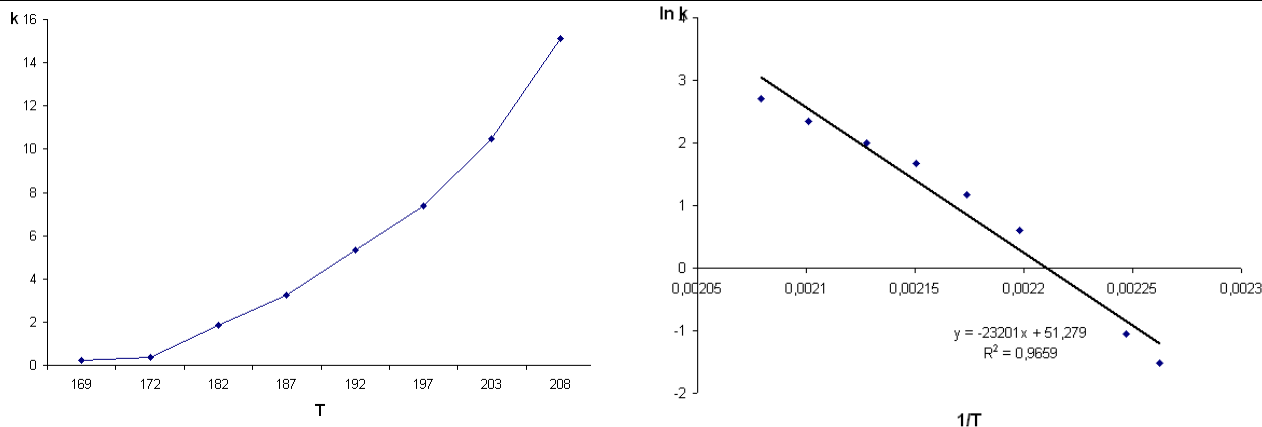
Для решения СДУ используется метод Рунге-Кутты 4 порядка [2], при начальных условиях $t=0, [A]=a_0, [B]=0, [C]=0, [D]=0$, где $\alpha = \text{const}$.

Минимизация функционала $\Phi(z)$ с помощью метода Хука-Дживса позволила найти соответствующие константы при 169⁰С - 197⁰С :

Таблица 1

Т-ра	α	К-ты 1 стадии	К-ты 2 стадии	Т-ра	α	К-ты 1 стадии	К-ты 2 стадии
169 ⁰	0.8	$k_1=2.49063e-6$; $k_2=0.218530$; $k_3=0.13660$;	$k_4=1.754e-5$; $k_5=1.925$; $k_6=0.0741$;	187 ⁰	0.7	$k_1=8.7269e-6$; $k_2=3.228187$; $k_3=1.552043$;	$k_4=2.0473e-5$; $k_5=17.545$; $k_6=1.54943$;
172 ⁰	0.8	$k_1=5.56111e-6$; $k_2=0.3484$; $k_3=0.2087995$;	$k_4=1.6737e-5$; $k_5=7.2182043$; $k_6=0.27367$;	192 ⁰	0.7	$k_1=2.4274e-5$; $k_2=5.34023$; $k_3=2.587$;	$k_4=5.04255e-5$; $k_5=28.00441$; $k_6=2.48301$;
182 ⁰	0.7	$k_1=8.01186e-6$; $k_2=1.832413$; $k_3=0.88824$;	$k_4=1.69124e-5$; $k_5=9.999$; $k_6=0.88839$;	197 ⁰	0.7	$k_1=3.9283e-5$; $k_2=7.4205$; $k_3=3.572$;	$k_4=8.93982e-5$; $k_5=35.99$; $k_6=3.1791107$;

Зависимость скорости реакции от температуры представлена на рисунке 1. Из рисунка видно, что график зависимости $k(T)$ нелинеен. В координатах $(\ln k, 1/T)$ экспериментальные данные спрямляются.

Рис.1 Зависимость константы скорости k_2 от температуры (а). Спрявление экспериментальных данных (б)

Зависимость константы скорости реакции от температуры определяется уравнением Аррениуса: $k = k_0 \exp[-E / RT]$, где E - энергия активации, которую необходимо найти. Энергия активации в элементарных реакциях, минимальная энергия реагентов, достаточная для того, чтобы они вступили в реакцию.

Литература

1. Кинетический анализ твердофазной поликонденсации аспарагиновой кислоты. / В. М. Гольдберг [и др.]. - // Доклады Академии наук. - 2008. - Т. 423, N 5, декабрь. - С.583-587. - ISSN 0869-5652. - Библиогр.: с. 638.
2. Лапчик М.П. и др. Численные методы. 2005, М. АCADEMA.384.

Низамова Э.И.¹, Нефедьев Л.А.², Гарнаева Г.И.³, Сахбиева А.Р.⁴, Хакимзянова Э.И.⁵, Ахмедшина Е.Н.⁶

¹ Старший преподаватель, ² доктор физико-математических наук, профессор, ³ кандидат физико-математических наук, доцент, ⁴ аспирантка, ⁵ аспирантка, ⁶ аспирантка, Казанский (Приволжский) федеральный университет

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕГО ПРОСТРАНСТВЕННО НЕОДНОРОДНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФАЗОВОЙ ПАМЯТИ ТРЕХУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЫ В СЛУЧАЕ ФОРМИРОВАНИЯ СТИМУЛИРОВАННОГО ФОТОННОГО ЭХА

Аннотация

В данной работе исследованы условия восстановления фазовой памяти трехуровневой системы при наличии внешних пространственно неоднородных электрических полей в случае формирования стимулированного фотонного эха.

Ключевые слова: стимулированное фотонное эхо, трехуровневая система, параметр неэквидистантности спектра системы, внешнее пространственно неоднородное электрическое поле.

Nizamova E.I.¹, Nefediev L.A.², Garnayeva G.I.³, Sakhbieva A.R.⁴, Hakimzyanova E.I.⁵, Ahmedshina E.N.⁶

¹senior lecturer, ²Dr in Physics and mathematics, professor, ³PhD in Physics and mathematics, associate professor, ⁴postgraduate student, ⁵postgraduate student, ⁶postgraduate student, Kazan (Volga) Federal University

EFFECT OF EXTERNAL ELECTRIC FIELD WITH SPATIAL INHOMOGENEITY ON THE RECOVERY OF PHASE MEMORY OF THREE-LEVEL SYSTEM IN THE CASE OF STIMULATED PHOTON ECHO FORMATION

Abstract

In this paper the conditions for the restoration of phase memory of the three-level system in the presence of external spatially inhomogeneous electric fields in the case of the formation of the stimulated photon echo investigated.

Keywords: The stimulated photon echo, three-level system, parameter of nonequidistant system spectr, external spatially non-uniform electric field.

Когерентные переходные оптические явления типа фотонного эха предоставляют широкие возможности для оптической обработки информации, преобразования и усиления оптических импульсов, а также создания квантовой оптической памяти [1]. В последнее время большой интерес стали вызывать трехуровневые квантовые системы, в которых открываются новые возможности для управления квантовой когерентностью атомов [2-5]. В работах [6-8] рассматривалось влияние некоррелированности неоднородного уширения на различных энергетических переходах на формирование отклика стимулированного фотонного эха. Было показано, что эффективность запираения информации чрезвычайно чувствительна даже к незначительному изменению величины корреляции неоднородного уширения на различных частотных переходах. Существует возможность воздействовать на процесс формирования фотонного эха, подвергая многоуровневую систему взаимодействию с внешними пространственно неоднородными электрическими полями. В этом случае происходит нарушение частотно-временной корреляции неоднородного уширения резонансной линии на разных энергетических переходах на различных временных интервалах, что может привести к ситуации, когда информация не может проявиться в виде оптического отклика резонансной среды, то есть к «запиранию» эко-голографической информации и разрушению фазовой памяти системы. В данной работе показано, что в отличие от двухуровневой системы, в трехуровневой системе восстановление фазовой памяти при формировании стимулированного фотонного эха (СФЭ)

происходит при неодинаковых значениях градиентов внешних электрических полей, накладываемых между первым и вторым и после третьего возбуждающего импульса.

Основные уравнения

Для нахождения оператора эволюции U системы при ее возбуждении резонансным лазерным импульсом длительностью Δt_η в момент времени t_η используем результаты работы [9]. Зная оператор эволюции U можно определить матрицу плотности после воздействия η -го лазерного импульса

$$\rho(t_\eta + \Delta t_\eta) = U(\Delta t_\eta) \rho(t_\eta) U^\dagger(\Delta t_\eta) \quad (1)$$

Рассмотрим схему возбуждения стимулированного фотонного эха в трехуровневой системе по V – схеме. В рассматриваемом случае гамильтониан системы можно представить в виде:

$$\tilde{H}_0 = \hbar \Delta_{12} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \Gamma \end{pmatrix}, \quad \Gamma = \frac{\Omega_{13}}{\Omega_{12}}$$

- параметр неэквидистантности спектра системы, $\Delta_{12} = \Omega_2 - \Omega_1 - \omega_{12}$,

$\Omega_{il} = \Omega_l - \Omega_i$, $\hbar \Omega_i$ - энергия i -го уровня, ω_{12} - частота лазерного излучения резонансного перехода 1-2.

Напряженность электрического поля отклика найдем как

$$\vec{E}(\vec{r}, t') = \frac{1}{\hbar^3 c^2 \vec{R}_0} \sum_j \int \langle \ddot{\vec{d}}_j \rangle \times \vec{n} \times \vec{n} g(\Delta_{12}) d\Delta_{12} \quad (2)$$

где \vec{n} - единичный вектор в направлении наблюдения, $g(\Delta_{12})$ - функция распределения частот неоднородно уширенной

линии резонансного перехода, $t' = t - \frac{\vec{R}_0 \vec{n}}{\tilde{n}} + \frac{\vec{r}_j \vec{n}}{\tilde{n}}$, \vec{R}_0 - радиус-вектор точки наблюдения, \vec{r}_j - радиус-вектор

местоположения j -го оптического центра, $\langle \vec{d}_j(t') \rangle = Sp(\rho \vec{d}_j(t')) = \mathbf{d}_{21} \rho_{12}^{(3)} + \mathbf{d}_{31} \rho_{13}^{(3)} + k.c.$, а матричные элементы матрицы плотности после воздействия трех возбуждающих лазерных импульсов получены в работе [12].

Воздействие внешних пространственно неоднородных электрических полей на резонансную систему атомов может влиять на воспроизводимость информации в откликах СФЭ. Следуя работам [6,7,8,9,10] будем считать, что воздействие неоднородных электрических полей приводит к дополнительным частотным сдвигам: $f_{il}(\Delta \tau_{mn}, \Delta, \vec{r}_j)$, f_{il} - частотный сдвиг за счет эффекта Штарка. В случае линейного эффекта Штарка во внешнем пространственно-неоднородном электрическом поле будем считать, что

$f_{il}(\tau_{mn}, \vec{r}_j) = \tilde{N}_S^{(il)} (\vec{\nabla} E(\tau_{mn}, \vec{r}_j) \vec{r}_j)$, где τ_{12} - время воздействия неоднородного электрического поля между первым и

вторым возбуждающим импульсом, τ_{23} - время воздействия неоднородного электрического поля после третьего импульса, $C_S^{(il)}$ - постоянная. Величина $C_S^{(il)}$ для кристалла $\text{LaF}_3: \text{Pr}^{3+}$ равна 100 КГц/(В/см) [11].

В этом случае пространственно-временная структура отклика СФЭ определится выражением аналогичным полученному в работе [12]:

$$I \sim E \cdot E^* \quad (3)$$

где

$$E \sim \int_{V=-\infty}^{+\infty} \int g(\Delta_{12}) d\Delta_{12} \sin \theta_1 \sin \theta_2 \sin \theta_3 \tilde{S}_{13}^{(1)*}(\Gamma \Delta_{12}) \times \tilde{S}_{13}^{(2)}(\Gamma \Delta_{12}) \tilde{S}_{12}^{(3)}(\Delta_{12}) \exp \left\{ i(\Delta_{12} + f_{12}) \left[(t - \tau_{12} - \tau_{23}) - \frac{\Gamma(\Delta_{12} + f_{13}) \tau_{12}}{(\Delta_{12} + f_{12})} \right] \right\} dV$$

где, θ_η - площадь η -го импульса, $S^{(n)}(t) = \varepsilon^{(n)}(t) \exp(-i \vec{k}_\eta \vec{r})$, $\varepsilon^{(n)}(t)$ - временная форма объектного импульса,

$\tilde{S}^{(n)}(\Delta) = \int_{t_\eta - \Delta t_\eta / 2}^{t_\eta + \Delta t_\eta / 2} S^{(n)}(t) \exp(-i \hbar^{-1} \Delta \cdot t) dt$, $\tilde{S}^{(n)}(\Delta)$ представляет спектр огибающей η -го импульса, \vec{k} - волновой вектор.

Восстановление фазовой памяти трехуровневой системы

Рассмотрим формирование стимулированного фотонного эха в системе трехуровневых оптических центров с неэквидистантными энергетическими уровнями $|1\rangle$, $|2\rangle$, $|3\rangle$ с энергиями $\hbar \Omega_0$, $\hbar \Omega_1$, $\hbar \Omega_2$ соответственно (рис.1). Уровни 1, 2, 3 соответствуют уровням энергии ионов Pr^{3+} в матрице LaF_3 . Переход 1 – 2 соответствует ${}^3H_4 \rightarrow {}^1D_2$ с длиной волны 600 нм, а переход

1 – 3 соответствует ${}^3H_4 \rightarrow {}^3P_0$ с длиной волны 477 нм (параметр неэквидистантности спектра системы $\Gamma = 1,26$). $\omega_{lm}^{(n)}$ – несущие частоты излучения лазерных импульсов, резонансные соответствующим энергетическим переходам оптических центров.

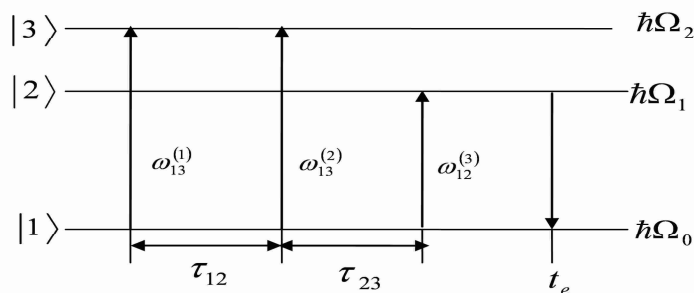


Рис. 1. Спектр возбуждения СФЭ в трехуровневой системе. $\omega_{lm}^{(n)}$ - несущая частота n -го лазерного импульса на переходе lm , t_e - время появления отклика СФЭ.

Нас будет интересовать интенсивность отклика стимулированного фотонного эха при различных значениях градиентов внешних пространственно неоднородных электрических полей, накладываемых на образец в интервалах времени между первым и вторым и после третьего возбуждающего импульса. На рисунке 2 приведен результат численного расчета выражения (3).

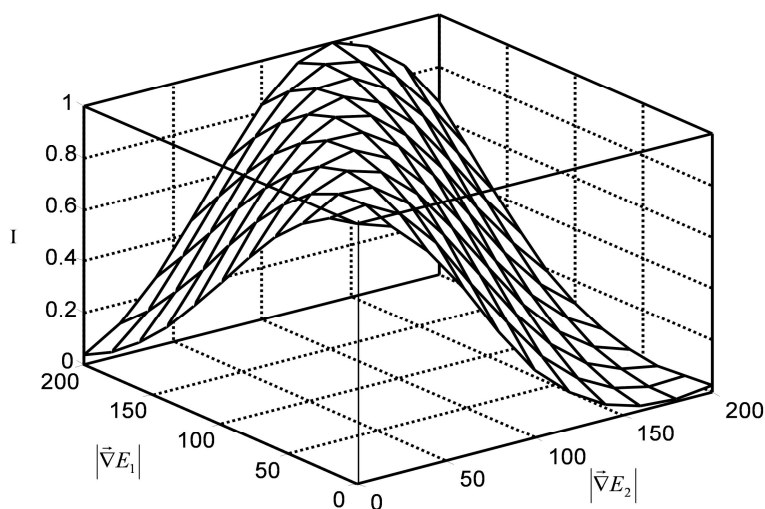


Рис. 2. Зависимость интенсивности отклика стимулированного фотонного эха, формируемого в трехуровневой системе от значений градиентов внешних пространственно неоднородных полей, $\Gamma=1,26$.

Кроме того нами было рассмотрено формирование отклика стимулированного фотонного эха и при $\Gamma=1$, то есть случай двухуровневой системы резонансных примесных центров. Результат расчета для этого случая приведен на рисунке 3.

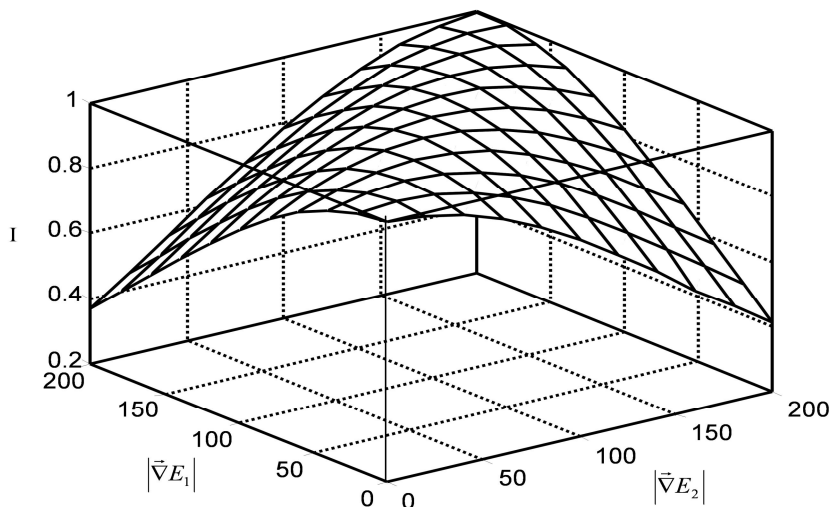


Рис. 3. Зависимость интенсивности отклика стимулированного фотонного эха формируемого в двухуровневой системе от значений градиентов внешних пространственно неоднородных полей, $\Gamma=1$.

Заключение

Из анализа рисунков 2 и 3 следует, что в отличие от двухуровневой системы, в трехуровневой системе восстановление фазовой памяти происходит при неодинаковых значениях градиентов внешних электрических полей, накладываемых между первым и вторым и после третьего возбуждающего импульса, что проявляется в виде максимума интенсивности отклика

стимулированного фотонного эха. Считая, что $C_S^{(12)} \approx C_S^{(13)}$ и $\Gamma=1,26$ (схема возбуждения на рисунке 1) максимум интенсивности наблюдается при отношении градиентов $\left| \vec{\nabla} E_1 \right| / \left| \vec{\nabla} E_2 \right| \approx 1,4$. Отметим, что для двухуровневой системы максимум интенсивности наблюдается при отношении градиентов $\left| \vec{\nabla} E_1 \right| / \left| \vec{\nabla} E_2 \right| = 1$.

Литература

1. Kalachev A.A., Samartsev V.V., Coherent phenomena in optics. Kazan State University, Kazan. 2003. 280 pp.
2. Fleischhauer M., Lukin M.D. Entanglement of Atomic Ensembles by Trapping Correlated Photon States // Phys.Rev.Lett. 2000. V. 84. p. 4232 – 4235.
3. Tittel W., Afzelius M., Chaneliere Th., Cone R., Kroll S., Moiseev S.A., Sellars M. Photon-echo quantum memory in solid state systems // Laser & Photon. Rev., 2010. № 2. p. 244–267.
4. Нефедьев Л.А., Самарцев В.В. Цветная эхо-голография // Оптика и спектроскопия. 1987. Т. 62. № 3. С. 701-703.
5. Nefediev L.A., Rusanova I.A. Copying quantum information in a three-level medium with a phase memory // Laser physics. 2002. V.12. № 3. P. 1-5.
6. Нефедьев Л.А., Низамова Э.И., Тактаева С.В. Влияние некоррелированности неоднородного уширения на формирование переходных оптических процессов в многоуровневых системах // Оптика и спектроскопия. 2012. Т. 113. №2. С. 156-161.
7. Нефедьев Л.А., Гарнаева (Хакимзянова) Г.И. Корреляция неоднородного уширения и эффективность запираания информации в оптических эхо-процессор // Оптика и спектроскопия. 2005. Т. 98. №1. С. 41-45.
8. Нефедьев Л.А., Гарнаева (Хакимзянова) Г.И. Эффект «запираания» сигналов фотонного эха при многоканальной записи информации // Оптика и спектроскопия. 2008. Т. 105. № 6. С. 1007-1012.
9. Нефедьев Л.А., Гарнаева Г.И., Усманов Р.Г. Многоканальная запись информации на основе эффекта «запираания» сигналов фотонного эха // Оптический журнал. 2010. Т. 77. № 2. С. 27-29.
10. Нефедьев Л.А., Гарнаева (Хакимзянова) Г.И. Эффект «запираания» информации в оптических запоминающих устройствах на основе фотонного эха // Вестник ЧелГу. 2009. Выпуск 6 (физика). №25 (163). С. 13-22.
11. Mitsunaga M., Yano R., Uesugi N. Time- and frequency-domain hybrid optical memory: 1.6-kbit data storage in $\text{Eu}^{3+}:\text{Y}_2\text{SiO}_5$ // Optics Letters. 1991. V. 16. P. 1890-1892.
12. Nefediev L.A., Sakhbieva A.R., Nizamova E.I. Determination of optimum conditions for reproducing information in optical echo processors // Journal of Russian laser research. 2013. V. 34. № 4. P. 355-359.

Немировский А.В.

Аспирант, Московский государственный горный университет

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПЫЛЕНИЯ НАЛИВНОГО ХВОСТОХРАНИЛИЩА ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛИНОКОМПОЗИТНЫХ АДГЕЗИОННЫХ ХВОСТОВ

Аннотация

Представлен краткий обзор методов предотвращения пыления наливных хвостохранилищ на железорудных комбинатах. Используемые на практике методы характеризуются высокими трудовыми и материальными затратами. Разработан способ предотвращения пыления, в основе которого использование вяжущего на основе глины и отходов целлюлозы. Проведены лабораторные эксперименты и выполнены предварительные расчеты, подтверждающие возможность реализации способа при невысоких материальных затратах и без применения специальной техники на поверхности хвостохранилища.

Ключевые слова: хвостохранилище, пыль, вяжущий состав, глина, отходы целлюлозы

Nemirovskiy A.V.

Postgraduate student, Moscow State Mining University

THE INVENTION OF PREVENTION WAY OF DUSTING ALLOCATION STOREHOUSE OF THE MINING ENTERPRISE WITH USE OF COMPOSITE ADHESIVE CLAY STRUCTURES

Abstract

The short review of methods of prevention dusting allocation storehouses of a mineral waste at ore industrial enterprises is presented. Methods used in practice are characterized high labor and material inputs. The way of reduction of allocation of a dust, in which basis use of a material on the basis of clay and a cellulose waste is developed. Laboratory experiments are made and the predesigns confirming possibility of realization of a way at low material inputs and without application of the special technics on a surface of storehouse of a mineral waste are executed.

Keywords: storehouse of a waste, dust, fixing material, clay, cellulose waste

Состояние окружающей среды в горнодобывающих регионах функционирования горно-обогатительных комбинатов, характеризуется наличием значительных территорий хвостохранилищ. В летнее время в воздушная атмосфера испытывает пылевую нагрузку по действием ветровых потоков, что наносит экологический ущерб окружающей среде.

Пыление на хвостохранилища возникает в основном локально на участках, не покрытых водной поверхностью, пляжной зоны намывных отсеков, в откосах ограждающих дамб и плотин [1]. В жаркий засушливый период с поверхности таких объектов посредством ветровой эрозии при скорости воздушного потока более 4 м/с выносятся вредная техногенная пыль.

Опыт эксплуатации показывает, что даже в наливных хвостохранилищах образуются надводные пляжи, которые в сухую и ветреную погоду являются постоянным источником пылеобразования. В летние месяцы, когда поверхность хвостохранилища нагревается до 40 - 50°C, она быстро теряет влагу и легко поддается ветровой эрозии. Таким образом, борьба с пылением хвостохранилищ комбинатов, в частности Курской магнитной аномалии, является остроактуальной проблемой.

Радикальным решением проблемы борьбы с пылением на законсервированных хвостохранилищах является их рекультивация. Эффективные мероприятия по предотвращению пыления проводят в основном на отработанных хвостохранилищах путем рекультивации дамб обвалования и их поверхности. На действующих хвостохранилищах борьба с пылением затруднена, поскольку весьма трудно создать долговечное и выдерживающее высокие механические нагрузки покрытие.

Существуют множество способов закрепления поверхности пляжей действующих хвостохранилищ, включая: гидротехнический, аэродинамический, технологический, механический, биологический и химический.

Так, например, на Михайловском ГОКе в течение последних 10 лет внедряется технология круглогодичного производства гидромеханизированных работ по укладке «хвостов» на пляжи хвостохранилища, чтобы использовать их для наращивания ограждающих дамб. Дополнительные работы по возведению дамбы компенсируется достигаемым эффектом сокращения пыления пляжей за счет подъема уровня воды на ограниченной площади хвостохранилища.

На Лебединском ГОКе применяют технологию заполнения хвостохранилища, когда через каждые 4-5 м по высоте осуществляют временную консервацию отсеков путем намыва в них слоя суглинка толщиной 0,2-0,5 м, используя вскрышу из карьера. Очаги интенсивного пыления смачивают из технологических пульповодов. При этом площади открытых поверхностей хвостохранилища сократились, что дало эффект не только в снижении пыления хвостохранилища, но и в снижении потерь воды на фильтрацию, подтопление прилегающих территорий, снижении загрязнения подземных вод, зарастании откосов и берм намывных дамб и плотин древесно-кустарниковой и травянистой растительностью.

В Белгородском государственном университете разработан способ закрепления пылящих поверхностей хвостохранилищ путем нанесения на поверхность меловой суспензии с последующей обработкой её разбавленным раствором серной кислоты [2]. В результате образуется поверхностный слой по составу близкий к природному гипсу. Похожий метод был разработан в институте ВИОГЕМ и заключается в обработке хвостохранилища слабым раствором соляной кислоты. Образующийся слой, обладает повышенным содержанием влаги и противостоит ветровой эрозии. Для реализации способа требуется множество поливочных машин и разбрызгивающих агрегатов, что является сдерживающим фактором при широкой реализации.

В патентной документации [3] описано устройство для закрепления пылящих поверхностей хвостохранилищ и отвалов горных пород, которое позволяет одновременно выравнивать, орошать, перемешивать и укатывать пылящую поверхность. Так же предусмотрено применение одновременно двух реагентов к первому и второму рядам дисков смесителей. Все механизмы объединены в единую конструктивную схему, способствующую качественному приготовлению закрепляющей смеси и позволяющую производить работы на пылящих поверхностях крутых откосов. К недостаткам способа следует отнести низкую производительность и высокие трудозатраты.

На VIII Московском международном салоне инноваций и инвестиции был представлен способ по которому изоляционную смесь из отходов полиэтилена и полипропилена наносят на предварительно подготовленную поверхность шламо- и хвостохранилищ, а затем подвергают температурной обработке до сплавления с поверхностью [4,5]. Далее на изоляционный слой отсыпается гравий или галька, для предотвращения разрушающего воздействия солнечной радиации. Способ отличается высокой эффективностью и, одновременно, значительной стоимостью работ.

На Стойленском ГОКе (СГОК) для борьбы с пылью по периметру хвостохранилища проложены трубы, в которых через определенное расстояние расположены разбрызгиватели воды. Как только хвостохранилище начинает пылить, по трубам подают воду и через форсунки распыляют воду над прилегающей поверхностью пляжа. Недостатком способа является ограниченная зона смачивания прибрежной части и высокие энергозатраты на работу насосных агрегатов.

Американская фирма «Smart Fog» производит системы пылеподавления всех размеров. Одной из таких систем является «Smart Fog Dust Suppression Systems». Принцип работы этой системы заключается в том, что капли воды «разбивают» до размера 4,2 микрона, то есть создается туман. Размер капель был обоснован экспериментами, проведенными в Colorado School of Mines. Экспериментально доказано, что при размере капли соизмеримым с размером частицы пыли происходит их лучшее смачивание и осаждение [6]. Подобные системы «Fog Cannons», которые также производят туман, изготавливает австралийская фирма «Wet Earth» [7].

Американская фирма «Dust Solutions» наряду с производством туманообразующих установок занимается изготовлением, так называемых ветровых экранов «DustTAMER™ Wind Screen Systems» [8]. Эти экраны позволяют снизить скорость ветра и минимизировать ветровую эрозию поверхности. Сделаны они из специального пористого материала, который позволяет 30% воздуха проходить через экран и, тем самым, целенаправленно управлять аэродинамическими потоками над поверхностью.

Подводя итоги выполненному анализу, можно утверждать, что известные технологии пылеподавления на хвостохранилищах принципиально решают важную экологическую задачу, однако все они отличаются высокой трудоемкостью и энергозатратами.

В МГУ предложен оригинальный технологический вариант решения проблемы, имеющий преимущества по сравнению с представленными выше. Главная идея предлагаемого способа является добавление в пульпу, поступающую в хвостохранилища, ограниченного количества (порядка 0,1% от всего массового потока «хвостов») экологически чистого связующего вещества, обладающего свойством плавучести в воде, твердости и прочности после осаждения и осушения на пылящей поверхности, дезинтеграции и плавучести при последующих смачиваниях. Такие свойства связующего вещества обеспечивают решение задачи предотвращения пыления на всей намываемой площади хвостохранилища и не требует применения специальной техники, обрабатывающей поверхностный слой «хвостов» на огромной площади. По существу, потоки пульпы, поступающие на хвостохранилище, уже обладают свойством самопроизвольно формировать такую новую поверхность, которая не пылит, все время находится в верхней части и обладает свойством всплытия при последующих поступлениях очередных потоков пульпы.

В ходе экспериментальных исследований в лабораторных условиях найден состав, обладающий таким свойством. Основа состава содержит глину вскрышных пород, скрепленную в мелкодисперсном помеле с легким, липким целлюлозным составом.

В лабораторных условиях исследованы несколько закрепляющих составов. В частности для нахождения идеального состава были проведены эксперименты, в которых к отобраным образцам отходов обогащения с хвостохранилища СГОКа были добавлены различные вещества: глина, экологически чистые масла, мелко измельченная древесная стружка, клейкие составы и их комбинации. На основании исследований выявлена наиболее удачная оказалась смесь, в состав которой входят мелко измельченные юрская глина и отход целлюлозно-бумажной промышленности. Эта смесь, как и планировалось, постоянно остается на поверхности и прочно скрепляет поверхностный слой, не давая «хвостам» пылить. Образец «хвостов» (Рис.1), покрытый такой оптимальной смесью. Видно, что образец устойчиво лежит на горизонтальной поверхности под углом 90° и больше.

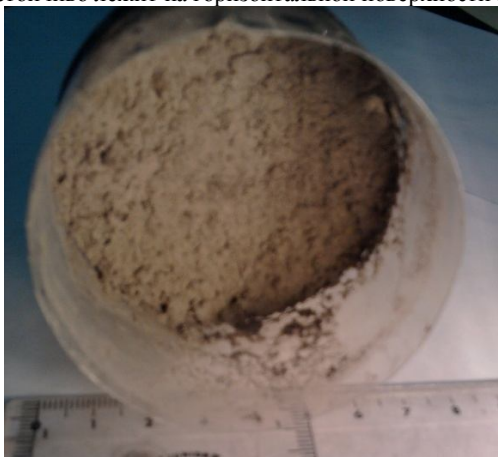


Рис. 1 – Образец «хвостов» с вяжущим составом на поверхности

Для проведения последующих лабораторных исследований было отобрано множество образцов «хвостов» СГОКа, к которым в последствии была добавлена найденная оптимальная смесь в весовой пропорции: 7...10 единиц массы глины к единице массе отходов целлюлозы. По нашим оценкам, стоимость подобранной смеси при практической реализации способа сравнима с транспортными расходами для ее доставки к месту приготовления.

С целью определения оптимальной толщины поверхностного слоя эксперименты проведены на образцах в равных условиях. Для имитации выпуска пульпы в образцы добавили воду, тщательно перемешали и оставили отстаиваться до полного осушения и испарения воды. После испарения воды на поверхности образцов формируется твердая корка, по аналогии с рисунком 1.

Чтобы убедиться в том, что смесь остается на поверхности хвостохранилища после повторного покрытия ее пульпой в смесь добавляли новую водяную пульпу, перемешивали и оставляли отстаиваться. Эти эксперименты показали, что смеси даже при повторном перемешивании сохраняют плавучесть, поднимаются на поверхность «хвостов» и снова образуют твердый поверхностный слой. Для определения наилучшего соотношения были проведены эксперименты на прочность получившегося поверхностного слоя. Схема экспериментальной установки, имитирующей методику определения сопротивления горной породы ударным воздействиям по ГОСТ 30629-99 (Рис.2).

Согласно Методике груз массой 162,5 г сбрасывают на поверхность образованной твердой корки 2 на поверхности «хвостов» 3. Высоту сбрасывания груза 1 фиксируют мерной линейкой 4. Критерием ударной прочности является величина диаметра отпечатка от шарика и появление трещин раскола.

В процессе экспериментов на поверхность образцов с одинаковой высоты сбрасывался шарик массой 162,5 г и по площади образовавшейся лунки отбирались наиболее прочные, то есть те в которых площадь оказалась меньше.

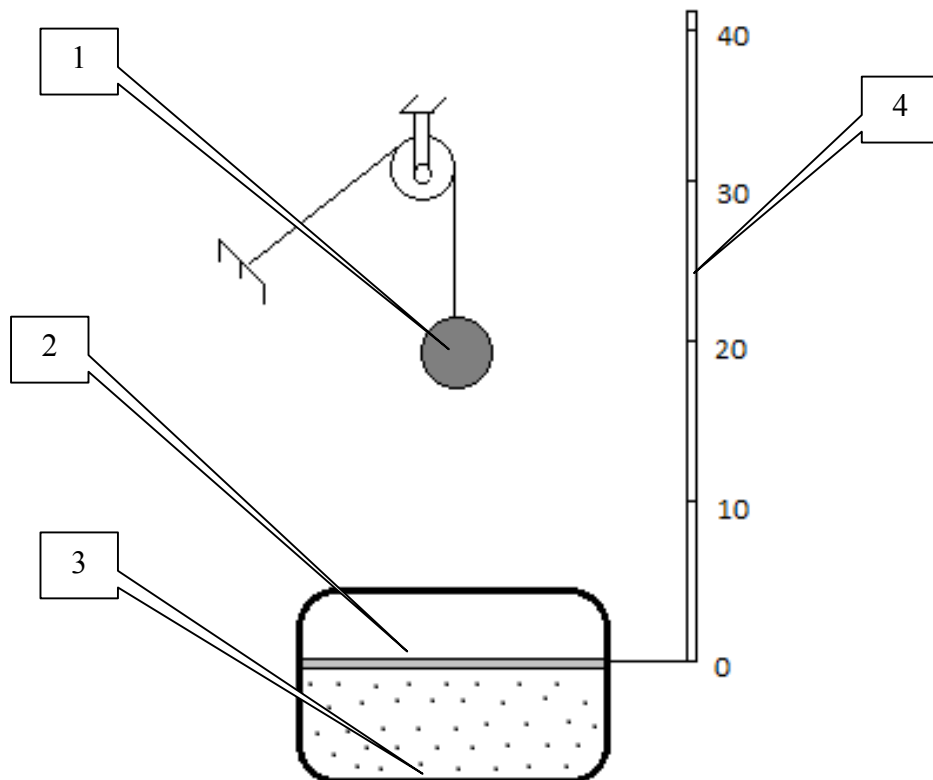


Рис. 2- Схема экспериментальной установки

Протокол испытаний поверхностного слоя ударному воздействию (таб.1).

Таблица 1- Протокол испытаний

Высота сбрасывания гири, см	Толщина слоя, мм			
	1	4	5	10
10	Никаких изменений	Никаких изменений	Никаких изменений	Никаких изменений
15	Слой проседает, образуется лунка	Слабозаметное углубление	Слой проседает, образуется лунка	Практически незаметное углубление
17	Образуется лунка	Слабозаметное углубление	Образуется лунка	Слабозаметное углубление
20	Образуется глубокая лунка, появляются трещины	Углубление увеличивается в диаметре	Углубление увеличивается в диаметре	Слабозаметное углубление
22	Увеличивается количество трещин, слой полностью разрушается	Появляется заметное углубление	Появляется большая лунка, пошли трещины	Незначительное углубление
25	—	Появляется значительное углубление	Увеличивается количество трещин, слой полностью разрушается	Появилось небольшое углубление
27	—	Значительное углубление	—	Небольшое углубление
30	—	Значительное углубление, появляются трещины	—	Углубление увеличивается в размерах
32	—	Увеличивается количество трещин, слой полностью разрушается	—	Значительное углубление
35	—	—	—	Значительное углубление
37	—	—	—	Значительное углубление, появляются трещины
40	—	—	—	Увеличивается количество трещин, слой полностью разрушается

Фотографии поверхности образцов, представленных в протоколе, после испытаний изображены на рисунках 3. По результатам испытаний образец с толщиной слоя 5 мм оказался наиболее устойчивым ударному воздействию и очевидно способен сохранять сплошность при ветровых нагрузках 4 м/с и более. Если же по различным причинам все же произойдет разрушение верхнего слоя (например, проехала машина), то атмосферные осадки в виде дождя самопроизвольно будут залечивать разрушенные зоны без вмешательства техники.



Рисунок 3-Образцы с толщиной поверхностного слоя 1 мм, 4мм, 5 мм и 10 мм (последовательно сверху вниз)

Полученных исходных данных достаточно для выполнения расчетов и прогноза ожидаемых показателей. Так, например, по предварительным данным железорудный комбинат КМА, например Стойленский ГОК, при реализации предлагаемого способа предотвращения пыления хвостохранилища должен добавлять в пульпу «хвостов», на выходе из обогатительной фабрики, примерно 30 т/сут. глины со вскрышного комплекса и 3-5 т/сут. вяжущего состава на основе целлюлозы, подготовленных по технологии «ноу-хау» МГГУ. Количество вяжущего материала в виде глинокомпозиционных адгезионных хвостов в пульпе практически не уменьшает вместимость хвостохранилища. При этом примерно за 3 года можно полностью покрыть наливное хвостохранилище экологически чистым поверхностным слоем и предотвратить его последующее пыление.

Литература

1. Е.В. Лычагин, И.В. Сеница. Совершенствование методов закрепления пылящих поверхностей // ГИАБ. Семинар 8 – М.: «Горная книга», 2007. – с.136-140.
2. Патент РФ № 2303700. МПК⁷ E 21 F 005/06. Способ закрепления пылящих поверхностей хранилищ отходов обогащения железных руд / Сергеев С.В., Сеница И.В., Лычагин Е.В., заявитель и патентообладатель Белгородский государственный университет. – № 2006107841/03; заявл. 13.03.06; опубл. 27.07.07. 2
3. Патент РФ №2175065, МПК⁷ E 21 F 5/02. Устройство для закрепления пылящих поверхностей хвостохранилищ и отвалов горных пород / Мязин В.П.; Бабелло В.А.; Офицеров В.Ф.; Ходкевич Д.В.; заявитель и патентообладатель Читинский государственный технический университет. – № 99108902/03; заявл. 26.04.1999; опубл. 20.10.2001.
4. Патент РФ 2151301, МПК⁷ E 21 F 5/16. Способ закрепления пылящих поверхностей / Ушаков В.В.; Браунер Е.Н.; заявитель и патентообладатель Читинский государственный технический университет. – № 98110222/03; заявл. 26.05.1998, опубл. 20.06.2000.
5. Способ консервации и изоляции техногенных месторождений. // Восьмой Московский международный салон инноваций и инвестиций. – 2008. - URL: <http://salon.extech.ru/salon8/db/proj.php?kodproekta=2864> Дата обращения 05.12.11.
6. Smart Fog Dust Suppression Systems // Smart Fog #1 Manufacturer of Intelligent Non-Wetting Industrial Humidifier. – Пер. материала фирмы Smart Fog. – URL: <http://www.smartfog.com/dust-suppression-systems.html> Дата обращения 05.12.11.
7. Fog Cannon Dust Suppression Systems // Wet earth Irrigation, water tanks & dust control. – Пер. материала фирмы WET EARTH. – URL: <http://www.wetearth.com.au/Fog-Cannon-Airborne-Dust-Control> Дата обращения 05.12.11.
8. DustTamer Wind Fence and Wind Screen Systems // Dust Solutions Inc. – Пер. материала фирмы Dust Solution. – URL: <http://www.nodust.com/> Дата обращения 05.12.11.

Терновых И.И.

Аспирант, Воронежский Государственный Университет

ТЕОРЕМА ОБ УСТОЙЧИВОСТИ НЕЧЕТКОГО МНОЖЕСТВА

Аннотация

В статье рассматривается устойчивость одного дифференциального уравнения с нечеткой логикой. На основе понятий нечеткой производной выводится α – устойчивость, асимптотическая α – устойчивость.

Ключевые слова: характеристическая функция, нечеткая динамическая система, нечеткая производная, α – устойчивость.

Ternovikh I.I.

Postgraduate student, Voronezh State University

THEOREM OF STABILITY OF FUZZY SETS

Annotation

The stability of differential equation with fuzzy logic is considered. The fuzzy derivative is derived, applied to the solution of fuzzy system equation and derived α – stability and asymptotic α – stability.

Keywords: membership function, fuzzy dynamical system, fuzzy derivative, α – stability, asymptotic α – stability.

1. Предварительные условия, обозначения и преобразования.

Пусть X – заданное метрическое пространство, тогда нечёткое подмножество [4] $A \subseteq X$ представлено функцией принадлежности $\mu_A: X \rightarrow I = [0,1] \subset \mathbb{R}$. Семейство всех нечётких подмножеств на X обозначим как $\mathcal{F}(X)$.

Слабым α –срезом нечёткого подмножества $A \subseteq \mathcal{F}(X)$ для $\alpha \in I \setminus \{0\}$, является множество

$$A_\alpha = \{x \in X; \mu_A(x) \geq \alpha\}.$$

Динамическое поведение непрерывной нечёткой системы, чьё состояние во времени t обозначается $x(t) \in \mathcal{F}(X)$ определяется дифференциальным уравнением вида:

$$\dot{x}(t) = x(t) \circ R, \quad (1)$$

Где $x(t) \in \mathcal{F}(X)$ – состояние системы в момент времени t , R – нечеткое отношение, определяющее переход в следующее состояние, с функцией принадлежности $\mu_R(u, y)$.

В терминах функции принадлежности (1) можем переписать в виде:

$$\mu_{\dot{x}(t)}(\alpha) = \bigvee_u [\mu_{x(t)} \wedge \mu_R(u, \alpha)], \quad t \in \mathbb{R}_+, \quad (2)$$

где R – нечёткое отношение, определенное на X (т.е. нечётком подмножестве X^2).

Обозначаем определение функции

$$R_\alpha(u) = \{w \in X; (u, w) \in R_\alpha\} \quad (3)$$

принимая во внимание, что, если d определяет метрику в X , то для всех $\alpha \in I \setminus \{0\}$ должно быть выполнено следующее [1]:

- 1) $R_\alpha(u)$ – компактное и непустое,
- 2) $R_\alpha(\cdot)$ – непрерывное по Липшицу, т.е. существует такое действительное k , что для всех u_1, u_2 , $d[R_\alpha(u_1), R_\alpha(u_2)] < k \cdot d(u_1, u_2)$, мы можем показать, что нечёткая система определяется уравнением

$$\dot{x}_\alpha(t) = R_\alpha(x_\alpha(t)) = \bigcup_{u \in x_\alpha(t)} R_\alpha(u) \quad (4)$$

которое имеет единственное решение. Другими словами, если x^0 определяет начальное значение, для всех α существует такое отображение $f_\alpha: \mathcal{F}(X) \rightarrow \mathcal{F}(X)$, что

$$f_{\alpha}(x_{\alpha}^0, t) = x_{\alpha}(t), \quad (5)$$

и такое отображение $f: P(X) \rightarrow P(X)$, что

$$f(x^0, t) = x(t). \quad (6)$$

2. Устойчивость

Пусть M – замкнутое подмножество в X . Для начала вспомним, чтобы избежать потери смысла, определение положительной определённости вещественнозначной функции [1-4].

Определение 1. Функция $V: X \rightarrow \mathbb{R}$ является положительно определённой на множестве M в X тогда и только тогда, когда:

1. $V(x)$ – определена в окрестности множества $N \subset M$.
2. $V(u) = 0$ для $\forall u \in M$.
3. Для $\forall \varepsilon > 0$, существует такая $\delta = \delta(\varepsilon)$, что $V(u) < \varepsilon$ во всех случаях, когда $d(u, M) < \delta$.
4. $\exists \xi: \mathbb{R}_+ \rightarrow \mathbb{R}$ строго возрастающая, непрерывная и такая, что $\xi(0) = 0$ и $\xi(d(u, M)) < V(u)$, для всех $u \in N \setminus M$.

Отметим, что, так как M – замкнутое, $N \setminus M$ никогда не является пустым. Отсюда, существует такая $\eta > 0$, что $M \subset B[M, \eta] \subset N$. (7)

Ввиду этого, если V – положительно определённая функция в M и, если некоторое нечеткое множество $K(\alpha)$, $\alpha \in \mathbb{R}_+$, задано следующим образом:

$$K(\alpha) = \{u \in N: V(u) \leq \alpha\}, \quad (8)$$

то всегда возможно найти такую $\alpha = \inf\{V(u): u \in S(M, \eta)\}$, что $K(\alpha) \subset N$.

(сама)

Используя классическое определение устойчивости по Ляпунову [7-8] и работу Терновых И.И [11] получим определение 2.

Определение 2. Подмножество $M \subset X$ – устойчивое для нечёткой системы f , если для всех $\varepsilon > 0$, существует такое $\delta = \delta(\varepsilon)$, что $u \in B(M, \delta)$ предполагает, что $f(u, t) \subset B(M, \varepsilon)$, для всех $t \in \mathbb{R}_+$.

Определение 3. Подмножество $M \subset X$ дано как α –устойчивое для нечёткой системы f , если для $\forall \varepsilon > 0$ существует такая $\delta = \delta(\varepsilon)$, что $u \in B(M, \delta)$ предполагает, что $f_{\alpha}(u, t) \subset B(M, \varepsilon)$, для всех $t \in \mathbb{R}_+$. (сама)

Определение 4. Подмножество $M \subset X$ дано как α –притягивающее (аттрактор) если существует такая окрестность $N \subset M$, что для всех $u \in N$, для всей последовательности $\{t_n\}$, $t_n \rightarrow \infty$, при $n \rightarrow \infty$, и всей последовательности $\{z_n\}$, $z_n \in f_{\alpha}(u, t_n)$, тогда, $z_n \rightarrow z_0 \in M$ при $n \rightarrow \infty$.

Можно перефразировать эти два определения так (сама расписала):

1. Подмножество $M \subset X$ является α –устойчивым тогда и только тогда, когда для всех $\varepsilon > 0$ существует такая $\delta = \delta(\varepsilon)$, что $u \in B(M, \delta)$ предполагает, что $\mu_{f(u, t)}(z) \leq \alpha$ для всех $z \in B(M, \varepsilon)$, для всех $t \in \mathbb{R}_+$.
2. Подмножество $M \subset X$ является α –притягивающее (аттрактор) если существует такая окрестность $N \subset M$, что для всех $u \in N$, для всей последовательности $\{t_n\}$, $t_n \rightarrow \infty$, при $n \rightarrow \infty$, и всей последовательности $\{z_n\}$, такой, что $z_n \in \mu_{f(u, t_n)}(z_n) \geq \alpha$, тогда, $z_n \rightarrow z \in M$ при $n \rightarrow \infty$.

Определение 5. Подмножество M в X , которое является α – устойчивым и α – притягивающим будем называть α –асимптотически устойчивое.

Критерий α –устойчивости для нечёткой системы можно установить через использование понятия нечёткой производной вещественнозначной функции как в работе Де Гласс [1] также будем опираться на труды классической теории дифференциальных уравнений [4].

Теорема 1. Пусть f – нечёткая система и пусть M – подмножество X . Если существует такая полунепрерывная снизу функция $V: M \rightarrow \mathbb{R}$, что

1. V – определяется в окрестности $N \subset M$,
2. V – положительно определённая по отношению к M ,
3. $\sup D_{\alpha} V(u) \leq 0$, для всех $u \in N$,

тогда M является α –устойчивым.

Доказательство. Пусть $u \in N$. Так как $f_{\alpha}(u, t) \subset N$, $\sup D_{\alpha} V(u) \leq 0$. Следовательно, так как $f_{\alpha}(u, t) \subset N$, $V(z) \leq V(u)$ для всех $z \in f_{\alpha}(u, t)$.

Пусть $\eta^* = \inf\{d(z, M): z \in \partial N\}$. Тогда, для всех таких η , что $0 < \eta < \eta^*$, $K(\eta) \subset N$ и $K(\eta) \cap N \neq \emptyset$. Пусть, $u \in K(\eta)$. Предположим, что существует такая t , что $f_{\alpha}(u, t) \not\subset K(\eta)$. Тогда, существует такая τ и $z \in f_{\alpha}(u, \tau)$, что $V(z) > \eta$, что является противоречием. Отсюда, для всех $u \in K(\eta)$, $f_{\alpha}(u, t) \subset K(\eta)$. Таким образом, для всех $u \in K(\eta)$ и для всех $z \in f_{\alpha}(u, t)$, $V(z) \leq V(u)$.

Так как V – положительно определённая, для всех $\varepsilon > 0$, существует такая $\delta > 0$, что $d(u, M) < \delta$ предполагает, что $V(u) < \varepsilon$. Тогда, для всех $\varepsilon > 0$, существует такая $\delta > 0$, что $d(u, M) < \delta$ предполагает $V(z) < \varepsilon$, для всех $z \in f_{\alpha}(u, t)$.

Более того, согласно Определению 1, для всех λ , существует такая $\varepsilon > 0$, что $d(u, M) > \lambda$, что предполагает, что $V(u) > \varepsilon = \xi(\lambda)$. Отсюда следует, что $V(u) < \varepsilon$ предполагает, что $d(u, M) < \lambda$.

Таким образом, для всех $\varepsilon > 0$, существует такая $\delta > 0$, что $d(u, M) < \delta$ предполагает, что $d(z, M) < \varepsilon$, для всех $z \in f_{\alpha}(u, t)$, т.е. такая, что $u \in B(M, \delta)$ предполагает, что $f_{\alpha}(u, t) \subset B(M, \varepsilon)$. (сама)

Теорема 2. Пусть f – нечёткая система и пусть M – подмножество X . Если существует такая полунепрерывная снизу функция $V: X \rightarrow \mathbb{R}$, что

1. V – определяется в окрестности $N \subset M$,
2. V – положительно определённая по отношению к M ,

3. $\sup D_{\alpha}V(u) < 0$, для всех $u \in N \setminus M$

тогда M является асимптотически α -устойчивым.

Доказательство. Достаточно доказать, что M – α -притягивающее. Если предположить, что M – не α -притягивающее подмножество, это предполагает, что существует последовательность $\{t_n\}$, где $t_n \rightarrow \infty$, при $n \rightarrow \infty$, и такая последовательность $\{z_n\}$, что $z_n \in f_{\alpha}(u, t_n)$, что $z_n \rightarrow z \in M$. Тогда, $z \in \Omega_{\alpha}(u)$, то есть определенной траектории на α -кривой. Также возможно доказать, что $\sup D_{\alpha}V(z) = 0$, что является противоречием.

Теоремы 1 и 2 предполагают наличие предварительных знаний об эволюционном уравнении и даже о α -кривых. Поскольку, так чаще всего и есть на самом деле, крайне необходимо иметь возможность переформулировать критерий α -устойчивости таким образом, что более широкие знания об эволюционном уравнении не потребуются.

Литература

1. Glas M. Theory of fuzzy systems. // Fuzzy sets and systems. – 1983. – 10. – P. 65–77
2. Е.В. Ивохин, С.О. Волчков. Исследование динамики нечетких дискретных систем // System research & Information Technologies. – 2005. – 4. – P. 94 – 105
3. Леденева Т.М. Обработка нечеткой информации. – Воронеж: ВГУ, 2006. – 233 с.
4. Zadeh A. Lotfi Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision process. // IEEE Transactions on systems, MAN, and Cybernetics, vol. smc – 3, № 1, January, 1973

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ / CHEMICAL SCIENCES

Балыбин Д.В.¹, Попова Е.Д.²

¹ Кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры аналитической и неорганической химии, ФГБОУ ВПО Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина.

² Студентка 4 курса специальности «химия», ФГБОУ ВПО Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина.

ВЛИЯНИЕ О-ФТОРФЕНИЛБИГУАНИДИНА (О-ФФБГ) НА КИНЕТИКУ КАТОДНОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДОРОДА НА ЖЕЛЕЗЕ И ЕГО ТВЕРДОФАЗНУЮ ДИФФУЗИЮ ЧЕРЕЗ СТАЛЬНУЮ МЕМБРАНУ В КИСЛЫХ ХЛОРИДНЫХ СРЕДАХ

Аннотация

Показано, что в присутствии и возрастании концентрации о-фторфенилбигуанидина (0,5 – 40 мМ) в солянокислых водных средах наблюдается изменение природы замедленной стадии реакции выделения водорода на железе согласно ряду: замедленный разряд → лимитирующая химическая рекомбинация → замедленная латеральная диффузия → лимитирующий разряд.

Ключевые слова: железо, ионы водорода, разряд, о-фторфенилбигуанидин, замедленная стадия.

Balybin D. V.¹, Popova E. D.²

¹ Candidate of chemical sciences, assistant professor of analytical and inorganic chemistry department, Tambov State University named after G.R. Derzhavin

² Student of speciality «Chemistry» in Tambov State University named after G.R. Derzhavin

INFLUENCE OF O-FLUOROPHENYLBIGUANIDINE ON HYDROGEN EVOLUTION REACTION KINETICS ON IRON IN ACIDIC CHLORIDE MEDIA

Abstract

It is shown that in the presence of increasing o-fluorophenylbiguanidine concentrations (0,5 – 40 mM) in the hydrogen chloride aqueous media, change of nature of the slow stage of hydrogen release reaction on iron is observed according to the row: slow discharge – limiting chemical recombination – slow lateral diffusion – limiting discharge.

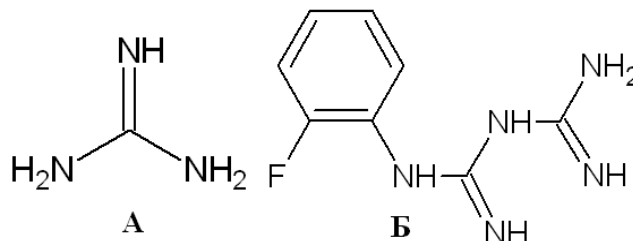
Keywords: iron, hydrogen ions, discharge, o-fluorophenylbiguanidine, slow stage.

Реакция катодного выделения водорода (РВВ) – одна из наиболее изученных, обобщённых и вместе с тем изучаемых в настоящее время, так как она во многом является определяющей для интерпретации закономерностей электрохимической кинетики. Одновременно трудно переоценить ее роль и при решении прикладных вопросов, в частности, защиты металлов от коррозии и проблем водородной энергетики, связанных с получением электролитического водорода и его аккумулярованием. Таким образом, в прикладном плане в одних условиях РВВ целесообразно стимулировать, в других – подавлять. Существуют работы, посвященные РВВ в различных условиях на различных материалах, но, зачастую, мнения авторов о лимитирующей стадии РВВ, вывывая которую возможно будет управлять этим процессом, расходятся.

Целью настоящей работы явилось изучение связи кинетики реакции выделения водорода на железе при различной кислотности и концентрации о-фторфенилбигуанидина (о-ФФБГ) в водных и водно-органических кислых хлоридных средах с процессом твердофазной диффузии водорода через стальную (Ст3) мембрану.

Методика эксперимента

Исучена добавка о-фторфенилбигуанидина (Б), который является аналогом гуанидина (А) сильного однокислотного бескислородного органического основания с pK_a протонированной формы, иона гуанидиния, по одним данным равным в воде 13,6 [1]; по другим -11 [1].



Исследования проведены в водных и водно-органических (10 масс. % воды в этиленгликоле) растворах с составом электролита x М HCl + $(1 - x)$ М LiCl, полученных насыщением исходных растворителей сухим хлористым водородом с последующим разбавлением ими полученной системы до заданной кислотности и введением высушенного при 107°C хлорида лития. Кинетику РВВ исследовали на Ст3 в условиях потенциодинамической поляризации (потенциостат - Solartron 1285, скорость развертки 0,66 мВ/с), водородная атмосфера, комнатная температура, потенциалы пересчитаны по стандартной водородной шкале.

Электрохимические измерения проведены в двух экспериментальных сериях: в одной использован насыщенный водный хлоридсеребряный электрод сравнения, во второй – равновесный водородный электрод в том же рабочем растворе. Рабочий электрод с видимой поверхностью $0,5 \text{ см}^2$ армировали в оправу из эпоксидной смолы, отвержденной полиэтиленполиамином, перед экспериментом шлифовали и полировали, затем обезжировали ацетоном. Использована трехэлектродная электрохимическая ячейка с разделенным шлифом анодным и катодным пространствами, вспомогательный электрод - гладкая платина.

Экспериментальные результаты и их обсуждения

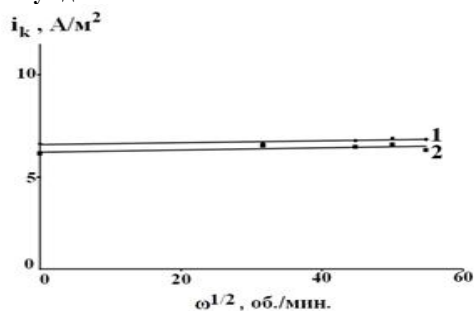


Рис. 1. Зависимость катодного тока от скорости вращения стального электрода в условиях катодной поляризации $\Delta E_K = -50$ мВ, $\tau_{\text{выдержки}} = 300$ сек. 1 – $0,1 \text{ M HCl} + 0,9 \text{ M LiCl}$ – фон; 2 – фон + 1 mM o-FBG .

Из рисунка 1 видно, что катодный ток не является функцией скорости вращения дискового электрода, из этого следует, что при поляризации на величину -50 мВ наблюдается кинетический контроль скорости катодной реакции. При введении минимального количества добавки о-ФФБГ в водный растворитель лимитирующей стадией является замедленный разряд, как и в фоновых растворах (таблица 1). Увеличение концентрации о-ФФБГ до 1 ммоль/л приводит к смене лимитирующей стадии с замедленного разряда на замедленную рекомбинацию (таблица 1).

Таблица 1. Кинетические параметры РВВ на железе в присутствии о-ФФБГ в водных кислых хлоридных растворах с составом электролита $x \text{ M HCl} + (1 - x) \text{ M LiCl}$ (водородная атмосфера, комнатная температура).

л	$C_{\text{o-ФФБГ}}, \text{ ммоль/л}$	$-\frac{dE}{d \lg i_k}, \text{ В}$	$-\frac{dE}{d \lg C_{\text{H}^+}}, \text{ В}$	$\left(\frac{\partial \lg i_k}{\partial \lg C_{\text{H}^+}}\right)_E$	$\frac{d\eta_H}{d \lg i_k}, \text{ В}$	$-\frac{d\eta_H}{d \lg C_{\text{H}^+}}, \text{ В}$	$\left(\frac{\partial \lg i_k}{\partial \lg C_{\text{H}^+}}\right)_\eta$
	0	0,115	0,065	0,90	0,115	0,060	0,50
	0,5	0,110	0,060	0,80	0,110	0,060	0,50
	1,0	0,110	0,065	0,50	0,110	0	0
	5,0	0,115	0,075	0,75	0,115	0,035	0,25
	10,0	0,120	0,060	0,75	0,120	0,025	0,25
	20,0	0,120	0,065	0,60	0,120	0,030	0,20
	30,0	0,120	0,080	1,0	0,120	0,045	0,50
	40,0	0,120	0,125	1,10	0,120	0,060	0,55

При $5, 10$ (таблица 1) и 20 ммоль/л о-ФФБГ реализуется замедленная латеральная диффузия, а при 30 и 40 ммоль/л о-ФФБГ вновь лимитирует реакция разряда (таблица 1). Во всем концентрационном интервале о-ФФБГ наблюдается следующая смена природы лимитирующей стадии: разряд \rightarrow рекомбинация \rightarrow поверхностная диффузия \rightarrow разряд [2].

Таблица 2. Кинетические параметры РВВ на железе в присутствии о-ФФБГ в водно-этиленгликолевых растворах, содержащих 10 масс \% воды.

л	$C_{\text{o-ФФБГ}}, \text{ ммоль/л}$	$-\frac{dE}{d \lg i_k}$	$-\frac{dE}{d \lg C_{\text{H}^+}}$	$\left(\frac{\partial \lg i_k}{\partial \lg C_{\text{H}^+}}\right)_E$	$\frac{d\eta_H}{d \lg i_k}$	$-\frac{d\eta_H}{d \lg C_{\text{H}^+}}$	$\left(\frac{\partial \lg i_k}{\partial \lg C_{\text{H}^+}}\right)_\eta$
	0	0,125	0,090	0,45	0,125	0	0
	0,5	0,125	0,060	0,70	0,125	0,050	0,30
	1,0	0,120	0,100	0,90	0,120	0,040	0,45
	5,0	0,120	0,120	0,90	0,120	0,075	0,45
	10,0	0,125	0,100	0,75	0,125	0,065	0,40
	20,0	0,130	0,110	1,10	0,130	0,100	0,60
	30,0	0,110	0,100	1,20	0,110	0,090	0,50
	40,0	0,120	0,120	1,30	0,100	0,100	0,65

Интересным для изучения является связь кинетики РВВ на железе с его твердофазной диффузией через стальную мембрану в тех же системах. Исследования проведены по общепринятой методике [3].

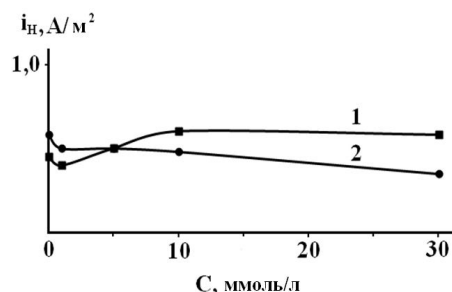


Рис. 2. Закономерности твердофазной диффузии водорода через стальную мембрану из растворов системы $H_2O - HCl$ от концентрации о-ФФБГ (1-0,99M HCl; 2-0,05M HCl).

Можно было ожидать принципиальных изменений кинетических закономерностей в условиях различной природы замедленной стадии, наличие изломов или перегибов на соответствующих кривых в координатах $i_H, C_{O_{ФГ}}$. Однако оказалось, что скорость диффузии водорода через мембрану i_H практически не зависит от этого фактора (рис. 2).

Литература

1. Альберт А., Сергент А.Е.. Константы ионизации кислот и оснований. // М.: Химия. 1964. С. 179.
2. Фрумкин А.Н. Перенапряжение водорода. М.: Наука. 1988. 240 с.
3. Кардаш Н.В., Батраков В.В. Влияние состава раствора на диффузию водорода через металлическую мембрану. // Защита металлов. 1995. Т. 31. № 4. С. 441 - 444.

Вольхин В.В.¹, Сухоплечева Е.А.², Пермякова И.А.³, Казаков Д.А.⁴

¹ Профессор, доктор химических наук, ² студент, ³ аспирант, ⁴ кандидат химических наук, Пермский национальный исследовательский политехнический университет

КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ КАК СОРАСТВОРИТЕЛИ СМЕСИ ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА И ЭТАНОЛА

Аннотация

С целью создания условий для интенсификации процесса получения биодизеля из отработанного масла и этанола рассмотрена возможность гомогенизации смеси масло + этанол. При этом решалась задача определения фазового состава в трехкомпонентных системах TAG –CarbA –EtOH, где TAG –триглицериды (подсолнечное масло), CarbA –карбоновая кислота (масляная, стеариновая, олеиновая), EtOH –этанол при температурах от 30° до 70°С. Показана способность CarbA выступать в качестве соразтворителей расслаивающихся фаз TAG и EtOH. Проанализирована эффективность действия CarbA как соразтворителей в зависимости от их функциональногруппового состава и молекулярной массы углеводородного радикала. Сформулированы рекомендации по выбору CarbA как соразтворителей для гомогенизации смесей TAG+ EtOH.

Ключевые слова: триацилглицериды жирных кислот, этанол, карбоновые кислоты, соразтворители.

Volkhin V.V.¹, Sukhoplecheva E.A.², Permyakova I.A.³, Kazakov D.A.⁴

¹ Doctor of Chemical Sciences, professor, ² student, ³ postgraduate student; ⁴ Candidate of Chemical Sciences, Perm National Research Polytechnic University

CARBOXYLIC ACIDS AS COSOLVENTS FOR OIL- ETHANOL MIXTURE

Abstract

To create the conditions for the intensification of biodiesel production from waste oil and ethanol, the possibility of homogenization of oil + ethanol mixtures is considered. The problem of determination of the phase composition of three- components systems TAG –CarbA –EtOH is solved, where TAG is triglycerides (sunflower oil), CarbA –carboxylic acid (butyric acid, stearic acid, oleic acid), EtOH –ethanol at temperatures ranging from 30 to 70°C. The ability of CarbA to act as a cosolvent for stratified phases such as TAG and EtOH is demonstrated. The efficiency action of CarbA as a cosolvents depending on their functional- grouping composition and molecular weight of hydrocarbon radicals is analyzed. A recommendations for choosing CarbA as a cosolvent for homogenization of the TAG +EtOH mixtures are formulated.

Keywords: triglycerides of fatty acid, ethanol, carboxylic acids, cosolvents.

Отработанные растительные масла представляют интерес как возобновляемое непищевое сырье для производства биодизеля [1-2]. При получении биодизеля проводят реакцию переэтерификации с участием триглицеридов жирных кислот –основных компонентов растительных масел и низкомолекулярных спиртов. Однако система масло –спирт является гетерогенной, реагенты оказываются в разных фазах, и лимитирующей стадией процесса их взаимодействия обычно становится транспорт, по крайней мере одного из реагентов через поверхность раздела фаз [3]. Для повышения скорости реакций в таких системах традиционно используют метод перемешивания [4]. Однако более кардинальным решением этой проблемы представляется гомогенизация системы за счет использования специальных веществ –соразтворителей [5].

В настоящее время выявлен ряд соразтворителей для смесей растительное масло –метанол/этанол: тетрагидрофуран, н–гексан, диоксан, диметилвый эфир, диэтиловый эфир, этилацетат, диэтиламин, 4-метилпиридин, диметилэтанолламин [5-6]. Однако введение в систему дополнительных веществ усложняет состав жидкой фазы, из которой выделяют конечный продукт. Более привлекательными представляются соразтворители, способные участвовать во взаимодействии основных реагентов и образовывать продукты, допустимые как компоненты в составе биодизеля.

Особенностью состава отработанных растительных масел является накопление в них свободных жирных кислот, содержание которых может повышаться до 40% [7]. На примере олеиновой кислоты показано, что она проявляет способность гомогенизировать смесь масла и этанола и это приводит к увеличению скорости реакции переэтерификации [3]. Удаление олеиновой кислоты из смеси, возможно, за счет реакции этерификации, а продуктом становится этилолеат, который является одним из компонентов биодизеля.

Вместе с тем в составе отработанных растительных масел могут содержаться и другие свободные жирные кислоты, кроме олеиновой, что требует общего подхода к оценке их способности выступать в качестве соразтворителя смеси масло – спирт. В направлении решения этой задачи была выполнена данная работа, посвященная исследованию фазовых равновесий в системах триглицериды жирных кислот (подсолнечное масло) –карбоновая кислота–этанол, где карбоновая кислота представлена олеиновой, стеариновой и масляной кислотами. Последняя из них выбрана для выявления общей тенденции влияния карбоновых кислот на гомогенизацию системы.

Объекты и методы

В работе использовали олеиновую кислоту (фирма Merck), стеариновую кислоту (фирма Sigma Aldrich), масляную кислоту (фирма ООО Снектр-Хим), рафинированное подсолнечное масло. Содержание жирных кислот в подсолнечном масле (масс%):

пальмитиновая (C16:0) – 8.4; стеариновая (C18:0) – 3.6; олеиновая (C18:1) – 25.3; линолевая (C18:2) – 60.1; другие – 2.6. Этанол обезвоживали путем перегонки с избытком прокаленного оксида кальция.

Изучение фазовых равновесий в трехкомпонентных системах проводили визуально – полиметрическим методом [8] при температурах от 30 до 70°C.

Результаты и их обсуждение

На рис. 1 представлены фазовые диаграммы трехкомпонентных систем TAG – CarbA – EtOH, где TAG – триглицериды (подсолнечное масло); CarbA – карбоновая кислота: масляная (ButA), стеариновая (StA), олеиновая (OIA), и EtOH – этанол, для температур 30, 40, 50, 60 и 70°C (системы с ButA и OIA) и температур 50, 55, 60, 65 и 70°C (система с StA).

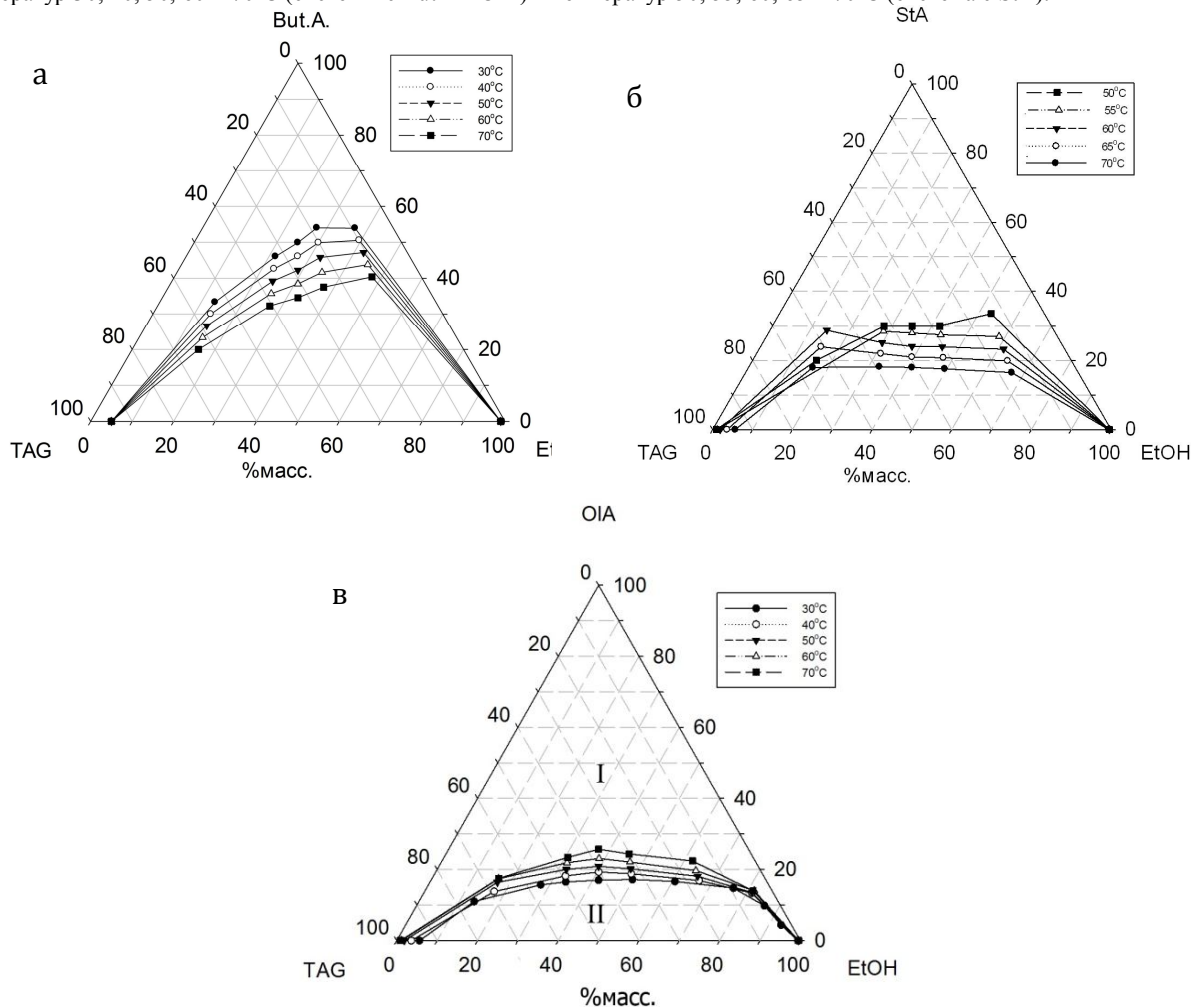


Рис. 1 Фазовые диаграммы трехкомпонентных систем TAG – CarbA – EtOH, в качестве CarbA выбраны: а) масляная кислота, б) стеариновая кислота, в) олеиновая кислота

На диаграммах приведены бинальные кривые, которые ограничивают (снизу) двухфазную область, связанную с расслоением. Вне этой области жидкие компоненты системы представлены гомогенной фазой. Однако для системы с StA описанный характер фазовой диаграммы сохраняется только при температурах более 70°C, то есть выше точки плавления StA, которая соответствует 69,6°C. При более низких температурах некоторая доля StA остается в твердом состоянии. На диаграмме (рис. 1,б) эта область не показана, чтобы не затруднять сопоставление экспериментальных данных для исследованных систем, в двух из которых твердая фаза отсутствует.

В системах без свободных карбоновых кислот расслаивание смеси TAG и EtOH сохраняется во всем исследованном диапазоне температур. Однако введение в смесь ButA (рис. 1,а) приводит к гомогенизации системы. Доля ButA в системе, необходимая для полной гомогенизации системы, уменьшается при увеличении температуры от 30 до 70°C. Так, при соотношении TAG:EtOH равном 1:1 (по массе) необходимая доля ButA составляет при 30°C 50 масс% и при 70°C 35 масс%. Обращает на себя внимание также несимметричность купола бинальных кривых. При введении повышенной доли спирта в смесь TAG+EtOH необходимая для гомогенизации доля ButA повышается и, например, при 70°C и соотношении TAG:EtOH 0,2:0,8 она равна 40 масс%, в то время как при соотношении 1:1 достаточно было 35 масс%.

Эффективность StA и OIA как соразработителей для смесей масло + спирт значительно выше, чем у ButA. Так, для гомогенизации смеси TAG+EtOH при соотношении 1:1 и температуре 70°C необходимая доля StA составляет 18 масс%, и OIA – 17,2 масс%. Более симметричным становится купол бинальных кривых на фазовых диаграммах систем StA и OIA.

Сопоставление экспериментальных данных по влиянию ButA, StA и OIA на переход жидкофазной системы из гетерогенного состояния в гомогенное целесообразно провести на основе представлений о растворимости ковалентных органических соединений. Как известно, чем ближе по свойствам растворитель и растворяемое вещество, тем более высока вероятность их взаимного растворения. При этом важны такие свойства веществ, как возможность образовывать межмолекулярные связи между молекулами компонентов раствора, но они могут возникать и внутри индивидуальных (однокомпонентных) фаз. Межмолекулярные связи порождают дисперсионные силы (индуцированные диполи при взаимодействии парафиновых групп CH, CH₂, CH₃), полярные силы (постоянные диполи полярных молекул), водородные связи (за счет протондонорных групп CH₂OH, COOH и протонакцепторных групп CH₂OH, COOH, COO). Слабый дипольный момент возникает также за счет связи C=C. Молекулы органических соединений разных классов способны участвовать в этих взаимодействиях неодинаково.

Функциональногрупповой состав молекул карбоновых кислот позволяет им образовывать все перечисленные типы связей. Они содержат парафиновые (CH₂, CH₃) и карбоксильные (COOH) группы, олеиновая кислота – группу C=C. Межмолекулярные

взаимодействия, включая образование самоассоциатов (димеров), стабилизируют жидкое ($T_{пл}$: ButA 163,5, StA 232, OIA 232°C) и твердое ($T_{пл}$: ButA -5 ÷ -8, StA 69,6, OIA 13,4 и 16,3°C (полиморфизм)) состояния. Эти же типы связей проявляются при перекрестных взаимодействиях компонентов в процессах растворения. Очевидно, с увеличением молекулярной массы углеводородного радикала карбоновых кислот повышается число функционирующих при взаимодействии индуцированных диполей и возрастает дисперсионная сила межмолекулярных взаимодействий.

Триглицериды жирных кислот представляют собой сложные эфиры глицерина и жирных кислот. Они содержат группы CH, CH₂, CH₃, COO. В их состав входят ненасыщенные жирные кислоты, которые включают двойные связи C=C. Но в составе триглицеридов нет протондонорных групп. Основной тип межмолекулярных взаимодействий – дисперсионные силы и возможны водородные связи при контакте с органическими соединениями, содержащими протондонорные группы.

Этанол содержит относительно мало парафиновых групп (CH₂ и CH₃), но за счет гидроксильной группы он способен проявлять протондонорную и протонакцепторную способность, его молекула обладает также постоянным дипольным моментом. Однако способности этанола к димеризации молекул выражена значительно слабее, чем у карбоновых кислот. При перекрестных межмолекулярных взаимодействиях этанол способен образовывать все те типы связей, которые перечислены выше, но протондонорная способность у спиртов выражена слабее, чем у карбоновых кислот.

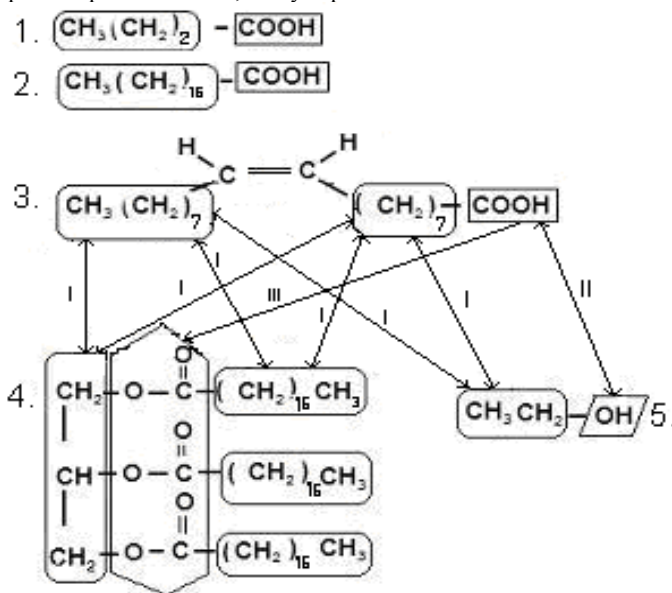


Рис. 2. Межмолекулярные взаимодействия органических соединений: 1) масляная кислота; 2) стеариновая кислота; 3) олеиновая кислота; 4) тристеарат; 5) этанол

Межмолекулярные взаимодействия ButA, StA и OIA, выступающих в качестве соразтворителей, с TAG и EtOH в схематической форме представлены на рис. 2. Римскими цифрами обозначены взаимодействия: I – дисперсионные силы, II – протондонорное–протонакцепторное взаимодействие (возможны как отдача, так и присоединение протона каждой из групп), III – взаимодействие протондонора с протонакцептором (у пары групп одно направление передачи протона). На схеме не показано взаимодействие постоянных диполей молекул. Оно не является доминирующим в рассматриваемых системах.

Оценивая относительную способность ButA, StA и OIA выступать в качестве соразтворителя TAG и EtOH следует учитывать, что CarbA могут привести к гомогенизации системы при условии, если их введение в смесь жидких фаз приведет к таким изменениям в них, в результате которых перекрестные межмолекулярные взаимодействия станут достаточными, чтобы преодолеть межмолекулярные взаимодействия в индивидуальных фазах, или, иными словами, наступит баланс межмолекулярных сил внутри фаз индивидуальных компонентов и перекрестных межмолекулярных сил между компонентами раствора. При введении карбоновых кислот в смесь фаз TAG+EtOH они будут взаимодействовать с EtOH, участвуя во взаимодействиях I и II типов. Образующиеся при этом ассоциаты сохраняют способность к перекрестным взаимодействиям типа I и III. Одновременно за счет взаимодействий I и III типов между CarbA и TAG возможно образование ассоциатов, которые будут проявлять склонность к взаимодействиям типа I и сохраняют по крайней мере протонакцепторную способность групп COOH, вошедших в состав ассоциатов. Таким образом, образующиеся в фазах TAG и EtOH ассоциаты приобретают способности к перекрестным взаимодействиям и это приводит к взаимному растворению компонентов, что в принципе объясняет роль CarbA как соразтворителей в рассматриваемых системах.

Возвратимся к фазовым диаграммам, приведенным на рис. 1а,б,в. Наиболее близкие показатели для ButA, StA и OIA в отношении гомогенизации систем проявляются при низких долях EtOH в смеси (левый нижний угол диаграмм). Можно предположить, что при низких долях фазы EtOH в системе для достижения в каждом случае концентрации ассоциатов, достаточных для смешения с TAG, необходима сравнительно небольшая и почти одинаковая доля CarbA. Однако и в этих условиях обнаруживается рост эффективности CarbA как соразтворителей в последовательности: ButA<StA<OIA. Некоторый разброс точек при разных температурах для StA обусловлен выделением в системе разных долей твердой фазы стеариновой кислоты.

Показателен рост доли ButA, необходимой для гомогенизации системы, при увеличении доли EtOH в смеси (правая сторона диаграмм). Следует учесть малую молекулярную массу углеводородного радикала ButA, что ослабляет сродство к TAG как самой кислоты, так и ее ассоциатов в фазе EtOH. Для достижения необходимого сродства между фазами TAG и EtOH требуется высокая концентрация ассоциатов ButA – EtOH в фазе спирта, которую можно достигнуть в этих условиях только за счет увеличения доли ButA в смеси.

Для StA это требование в значительной степени снижается в связи с существенным увеличением молекулярной массы углеводородного радикала, что увеличивает сродство с TAG самой стеариновой кислоты и ее ассоциатов с EtOH. Особенно четко это проявляется при 70°C, когда StA в исходном состоянии становится жидким веществом, как и другие компоненты системы.

По способности гомогенизировать систему OIA близка к StA и лишь немного превосходит ее, что в наибольшей мере наблюдается при 70°C. Прежде всего это связано с близостью молекулярных масс углеводородных радикалов StA и OIA. Отсутствие в молекуле StA двойной связи отражается на ее действии как соразтворителя, в основном, при температурах ниже ее точки плавления кислоты.

Проведенное сопоставление ButA, StA и OIA по их способности гомогенизировать смеси TAG+EtOH разного состава позволяет определить требования к их функциональногрупповому составу и молекулярной массе углеводородного радикала. Соразтворители должны включать в свои молекулы функциональные группы, позволяющие им образовывать ассоциаты как в фазе TAG, так и в фазе EtOH, и при этом образующиеся ассоциаты должны приобретать способность к перекрестным межмолекулярным взаимодействиям. Парафиновые, карбоксильные и сложноэфирные группы, присутствующие в составе компонентов смеси, удовлетворяют этому требованию. Вместе с тем, для достижения требуемого баланса сил, необходимо также, чтобы углеводородный радикал CarbA был соизмерим по молекулярной массе с углеводородными радикалами жирных кислот, входящих в состав триглицеридов масла. Выполнение этих условий в целом приводит к балансу между процессами самоассоциации и перекрестной ассоциации компонентов жидких фаз и система становится гомогенной. Повышение температуры понижает, необходимую для гомогенизации, массовую долю соразтворителя в смеси, что можно объяснить соответствующим сдвигом равновесия процессов образования и разложения ассоциатов, включая роль энтропийного фактора.

Выводы

1. Построены фазовые диаграммы трехкомпонентных систем TAG – CarbA – EtOH, где TAG – триглицериды (подсолнечное масло); CarbA – карбоновая кислота: масляная (ButA), стеариновая (StA) или олеиновая (OIA), и EtOH – этанол. Показана роль в системе CarbA как соразтворителей TAG и EtOH. На диаграммах приведены бинальные кривые, характеризующие границу между гомогенной и гетерогенной (две расслаивающиеся жидкие фазы) областями, и показано смещение этих границ под действием CarbA при температурах от 30 до 70°C.
2. Проанализирована зависимость эффективности действия CarbA как соразтворителей от их функционального состава и молекулярной массы углеводородного радикала. Сближение свойств фаз в расслаивающихся системах представлено как результат сбалансирования процессов самоассоциации и перекрестной ассоциации молекул компонентов жидких фаз с участием соразтворителей.

Литература

1. Encinar J.M., Gonzalez J.F., Rodriguez-Reinares A. Ethanolysis of used frying oil. Biodiesel preparation and characterization// Fuel Process. Technol. 2007. Vol.88. №5 p. 513-522.
2. Yuan X. Optimization of conversion of waste rapeseed oil with high FFA to biodiesel using response surface methodology// Renew Energy. 2008. Vol. 33. №7 P.1678-1684.
3. Пермякова И. А., Вольхин В. В., Казаков Д. А. Физико-химическое исследование реакций этерификации и перэтерификации в системе триацилглицерина – олеиновая кислота – этанол в условиях кислотного катализа// Бутлеровские сообщения. 2012. Т. 29. № 2. С. 50.
4. Sendzikiene E., Makareviciene V., Janulis P., Kitrys S. Kinetics of free fatty acids esterification with ethanol in the production of biodiesel fuel// Eur.J. Lipid Sci. Technol. 2004. Vol.106. №12. P.831.
5. Guan G., Sakurai N., Kusakabe K. Synthesis of biodiesel from sunflower oil at room temperature in the presence of various cosolvents// Chem. Eng. J. 2009. Vol.146. №2. P.302
6. Lee K. Y., Peters C.A. UNIFAC Modeling of Cosolvent Phase Partitioning in Nonaqueous Phase Liquid-Water Systems// J. Environ. Engin. 2004. Vol.130. №5. P. 478.
7. Marchetti J.M., Miguel V.U., Errazu A.F. Heterogeneous esterification of oil with high amount of free fatty acids// Fuel. 2007. V.86. №5-6. P.906.
8. Аносов В.Я., Озерова В.Я. Основы физико-химического анализа. М.: Наука, 1976. 504с.

Фазуллин Д.Д.¹, Маврин Г.В.², Мелконян Р. Г.³

¹Младший научный сотрудник, ²Кандидат химических наук, доцент, Набережночелнинский институт Казанского федерального университета; ³Доктор технических наук, профессор, Международный независимый эколого-политологический университет.

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МЕМБРАНЫ С МОДИФИЦИРОВАННЫМ ПОВЕРХНОСТНЫМ СЛОЕМ

Аннотация

Общей проблемой современных технологий машиностроения является разработка экологически безопасных систем с максимально замкнутым технологическим циклом и минимальным количеством отходов. Ионообменные мембраны, позволяют значительно снизить затраты на обработку сточных вод и обеспечивают их высокую степень очистки. Получены ионнообменные мембраны и определена их селективная проницаемость.

Ключевые слова: производительность, селективность, мембраны, ионы тяжелых металлов, полианилин, сточные воды.

¹Fazullin DD, ²Mavrin GV, ³Melkonian RG

¹Junior Research Fellow, ²Kandidat Chemistry, Associate Professor, Naberezhnochelnsky Institute of the Kazan Federal University;

³Doctor of Technical Sciences, Professor, International Independent University of Environmental and Political.

THE COMPOSITE MEMBRANES WITH A MODIFIED SURFACE LAYER

Abstract

The common problem of modern engineering technology is the development of environmentally friendly systems with as closed-circuit and a minimum of waste. The ion exchange membrane can significantly reduce the cost of wastewater treatment and provide a high degree of purification. Obtained by ion-exchange membrane and determined their selective permeability.

Keywords: productivity, selectivity, membranes, metal ions polyaniline, wastewater.

На предприятиях машиностроительной промышленности одной из основных категорий сточных вод, являются сточные воды, образующиеся в результате холодной обработки металла, с высоким содержанием ионов металлов.

Мембранные методы разделения, в частности ионообменные мембраны, является одними из самых перспективных, позволяющих значительно снизить затраты на обработку сточных вод и получать воду любого требуемого качества [1].

Известны перфорированные сульфокатионитовые ионообменные мембраны «Nafion», производимые компанией Dupont (США), и их отечественный аналог мембрана «МФ-4СК», обладающие высокой протонной проводимостью. Недостатками таких мембран являются недостаточная высокая проводимость, что не позволяет использовать их для интенсификации процессов очистки, разделения различного рода растворов и самопроизвольного концентрирования растворов без наложения электрического потенциала, а также понижает эффективность их использования в очистке воды.

В связи с этим перспективным является создание композиционных мембран, обладающих высокой проводимостью катионов. Изменение транспортных свойств в таких системах наблюдается преимущественно за счет протекания сорбционных явлений в катионообменной группе. В связи с этим предлагается рассматривать в качестве допантов гидратированные оксиды циркония [2], а также полианилин, имеющий в своем составе атом азота, способный сорбировать протоны [3].

Полианилин (ПАНИ) привлекает внимание исследователей благодаря своим оптическим и электрохимическим свойствам, а также высокой химической стабильности. Некоторые катионообменные материалы с поверхностным слоем ПАНИ

характеризуются повышенной селективностью переноса [4]. Для получения проводящей формы ПАНИ его допируют различными кислотами.

Ионоселективные мембраны обладают высокой степенью разделения растворов, как с низкой, так и с высокой концентрацией растворенных солей, так же разделение растворов с применением ионоселективных мембран происходит в области низких рабочих давлений 0,1-2 бар, в зависимости от подложки, в которую наносится рабочий слой.

В данной работе получены ионоселективные мембраны, рабочим слоем в которых является полианилин (ПАНИ). Исследования проводились на лабораторной установке мембранного разделения [5]. ПАНИ (рис. 2) привлекает внимание исследователей благодаря своим оптическим и электрохимическим свойствам, а также высокой химической стабильности и повышенной селективностью переноса [4].

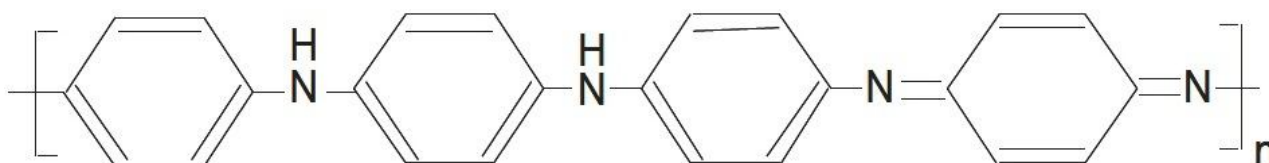


Рис. 2 Структура полианилина

В настоящей работе в качестве матрицы для полимеризации анилина была использованы мембраны из ПТФЭ и нейлона с размерами пор 0,45 мкм. Модифицирование мембран с образованием на поверхности и в порах слоя ПАНИ, который является катионоактивным, позволяет получить ионообменные мембраны, не уступающие по селективности обратноосмотическим по ряду катионов.

Синтез мембран с поверхностным распределением ПАНИ осуществляли полимеризацией анилина непосредственно в матрице мембран. Частицы ПАНИ образовывались непосредственно в матрице мембраны, о чем свидетельствовало изменение цвета полимера на темно зеленый. Изменение в структуре мембран фиксировали с помощью микроскопа, изображение структуры исходной и модифицированных мембран представлены в рисунке 3.

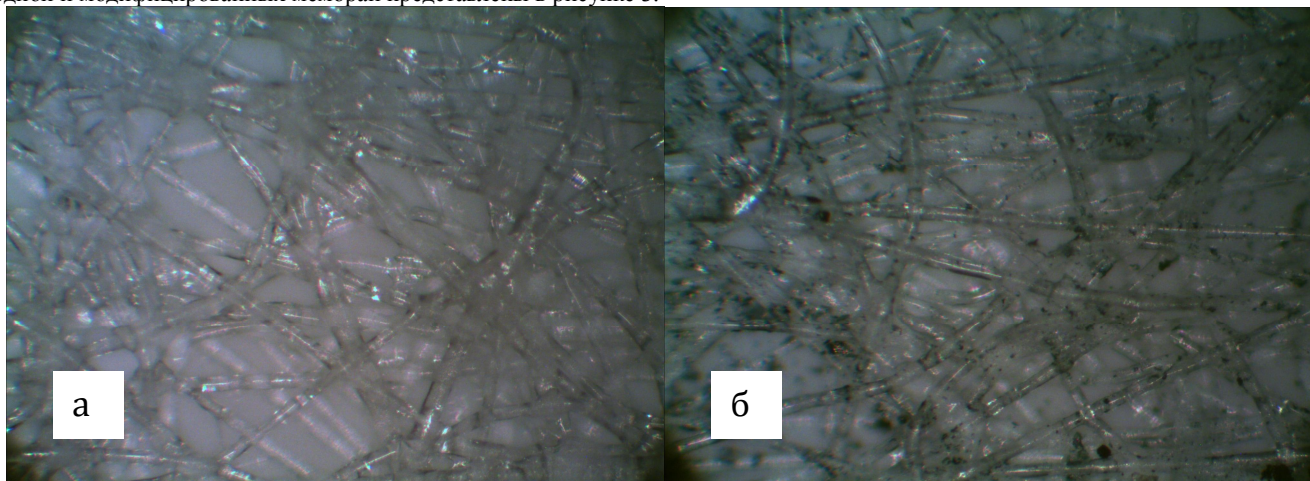


Рис. 3 Структура ПТФЭ мембраны: а) исходная мембрана ПТФЭ, б) мембрана ПТФЭ модифицированная слоем ПАНИ по методу 2 (увелич. 200 раз).

По рисункам видно, что введение персульфата аммония в мембрану, насыщенную анилином (2 метод), сразу приводит к протеканию окисления и полимеризации, поскольку концентрация анилина в ней достаточно высока. Производительность мембран определялась пропусканием через мембраны определенного объема дистиллированной воды. Результаты в таблице 1.

Таблица - 1 Средняя проницаемость мембран по дистиллированной воде

Мембрана	Проницаемость, л/час
ПТФЭ*	2,29
ПТФЭ+ПАНИ (1 метод)*	2,21
ПТФЭ+ПАНИ (2 метод)*	1,93
Нейлон	5,04
Нейлон + ПАНИ (1 метод)	4,93
Нейлон + ПАНИ (2 метод)	4,76

* перед фильтрацией мембрана смачивалась ацетоном

Известно, что катионообменная мембрана способна в большей степени сорбировать катионы, чем анионы[6]. Для изучения селективности исходных и модифицированных мембран, через мембраны пропускали растворы хлорида железа(III), ионы хрома (ГСО), сульфата меди, ионы никеля (ГСО), ионы марганца (ГСО). Результаты представлены в таблице 2.

Селективность мембран рассчитывалась по формуле:

$$\phi = (C_f - C_p) / C_f, (1)$$

где C_f – концентрация растворенного вещества в исходном растворе и C_p концентрация растворенного вещества в фильтрате[7].

Таблица – 2. Селективность нейлоновой мембраны с рабочим слоем ПАНИ

№ п/п	Показатель	Концентрация ионов, мг/л		Селективность, %
		исходная	после очистки мембраной*	
1	Fe	5,57	0,015	99,3
	Fe*		0,040	99,7
2	Cu	10,3	0,092	99,1
3	Mn	16,5	5,11	69,0

4	Cr	1,19	0,54	48,9
	Cr*		0,62	55,0
5	Ni	316	30,3	90,4

*нейлоновая мембрана с рабочим слоем ПАНИ полученная по 1 методу

По результатам можно сделать вывод о том, что исходные микрофильтрационные мембраны размером пор 0,47 мкм не обладают селективностью по ионам металлов. Модифицированные полианилином мембраны обладают высокой селективностью и проницаемостью по отношению к ионам металлов. Использование модифицированных мембран в этапе доочистки гальванических стоков, СОЖ содержащих стоков позволит достичь норм сброса в водоемы.

Литература

1. Судиловский, П.С. Разработка совмещенного флотационно-мембранного процесса очистки сточных вод от тяжелых металлов: автореферат диссертации канд. техн. наук. Москва, 2007.
2. Ярославцев А.Б. // Успехи химии 1997. Т.66. 7. С.641-660.
3. Gosh M., Barman A., Meikap A.K. et. Al. // Phys. Lett. A. 199. V.260. P. 138.
4. Иванов В.Ф., Грибкова О.Л., Чеберяко К.В., Некрасов А.А., Тверской В.А., Ванников А.В. // Электрохимия. 2004. Т. 40. № 3. С. 339.
5. Фазуллин Д.Д., Маврин Г.В., Мелконян Р.Г. «Факторы, влияющие на баромембранные процессы разделения водных растворов», Экология промышленного производства: Межотр. науч.-практ. журнал/ФГУП «ВИМИ», 2012. Вып.4.С. 65 – 70.
6. Лысова А.А., Стенина И.А., Долгополов С.В., ГорбуноваЮ.Г., Кононенко Н.А., Ярославцев А.Б.// ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ, Серия Б, 2011, том 53, № 1, с. 130–136.
7. Мулдер М. Введение в мембранную технологию: Пер. с англ. – М.: Мир, 1999. – 513 с.

Хентов В.Я.

Профессор, доктор химических наук, Южно-Российский государственный политехнический университет имени М.И. Платова
СВЯЗЬ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ С КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ ИОННЫХ КРИСТАЛЛОВ

Аннотация

Получены функциональные зависимости температуры Дебая для ряда шпинелей. Установлено, что зависимость относительной молекулярной массы от параметра решетки удовлетворительно описывается линейным уравнением. Показано сложное влияние кристаллографических параметров на плотность ряда шпинелей.

Ключевые слова: Температура Дебая, относительная молекулярная масса, параметр решетки, плотность шпинелей.

Khentov V.Ya

Professor, Doctor of Chemistry, South-Russian State Technical University named after M. Platov

RELATIONSHIP OF PHYSICAL PROPERTIES WITH THE CRYSTALLOGRAPHIC PARAMETERS OF IONIC CRYSTALS

Abstract

Obtained functional dependence of the Debye temperature for a number of spinels. The dependence of the relative molecular mass of the lattice parameter is satisfactorily described by a linear equation. Revealed a complex effect of crystallographic parameters of the density of a number of spinels.

Keywords: Debye temperature, relative molecular mass, the lattice parameter, the density of spinel.

Известно, что некоторые кристаллографические параметры определяют физические свойства кристаллов. Одним из таких параметров является характеристическая температура Дебая, которая зависит от сил взаимодействия между частицами [1]. Для гетерогенных систем чрезвычайно важны поверхностные характеристики твердого тела. В этом случае динамические свойства поверхности твердого тела связаны с температурой Дебая [2]. Для простых веществ была обнаружена связь характеристической температуры Дебая с рядом физических и химических свойств. Оказалось, что с температурой Дебая связаны температура плавления и кипения, плотность, энтальпия плавления и испарения, теплоемкость, энергия связи элементов, коэффициент линейного теплового расширения, сжимаемость, объемный модуль упругости, параметр решетки, работа выхода электрона, энергия Ферми, энергия ионизации, стандартный электродный потенциал, энергия активации некоторых химических реакций разложения [3]. В работе [4] установлена связь энергии активации самодиффузии с температурой Дебая. Таким образом, собственная (предельная) частота упругих колебаний кристаллической решетки оказывает существенное влияние на физические и химические свойства твердого тела.

Поскольку дебаевская температура пропорциональна дебаевской частоте, т.е. обратно пропорциональна корню квадратному из массы атома, то между эффективной температурой Дебая $\theta_{эфф}$ и дебаевской температурой основного кристалла $\theta_{крст}$ существует связь [5]:

$$\theta_{эфф} = (M/M^*)^{0,5} \theta_{крст},$$

где M – масса атома основной решетки, M^* – масса примесного атома.

Действительно, для простых веществ однопипных элементов такая связь имеет место. Например, для s -элементов I группы зависимость $\theta_{эфф}$ от $M^{0,5}$ удовлетворительно описывается полиномом 1 степени, но лучше полиномом 2 и особенно 3 степени. В (табл. 1) приведены функциональные зависимости температуры Дебая $\theta_{эфф}$ s -элементов I группы [6] от корня квадратного из относительной молекулярной массы $M^{0,5}$.

Аналогичные зависимости получены для сложных химических соединений, в том числе и для соединений переменного состава, – SrTiO₄, BaTiO₃, KTaO₃, PbZr_{0,65}Ti_{0,35}O₃, BaBi_{0,3}Pb_{0,7}O₃, PbZr_{0,95}Ti_{0,05}O₃ (табл. 2).

Таблица 1 – Уравнение регрессии; температура Дебая $\theta_{эфф}$ (К); коэффициент корреляции R ; стандартное отклонение CD ; уровень значимости p

Уравнение регрессии	R	CD	p
$\theta_{эфф} = 10,329 - 0,025M^{0,5}$	0,88	1,94	0,05
$\theta_{эфф} = 13,902 - 0,087M^{0,5} + 1,584 \cdot 10^{-4}(M^{0,5})^2$	0,96	1,03	0,04
$\theta_{эфф} = 18,634 - 0,23M^{0,5} + 0,001(M^{0,5})^2 - 1,974 \cdot 10^{-6}(M^{0,5})^3$	1,00	0,03	0,01

Таблица 2 – Функциональные зависимости температуры Дебая $\theta_{эфф}$ (К) для ряда шпинелей [7] от корня квадратного из относительной молекулярной массы $M^{0,5}$: коэффициент корреляции R , стандартное отклонение CD , уровень значимости p

Уравнение регрессии	R	CD	p
$\theta_{эфф} = 775,434 - 28,257M^{0,5}$	0,82	68,35	0,04
$\theta_{эфф} = -808,599 + 180,457(M^{0,5})^{0,5} - 6,648(M^{0,5})^2$	0,86	50,91	0,05
$\theta_{эфф} = -6640,656 + 1335,717(M^{0,5}) - 81,451(M^{0,5})^2 + 1,586(M^{0,5})^3$	0,93	45,70	0,11

Интересно, что для ряда шпинелей (NiFe_2O_4 ; ZnFe_2O_4 ; CoFe_2O_4 ; MgFe_2O_4 ; MnFe_2O_4 ; Fe_3O_4 ; $\text{Li}_{0,5}\text{Fe}_{2,5}\text{O}_4$; $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$; CuFe_2O_4 ; CdFe_2O_4 ; $\text{Mg}_{0,5}\text{Mn}_{1,5}\text{Cr}_{1,5}$; $\text{MnFe}_{1,5}\text{Cr}_{0,5}\text{O}_4$; MnFeCrO_4 ; $\text{MnFe}_{0,5}\text{Cr}_{1,5}\text{O}_4$; MgAl_2O_4) [8] зависимость относительной молекулярной массы M от параметра решетки a удовлетворительно описывается линейным уравнением:

$$M = -1325,5 + 1851,7a \quad (R = 0,79, p = 0,0008).$$

Однако прямой зависимости между таким физическим свойством, как рентгеновская плотность и параметром a установить не удалось ($R = 0,43$).

Для ряда сложных оксидов (NiFe_2O_4 ; ZnFe_2O_4 ; CoFe_2O_4 ; MgFe_2O_4 ; MnFe_2O_4 ; Fe_3O_4 ; $\text{Li}_{0,5}\text{Fe}_{2,5}\text{O}_4$; $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$; CuFe_2O_4 ; CdFe_2O_4) зависимость рентгеновской плотности [8] от $M^{0,5}$ идеально описывается полиномом первой степени $d_x = -2,856 + 0,526M^{0,5}$ (рис. 1). Плотность тесно связана с относительной молекулярной массой вещества.

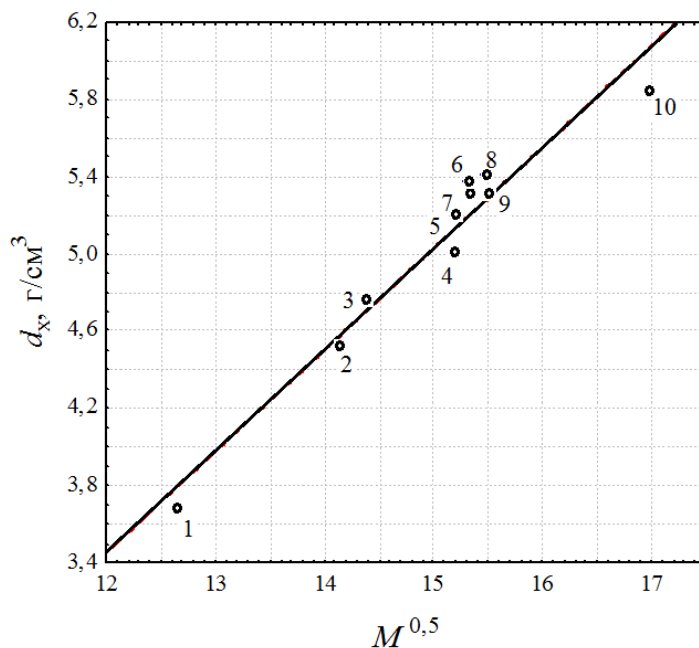


Рис. 1. – Зависимость рентгеновской плотности d_x (г/см^3) от корня квадратного из относительной молекулярной массы $M^{0,5}$: $R = 0,98, p = 0,000001$; (Соединения: 1 – $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$; 2 – MgFe_2O_4 ; 3 – $\text{Li}_{0,5}\text{Fe}_{2,5}\text{O}_4$; 4 – MnFe_2O_4 ; 5 – Fe_3O_4 ; 6 – NiFe_2O_4 ; 7 – CoFe_2O_4 ; 8 – CuFe_2O_4 ; 9 – ZnFe_2O_4 ; 10 – CdFe_2O_4)

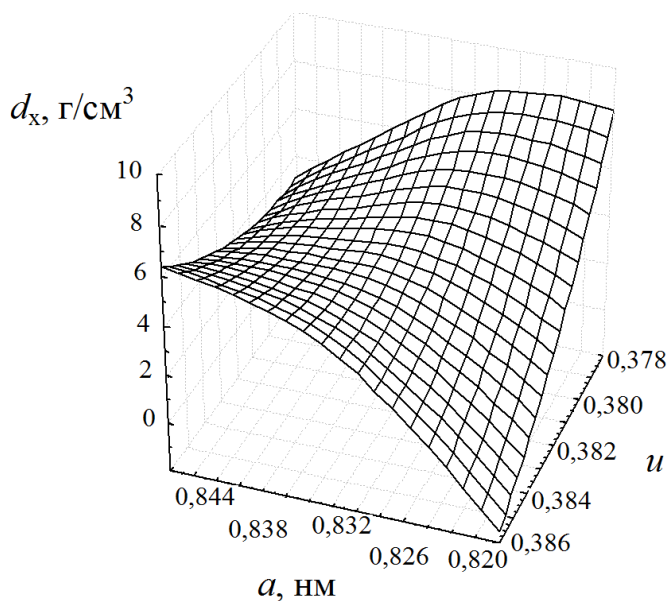


Рис. 2 – Зависимость рентгеновской плотности d_x от параметра решетки a и кислородного параметра u

Зависимости физических свойств от кристаллографических параметров ионных кристаллов (параметра решетки a и кислородного параметра u) описываются нелинейными уравнениями. Обычно физическое свойство является функцией нескольких переменных. Например, рис. 2 демонстрирует зависимость рентгеновской плотности d_x от параметра решетки a и кислородного параметра u .

Как следует из рисунка, минимальную рентгеновскую плотность должно иметь вещество, характеризующее минимальными значениями кристаллографических параметров a и u .

Литература

1. Г.С. Жданов. Физика твердого тела. – М.: Изд. МГУ, 1962. – 501 с.
2. Л.Н. Бабанская, Б.А. Бойко, М.А. Васильев, С.Д. Городецкий, В.Т. Черепин. / Динамические свойства поверхности $\alpha\text{-Fe}$ (100). // Поверхность. Физика, химия, механика, 1982. – № 6. – С. 13-18.
3. В.Я.Хентов, А.Н.Зайцев. / Связь характеристической температуры твердого тела с физическими и химическими свойствами простых веществ. // Вестник РГУПС, 2000. – № 1. – С. 153-156.

4. Б.Н. Ошерин. / Взаимосвязь поверхностной энергии твердых тел и расплавов с равновесными свойствами. // В сб.: Физическая химия поверхностных явлений при высоких температурах. – Киев, 1971. – С. 39-45.
5. А. Марадурин. Дефекты и колебательный спектр кристаллов. – М.: Мир. 1968. – 432 с.
6. Ч. Киттель. Введение в физику твердого тела. – М.: Наука, 1978. – 791 с.
7. Л.Г. Никифоров. / Характеристическая температура Дебая ионных кристаллов. // Журн. физ. химии. 1986, № 11. – С. 2855-2856.
8. Б.Е.Левин, Ю.Д.Третьяков, Л.М.Летюк. Физико-химические основы получения, свойства и применение ферритов. – М.: Металлургия, 1979. – 471 с.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGICAL SCIENCES

Сафонов М.А.¹, Байкарова А.А.², Щепин М.С.³,

¹Доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры общей биологии; ²Студент; ³Студент, Оренбургский государственный университет

ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОСАДК СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (PINUS SYLVESTRIS L.) В НОВОСЕРГИЕВСКОМ РАЙОНЕ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

В статье дается анализ жизненного состояния лесных насаждений на территории Новосергиевского района (Оренбургская область). В качестве основных параметров выбраны морфологические показатели. Отмечено влияние генезиса насаждений на жизненное состояние деревьев.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, морфологические показатели, жизненное состояние, Оренбургская область

Safonov M.A.¹, Baykarova A.A.², Shcepin M.S.³,

¹Doctor of biological sciences, docent, professor, department of general biology; ²Student; ³Student, Orenburg State University

EVALUATION OF THE VITAL STATUS OF ARTIFICIAL PINE TREE STANDS (PINUS SYLVESTRIS L.) IN NOVOSERGIEVSKIY DISTRICT OF THE ORENBURG REGION

Abstract

The article gives the analysis of vital status of artificial forests at the territory of Novosergievskiy district (Orenburg region). As a main parameters are selected morphological parameters. The influence of plantations genesis on vital status of the trees is marked.

Keywords: pine, morphological indices, vital status, Orenburg region

Древесные растения в условиях техногенеза являются эффективным средством снижения загрязнения всех компонентов природной среды [2, 3].

Хвойные насаждения способны круглогодично выполнять роль фитофильтров за счет многолетней хвои. Кроме того, ряд видов хвойных древесных пород характеризуются высокой газопоглощательной способностью [4].

Сосна обыкновенная отличается повышенной чувствительностью к промышленному и естественному загрязнению. Благодаря широкому ареалу произрастания и чувствительности к действию техногенных факторов сосна обыкновенная часто используется в качестве биоиндикатора состояния окружающей среды [5, 6].

Информативным признаком определенного уровня загрязнения атмосферы является состояние хвои: изменение окраски (хлороз, пожелтение), преждевременное увядание хвои и дефолиация, время жизни, наличие некротических пятен [1]. При этом форма и цвет некротического пятна является специфической реакцией на определенный вид загрязнения, а доля пораженной поверхности хвоинки может быть использована для количественной оценки реакции фитоиндикатора.

Целью работы является сравнение жизненного состояния лесных культур сосны в разных частях Новосергиевского района, расположенного в центральной части Оренбургского Предуралья. Эти территории испытывают различную естественную и антропогенную нагрузку и оценка состояния этих насаждений с целью оптимизации их использования, является важным условием оздоровления экологической ситуации в регионе [7,8]. В качестве объекта были использованы насаждения сосны обыкновенной, достаточно широко представленные в районе исследований.

В соответствии с целью работы были поставлены следующие задачи:

- сравнить биометрические показатели насаждений сосны обыкновенной на пробных площадях, находящихся в условиях воздействия разного уровня;
- на основании методики В.А. Алексеева оценить состояние лесных культур сосны;
- проанализировать причины различий в жизненном состоянии деревьев сосны;
- выявить зависимость между высотой, возрастом, сомкнутостью, полнотой древостоя и другими показателями, характеризующие сосновые посадки.

Объектами исследований являются 4 локалитета насаждений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) находящиеся в Новосергиевском районе Оренбургской области.

Материалы и методика исследований

Для реализации намеченных задач в полевой период 2013 г. в лесных культурах было проведено детальное обследование деревьев сосны обыкновенной. Обследование проводили по общепринятой методике на четырех пробных площадях (20×20 м), заложенных на большом расстоянии друг от друга, отличающихся уровнем антропогенного воздействия. На каждой пробной площади обследовали 100 деревьев. Первоначально на каждой пробной площади делали лесоводственно-таксационное описание насаждения, используя глазомерную и инструментальную таксацию. При оценке жизненного состояния (ОЖС) в качестве основных параметров выбраны интегральные показатели: густота кроны, наличие мертвых сучьев на стволе и степень повреждения листьев (площадь некрозов, хлорозов, пятнистостей и объеданий). Учитывалось наличие морозобойных трещин, раневых течей, сухостершинности, грибных заболеваний.

Категорию состояния деревьев оценивали глазомерно. Последующую оценку состояния лесных культур на пробных площадях производили расчётным путём, используя общепринятую в лесозащитной практике методику В.А. Алексеева [1].

При пересчете деревьев на пробной площади у каждого экземпляра определялись диаметр (см) мерной вилкой и высота (м) высотомером. Визуально с помощью бинокля (БПЦ 7*50) определялись густота кроны (в % от нормальной густоты), возраст, полнота древостоя, общее проективное покрытие, наличие мертвых сучьев на стволе (в % от общего количества сучьев на стволе) и степень повреждения листьев (площадь некрозов, хлорозов, пятнистостей и объеданий) в процентах от общей площади ассимиляционного аппарата). Наблюдали наличие и количество видов подроста, травяного яруса.

Относительное жизненное состояние (ОЖС) насаждений определяли по следующей шкале: здоровое насаждение, ослабленное, сильно ослабленное и полностью разрушенное. Для определения ОЖС деревьев была использована вспомогательная табл. 1, кроме того, также рассчитывали объем стволов деревьев на пробной площади.

Категория жизненного состояния отдельного дерева определялась по вспомогательной табл. 1.

Таблица 1 - Определение категорий деревьев

Категория дерева	Диагностические признаки		
	Густота кроны, %	Наличие мертвых сучьев, %	Степень повреждения хвои, %
Здоровое	85-100	0-15	0-10
Ослабленное	55-85	15-45	10-45
Сильно ослабленное	20-55	45-65	45-65
Отмирающее	0-20	70-100	70-100
Сухое	0	100	нет хвои

Дерево относится к той категории, на которую указывают либо все три показателя, либо два из трех. Если все три показателя указывают на принадлежность дерева к различным категориям жизненного состояния, то все признаки рассматриваются в комплексе, определяется суммарное повреждение, при этом большое внимание уделяется степени повреждения листьев.

После суммирования количества стволов деревьев по категориям производится оценка относительного жизненного состояния всего насаждения по следующей формуле [1]:

$$L_n = \frac{(100 \times n_1 + 70 \times n_2 + 40 \times n_3 + 5 \times n_4)}{N}, \%$$

где L_n - относительное жизненное состояние древостоя, рассчитанное по числу деревьев; n_1 - число здоровых деревьев; n_2 - ослабленных; n_3 - сильно ослабленных; n_4 - отмирающих деревьев лесообразователя на пробной площади (или 1 га); N - общее число деревьев (включая сухостой) на пробной площади или 1 га.

При показателе от 100 до 80% жизненное состояние древостоя оценивается как «здоровое», при 79-50% древостой считается ослабленным, при 49-20% - сильно ослабленным, при 19% и ниже - полностью разрушенным [1].

Результаты и обсуждение

Оценка заключается в выведении величины, позволяющей сравнивать и интерпретировать данные описаний.

ПП1 – пробная площадь 1 – посадка сосны в с. Покровка Новосергиевский район (Оренбургская область).

ПП2 - пробная площадь 2 - посадка сосны на г. Атаманская Новосергиевский район (Оренбургская область).

ПП3 - пробная площадь 3 – посадка сосны в с. Рыбкино Платовская лесная дача-2 Новосергиевский район (Оренбургская область).

ПП4 - пробная площадь 4 - посадка сосны в с. Рыбкино Платовская лесная дача-1 Новосергиевский район (Оренбургская область).

На рисунке 1 представлены величины ОЖС изученных сосновых насаждений.

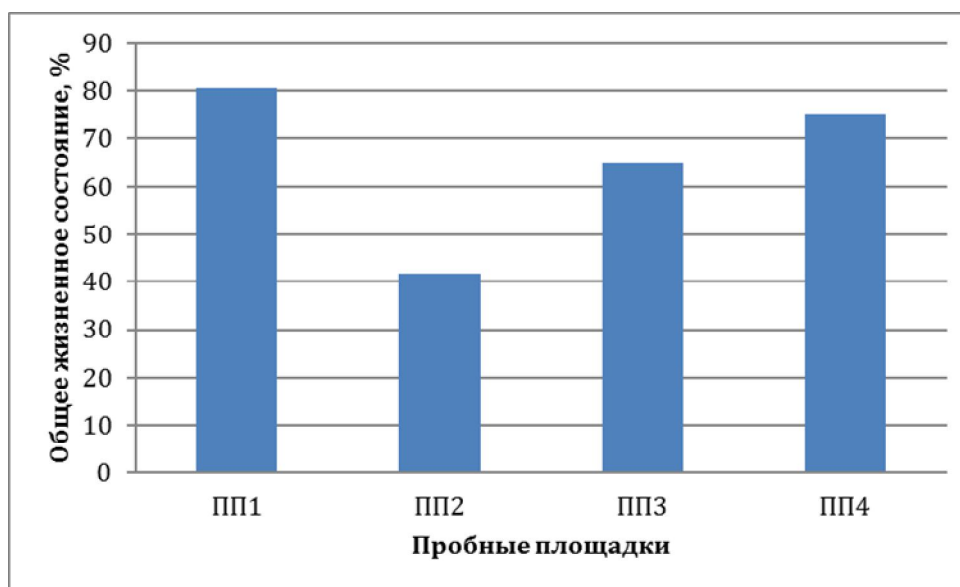


Рис. 1 - Жизненное состояние деревьев в изученных насаждениях сосны

В таблице 2 представлен сравнительный анализ данных снятых с исследуемых площадок лесных культур сосны.

Таблица 2 – Сравнительный анализ данных

	Возраст, лет	Высота, м	Сомкнутость крон, %	Полнота древостоя, %	Подлесок	Травянистый ярус (количество видов)	Общее проективное покрытие, %
ПП1	20	9	50	70	подрост сосны обыкновенной	5	10
ПП2	36	10	50	40	Смородина	9	мертвопокровник

					золотистая, крушина ломкая		
ПП3	45	15	50	40	Жимолость таатарская, клен таатарский, вишня степная	0	мертвопокровник
ПП4	60	24	30	20	Клен остролистный, клен американский, клен татарский	1	мертвопокровник

На рисунке 2 представлена зависимость величины ОЖС изученных насаждений и их возраста.

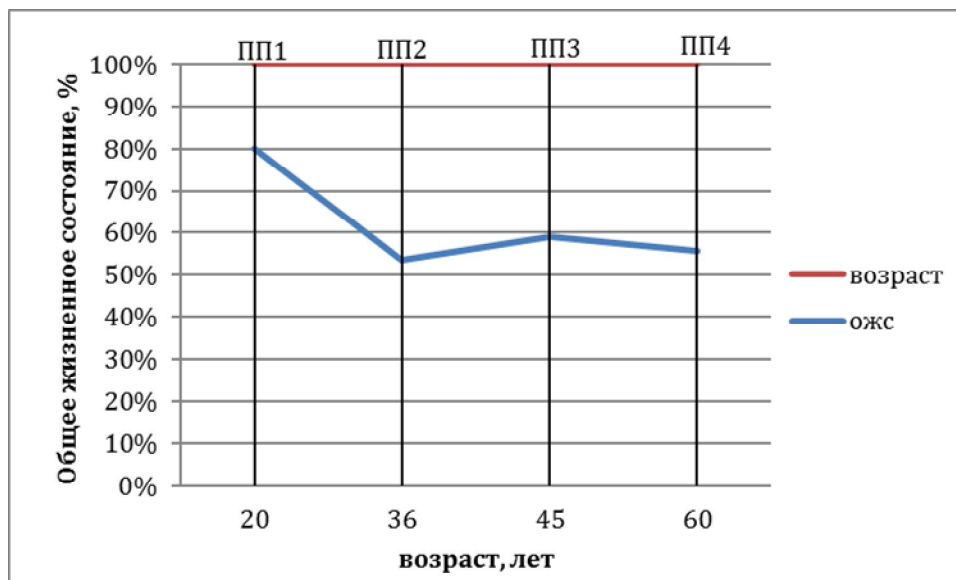


Рис. 2 - Зависимость ОЖС и возраста сосновых насаждений

Анализируя данные можно отметить, что жизненное состояние всех изученных посадок разнообразное; минимальная жизненность отмечена в посадке на г. Атаманская; максимальная — в посадке около с. Покровка.

Анализ показателей жизненности и сопутствующих данных сводится к следующему:

1. насаждения, произрастающие на г.Атаманская - характеризуются пониженной жизненностью, существенной изреженностью, низким бонитетом;
2. две пробные площадки насаждений, произрастающие в районе с. Рыбкино - средний уровень жизненности, высокая полнота древостоя. относительно высокий бонитет;
3. насаждения в окрестностях с. Покровка — высокий класс жизненности, полнота древостоя средняя, высокий бонитет.

Воздействие разнообразных условий отрицательно сказывается на относительном жизненном состоянии леса. На насаждения наблюдается влияние факторов различной природы - зоны рекреации, пожары, загущенность насаждений, жизнедеятельность насекомых, грибковые и другие заболевания.

Анализируя данные по следующим параметрам можно сделать следующие выводы:

1. сомкнутость крон, полнота древостоя ухудшаются у посадок более старшего возраста.
2. подрост у посадки возрастом 20 лет отсутствует, имеется лишь подрост доминирующей культуры.
3. травянистый ярус разнообразен у более молодых посадок, поскольку сосна не в полной мере действует на ярус лежащий ниже.
4. проективное покрытие наблюдается лишь у ПП1, на других площадках оно не определяется (преобладает мертвопокровность).

Заключение

Состояние посадок сосны обыкновенной в с. Покровка оценивается как «здоровый древостой»; в окрестностях с. Рыбкино - «ослабленный древостой»; на г. Атамановская — «сильно ослабленный древостой». Сравнение ОЖС сосны показало, что древостой, имеющие меньший возраст, являются более «здоровыми», нежели посадки более старших классов возраста.

Можно сделать вывод, что на состояние насаждений значительное влияние оказывают как прямые, так и косвенные факторы.

Литература

1. Алексеев, В.А Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение / В.А Алексеев. – Л.: Наука. 1990. – 197 с.
2. Красинский, Н.И Значение изучения дымо- и газоустойчивости растений для озеленения промплощадок и населенных пунктов // Дымоустойчивость растений и дымоустойчивые сорта. Горький; М.: Горьковский университет, 1950. С.1-9.
3. Красинский Н.И Теоретические основы построения ассортиментов газоустойчивых растений // Дымоустойчивость растений и дымоустойчивые сорта. Горький; М.: Горьковский университет, 1950. – С.9-109.
4. Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда. М.: Наука. 1974. - 125 с.
5. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений. Новосибирск: Наука. 1979. - 280 с.
6. Николаевский В. С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации. М.: Изд-во МГУЛ. 1998. – 191 с.

7. Сафонов М.А., Маленкова А.С. Дереворазрушающие грибы искусственных хвойных насаждений в Южном Приуралье // Вестник ОГУ, № 12 (131), декабрь 2011. – С.140-143.

8. Сафонов М.А., Сафонова Т.И. Теоретические и практические аспекты сохранения биоразнообразия микобиоты Южного Приуралья // Вестник ОГУ, №6 (112), 2010. С.29-33

Баранова Т.В.¹, Николаев Е.А.²

¹Кандидат биологических наук, научный сотрудник; ²кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Воронежский государственный университет

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ЧЕРНОЗЕМЬЕ ВИДЫ РОДА *JUNGLANS* L.

Аннотация

Изучены показатели перспективности культивирования видов рода *Junglans* в Центральном Черноземье. Выявлена способность произрастания данных интродуцентов на черноземных почвах. Показана возможность их применения в садово-парковом строительстве и лесном хозяйстве.

Ключевые слова: показатели перспективности, культивирование

Baranova T.V.¹, Nikolaev E.A.²

¹Candidate of Biological Sciences, Scientific collaborator; ²Candidate of Biological Sciences, Leader Scientific collaborator, Voronezh State University

PERSPECTIVE FOR CUTIVATION IN CENTRAL BLACK EARTH SPECIES OF GUNIUS *JUNGLANS* L.

Abstract

The study was made about promising indicators of culturing species *Junglans* in the Central Black Earth. It has been detected the ability of these exotic species growing on the black soils. It has been shown the possibility of their application in landscape construction and forestry.

Keywords: promising indicators, culturing

Испытываемые растения рода *Junglans* принадлежат к семейству ореховых (*Juglandaceae* Juss.) [1]. Виды происходят из разных ботанико-географических провинций, отличающихся своеобразием агроклиматических условий. Нами изучалась способность произрастания данных интродуцентов на черноземных почвах [2-6] и возможность их дальнейшего использования. Орех черный (*Junglans nigra* L.) и серый (*Junglans cinerea* L.) – представители флоры центральной части Северной Америки, где климатические условия имеют относительное сходство с таковыми в Центральном Черноземье. В эту же группу можно отнести и орех мелкоплодный (*Junglans microcarpa*), который отдельные исследователи считают формой ореха черного. Орехи маньчжурский (*Junglans mandshurica* Max.), Зибольда (*Junglans sieboldiana* Maxim.) и сердцевидный (*Junglans cordiformis* Max.) – представители приморско-дальневосточной флоры, климат которой отличается более низкими температурами, но значительно большим количеством осадков. Орех грецкий (*Junglans regia* L.) – растение средне- и центральноазиатской флоры, достаточно часто встречается в Средиземноморье [7-8].

Анализ по показателям перспективности культивирования показал, что зимостойкость, засухоустойчивость, устойчивость к вредителям и болезням достаточно высоки у всех изучаемых видов рода *Junglans*, плодоношение ежегодное, заморозкоустойчивость проявляется по отношению к осенним заморозкам, весной могут повреждаться цветочные почки. Несмотря на то, что предстоит изучить еще ряд показателей биологии видов орехов в Центральном Черноземье, анализируя полученные данные можно сделать следующее заключение о возможностях применения. Орехи рода *Junglans* являются перспективными древесными растениями для лесного хозяйства, пригодны для введения в культуру лесных и охотничьих хозяйств, как кормовых для некоторых видов птиц и зверей, которые используют плоды орехов в пищу, для создания крупных садово-парковых объектов в населенных пунктах.

Литература

1. Воронин А.А. Николаев Е.А., Комова А.В. Ботанический сад имени профессора Б.М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета - центр интродукции и сохранения биоразнообразия растений // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Проблемы высшего образования. Воронеж, 2013. № 1. С. 185-191.
2. Биогеография и почвоведение: учеб. пособ. для вузов / сост.: Т.А. Девятова, Л.А. Яблонских, Л.А. Алаева, Е.А. Негрובה, Т.А. Крамарева, А.Н. Тимофеев, А.А. Воронин. Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2010. 94 с.
3. Воронин А.А., Протасова Н.А., Беспалова Н.С. Динамика ферментативной активности чернозема обыкновенного в условиях полевого стационарного опыта федерального полигона "Каменная степь" // Вестник Воронежского государственного университета. Сер.: Химия. Биология. Фармация. Воронеж, 2006. № 2. С. 122-127.
4. Девятова Т.А., Воронин А.А., Румянцева И.В. Теоретическая и информационная основы биологической диагностики антропогенной деградации черноземов в ЦЧР // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. Воронеж, 2010. № 2. С. 98 - 101.
5. Девятова Т.А., Воронин А.А., Румянцева И.В. Биодиагностика экологического состояния почв в условиях антропогенной нагрузки // Всероссийский журнал научных публикаций. 2010. ноябрь. С.130-131.
6. Баранова Т.В., Воронин А.А., Кузнецов Б.И. Адаптационная способность интродуцентов в Центральном Черноземье к глобальному потеплению // Международный научно-исследовательский журнал.— 2013. № 7.(14). С. 71 - 72.
7. Лепешкина Л.А., Кузнецов Б.И., Серикова В.И. Формирование гербарной коллекции Ботанического сада им. проф. Б.М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Химия. Биология. Фармация. Воронеж, 2009. №1. С.79 - 82.
8. Серикова В.И., Лепешкина Л.А., Прохорова О.В., Давыдова Н.С., Кузнецов Б.И. Биогеографические основы изучения флоры особо охраняемых природных территорий Воронежской области в ходе экспедиционных исследований // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология Воронеж, 2011. №2. С.181 - 185.

Смирнов П.Н.¹, Батенёва Н.В.²

¹Доктор ветеринарных наук, профессор, Новосибирский государственный аграрный университет;

²Кандидат биологических наук, Новосибирский государственный аграрный университет

АНАЛИЗ СТРУКТУРНОГО РАЗНООБРАЗИЯ ПРОВИРУСА BLV НА ОСНОВАНИИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ КРИВЫХ REAL TIME SYBRGREEN

Аннотация

Исследования направлены на изучение структурного разнообразия провируса BLV на основании температурных кривых Real Time SYBRgreen. По нуклеотидному составу, на основании температурных пиков, выборки распределились на несколько групп, соответствующих международной классификации генотипов провируса BLV (I-VII).

Ключевые слова: вирус лейкоза крупного рогатого скота, генотипирование, анализ температурных кривых, олигонуклеотидные праймеры, анализ структурного разнообразия.

Smirnov P.N.¹, Bateneva N.V.²

Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Novosibirsk State Agrarian University, Candidate of Biological Sciences, Novosibirsk State Agrarian University

ANALYSIS OF THE STRUCTURAL DIVERSITY OF PROVIRUS BLV ON THE BASIS OF TEMPERATURE CURVES REAL TIME (SYBRGREEN)

Abstract

Researches Investigations are directed on studying of the structural diversity of provirus BLV on the basis of the temperature curve in real time SYBRgreen. Studied blood samples were collected from cattle farms of the Krasnodar region. On the above mentioned farms contained cows the following breeds: Red Steppe, Ireshire, Holstaine. The blood sample was divided into several groups according to the nucleotides structure, based on temperature peaks, who match international classification of provirus's genotypes BLV (I-VII). Knowing that peaks depending on the temperature at different genotypes provirus's BLV, possibly, at genotyping not use restriction fragment length polymorphism (RFLP) or sequencing.

Keywords: BLV (bovine leukemia virus), leucosis, genotypes, provirus BLV, temperature curves, analysis of the structural diversity, cattle, oligonucleotide primers.

В организме хозяина хронически персистирующий вирус может претерпевать мутационные изменения, направленные на увеличение патогенности, на преодоление более эффективных защитных механизмов хозяина. Поэтому, наряду с генетическим статусом макроорганизма, во внимание необходимо принимать и генетическую изменчивость самого патогена, который, возможно, в процессе длительной персистенции способен изменять свою патогенность, в сторону как комменсализма, так и усиления патогенных свойств [2, 3, 5]. Генетическая вариабельность BLV у инфицированного крупного рогатого скота достаточно хорошо охарактеризована [1, 4, 6, 8]. На основании метода ПДРФ и ДНК секвенирования вируса лейкоза крупного рогатого скота классифицировано три подгруппы вируса — бельгийская, австралийская и японская [4, 6, 10]. Так как секвенирование достаточно затратный метод генотипирования, для распределения выборки по известным генотипам применяют ПДРФ-анализ (полиморфизм длин рестрикционных фрагментов) или методику Real time PCR с флуоресцентно-мечеными олигонуклеотидными зондами. Наиболее широко используется 5'-экзонуклеазный метод, основанный на эффекте пространственного разделения флуорофора и гасителя флуоресценции вследствие расщепления Taq ДНК-полимеразой зонда, связанного с амплифицируемой последовательностью ДНК [7].

Учитывая вышесказанное целью наших исследований явилось проведение генотипирования BLV-провируса по env гену циркулирующего на поголовье крупного рогатого скота Краснодарского края, с распределением исследуемых образцов по структурной составляющей на группы по gag гену. В связи с этим были поставлены следующие задачи: 1) выделить ДНК из крови серопозитивных животных; 2) провести ПЦР в реальном времени; построить графики температур плавления и накопления продуктов амплификации; 3) провести биоинформационный анализ полученных данных.

Объектом исследований являлся крупный рогатый скот принадлежащий ПЗ «им. Чапаева», Краснодарского края. Материалом послужила кровь серопозитивных животных в отношении BLV (bovine leukemia virus). ДНК из крови выделяли сорбентным методом с использованием наборов МедиГен (Новосибирск).

Для определения вирусоносителя по гену env gp51 применили следующие праймеры: № 1. 5'TCTGTGCCAAGTCTCCCAGATA-3', № 2. 5'CCCACAAGGGCGGCGCCGGTTT-3', [2, 3]; для определения вирусоносителя по гену gag p24 применили следующие праймеры (347 bp): № 1. 5'GGAGGWGGRAAGATGCGAАСТATT 3', № 2. 5'GTCCGYTCTA CYAACCCCTGAАСТT 3' [9], синтезированные ООО «Меди-ген». Применяли способ проведения PCR real time с SYBRgreen-II.

На рисунке 1 изображен график ПЦР real-time, в котором отображается накопление специфических продуктов амплификации BLV. При этом максимальное количество продуктов амплификации было отмечено при температуре 28 до 32° С. Однако, температурная кривая некоторых проб значительно отличалась. На следующем графике (рис. 2) изображены кривые температур плавления амликонов, а на рисунке 3 изображен участок кривых, где отмечалась наибольшая изменчивость (t 75-95 ° С). Стоит отметить, что для данного аплифицируемого участка вышеуказанной выборки оптимальная температура плавления составляет от 79,6 до 81,4°С. Определив опытным путем оптимальные температуры плавления и накопления продуктов амплификации, были адаптированы режимы аплификации, что позволит максимально исключить ложноположительные результаты.

Таблица 1 – Показатели температур плавления и накопления продуктов амплификации участков ДНК gag гена (провируса BLV) ° С

№ пробы	Температура накопления продуктов ПЦР, С°	Температура плавления, С°
1	27,88	80,2
2	28,56	79,8
4	27,23	80,2
5	29,07	80,4
6	29,07	79,6
7	29,19	79,8
9	29,4	79,8
11	28,75	80
14	30,27	81,4
16	29,66	79,8
19	29,34	80,6
23	27,72	80,4
28	28,26	80,4

29	28,03	80,4
30	31,38	82
31	28,47	80,6
32	30,99	81,6
34	31,01	82
36	28,3	79,8
37	31,5	81,4
40	33,16	80,4
43	29,09	φ79,6
45	30,7	81,4
48	29,64	81,2
55	29,03	79,8
59	30,88	81,6

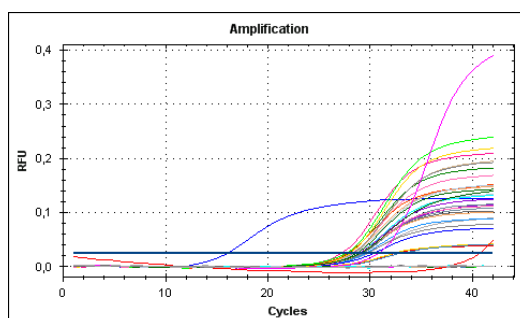


Рис. 1 – График накопления продуктов амплификации участка ДНК gag гена (провируса BLV) ° C

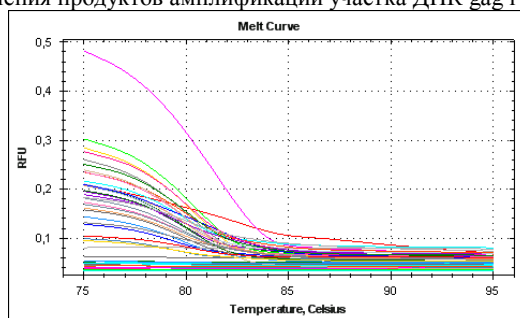


Рис. 2 – График накопления продуктов амплификации участка ДНК gag гена (провируса BLV), ° C

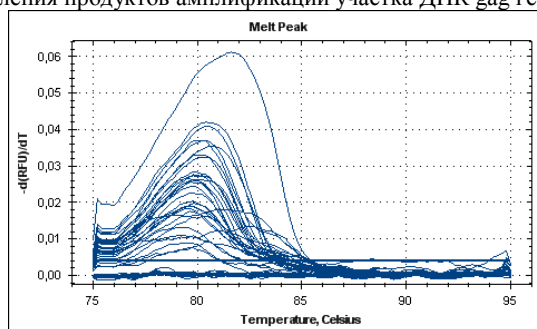


Рис. 3 - График температур плавления продуктов амплификации, участка ДНК gag гена (провируса BLV) ° C

Впоследствии был проведен более точный анализ - НРМ (по кривым плавления), результаты которого напрямую зависят от нуклеотидного состава, а, соответственно, и генотипов исследуемых образцов.

Конкретный профиль плавления, который отражает кривые плавления, определяется последовательностью оснований в исследуемой ДНК. Пики на дифференциальных кривых плавления связаны с выплыванием участков молекулы в интервале в несколько десятых градуса отдельных с характерным размером в несколько сотен пар оснований

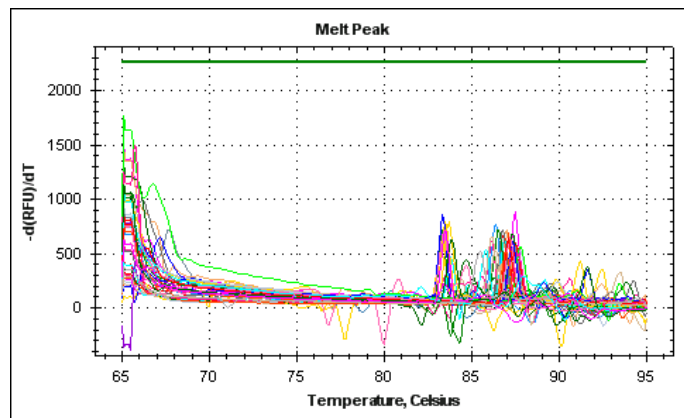


Рис. 4 – График температур плавления продуктов амплификации env гена (провируса BLV), °С

Расхождение пиков температур плавления не принципиально (Табл. 2, Рис. 4), а, соответственно, данные образцы можно отнести к одному генотипу, в то время как у этих же животных наблюдались значительные нуклеотидные замены на исследуемом участке ДНК провируса другого гена (gag) (Табл. 1, Рис. 1-3). Данный факт лишь подтверждает гипотезу о несоответствии генотипической принадлежности изучаемого провируса по двум генам. Однако четко видны повторяющиеся на каждом из образцов температурные пики, что свидетельствует о распределении выборки на несколько групп по нуклеотидному составу. На графике четко видны пять групп, с температурами плавления от 64 до 88 °С. Так к первой группе отнесли образцы, температура плавления которых составила 64-66, ко второй – 66,1-68, к третьей – 82-84, к четвертой – 84,1-86 и к пятой -86, 1-88 °С. Самой многочисленной оказалась группа 5, далее по убыванию третья, вторая, первая и четвертая. Проведя биоинформационный анализ данных образцов мы определили, что данные группы соответствуют международной классификации генотипов (I-VII) [6, 8].

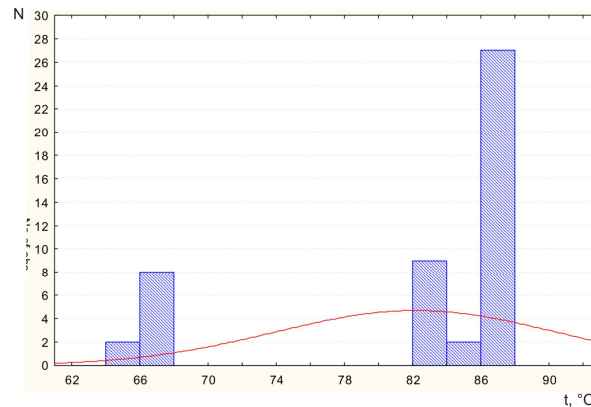


Рис. 5 – Распределение исследуемых образцов на группы по структуре ДНК (участок 444 п.н. env ген)

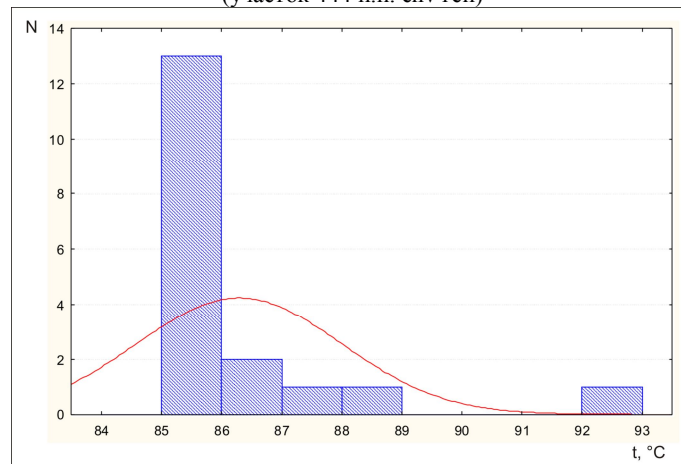


Рис. 6 – Распределение исследуемых образцов на группы по структуре ДНК (участок 347 п.н. gag ген)

Анализируя полученные данные по температурным кривым образцов исследуемых по gag гену BLV (провируса), следует отметить, что образцы также распределились на 5 групп, однако совершенно в других температурных рамках. Так зарегистрировано 5 групп: первая 85-86, вторая – 86, 1-87, третья – 87,1-88, четвертая 88,1-89, пятая 92-93 °С. Характеризуя данные группы, напрашивается вывод об определенной гомогенности 1-4 групп, и совершенно отличающейся температурами плавления образцов, входящих в 5 группу. Данный факт указывает на большое содержание в структуре ДНК, С (цитозин) и G (гуанин), которые способны образовывать тройные связи, а соответственно при их плавлении необходимы более высокие температуры. Так как на данный момент не существует определенной классификации генотипов, по данному участку gag гена, в дальнейшем предстоит провести секвенирование нескольких образцов из каждой группы.

Выводы и перспективы дальнейших исследований.

1. Биоинформационным анализом результатов исследований ДНК провирусов BLV от крупного рогатого скота Краснодарского края выявлено 5 условных генотипов.

2. Распределение выборки, по температуре плавления, неравномерное. Наиболее многочисленной оказалась группа – 86, 1-88⁰; далее в хронологическом порядке – 82-84⁰; 66, 1-68; 64 – 88⁰ и 84,1 – 86⁰ по gag гену.

Литература

1. Грачева Н.В. Генотипическое разнообразие вируса лейкоза крупного рогатого скота по gag и env генам: автореф. дис.... канд. биол. наук./ Н.В. Грачева. – Новосибирск, 2010. – 18 с.
2. Дробот, Е.В. Результаты изучения генотипического разнообразия вируса лейкоза крупного рогатого скота и особенности эпизоотологического и гематологического проявления: автореф. дис.... канд. биол. наук./ Е.В. Дробот. – Новосибирск, 2007. – 18 с.
3. Смирнов, П.Н. Болезнь века – лейкоз крупного рогатого скота. – 2007. – 301 с.
4. Beyer, J.R., R.B. Kollner and J.P. Teifke, 2002. Cattle infected with bovine leukaemia virus may not only develop persistent B-cell lymphocytosis but also persistent B-cell lymphopenia. *Journal of Veterinary*, 49(6): 270-276
5. Burny, A., 1988. Bovine leukemia: fact and hypotheses derived from the study of an infections cancer. *Veterinary Microbiology*, 17: 197-218.
6. Fecher, H., A. Kurg and L. Geue, 2003. Evaluation of polymerase chain reaction (PCR) application in diagnosis of bovine leukemia virus (BLV) infection in naturally infected cattle. *Journal of American Veterinary Medical Association*, 222(7): 983-985.
7. Heid, S.A., J. Stevens, K.J. Livak, and P.M. Williams. 1996. Real time quantitative PCR. *Genome Res.* 6: 986-994
8. Licursi, M., Y. Inoshima, T. Yokoyama and E. Gonzales, 2002. Genetic heterogeneity bovine leukemia virus genotypes and its relation to humoral responses in hosts. *Virus Research*, 86: 101-110.
9. Mohammadabadi M.R., G.O. Shaikaeв and G.E. Sulimova, 2004. Detection of bovine leukemia virus proviral DNA in Yaroslavl, Mongolian and black pied cattle by PCA. *Cellular & Molecular Biology letters*, 9 (4): 766-768.
10. Monti, G., R. Schrijver and D. Bier, 2005. Genetic diversity and spread of Bovine leukaemia virus isolates in Argentine dairy cattle. *Arch Virol*, 150 (3): 443-458.

Ефанова Н.В.¹, Баталова С.В.², Смирнов П.Н.³, Осина Л.М.⁴

¹Профессор, Новосибирский государственный аграрный университет; ²Ст. преподаватель, Новосибирский государственный аграрный университет; ³Профессор, Новосибирский государственный аграрный университет;

⁴Доцент, Новосибирский государственный аграрный университет

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИММУННОГО СТАТУСА СУПОРОСНЫХ СВИНОМАТОК В ЗАВИСОМОСТИ ОТ МЕРТВОРОЖДЕННОСТИ И УРОВНЯ МНОГОПЛОДИЯ

Аннотация

Изучена связь иммунного статуса супоросных свиноматок с уровнем многоплодия и мертворожденностью. Показано, что самые высокие показатели Т- и В-звеньев иммунной системы принадлежат свиноматкам, имеющим в своих помётах мертворожденных плодов. Более высокоплодные свиноматки отличаются от малоплодных высоким уровнем лейкопоза и синтеза IgG.

Ключевые слова: свиноматки, иммунная система, Т-, В-лимфоциты, многоплодие, мертворожденность, супоросность.

Efanova N.V.¹, Batalova S.V.², Smirnov P.N.³, Osina L.M.⁴

¹Professor, Novosibirsk State Agrarian University; ²Senior lecturer, Novosibirsk State Agrarian University; ³Professor, Novosibirsk State Agrarian University; ⁴Associate Professor, Novosibirsk State Agrarian University

PECULIARITIES OF FORMATION OF THE IMMUNE STATUS OF PREGNANT SOWS DEPENDING ON THE DEAD BIRTH AND LEVEL OF MULTIPLE PREGNANCY

Abstract

Studied the relationship of the immune status of pregnant sows with the level of multiple pregnancy and мертворожденностью. It is shown that the highest indices of T - and b-components of the immune system belong sows having in their litters stillborn fetuses. More высокоплодные sows differ from малоплодных high level of leucopoiesis and synthesis of IgG.

Keywords: sows, immune system, T - and B-lymphocytes, multiple births, мертворожденность, gestation.

С 1942 года в Западной Сибири были созданы уникальные высокопродуктивные породы и заводские типы свиней, к числу которых относится и скороспелая мясная порода свиней (СМ-1) новосибирской селекции. За время существования породы коллективом исследователей были достаточно подробно изучены её экстерьерные, продуктивные [3], стресс- и иммунореактивные особенности [4, 6]. Изучена связь биохимических и некоторых иммунологических показателей с хозяйственно – полезными признаками [4]. Установлен характер изменений показателей иммунной системы (ИС) в онтогенезе с учетом пола, исследованы особенности реабилитации ИС поросят после отъёма и кастрации [2, 8].

Однако на данный момент в иммунофизиологии домашней свиньи, в том числе и породы свиней СМ-1, остаётся неизученным ещё ряд вопросов, касающихся характера иммунологических отношений в системе «мать-потомство» при разном уровне многоплодия и при наличии мертворожденности. В связи с этим нами была сформулирована следующая цель исследований - изучить показатели ИС у свиноматок породы СМ-1 новосибирской селекции в системе «мать – потомство» в связи с мертворожденностью и разным уровнем многоплодия.

Объекты и методы исследований

Работа выполнена на базе лаборатории иммунологии кафедры физиологии и биохимии животных Новосибирского государственного аграрного университета и учхоза – племзавода «Тулинское» НГАУ.

В первой серии опытов изучали взаимосвязь мёртворожденных плодов с состоянием ИС свиноматок. С этой целью нами были сформированы две группы свиноматок. Первая группа состояла из маток, не имевших в своих помётах мертвых поросят. Вторая группа была сформирована из маток, в помётах которых находилось от 2 до 5 мёртвых плодов.

Во второй серии опытов изучалась связь между количеством поросят в помётах и ИС свиноматок. Для этого из свиноматок были сформированы две опытные группы. Первая группа состояла из маток, в чьих помётах находилось от 10 до 14 поросят. Вторая группа была представлена матками, в помётах которых было от 7 до 9 новорожденных.

В каждую группу входило по 10 животных. Исследование крови проводили за 7 дней до опороса. Группы формировали по результатам опороса.

Концентрацию лейкоцитов и лейкограмму определяли общепринятыми в гематологии методами. Для оценки Т-клеточного звена ИС определяли содержание в крови количество общих Т-лимфоцитов (тЕ-РОК), Т-индукторов-хелперов (рЕ-РОК), Т-киллеров-супрессоров (вЕ-РОК), активированных (бЕ-РОК) и тимических Т-клеток (сЕ-РОК) реакцией спонтанного розеткообразования лимфоцитов с эритроцитами барана, используя разные режимы инкубации [7]. Идентификацию В-лимфоцитов (ЕМ-РОК) осуществляли с помощью реакции розеткообразования лимфоцитов с эритроцитами мыши [1]. Концентрацию IgM и IgG определяли методом простой радиальной иммунодиффузии по Манчини [5].

Результаты исследований

Результаты исследований показали, что матки II группы, в помётах которых были мертворожденные, отличались от маток I группы, не имевших мертвых плодов, более активным состоянием иммунной системы (таб. 1). За 7 дней до опороса в крови маток

II группы увеличивалось содержание Т-лимфоцитов, Т-индукторов-хелперов, активированных Т-лимфоцитов, В-лимфоцитов и IgG. В результате матки II группы опережали свиной I группы по перечисленным показателям соответственно на 41,0 (P<0,001), 58,3 (P<0,001), 18,5 (P<0,01), 30,8 (P<0,001) и 14,2% (P<0,001).

Таблица 1 - Зависимость иммунной системы свиноматок от наличия в помётах мертвых плодов

Показатели иммунной системы	Группа		Уровень значимости
	I	II	
	матки, в помётах которых не было мертворожденных поросят	матки, в помётах которых были мертворожденные поросята	
тЕ-РОК, %	38,7±0,47	65,5±1,84	P<0,001
рЕ-РОК, %	20,0±1,61	48,0±2,28	P<0,001
вЕ-РОК, %	13,6±0,82	15,8±0,81	-
бЕ-РОК, %	13,2±0,79	16,2±0,51	P<0,01
ЕМ-РОК, %	7,2±0,33	10,4±0,31	P<0,001
IgM, г/л	3,34±0,06	3,24±0,10	-
IgG, г/л	12,26±0,23	14,29±0,12	P<0,001
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	14,5±0,52	13,6±0,39	-
Лимфоциты, %	58,0±1,96	56,0±1,42	-

Коэффициент соотношения субпопуляций рЕ-РОК и вЕ-РОК в группе маток с мертворожденными поросятами составлял 3,03, что свидетельствовало о преимущественном образовании и высокой активности Т-индукторов-хелперов. Коэффициент соотношения рЕ-РОК и вЕ-РОК в группе маток, не имевших мертворожденных поросят, был значительно ниже и находился на уровне 1,47.

Таким образом, за 7 дней до опороса матки, в чьих помётах находились мертвые плоды, имели более высокую активность клеточного и гуморального звеньев ИС.

Сравнение показателей иммунной системы маток I группы, имеющих в помётах от 10 до 14 поросят, с матками II группы, в помётах которых было от 7 до 9 поросят, существенных различий между ними не выявило (таб. 2).

Матки I группы имели статистически достоверное преимущество над матками II группы только по содержанию IgG. Разница по этому показателю составила 16% (P<0,01). В свою очередь менее многоплодные матки опережали более многоплодных маток по содержанию лейкоцитов на 16,0 (P<0,01), а по уровню Т-индукторов-хелперов – на 35,0% (P<0,01).

Таблица 2 – Сравнительные показатели иммунной системы супоросных свиноматок с разным количеством поросят в помётах

Показатели иммунной системы	Группа		Уровень значимости
	I	II	
	матки, имеющие в помётах от 10 до 14 поросят	матки, имеющие в помётах от 7 до 9 поросят	
тЕ-РОК, %	44,0±1,73	48,0±1,75	-
рЕ-РОК, %	13,0±1,00	20,0±1,56	P<0,01
вЕ-РОК, %	14,9±1,13	14,2±0,60	-
бЕ-РОК, %	10,8±0,96	12,6±1,08	-
ЕМ-РОК, %	12,1±1,46	11,2±0,93	-
IgM, г/л	2,71±0,11	2,55±0,06	-
IgG, г/л	14,4±0,55	12,1±0,44	P<0,01
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	13,47±0,75	16,04±0,40	P<0,01
Лимфоциты, %	67,3±3,78	61,9±1,32	-

Таким образом, матки, имеющие в своих помётах от 10 до 14 поросят, отличались от менее многоплодных маток более интенсивным синтезом IgG, низким уровнем лейкопоза и формирования Т-индукторов - хелперов.

Выводы

1. Изучение связи между внутриутробной гибелью плодов и активностью ИС супоросных свиноматок показало, что свиноматки, в помётах которых находились мертвые плоды, отличались от маток, не имевших мертворожденных, более активным состоянием Т- и В-звеньев ИС.

2. Активность иммунной системы супоросных свиноматок зависит от количества вынашиваемых плодов. Матки, имеющие в своих помётах от 10 до 14 поросят, отличались от малоплодных маток, более интенсивным синтезом IgG, низким уровнем лейкопоза и образования Т-индукторов - хелперов.

Литература

1. Бабаян В.А. Реакция спонтанного розеткообразования В-лимфоцитов свиной с эритроцитами мыши / В.А. Бабаян, А.А. Коломьцев, А.С. Геворгян // Ветеринария. - 1988. - № 11. - С.35-39.
2. Бакшеев А.Ф. Иммунология свиньи/ А.Ф. Бакшеев, Н.В. Ефанова, П.Н. Смирнов, К.А. Дементьева. – Новосибирск, 2003. – 143 с.
3. Гудилин И.И. Интерьер и продуктивность свиной //И.И. Гудилин, В.А. Петухов, Т.А. Дементьева //Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2000. -251с.

4. Жучаев К.В. Формирование адаптивных качеств и продуктивности свиней в процессе микроэволюции// Автореф. дис. д-ра. биол. наук. – Москва, 2005. – 41 с.
5. Иммунологические методы /Под ред. Г. Фримеля.: Пер. с нем.- М.: Медицина, 1987.- С. 82-88.
6. Князев С.П. Проблемы дискордантности и косегрегации экспрессии галотан - чувствительности свиней с мутацией 1843 С-Т в локусе RYR1 рецептора риаинодина /С.П. Князев, К.В. Жучаев, В.В. Гарт, Т. Хардге //Генетика. -1998. –Т. 34, -№12. - С.1648 – 1654.
7. Лозовой В.П. Методы исследований Т-системы иммунитета в диагностике вторичных иммунодефицитов при заболеваниях и повреждениях / В.П. Лозовой, В.С. Кожевников, И.А. Волчек и др. // Учебное пособие - 3.- Томск, 1986.- С. 4-6.
8. Осина Л.М. Иммунокомпетентность свиней с учетом влияния биологических и технологических факторов// Автореф. дис. канд. биол. наук. – Новосибирск, 2005. – 20 с.

Котурай И. А.

Аспирантка, Бурятский государственный университет

ВНЕШНЕСЕКРЕТОРНАЯ ФУНКЦИЯ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ОВЕЦ И КОЗ

Аннотация

С помощью точных методов анализа активности ферментов, впервые проведены исследования по определению активности поджелудочной железы у овец и коз. Установлена сезонная динамика активности амилалитических и протеолитических ферментов у малого рогатого скота в Республике Бурятия, а так же влияние природно-климатических условий на пищеварительную деятельность поджелудочной железы.

Ключевые слова: Фермент, амилаза, протеаза, поджелудочная железа.

Koturay I. A.

Postgraduate student, Buryat state university

EXTERNALLY SEKRETORY FUNCTION OF THE PANCREAS OF SHEEP AND GOATS

Abstract

By means of exact methods of the analysis of activity of enzymes, researches on determination of activity of a pancreas at sheep and goats for the first time are conducted. Seasonal dynamics of activity of amiloliticshy and proteolytic enzymes at a small cattle in the Republic of Buryatia is established, and as influence of climatic conditions on digestive activity of a pancreas is established.

Keywords: Enzyme, amylase, protease, pancreas.

Овцы и козы растительноядные жвачные животные. В преджелудках трудноперевариваемый корм расщепляется ферментами инфузорий, бактерий и дрожжевых грибков. Расщепляется клетчатка, на которую организм овец и коз не вырабатывает фермент. Кроме того гидролизуются белки, жиры и углеводы растительного корма, т.е. осуществляет симбионтное пищеварение – переваривание неперевариваемых и трудноперевариваемых кормов. Микроорганизмы обогащают, перерабатывая, синтезируя компоненты клеточной структуры. В сычуге и кишечнике микроорганизмы утилизируются соляной кислотой и ферментами пищеварительных соков хозяина, доставляя биологически более ценные питательные вещества микробного синтеза. У жвачных симбионтное, связанное деятельностью микроорганизмов пищеварение и такое симбионтное питание, обогащение принятого корма продуктами микробного синтеза [1].

Пищеварительная функция поджелудочной железы овец и коз слабо изучена в связи с трудностями применения фистульного метода [3,5].

В работе использовался гомогенат ткани поджелудочной железы животных. Исследовано 67 овец и 20 коз из частного подворья Республики Бурятия. Определение активности амилазы производилось по Smith Roe в модификации Батоева (1974), протеолитическая активность – методом используемом в лаборатории.

В холодное время года в частном подворье овец и коз подкармливают сеном, зерном и выпускают на пастбище, в летнее время рацион ограничен только пастбищным кормом.

Результаты исследования пищеварительной функции поджелудочной железы в зависимости от сезона года представлена на рис.1.

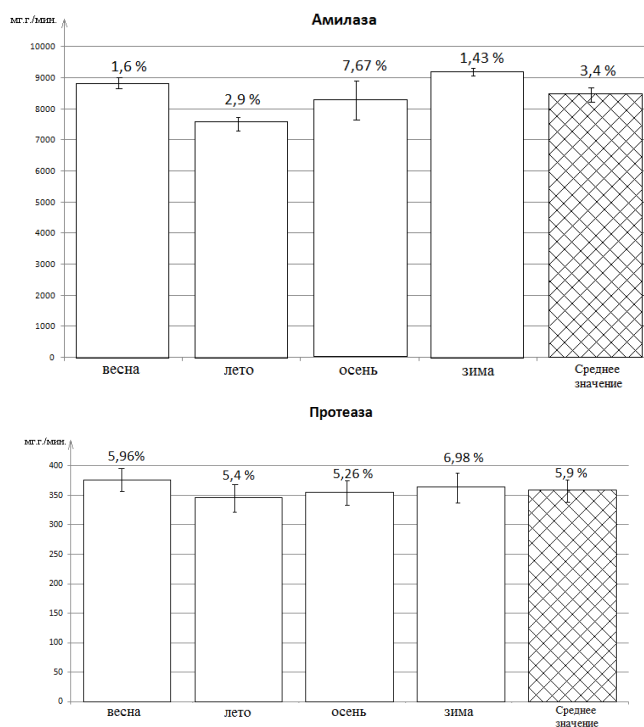


Рис.1. Активность амилазы и протеазы поджелудочной железы овец по сезонам года.

Сезонные изменения в природе и потребление кормов существенных влияний на внешнесекреторную деятельность поджелудочной железы овец не оказывает.

Бурятия занимает обширную территорию, поэтому районы, в которых был собран материал для исследования, имеют существенные различия в составе почвы, увлажнении, состава растительного покрова, урожайности и других факторов окружающей среды. Влияние природно-климатических условий на пищеварительную деятельность поджелудочной железы овец, приведена на рис.2.

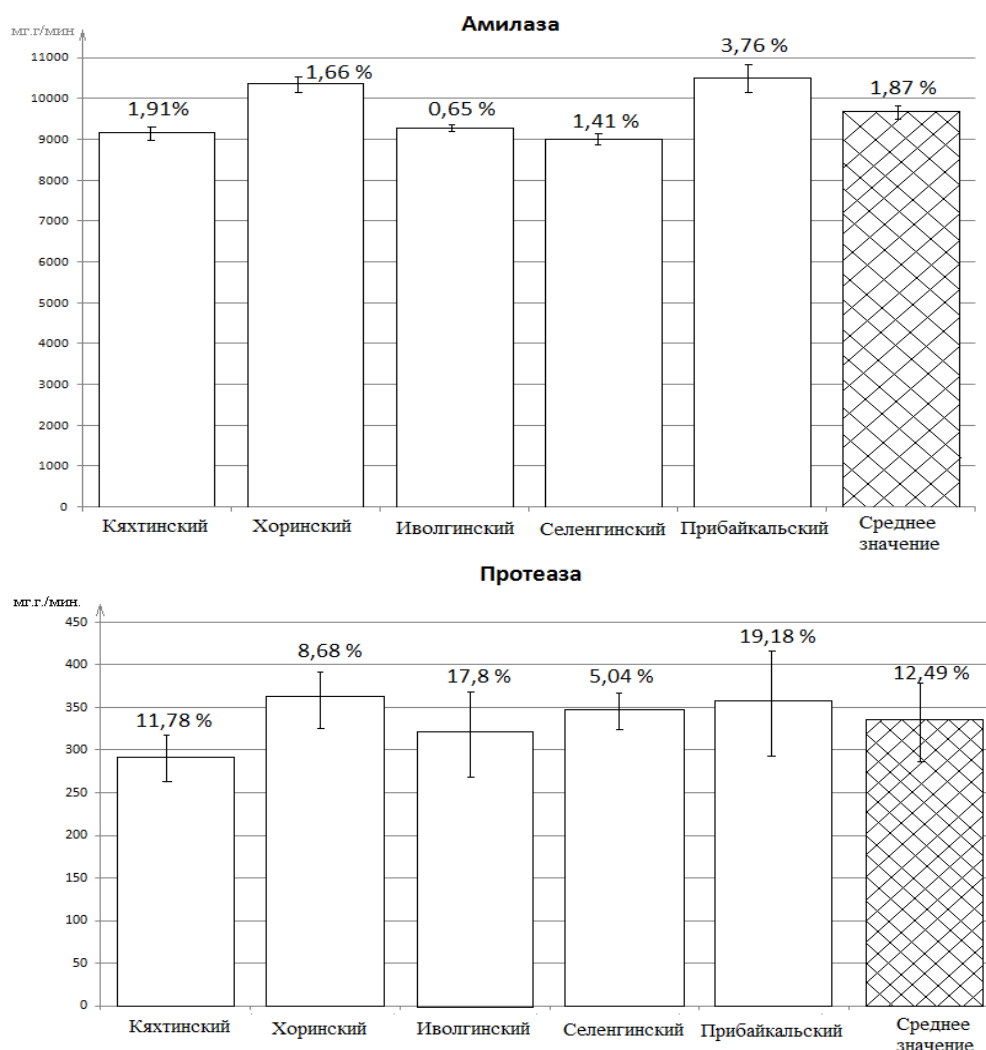


Рис.2. Активность ферментов поджелудочной железы овец в районах исследования.

Различия природных условий районов не оказывает существенных изменений в ферментативной функции поджелудочной железы овец. Консервативный характер синтеза пищеварительных ферментов объясняется, очевидно, устойчивым наследственным механизмом образования их в железе.

Анализ данных исследований внешнесекреторной функции поджелудочной железы коз в зависимости от места обитания животных приведён в таблице 1.

n	Джидинский		Иволгинский		Тарбагатайский	
	амилаза	протеаза	амилаза	протеаза	амилаза	протеаза
1	11300	575	10550	350	10450	550
2	10300	350	10250	300	10750	300
3	10400	350	10350	350	10950	350
4	10750	375	10250	350	10350	600
5	10600	500	-	-	-	-
6	10900	350	-	-	-	-
7	10200	500	-	-	-	-
8	10550	375	-	-	-	-

9	10950	400	-	-	-	-
10	10750	375	-	-	-	-
11	11100	475	-	-	-	-
12	10950	375	-	-	-	-
M	10729,2	416,6	10350,0	337,5	10625,0	450,0
m	±317,8	±72,4	±122,5	±21,6	±238,5	±127,5
P	3,0	17,4	1,2	6,4	2,3	28,3

Таблица 1. Активность ферментов поджелудочной железы коз

Различия в активности пищеварительных ферментов железа козы, разводимых в трёх районах Бурятии не обнаруживаются, они не большие в пределах статистической ошибки.

Обработка результатов экспериментов на козах в зависимости возраста животных и сезонов года существенные отклонения от средних величин не установлены. Активность амилазы гомогената ткани поджелудочной железы овец составляет $8473 \pm 283,50$ мг.г/мин. крахмала, протеолитических ферментов $360,0 \pm 21,20$ мг.г/мин. казеина, протеазно-амилазное соотношение 1:23, у коз эти показатели составляют: $10478,1 \pm 260,0$ мг.г/мин., протеаз $412,5 \pm 61,10$ мг.г/мин., протеазно-амилазное соотношение 1:25.

Важные базовые показатели внешнесекреторной функции поджелудочной железы овец и коз свидетельствуют:

1. Впервые получены научно обоснованные функциональные особенности установленные при использовании точных методов анализа активности ферментов.
2. Активность амилазы овец и коз превышает уровень панкреатического сока кур и уток, что подтверждает положение сформулированное в лаборатории о избыточности образования ферментов поджелудочной железы.
3. Протеазно-амилазное соотношение у овец 1:23, у коз 1:25 – показатель облигатного растительноядного питания животных.

Литература

1. Георгиевский В.И. Физиология сельскохозяйственных животных, -М.: Агропромиздат. 1990. -512 с.
2. Куимов Д.К. Приспособленность работы поджелудочной железы к виду корма у тонкорунных овец // Физиол. журнал СССР. Т.12047. 1954. - №6. - С.711-716.
3. Куимов Д.К. Секреторная деятельность сычуга, поджелудочной железы и отделение желчи у овец // Физиол. журнал СССР. Т.40. 1961. - №10. - С.1314-1318.
4. Соловьёв А. В. (отв. редактор) и др. физиология пищеварения. В серии «Руководство по физиологии», «Наука», Ленингр.-1974г.
5. Ташенов К. Т. Секреторная и ферментативная активность поджелудочной железы у овец. Труды ин-та физиол. АН Каз.ССР. -Т.3.- 1959.

Лалаева Г.С.¹, Дьякова Е.Ю.²

¹Аспирант, ²доктор медицинских наук, профессор, Томский государственный университет

ПРИМЕНЕНИЕ РАЗРАБОТАННОЙ ПРОГРАММЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ПРЫЖКОВЫХ УПРАЖНЕНИЙ В ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ ЛЕГКОАТЛЕТОВ 9-10 ЛЕТ.

Аннотация

В статье рассмотрено - внедрение разработанной программы учебно-тренировочного процесса с использованием специального комплекса прыжковых упражнений в тренировочный процесс легкоатлетов начальной подготовки для улучшения общего физического состояния организма юных спортсменов, повышения уровня их тренированности, комплексного развития основных физических качеств легкоатлетов. Для обоснования разработанной программы до и после эксперимента со спортсменами 9 – 10 лет проводилось исследование поверхностной ЭМГ мышц бедра толчковой ноги при выполнении базового легкоатлетического движения «поднимание бедра» (на месте).

Ключевые слова: прыжковые упражнения, легкоатлеты, электромиография.

Lalaeva G.S.¹, Dyakova E.U.²

¹Postgraduate student, ² MD, professor, Tomsk State University

APPLICATION PROGRAM DEVELOPED USING A SPECIAL SET OF JUMPING EXERCISES IN TRAINING ATHLETES 9-10 YEARS

Abstract

In the article — implementation of the program developed by the training process using a special set of jumping exercises in the training process of initial training athletes to improve overall physical condition of young athletes, improve their level of fitness, integrated development of basic physical qualities of athletes.

To justify the developed program before and after the experiment with athletes 9-10 years old surveyed surface electromyography thigh muscles shaking leg when performing basic athletic movement "turning up the thigh" (on-site).

Keywords: jumping exercises, athletes, electromyography.

Этап начальной спортивной подготовки детей в легкой атлетике начинается в младшем школьном возрасте (9 – 10 лет) и заканчивается с началом спортивной специализации. К этому возрасту у детей значительно улучшается память, совершенствуется координация движения, увеличивается сила мышц. Работоспособность восстанавливается очень быстро. Процесс роста и образования костей не прекращается. Иммунная система развита хорошо. Ребята 9-10 лет уже начинают размышлять над своими поступками и поступками окружающих. В этом возрасте у детей еще много игровых элементов, поэтому они не способны к длительной сосредоточенности [5].

С началом занятий в школе ребята проводят гораздо больше времени сидя за партами, дома сидя за компьютером, вследствие этого возможна опасность искривления позвоночника. Часто нарушается их режим питания. Отсюда высокая частота инфекционных, аллергических, сердечно-сосудистых и желудочно-кишечных заболеваний [4].

Многие авторы утверждают, что различные прыжковые упражнения, особенно уступающе-преодолевающего характера, способствуют гармоничному развитию мускулатуры, улучшению подвижности в суставах, формированию свода стопы, правильной осанки, что в свою очередь обеспечивает нормальную работу центральной, нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной систем [1,5].

Таким образом, является актуальным разработать такую программу тренировочного процесса с использованием специального комплекса прыжковых упражнений, которая будет доступна для легкоатлетов 9 – 10 лет, позволит комплексно развить основные физические качества юных спортсменов на начальном этапе подготовки и будет удовлетворять условиям детской спортивной школы. А так же позволит улучшить общее физическое состояние организма юных спортсменов.

Эксперимент проводился на базе МБОУ ДОД СДЮСШОР №1 по легкой атлетике г. Томска, в легкоатлетическом манеже «Гармония» с сентября 2012 г. по май 2013 г.

В исследовании приняло участие 30 спортсменов. Экспериментальная группа (15 человек) занималась по разработанной программе учебно-тренировочного процесса с использованием специального комплекса прыжковых упражнений. Контрольная группа (15 человек) занимались по методике Н.Г. Озолина [3] с использованием беговой подготовки, т.к. большинство тренеров по легкой атлетике г. Томска отдают предпочтение именно этой методике.

В начале и в конце 2012-2013 учебного года в контрольной и экспериментальной группах с юными спортсменами было проведено тестирование уровня физической подготовленности по пяти контрольным тестам, таким как: «Прыжок в длину с места», «Тройной прыжок с места», «Бег 30 м», «Бег 500 м», «Поднимание туловища из положения лежа на спине за 30 сек». Полученные результаты педагогического тестирования в начале 2012 – 2013 учебного года свидетельствовали, что исходные величины показателей в контрольной и экспериментальной группах, не имели статистически значимого различия. При изучении результатов контрольных тестов уровня физической подготовленности легкоатлетов 9-10 лет после проведения эксперимента было выяснено, что показатели оказались достоверно выше в экспериментальной группе по сравнению с контрольной группой. Однако в контрольном тесте «Поднимание туловища из положения лежа на спине» между двумя группами достоверных различий не выявлено ($p > 0,05$). Это можно объяснить тем, что юные спортсмены контрольной и экспериментальной групп выполняли одинаковую нагрузку силовой подготовки в основной части занятия.

Изучение поверхностной электромиографии [2] начиналось с оценки спонтанной активности мышцы в покое, затем анализировалась активность мышц бедра толчковой ноги при выполнении легкоатлетического движения «поднимание бедра» (на месте).

В исследовании поверхностной ЭМГ мышц бедра толчковой ноги при выполнении базового легкоатлетического движения «поднимание бедра» (на месте) приняло участие 7 легкоатлетов контрольной и 7 легкоатлетов экспериментальной группы в возрасте 9 – 10 лет.

При исследовании для отведения биопотенциалов применялись накожные электроды (серебряные) в форме диска диаметром до 5 мм. Один электрод фиксировался на месте проекции прямой мышцы бедра вдоль хода ее волокон, а второй – на проекции двуглавой мышцы бедра.

В процессе мышечной работы отмечается, что чем выше уровень тренированности спортсмена, тем более заметна разница в амплитуде и частоте, чем больше эти показатели, тем больше двигательных единиц задействовано в работе мышц и тем более синхронно происходит их сокращение.

Статистический анализ данных позволил сделать вывод о том, что результаты биоэлектрических исследований мышц бедра толчковой ноги начинающих легкоатлетов контрольной и экспериментальной группы до проведения эксперимента не имели значимой разницы. После проведения эксперимента было выявлено, что у легкоатлетов обеих групп величина амплитуды биоэлектрической активности мышц бедра толчковой ноги увеличилась, при этом достоверно выше величина амплитуды регистрировалась у легкоатлетов экспериментальной группы. Также в экспериментальной группе было зафиксировано достоверно большее снижение частоты колебаний биоэлектрической активности мышц бедра толчковой ноги, по сравнению с соответствующими величинами легкоатлетов контрольной группы.

Использование разработанной программы учебно-тренировочного процесса с применением специального комплекса прыжковых упражнений в экспериментальной группе позволило достичь более высоких результатов в таких контрольных тестах как: «Прыжок в длину с места», «Тройной прыжок с места», «Бег 30 м», «Бег 500 м», по сравнению с контрольной группой, занимающейся по методике Н.Г. Озолина.

По результатам исследования поверхностной электромиографии было выявлено, что у спортсменов экспериментальной группы прирост амплитуды электрического сигнала мышц передней группы бедра и снижение частоты мышечных осцилляций были достоверно больше по сравнению с аналогичными показателями мышц спортсменов контрольной группы.

Таким образом, больший прирост показателей контрольного тестирования легкоатлетов экспериментальной группы может быть связан с тем, что у данных спортсменов выше сила мышц бедра толчковой ноги и синхронность вовлечения двигательных единиц мышц в движение.

Проанализировав все выше изложенное, можно отметить, что за период проведения исследования, как в экспериментальной, так и в контрольной группах произошел прирост показателей физической подготовленности. Но в экспериментальной группе результаты увеличились значительней.

На основе этого можно заключить, что вариант спортивной тренировки в экспериментальной группе с использованием специального комплекса прыжковых упражнений доступнее для начинающих легкоатлетов (9 – 10 лет), эффективнее для повышения уровня тренированности, так как позволяет комплексно развивать основные физические качества юных спортсменов, а так же удовлетворяет требованиям СДЮСШОР.

Литература

1. Верхошанский Ю.В. Тройной прыжок. М.: Физкультура и спорт. 1961. 214 с.
2. Коуэн, Брумлик Дж. Руководство по электромиографии и электродиограмме, перевод с английского. Москва. 1975. 204 с.
3. Легкая атлетика. Под общей редакцией Д.П. Макарова и Н.Г. Озолина. М.: Физкультура и спорт. 1965. 657 с.
4. Начальная подготовка юного спортсмена. Под общей редакцией В.П. Филина и С.С. Грошенкова М.: Физкультура и спорт. 1966. 255 с.
5. Попов В.Б., Сулов Ф.П., Ливадо Е.И. Юный легкоатлет. М.: Физкультура и спорт. 1981. 260 с.

Серикова В.И.

Ведущий биолог, ФГБОУ ВПО Ботанический сад им. проф. Б.М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета

ИНТРОДУКЦИЯ ПАПОРОТНИКОВ РЕГИОНАЛЬНОЙ ФЛОРЫ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ИМ. ПРОФ. Б.М. КОЗО-ПОЛЯНСКОГО ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУНИВЕРСИТЕТА

В работе представлены результаты изучения интродукционной устойчивости, особенностей спорового размножения, развития и культивирования папоротников региональной флоры в условиях ботанического сада им. проф. Б.М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета. Выявлены основные стадии онтогенеза лесного вида папоротника щитовника мужского - *Dryopteris filix-mas* (L.) на начальных этапах развития.

Ключевые слова: папоротники, интродукция, споры, размножение, особенности онтогенеза

Serikova V.I.

Lead biologist, Botanical garden by the name of professor B.M. Kozo-Polyansky of Voronezh state university

INTRODUCTION OF SOME SPECIES OF FERNS IN BOTANICAL GARDEN BY THE NAME OF PROFESSOR B.M. KOZO-POLYANSKY OF THE VORONEZH STATE UNIVERSITY

Abstract

The introductory stability of some species of ferns in Central Chernozem Region is researched. Also special features of reproduction and development of them are studied. Main methods of their cultivation are worked out. Basic characteristics of some ontogenetic stages of *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott. are presented. The range of viability modifying for cryptogamic plants based on traditional methods is developed. So the state of the studied species during the experiment of their introduction will assess. A number of options is characterizing the general state of plants for determining the ability of ferns introduction is selected. Integral estimate of successful cultivation of natural ferns in the Botanical garden by the name of professor B.M. Kozo-Polyansky of Voronezh state university is made.

Keywords: ferns, spores, reproduction, special features of ontogenesis, introduction.

ВВЕДЕНИЕ

Папоротники – древняя и очень интересная группа споровых растений. Особенности жизненного цикла, отсутствие разработанных методов культивирования создают определенные сложности в интродукционной работе с данной группой растений [1].

С 2006 года в ботаническом саду им. проф. Б.М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета формируется коллекция «Папоротники флоры Центрального Черноземья», которая позволяет изучать интродукционную устойчивость папоротников региональной флоры и оценить перспективные направления интродукционной работы с этой группой растений.

Целью исследований, проводимых на коллекции, является изучение особенностей интродукции папоротников региональной флоры в условиях ботанического сада Воронежского государственного университета.

Материалы и методы исследования

Ботанический сад им. проф. Б.М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета располагается на той территории правобережья г. Воронежа, где преобладает городской умеренно-влажный тип погоды [2], в условиях которого формируется характерный агроэкологический фон ботанического сада. К неблагоприятным природным факторам можно отнести резкую смену погодных условий: похолодания сменяются продолжительными оттепелями. Низкие температуры иногда сочетаются с отсутствием снежного покрова [3].

В этих условиях на базе ботанического сада формируются коллекции и экспозиции природной и мировой флоры, выполняется широкий спектр интродукционных и мониторинговых исследований [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14].

Коллекция «Папоротники флоры Центрального Черноземья» занимает площадь 45 кв. м и располагается на выровненном водораздельном участке с собственным микроклиматом, который формируется под пологом группы плодовых деревьев. Кроны деревьев защищают растения коллекции от избыточной инсоляции. Почвы на экспериментальном участке черноземы выщелоченные малогумусные с низкой обеспеченностью подвижными элементами минерального питания [15]. Интродукционные исследования проводились на территории ботанического сада Воронежского государственного университета в 2007-2011 гг. Как показывает анализ гербарных сборов, среди исследуемых видов самая многочисленная группа – лесные папоротники [16]. Это виды родов *Dryopteris*, *Matteuccia*, *Athyrium*, предпочитающие достаточно плодородные, богатые перегноем увлажненные почвы. Они прекрасно растут в полутени, а при умеренном, но постоянном поливе даже на открытых солнечных местах. Исходный посадочный материал коллекционных растений получен в результате экспедиций по Воронежской и Орловской областям.

Высев спор проводился в прозрачные пластиковые контейнеры в два этапа: весной (конец февраля – апрель) и осенью (конец августа – ноябрь). Поддерживалась высокая температура +25°+30°С и влажность воздуха 70-90%. Грунт для посева спор – смесь двух частей верхового торфа, одной части песка, двух частей листового перегноя, а также дренажный слой (керамзит). Споры аккуратно, без скоплений, распределяются по поверхности влажного грунта с помощью кисточки.

Возрастные состояния папоротников определялись по методикам И.И. Гуреевой (1984), Н.М. Державиной и З.М. Покровской (2011) [18,17].

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе спорового развития щитовника мужского отмечены следующие особенности. Папоротники характеризуются растянутым периодом прорастания. Заростки появляются не одновременно, а развиваются в течение 7 месяцев. Заростки часто скучны и образуют плотный зеленый ковер, но при рассаживании с кусочками субстрата часто гибнут.

Для нормального развития заростков необходим свет. При недостаточной освещенности заростки иногда теряют зеленую окраску [19]. Их развитие сильно зависит от регулярного полива. Даже кратковременное пересыхание почвы недопустимо, хотя и не всегда ведет к гибели заростков.

Растения, достигшие 2-3 см высотой, высаживаются в ящики на доращивание, а после зимовки – в открытый грунт. От посева до этого знаменательного события проходит 1,5-2 года.

В ходе нашего исследования изучен жизненный цикл папоротников на примере щитовника мужского.

Согласно литературным данным, щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott) – многолетнее растение с голарктическим ареалом.

Для выявления характерных признаков онтогенетического развития щитовника мужского в каждой возрастной группе исследовано 5-6 особей. В ходе исследования папоротников, выращенных в ботаническом саду им. проф. Б.М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета были выделены следующие стадии онтогенеза.

I. Латентный период. Продолжительность: 1-3 месяца. Споры мелкие, коричневые, бобовидной формы.

II. Виргинильный (препродуктивный) период.

1) Заросток (проросток) развивается через 1-3 месяца после посева в течение 7 месяцев. Гаметофит сердцевидный, обоопольный, плоский, зеленый, двулопастный, с волнистыми краями. Диаметр его от 0,5-1,0 мм в момент прорастания до 4,8 мм, когда начинает развиваться зачаток листа. Продолжительность этой стадии - 1 месяц (рис. 1, а).

2) Ювенильное состояние (юный спорофит): примерно через месяц заросток отмирает, первичный лист трехлопастный, шириной 8,0 мм, длиной 10,0 мм. Начинается развитие следующего листа, длина его 16,0 мм (рис. 1, б). Через два месяца ширина молодых листьев достигает 9,0-10,0 мм, длина 20,5 мм.

3) Имматурное состояние (молодой спорофит): развиваются три молодых листа характерной для папоротников перисто-рассеченной формы, в очертании они округлые, длиной 15,5 мм, шириной 13 мм. Высота растения на этот момент 21-25 мм (рис. 1, г). На этом этапе онтогенеза молодые папоротники уже достаточно устойчивы к условиям открытого грунта и успешно в нём зимуют.

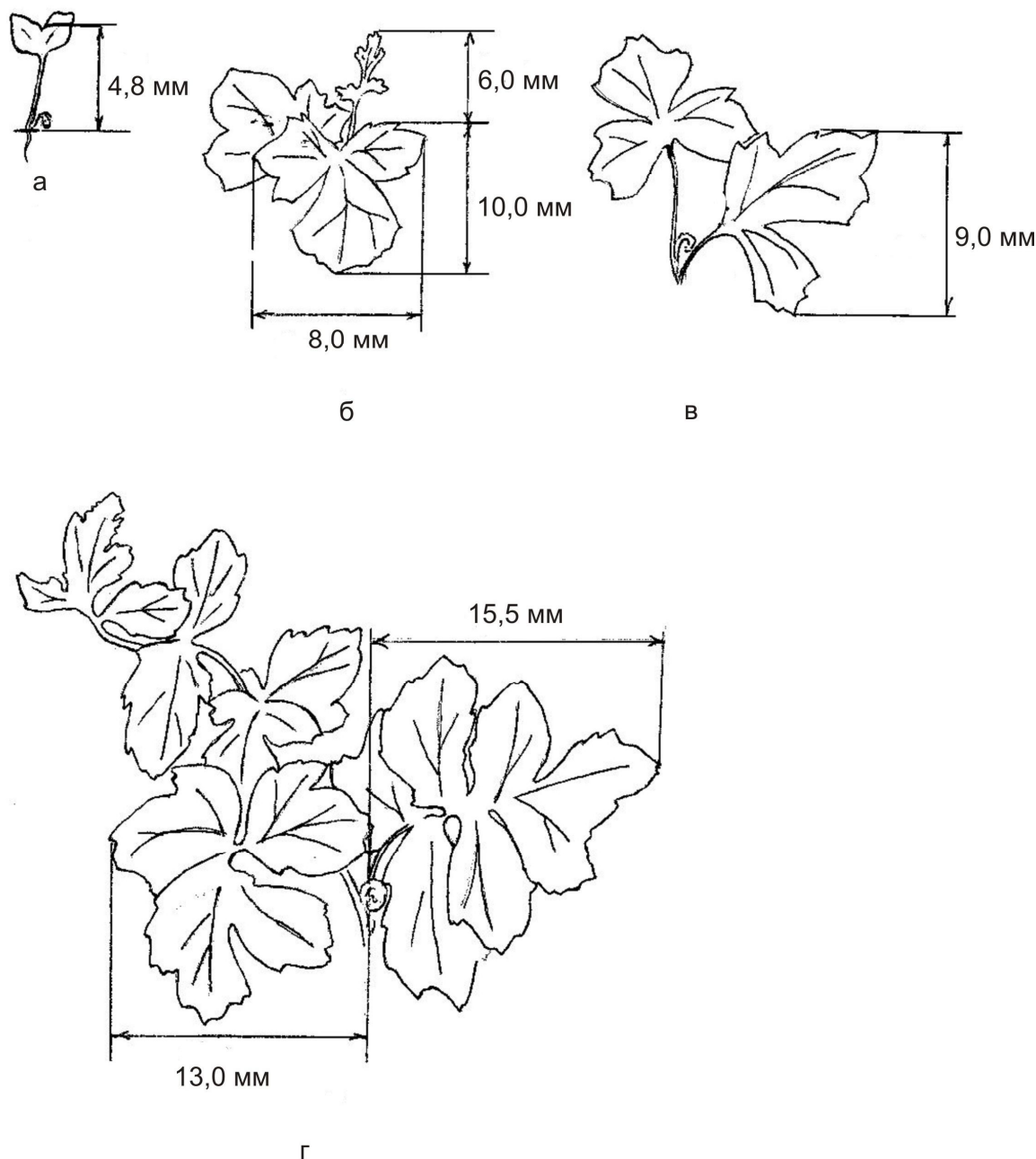


Рис. 1 - Начальные этапы онтогенеза щитовника мужского (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott.)

Выращенные из спор растения щитовника мужского в 2008 году в возрасте одного года пересажены на коллекционный участок.

Изучение особенностей развития папоротников проводится с целью разработки оптимальных методов культивирования, которые позволят максимально повысить выживаемость и сократить интенсивность выпада растений на протяжении всего периода развития. Следует отметить, что особенно опасна для молодых растений резкая смена условий при переносе их в открытый грунт.

Дальнейшая работа по введению в культуру местных видов дикорастущих папоротников связана с изучением их особенностей спорового размножения и развития, с исследованием приспособительных реакций в различных ландшафтно-экологических условиях ботанического сада Воронежского госуниверситета. Это позволит разработать научно-методические основы восстановления исходных и создания интродукционных популяций на территории ботанического сада и в природных местообитаниях.

Литература

1. Баронов Д.Б. Научно-методические особенности интродукции папоротников // Сохранение биоразнообразия растений в природе и при интродукции: Материалы междунар. конф. – Сухум, 2006. – С. 56-58.
2. Григорьевская А. Я. Флора города Воронежа. – Воронеж: изд-во Воронежского государственного университета, 2000. – 200 с.
3. Морозов И.М., Морозова И.М. Представители *Polypodiophyta* в коллекции Ботанического сада ВГУ // Биоразнообразие. Интродукция растений: материалы IV Междунар. науч. конф. – СПб., 2007. – С. 326-327.
4. Воронин А.А. Экологические аспекты интродукции видов рода *Astragalus* в условиях Центрального Черноземья / А.А. Воронин, О.Н. Сафонова, В.С. Воронина // Международный научно-исследовательский журнал. — 2013. — № 7.(14). - С. 72-73.

5. Баранова Т.В. Адаптационная способность интродуцентов в Центральном Черноземье к глобальному потеплению / Т.В. Баранова, А.А. Воронин, Б.И. Кузнецов // Международный научно-исследовательский журнал. — 2013. — № 7.(14). - С. 71-72.
6. Рекреационный мониторинг экосистем ботанического сада Воронежского госуниверситета / Л.А. Лепешкина, А.А. Воронин, З.П. Муковнина, В.И. Серикова // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития "2012 : сборник научных трудов SWord : материалы международной научно-практической конференции. — Одесса, 2013. — Т. 35. - С. 3-7.
7. Особенности семенного размножения представителей рода рододендрон (*Rhododendron L.*) / Е.В. Моисеева, Т.В. Баранова (Вострикова), А.А. Воронин, Б.И. Кузнецов // Проблемы региональной экологии. — Москва, 2012. — № 4. - С. 100-103.
8. Баранова Т.В. Эколого-биологические особенности любеллии эринус из разных климатических зон в условиях Центрального Черноземья / Т.В. Баранова (Вострикова), А.А. Воронин // Проблемы региональной экологии. — М., 2012. — № 2. - С. 153-156.
9. Баранова Т.В. Оптимизация методики отбора перспективных интродуцентов в условиях Центрального Черноземья / Т.В. Баранова, Е.В. Моисеева, А.А. Воронин // Фундаментальные исследования : науч. журн. — М., 2012. — №3. - С. 237-240.
10. Методы черенкования роз в условиях защищенного грунта / О.Н. Сафонова, А.А. Воронин, Л.И. Симонова, Т.М. Болдырева // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология : науч. журн. № 2, июль-декабрь. — Воронеж, 2011. — С. 72-74.
11. Девятова Т.А. Биодиагностика экологического состояния почв в условиях антропогенной нагрузки / Т.А. Девятова, А.А. Воронин, И.В. Румянцева // Всероссийский журнал научных публикаций. ноябрь. — М., 2011. — С. 130-131.
12. Сафонова О.Н. Черенкование роз в условиях защищенного грунта / О.Н. Сафонова, А.А. Воронин // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. № 1. — Саратов, 2011. — С. 36-38.
13. Теоретическая и информационная основы биологической диагностики антропогенной деградации черноземов в Центрально-Черноземном регионе / Т.А. Девятова, А.А. Воронин, И.В. Румянцева // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. — Воронеж, 2010. — С. 98-101.
14. Воронин А.А. Ботанический сад имени профессора Б. М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета - центр интродукции и сохрания биоразнообразия растений / А.А. Воронин, Е.А. Николаев, А.В. Комова // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Проблемы высшего образования. — Воронеж, 2013. — № 1. - С. 185-191.
15. Каталог растений Ботанического сада им. проф. Б.М. Козо-Полянского: справочное издание / Ворон. гос. ун-т; [под ред. Д.И. Щеглова]. Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2008. — 183 с.
16. Лепешкина Л.А., Кузнецов Б.И., Серикова В.И. Формирование гербарного фонда Ботанического сада им. проф. Б.М. Козо-Полянского Воронежского госуниверситета // Вестник ВГУ Серия Биология, Химия, Фармация. Вып. 1, 2009. — С. 79-82.
17. Державина Н.М., Покровская З.М. Биоморфология спорифита и онтогенез гаметофита *Adiantum capillus-veneris L.* (*Adiantaceae*) / *Turczaninovia*. — 2011. - №14 (3) — С. 131-144.
18. Гуреева И.И. Папоротники во флоре Южной Сибири: Автореф. дис. канд. биол. наук. — Томск, 1984. — 24 с.
19. Коновалова Т.Ю., Шевырева Н.А. Папоротники для сада. - М.: Кладезь-Букс, 2004. — 96 с.

Смирнов П.Н.¹, Гарматарова Т.В.², Батенёва Н.В.³, Тюньков И.В.⁴

¹доктор ветеринарных наук, профессор, ²аспирант, ³кандидат биологических наук, ⁴кандидат медицинских наук
Новосибирский государственный аграрный университет

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ КОРОВ АЙРШИРОВ В СВЯЗИ С ИХ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ И НЕБЛАГОПОЛУЧИЕМ ПО ИНФЕКЦИИ BLV

Аннотация

На коровах айрширской породы проведено сравнительное изучение биохимического статуса в связи с инфекцией BLV и молочной продуктивностью.

Ключевые слова: коровы, продуктивность, биохимический статус, вирус лейкоза крупного рогатого скота.

Smirnov P. N.¹, Garmatarova T.V.², Bateneva N.V.³, Tyunkov I. V.⁴

¹doctor of veterinary sciences, professor, ²postgraduate student, ³candidate of biological sciences, ⁴candidate of medical sciences
Novosibirsk State Agrarian University

COMPARATIVE BIOCHEMICAL BLOOD AYRSHIRE COWS IN RELATION TO THEIR PRODUCTIVITY AND DISADVANTAGE FOR INFECTION BLV

Abstract

The cow's ayrshires breeds on a comparative study on the impact of BLV infection and milk production in the biochemical status.

Keywords: cattle, productivity, biochemical status, bovine leucosis virus

Если по крупному рогатому скоту таких наиболее широко представленных пород как голштинофризская, чёрно-пестрая, красная степная, бурая латвийская, симментальская, герефордская в России представлена значительная научная информация (В.Л. Петухов, 1989; А.И. Желтиков, 1996; Н.С. Уфимцева, 2006; В.А. Солошенко, 2009), то по айрширам её сравнительно мало, а в связи с лейкозной инфекцией, и того меньше (П.Н. Смирнов, 2008).

Вместе с тем необходимость получения научных знаний по данной породе требуется не только научной общественности, но и для учебного процесса по зоотехнии, ветеринарной медицине, общей биологии.

Цель наших исследований состояла в проведении сравнительных исследований биохимического статуса коров айрширской породы в связи с такими показателями, как скомпрометированность по инфекции BLV и молочная продуктивность.

Для реализации поставленной цели, в частности оценки биохимического статуса, были подобраны модельные группы коров, близкие к аналогам, на четырех МТФ племзавода имени В.И. Чапаева Динского района Краснодарского края. Исследуемые животные (по 20 голов в группе) различались между собой неблагополучием по лейкозной (BLV) инфекции. Так, из 4-х ферм племзавода только МТФ - 5 была неблагополучна и, таким образом, коровы этой фермы являлись вирусоносителями.

Продуктивные качества оценивали удоем за лактацию, содержанием молочного белка и жира (в %). В этой связи сравнительные исследования были проведены в целом по стаду, но в разрезе ферм. Биохимические исследования крови осуществляли с помощью автоматического анализатора марки STAT FAX 3300 на базе лицензированной межфакультетской лаборатории коллективного пользования НГАУ по 22 показателям. Весь цифровой материал был подвергнут статобработке с использованием стандартных компьютерных программ.

Изначально мы сравнили показатели биохимического статуса коров 2-й лактации 4-х модельных групп в связи с инфицированностью их BLV(МТФ № 5). В то время как животные МТФ-1, 2, и 6 были интактны к этой инфекции.

Из таблицы 2 видно, что как у инфицированных BLV, так и у интактных к этому вирусу животных соотношение Са и Р в крови нарушено, а концентрация мочевины была выше, чем у животных трех других модельных групп, причем в сравнении с МТФ 1 и 6 разница была достоверной.

Таблица 1- Сравнительные биохимические показатели крупного рогатого скота МТФ №5 с аналогами других ферм.

Показатели	ОАО «Чапаева»			
	МТФ № 5	МТФ №1	МТФ № 2	МТФ № 6
Общий белок, г/л	77,9±4,8*	76,4±1,9	74,6±3,2	57,2±3,4*
Кальций, ммоль/л	1,9±0,1*	2,2±0,1*	1,7±0,1	2,2±0,2
Фосфор, ммоль/л	1,9±0,2	2,0±0,1	1,7±0,1	1,9±0,1
Мочевина, ммоль/л	2,6±0,3	2,2±0,1*	2,5±0,3	2,1±0,3*
Амилаза, ммоль/л	40,0±2,9*	56,1±5,1*	48,2±9,5	48,1±5,7
Глюкоза, ммоль/л	0,7±0,1	0,9±0,2	0,7±0,1	1,3±0,3
Щелочная фосфатаза, Ед/л	142,0±10,4	128,7±12,2	129,7±9,6	141,3±11,3
ЛДГ, Ед/л	1823,9±131,0*	1208,1±45,8*	1396,3±106,1*	900,7±47,6*
Билирубин общий мкмоль/л	4,0±0,5	3,6±0,2	3,9±0,5	3,0±0,3
Магний, моль/л	1,7±0,2*	1,2±0,1*	1,4±0,1	1,0±0,1*
Холестерин, моль/л	3,7,±0,4*	5,7±0,5*	4,0±0,4	2,9±0,4
АСТ, Ед/л	101,0±11,2*	73,0±3,4*	84,3±6,5	57,4±3,9**
АЛТ, Ед/л	22,4±3,2	24,2±1,6	19,8±2,5	20,3±2,7
Креатинин, мкмоль/л	140,0±15,8	117,7±3,9	116,3±8,5	105,6±5,6*
Альбумин, г/л	28,6±1,6	31,2±1,8	28,8±1,6	28,1±1,9
Железо, мкг%	137,4±9,0	136,1±7,8	142,4,±11,6	135,6,±9,9
Медь, мкг%	106,3±4,0*	85,2±3,7*	100,6±5,0	86,8±2,8*
Цинк, мкг%	104,8±4,6*	90,2±5,2*	102,6±6,6	110,6±5,1
Витамина А, мкг/мл	0,3±0,1	0,3±0,1	0,3±0,1	0,3±0,1
Витамин Е, мкг/мл	13,9±0,5*	11,5±0,9*	13,8±0,5	14,1±0,5
Резервная Щелочность, % CO ₂	50,2±0,7	49,6±0,6	48,7±0,9	48,8±0,7
Каротин, мг/%	0,5±0,1	0,4±0,1	0,5±0,1	0,5±0,1

*- разница в показателях МТФ 5 с аналогичными показателями других ферм достоверна.

** - животные МТФ 5 инфицированные BLV

По концентрации сывороточного белка преимущество было за инфицированными BLV животными, причем эта разница была достоверной только между животными МТФ-6. Аналогичная разница была зафиксирована и по содержанию магния, меди, цинка и витамина Е, но достоверно только в сравнении с животными МТФ-1, дойное стадо которой обладает наибольшей продуктивностью в племзаводе.

Очень наглядно были представлены показатели ЛДГ- лактатдегидрогеназы. Концентрация ЛДГ в крови инфицированных BLV коров составила 1823,9±131,0 Ед/л, что достоверно превышало аналогичные показатели у интактных к BLV коров МТФ-1 (1208,1±45,8), МТФ-2 (1396,3±106,1) и МТФ-6 (900,7±47,6 Ед/л).

Далее мы провели сравнительный анализ молочной продуктивности коров с инфицированностью их вирусом лейкоза (BLV инфекция). Из таблицы 2 видно, что по такому показателю как удой за лактацию, достоверное преимущество имели коровы МТФ-1 (6354,5±159,1 против 5020,5±106,6 кг МТФ-5). По всем другим благополучным по BLV инфекции фермам было также преимущество, хотя и недостоверное.

Таблица 2 - Показатели молочной продуктивности коров 4-х модельных групп ПЗ имени В.И. Чапаева

Показатели	МТФ 5	МТФ 1	МТФ 2	МТФ 4
Удой за лактацию, кг	5020,5±106,6*	6354,5±159,1*	5702,5±949,02	5460,9±552,1
Содержание молочного белка, %	3,5±0,1	3,5±0,1	3,48±0,07	3,38±0,12
Содержание молочного жира, %	4,1±0,1	4,1±0,1	4,19±0,22	3,86±0,17

*- разница достоверна

Следует отметить, что МТФ-1 была одной из первых оздоровлена от лейкоза, что позволило сформировать поголовье с высокими резистентными качествами и, соответственно, высокой продуктивностью.

По содержанию молочного белка и молочного жира достоверной разницы (в связи с BLV инфекцией) выявлено не было.

Изменение количественных показателей биохимического статуса у коров, скомпрометированных в отношении BLV инфекции носит неспецифический характер. По всей вероятности, это связано с тем, что инфицированные вирусом лейкоза животные составляющие группу риска, потому оказались подвержены инфицированию.

Более низкая молочная продуктивность коров неблагополучной по инфекции BLV молочно-товарной фермы может служить результатом определенной дефектности стада, тестируемой через BLV – инфекцию.

Проведенные биохимические исследования показали, что может быть разработана панель маркерных показателей, характеризующих состояние здоровья, как отдельных особей, так и всего стада.

Литература

1. Желтиков А.И. Совершенствование черно-пестрого скота Западной Сибири: Автореф дисс. докт. с-х наук, Новосибирск, 1996.
2. Солошенко, В. А. Создание новых типов молочного скота и эффективность их разведения в условиях Сибири / В. А. Солошенко, И. И. Клименок // Достижения науки и техники АПК. - 2009. - № 12. - С. 35-37. - Библиогр.: с. 37 (4 назв.).
3. Петухов В.Л. Генетические основы селекции животных /В.Л. Петухов, Л.К. Эрнст, И.И. Гудилин, М.ВО «Агропромиздат», 1989 – С 405.
4. Смирнов П.Н. Заболеваемость лейкозом и молочная продуктивность коров айрширской породы разных генеалогических линий / Грачёва Н.В., Смирнов П.Н. // Адаптация, здоровье и продуктивность животных Сб.докл. Сибирской межрегиональной науч. - практ. конф. Новосибирск, 22-23 мая, 2008. – С 76-78.
5. Уфимцева Н.В. Приобский тип – успех ученых и селекционеров в Сибири / И.И. Клименок, Л.Д. Герасимчук, Н.В. Уфимцева // Земля Сибирская Дальневосточная – 2006 -№2. - С 16-19.

Ханов З.М.

Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова КБНЦ РАН

РЕДКИЕ ВИДЫ ЛИШАЙНИКОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА В ПРЕДЕЛАХ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ, ИХ СТАТУС И МЕРЫ ОХРАНЫ

Аннотация

Приводятся данные по современному охранному состоянию флоры редких видов лишайников Кабардино-Балкарской Республики, даются краткие сведения о распространении, экологии, численности, лимитирующих факторах и необходимых мерах охраны редких и занесенных в Красную книгу видов. Предлагается увеличение списка видов редких лишайников с последующим включением в региональную Красную книгу.

Ключевые слова: Кабардино-Балкария, Кабардино-Балкарский государственный природный высокогорный заповедник, Национальный парк «Приэльбрусье», лишайник, Красная книга.

Khanov Z.M.

PhD of Biological sciences, scientific worker, Tembotov Institute of Ecology of Mountain Territories KBSC RAS
RARE LICHEN SPECIES OF KABARDINO-BALKARIA, THEIR STATUS AND PROTECTION MEASURES

Abstract

The data on the present state of protection of rare species of lichen flora in the Kabardino-Balkar Republic, the summary on the distribution, ecology, abundance, limiting factors and necessary measures for the protection of the rare and Red Data Book species are given. The extension of the rare lichen species list and its further inclusion into the Red Data Book is proposed.

Keywords: Kabardino-Balkaria, The Kabardino-Balkar State Nature High-mountain Reserve, The National Park “Prielbrusie”, lichen, Red Data Book.

Начало изучению лишайнофлоры Кабардино-Балкарии было положено работами Н.Л. Цепковой, С.Х. Шхагапсоева и Т.Л. Слонова (Цепкова, 1987; Шхагапсоев, 1990, 1996, 2000; Слонов, 1990, 1999, 2002; Криворотов, Шхагапсоев, 1993, 1996, 1998). Т.Л. Слоновым (2002) впервые для республики указывается 296 видов лишайников, из которых 33 вида являются редкими для флоры лишайников КБР. С.Х. Шхагапсоев (2000) в работе, посвященной лишайникам Кабардино-Балкарского государственного природного высокогорного заповедника (КБГПВЗ), приводит список, состоящего из 132 видов, из них – 33 редкие для заповедника. Из описанных видов в Красную книгу РФ и КБР внесены 2 вида: *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. и *Usnea florida* (L.) Weber ex F.H. Wigg.

В первом варианте Красной книги (КК) КБР включены 3 вида лишайников, нуждающихся в охране, причем два вида – *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. и *Usnea florida* (L.) Weber ex F.H. Wigg. – виды, включенные в федеральную Красную книгу, и один *Neofuscelia pulla* (Ach.) Essl. (= *Parmelia pulla* Ach.) – вид внесенный в региональный список. При этом виды *Letharia vulpina* (L.) Hue и *Stereocaulon dactylophyllum* Flörke, включенные в КК РФ, не были включены в КК КБР, хотя и приводятся различными авторами для территории республики (Слонов, 1990, 1999; Шхагапсоев и др., 2000).

Списки нуждающихся в охране видов лишайников КБР требуют пересмотра и дополнения с учетом результатов исследований последних лет, а также оценки состояния популяций видов по новым критериям МСОП (Заварзин, Мучник, 2005), что будет сделано в новом издании Красной книги Кабардино-Балкарской республики, работа над которой началась.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для написания этой работы были использованы материалы, собранные в маршрутных экспедициях на особо охраняемых территориях КБР в период с 1999 по 2012 гг. в количестве 9540 образцов. Выбор мест, для проведения лишайнофлористических исследований не был случайным, именно ООПТ характеризуются меньшей нарушенностью ландшафта и относительно малой нагрузкой антропогенных факторов.

В работе использованы гербарии Института экологии горных территорий КБНЦ РАН и Ботанического института РАН (г. Санкт-Петербург).

В ходе обследования территории в различных типах местообитаний было заложено 310 основных и дополнительных пробных площадей, на которых были проведены сборы лишайников. Сбор и хранение образцов лишайников проведены согласно общепринятой методике (Smith et al., 2009).

Лабораторный анализ образцов был проведен с использованием комплекта микроскопической и светотехники и стандартного набора химических реагентов для проведения точечных цветных реакций на наличие в талломах тех или иных групп лишайниковых веществ (Вайнштейн и др., 1990; Smith et al., 2009). Используются определители лишайников СССР и России 1-10 т. (1971-2009) и монографические работы ряда авторов (Криворотов, 1995, 1997; Слонов, 1999, 2002а, 2002б; Шхагапсоев и др., 2000).

Кабардино-Балкарский государственный природный высокогорный заповедник (КБГПВЗ) расположен на юге Кабардино-Балкарской Республики, охватывая высокогорные части трех административных районов – Чегемского, Черекского и Лескенского. Территория КБГПВЗ состоит из пяти участков: Башиль-Чегемский, Черек-Безенгийский, Верхнебалкарский, Суканский и Хазнидонский. В целом, заповедник является частью горной системы Центрального Кавказа и почти целиком расположен на высотах от 1600 м над ур. м., где значительная часть территории труднодоступна для человека в течение круглого года. Современное оледенение территории заповедника значительно. Соответственно, в этих условиях формируется специфический гляциальный климат, который, безусловно, оказывает определенное влияние на развитие растительного покрова.

В климатическом отношении КБГПВЗ входит в высокогорную зону Большого Кавказа. Климат умеренно-континентальный, сравнительно холодный и влажный. Резко выраженный рельеф и большие перепады высот обуславливают значительные отличия погодно-климатических особенностей отдельных участков. На высоте 3000 м над ур. м. среднемесячная температура января -11°C (минимум -28°C), июля 8°C (максимум 30°C). Снежный покров держится с октября до апреля-мая, в горах (выше 3500 м) – круглый год. Безморозный период около 90 дней. Годовая сумма осадков примерно 900 мм, из которых за вегетационный период выпадает около 350 мм. Для весны характерны значительные колебания температур, облачная погода, кратковременные, но частые осадки. Лето прохладное, часты дожди; средняя температура июля 15°C. Осень сухая, с туманами; преобладает облачная погода. Относительная влажность – 67 %. Число часов солнечного сияния 1849 в год. Преобладают горно-долинные ветры (средняя скорость 2 м/с).

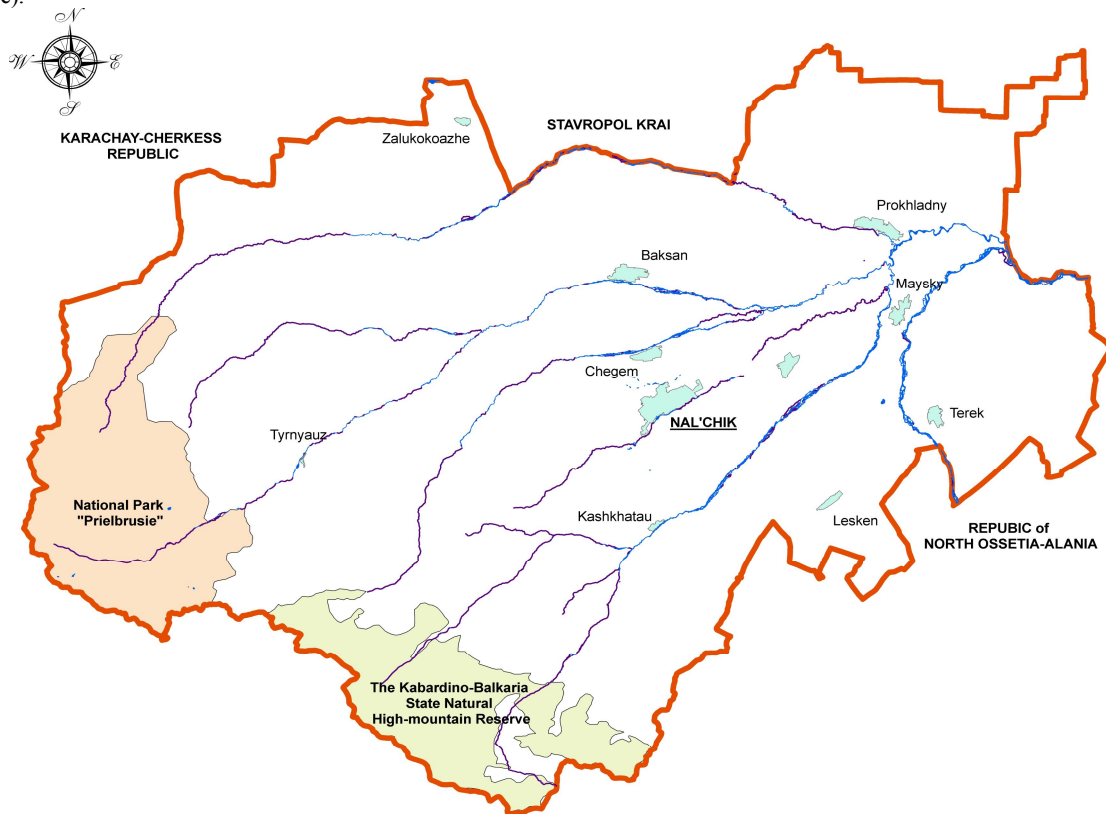


Рис. 1. Карта ООПТ на территории Кабардино-Балкарии

Национальный парк «Приэльбрусье» (НПП) расположен в среднегорной и высокогорной зонах Бокового и Главного хребтов Центрального Кавказа и включает два участка – Баксанский и Малкинский.

Климат парка в целом умеренно-континентальный, с холодной зимой и жарким летом. По мере увеличения высоты над уровнем моря, засушливый климат равнин переходит в бореальный климат лесов и горных лугов. В высокогорьях климат характеризуется как исключительно суровый, холодный и сухой. Климатические особенности территории определяются очень сложным рельефом, значительной разницей абсолютных высот над уровнем моря и влиянием ледников. Самый холодный месяц – февраль с температурами от -17,7°C в высокогорьях (4100 м над ур. м.) до -3,4°C в долинах (1467 м); самый теплый – август: от 17,0°C в долинах (1467 м) до 0,2°C в высокогорьях (4100 м). С ростом высоты происходит увеличение относительной влажности воздуха: на высоте 3700 м она составляет 73 %. В течение года преобладают западные и северо-западные ветры, а на пике Терскол – западные и юго-западные. За год в среднем выпадает 791 мм осадков, большая часть их приходится на период с апреля по

октябрь. С ростом высоты количество осадков увеличивается. Летние осадки имеют ливневый характер и часто сопровождаются грозами. Микроклимат также меняется в зависимости от экспозиции склона: на южных склонах он более теплый и сухой, на северных – холодный и влажный. Атмосферное давление в среднем составляет 610 мм рт.ст.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам лихенологических исследований, проведенных нами, составлен предварительный список лишайников ООПТ, включающий 247 видов, редких – 60 видов, среди которых 23 новые для республики и один – *Lepraria diffusa* (J.R. Laundon) Kukwa – новый для Кавказа. После тщательного анализа и обоснования необходимости их охраны, они могут быть рекомендованы для занесения в КК Кабардино-Балкарской республики. Заключение о редкости видов сделаны на основе частоты встречаемости на исследуемой территории.

К вышеуказанным 4 видам КК РФ, нами обнаружен еще один вид *Leptogium burnetiae* C.W. Dodge, занесенный в Красную книгу Российской Федерации и являющийся новым для лихенофлоры КБР. Ниже приводятся описания редких видов лишайников, включенных в федеральную Красную книгу, с указанием морфологических и анатомических признаков, а также дается краткая экологическая, фитоценологическая характеристики и их меры охраны на территории республики. Описания видов даются по определителям лишайников СССР и России (1971-2009).

Leptogium burnetiae C.W. Dodge – Лептогиум Бурнета.

Слоевиде листоватое, довольно крупное, до 10 см шир., 160-200 мкм толщ., с широкими лопастями. Верхняя поверхность слоевища свинцово-серая, реже коричневатая-черная, более или менее гладкая, с изидиями по краям лопастей, а также в центральных частях. Изидии цилиндрические или коралловидные, более темные, чем слоевище, располагаются группами, реже единичные. Нижняя поверхность светлая, оливково-серая, усеяна густыми, беловатыми, около 100 мкм дл. волосками. Клетки волосков цилиндрические. Апотеции встречаются редко, до 2 мм в диам., сидячие. Диск апотециев красновато-коричневый, обведенный тонким слоевищным краем. Споры овальные, бесцветные, муральные, 20-30 x 7-10 мкм. Фотобионт – цианобактерия *Nostoc*. Размножается вегетативно (изидиями) и спорами.

Распространение. Найден на затененных скалах в хвойных лесах НПП, в ущелье Адыл-Су, на высоте 1900 м над ур.м., по левому берегу р. Адыл-Су.

Особенности экологии и фитоценологии. Влаголюбивый лишайник, обитающий преимущественно в горных влажных лесах на затененных мшистых скалах, реже на стволах деревьев.

Численность и состояние локальных популяций. Вид растет единичными популяциями.

Лимитирующие факторы. Потребность в условиях повышенной влажности, загрязненность атмосферы, рекреационные нагрузки.

Принятые и необходимые меры охраны. Вид включен в КК РСФСР (1988) и РФ (2008). Необходим контроль за состоянием популяции в Национальном парке «Приэльбрусье».

Статус и категория. 3 (VU). Редкий, уязвимый вид.

Letharia vulpina (L.) Hue – Летария лисья

Слоевиде кустистое, в виде торчащего или повисающего серно- или зеленовато-желтоватого кустика, 5-10 см, реже 20 см дл., прикрепленное к субстрату псевдогомфом, похожим на темную пятточку. Лопасты разветвленные, угловато-округлые, в местах ветвления сплюснутые, со складчато-лакунозной поверхностью, покрытой мелкоточечными, зернистыми серно-желтыми соралиями. Апотеции образуются на концах лопастей. Размножается вегетативно (соредиями), реже спорами. Ядовит - содержит вувлипиновую кислоту.

Распространение. В России встречается только на Северном Кавказе. На территории КБР вид обнаружен нами в высокогорном заповеднике и национальном парке: ущ. Гара-Аузусу, окр. т/б «Чегем»; 1800 м над ур.м. на коре *Pinus* и пне; ущ. Суук-Аузусу, ниже т/б «Чегем»; 1700 м над ур.м., на стволах сосен; ущ. Шаургу; 2100 м над ур.м., на коре сосны; НПП: окр. г. Черет, 1800 м над ур.м., на коре сосны; ущ. Ирик-Чат, 1800 м над ур.м., на коре сосны; ущ. Адыл-Су, окр. турбазы МГТУ им. Баумана; 2000 м; на коре сосны.

Особенности экологии и фитоценологии. На стволах и ветвях деревьев хвойных пород, реже на гниющей древесине в горных сосновых лесах в субальпийском поясе на высотах 1700-2100 м н. ур. м.

Численность и состояние локальных популяций. Численность популяций в КБР и число местонахождений – довольно низкие. Вид встречается небольшими популяциями на территории национального парка «Приэльбрусье» и единичными точками сбора в заповеднике.

Лимитирующие факторы. Вид чрезвычайно чувствителен к загрязнению атмосферного воздуха. Нарушение мест обитания, вырубка коренных лесов, нерегламентированные рекреационные нагрузки, несанкционированный сбор: издавна используется населением для уничтожения волков, лис и других плотоядных животных.

Принятые и необходимые меры охраны. Вид был внесен в Красную книгу СССР (1984), Красную книгу РСФСР (1988) и Красную книгу РФ (2008). Охраняется в КБГПВЗ. Необходим контроль за состоянием популяций и поиски новых мест обитания в КБГПВЗ и НПП, а также запрет любых видов хозяйственной деятельности, нарушающих места обитания вида и беспорядочных сборов населением.

Статус и категория. 2: Вид, с неуклонно сокращающейся численностью.

Lobaria pulmonaria (L.) Hoffm. – Лобария легочная

Слоевиде крупное, 10–30 (50) см шир., дольчато-лопастное, неправильно или более или менее дихотомически разветвленное, с выемчато-обрубленными на верхушках долями, с рожковидными притупленными кончиками. Верхняя поверхность серовато-зеленоватая, зеленовато-оливковая, до коричневатой, более или менее блестящая, сетчато-ребристая, с ямчатыми углублениями, усеянная по ребрам и по краю слоевища частыми беловатыми, сероватыми или буровато-беловатыми соралиями, соредии которых иногда прорастают палочковидными изидиями. Нижняя поверхность желтовато-коричневая, до темно-коричневой, с густым коротким пушком в желобках между голыми вздутыми бурого, коричневатого, до черноватого цвета. Апотеции сидячие, у основания суженные в ножку, расположены по ребрам и краю лопастей, 2-5 мм в диам. Фотобионт – зеленая водоросль *Myrmecia*. Цефалодии, часто встречающиеся в сердцевинном слое, содержат цианобактерию *Nostoc*. Размножается вегетативно – соредиями и изидиями, реже спорами.

Распространение. В пределах КБР на территории КБГПВЗ обнаружен в двух ущельях: ущ. Черек-Балкарский, 1800 м над ур. м. на коре березы и в ущ. Хазнидон на высоте 2800 м над ур. м. на замшелом камне. На территории НПП вид обнаружен в ущ. Адыл-Су, на высоте 1700 м над ур. м. на замшелых выходах скал в старовозрастном хвойном лесу.

Особенности экологии и фитоценологии. Предпочитает старовозрастные влажные леса с избыточным увлажнением и высокой затененностью. В пределах ареала в основном является эпифитным лишайником, произрастая на листовенных и реже хвойных породах, реже в качестве субстратов может избирать покрытые мхом валуны, скалы, валеж.

Численность и состояние локальных популяций. Численность популяций в КБР и число местонахождений – довольно низкие. Вид встречается небольшими группировками.

Лимитирующие факторы. Уничтожение старовозрастных лесов, антропогенная трансформация естественных местообитаний, загрязнение природной среды, сбор в лекарственных целях.

Принятые и необходимые меры охраны. Вид был внесен в Красную книгу СССР (1984) и Красную книгу РСФСР (1988). Вид включен в Красную книгу КБР (2000). Необходим контроль за состоянием популяций в КБГПВЗ и НПП.

Статус и категория. 2: Уязвимый вид, сокращающийся в численности в результате изменения условий существования, разрушения местообитаний и сбора.

***Stereocaulon dactylophyllum* Flörke** – Стереокаулон пальчатолистный

Первичное слоевище скоро исчезает, редко хорошо развито. Слоевище образует жесткие, иногда колючие, темно-серые или серовато-коричневые, рыхлые, реже более или менее компактные розетки или подушечки до 3-9 см в диам., прочно прирастающие к субстрату узкой площадкой прикрепления, реже более или менее плотные, проросшие мхами дерновинки. Из-за обилия тонких ветвей, филлокладиев и филлокладиоидных веточек слоевище имеет ажурный облик. Псевдоподии до 2-5(8) см выс., с более или менее деревянистыми стволиками, по спинной стороне которых расположены филлокладии и филлокладиоидные веточки. Цефалодии от редких до многочисленных, расположены обычно на нижней стороне псевдоподиев. Апотеции обычно многочисленные, верхушечные, реже единичные или отсутствуют. Размножается спорами и вегетативно (фрагментами слоевища).

Распространение. На территории КБР обнаружен в двух ущельях КБГПВЗ: ущ. Тютюргу, 2600 м над ур. м., на замшелой почве; ущ. Дыхсу, 2800 м над ур.м., на почве.

Особенности экологии и фитоценологии. Обитает на голых и замшелых камнях и скалах в затененных местах, в лесах, на осыпях и скалах в альпийском поясе.

Численность и состояние локальных популяций. Численность популяций в КБР и число местонахождений – довольно низкие. Вид встречается небольшими популяциями.

Лимитирующие факторы. Камнепады.

Принятые и необходимые меры охраны. Вид был внесен в Красную книгу РСФСР (1988). Охраняется в КБГПВЗ. Необходим контроль за состоянием популяций и поиски новых мест обитания в КБГПВЗ и НПП.

Статус и категория. 2: Вид, сокращающийся в численности.

***Usnea florida* (L.) Weber ex F.H. Wigg.** – Уснея цветущая

Слоевище 5-8(15) см дл. и шир., жесткое, торчащее матовое, серо-зеленое, не изменяющее цвет в гербарии, иногда с далеко зачерненными ветвями, от самого основания довольно сильно вильчато и симподиально разветвленное, с дивергентно расходящимися ветвями. Основание сравнительно короткое, 3-8 мм дл., у гомфа слегка перетянутое. Ветви первого порядка (0,6)1,2-1,5(2,5) мм в диам., цилиндрические, жесткие, симподиально, изо- или анизотомически-дихотомически разветвленные, с поперечными, неравномерно расположенными трещинками, с мелкими бородавчатыми, нередко зачерненными сосочками. Ветви расходятся под прямым углом и почти все заканчиваются апотециями. Ветви второго порядка (0,5)0,7-1(1,5) мм в диам., дихотомически разветвленные, с бородавчатыми до короткоцилиндрических сосочками, изредка с вытянутыми, постепенно утончающимися верхушками. Фибриллы 1-3 мм дл., довольно густо расположенные, перпендикулярно отходящие от ветвей. Апотеции 0,3-1,2(2) см в диам., многочисленные, как правило, образуются на верхушке каждой ветви. Диск слабо вогнутый или плоский, бледно-беловато-розоватый, телесного цвета, с тонким беловатым налетом, гладкий или слабоморщинистый, окруженный венцом фибрилл разной длины. Споры бесцветные, одноклеточные, овальные, 9-13 x 5-8 мкм.

Распространение. На территории КБР обнаружен в КБГПВЗ: ущ. Башиль-Аузусу, 1900 м над ур. м., на коре сосны; НПП: ущ. Адыл-Су, 2000 м над ур. м., на коре березы; ущ. Адыр-Су, 2000 м над ур. м., на коре березы; ущ. Джилысу, 2000 м над ур. м., на коре и ветвях берез.

Особенности экологии и фитоценологии. Эпифитный лишайник, растет на стволах и ветвях березы, сосны в горных березовых, сосновых, и других хвойно-широколиственных лесах в пределах горного нижнего пояса (1800 м над ур. м.) в горных районах, на равнине не встречается. Вид чрезвычайно чувствителен к загрязнению воздуха.

Численность и состояние локальных популяций. Вид встречается небольшими популяциями. На территории НПП в пределах ущелий Адыл-Су, Адыр-Су и Джилысу численность вида не вызывает беспокойства.

Лимитирующие факторы. Загрязнение атмосферы, нарушение местообитаний в результате освоения горных территорий, заготовка видов в качестве сырья для фармацевтической промышленности.

Принятые и необходимые меры охраны. Занесен в Красную книгу СССР (1984), Красную книгу РСФСР (1988) и РФ (2008). Вид включен в Красную книгу КБР (2000). Охраняется в КБГПВЗ. Необходим контроль за состоянием популяций и поиски новых мест обитания в КБГПВЗ и НПП. Необходимо выяснение состояния популяций.

Статус и категория. 2: Вид, неуклонно сокращающейся численностью.

***Lepraria diffusa* (J.R. Laundon) Kukwa** – Лепрария диффузная

Слоевище накипное с лепрозной поверхностью, неправильной формы, неопределенное, без отдельного края и лопастей, до 0,4 мм толщины. Верхняя поверхность таллома с белым или желтоватым соредиевым налетом. Гифы нечеткие или отсутствуют в коровом слое.

Распространение. На территории республики обнаружен в НПП, ущ. Адыл-Су, 2200 м над ур.м. (leg. Ханов З. М. 28.04.2009; det. М. Куква & И. Степанчикова, 02.2011); TLC № 22-15 (С); вещества: паннаровая кислота (pannaric acid); на мхе. Образец находится в настоящее время в Гербарии Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (г. Санкт-Петербург), небольшая часть материала осталась для гербария университета Гданьска (Польша), где проводился анализ. Необходимо отметить, что находка весьма интересная – в России вид был ранее найден только на севере Урала и Европейской части страны.

Особенности экологии и фитоценологии. Эпифитный лишайник, обитающий на мшистых выходах скал

Численность и состояние локальных популяций. На территории НПП отмечена всего лишь одна находка вида в ущелье Адыл-Су.

Лимитирующие факторы. Необходимы дальнейшие мониторинговые исследования.

Принятые и необходимые меры охраны. Частично охраняется в НПП. Необходим контроль за состоянием популяций и поиски новых мест обитания на территории КБР. Необходимо выяснение состояния популяций.

Статус и категория. 3 (VU): Редкий вид.

Проведенные инвентаризационные исследования лишенофлоры ООПТ, позволило выделить нам 60 редких видов лишайников. Оценка статуса и степени реальной или потенциальной угрозы для каждого из рассматриваемого видов проведена с учетом рекомендаций А.А. Заварзина и Е.Э. Мучник (2005). Анализируемые таксоны разделены нами на 2 группы:

Группы с единственным местонахождением (высокого риска), в связи с высокой угрозой их исчезновения с территории КБР вне зависимости от того, находится ли данный вид в границах ООПТ или за его пределами. В эту группу входит 45 видов лишайников (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1 Распространение редких видов лишайников на территории ООПТ Кабардино-Балкарии

Название вида	Место находки вида	
	КБГПВЗ	НПП
<i>Acarospora heufleriana</i> Koerb.	+	+
<i>A. smaragdula</i> (Wahlenb.) A.Massal.	+	
<i>Alectoria sarmentosa</i> (Ach.) Ach.*	+	
<i>Aspicilia reticulata</i> Krempelh.	+	
<i>A. perradiata</i> (Nyl.) Hue	+	
<i>Bryoria fuscescens</i> (Gyeln.) Brodo D. & Hawksw.	+	+
<i>Buellia erubescens</i> Arnold*	+	
<i>Calicium adaequatum</i> Nyl.*	+	
<i>Caloplaca ferruginea</i> (Huds.) Th.Fr.*	+	
<i>C. nivalis</i> (Körb.) Th.Fr.*	+	
<i>Cetraria laevigata</i> Rassad.*	+	
<i>C. nigricans</i> Nyl.	+	+
<i>Chaenotheca brachypoda</i> (Ach.) Tibell*	+	
<i>Cladonia cariosa</i> (Ach.) Spreng.*	+	+
<i>Cl. cervicornis</i> (Ach.) Flot.*	+	+
<i>Cl. cryptochlorophaea</i> Asahina	+	
<i>Cl. macrophylla</i> (Schaer.) Stenh.	+	
<i>Cl. merochlorophaea</i> Asahina*	+	
<i>Cl. mitis</i> Sandst.	+	+
<i>Cl. pleurota</i> (Flörke) Schaer.	+	
<i>Cl. ramulosa</i> (With.) J.R. Laundon	+	
<i>Cl. scabriuscula</i> (Delise) Nyl.*	+	
<i>Cl. stellaris</i> (Opiz) Pouzar & Vězda	+	
<i>Cl. symphyrcarpia</i> (Flörke) Fr.*	+	+
<i>Dactylina ramulosa</i> (Hook.) Tuck.*	+	
<i>Endocarpon pusillum</i> Hedw.	+	
<i>Evernia mesomorpha</i> Nyl.	+	+
<i>Hypogymnia austerodes</i> (Nyl.) Räsänen*	+	
<i>H. farinacea</i> Zopf	+	
<i>Hypotrachyna revoluta</i> (Flörke) Hale	+	
<i>Icmadophila ericetorum</i> (L.) Zahlbr.*		+
<i>Lecanora crustacea</i> (Savisz.) Zahlbr.	++	
<i>L. dispersoareolata</i> Lamy.	+	
<i>L. muralis</i> (Schreb.) Rabenh.	+	
<i>Lecidea ecrustacea</i> (Anzi ex Arnold) Arnold*	+	
<i>Lepraria diffusa</i> (J.R. Laundon) Kukwa**		+
<i>Leptogium subtile</i> (Schrad.) Torss.	+	+
<i>Lobaria scrobiculata</i> (Scop.) DC.*	+	+
<i>Micarea sylvicola</i> (Flot.) Vězda & V. Wirth.	+	
<i>Neofuscelia ryssolea</i> (Ach.) Essl.	+	
<i>N. verruculifera</i> (Nyl.) Essl.	+	+
<i>Peltigera ponojensis</i> Gyeln.*	+	
<i>Pertusaria caucasica</i> Erichs.	+	
<i>P. chiodectonoides</i> Bagl. ex A. Massal.	+	
<i>P. coccodes</i> (Ach.) Nyl.	+	
<i>P. globulata</i> Oxn. et Volkova	+	
<i>Physcia dubia</i> (Hoffm.) Lettau	+	
<i>Protoparmelia nitens</i> (Pers.) R.Sancho & A.Crespo	+	
<i>Ramalina fastigiata</i> (Pers.) Ach.*	+	
<i>Rhizocarpon distinctum</i> Th. Fr.	++	+
<i>Sphaerophorus fragilis</i> (L.) Pers.	+	
<i>Sporostatia testudinea</i> (Ach.) A.Massal.*	+	
<i>Sticta sylvatica</i> Ach.*		+
<i>Toninia cinereovirens</i> (Schaer.) A.Massal.	+	
<i>Umbilicaria crustulosa</i> (Ach.) Frey	+	
<i>U. deusta</i> (L.) Baumg.*	+	
<i>U. torrefacta</i> (Lightf.) Schrad.	+	+
<i>Usnea cavernosa</i> Tuck.	+	
<i>Vulpicida juniperinus</i> (L.) J.-E. Mattson & M.J. Lai	++	
<i>Xanthoparmelia tinctoria</i> (Maheu ex Gillet) Hale	+	+

Примечание. ++ - вид, встречающийся в разных ущельях на территории заповедника; * - отмечены виды, новые для КБР; ** - вид новый для Кавказа.

Практически в каждом биотопе виды этой группы представлены единичными экземплярами. Область обитания этих видов фрагментирована, их немногочисленные местонахождения очень далеко удалены друг от друга.

Вторую группу малочисленную, по сравнению с первой, включающей 15 видов лишайников, составляют виды с повышенной угрозой исчезновения (табл.1). Показателем угнетенного состояния является низкая численность вида на исследуемой территории.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Хорошо известно, что лишенофлора старовозрастных лесов характеризуется исключительным разнообразием лишайников. Многие стенотопные виды, адаптировавшиеся к стабильному микроклимату старовозрастных сообществ, не встречаются или единичны и очень редки во вторичных лесах. Они неспособны выжить в обстановке неизбежных и быстро идущих в таких условиях сукцессионных изменений. Выявленные нами виды, в основном макролишайники (виды с листоватой и кустистой формами талломов), приурочены в основном к верхнегорным лесам Кабардино-Балкарии. Лишь небольшая группа накипных лишайников в своем распространении отмечены на альпийских пустошах и каменистых осыпях верхних поясов гор КБР.

Полученные нами в результате инвентаризационных исследований данные о распространении редких видов лишайников на территории КБР являются фактической основой для оценки природоохранного статуса при подготовке материалов к обоснованию необходимости их включения в региональную Красную книгу.

БЛАГОДАРНОСТИ

Выражаю искреннюю благодарность Н.С. Голубковой, А.А. Заварзину, Д.Е. Гимельбрант, И.С. Степанчиковой и М. Куква за помощь в определении видов лишайников.

Литература

1. Вайнштейн Е.А., Равинская А.П., Шапиро И.А. Справочное пособие по хемотаксономии лишайников. Л., 1990. 153 с.
2. Заварзин А.А., Мучник Е.Э. Возможности применения глобальных категорий и критериев красного списка всемирного союза охраны природы на региональном уровне // Бот. журнал, 2005. Т. 90. № 1. С. 105-118.
3. Красная книга СССР / Под ред. А.М. Бородина. Т.2. М., 1984.
4. Красная книга РСФСР. Растения. / Под ред. А.Л. Тахтаджяна. Т.2. М., 1988.
5. Красная книга Кабардино-Балкарской Республики / Под ред. И.В. Иванова. Нальчик, 2000.
6. Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы / Под ред. Ю.П. Трутнева. М., 2008.
7. Криворотов С.Б., Шагапсов С.Х. Новые для Северного Кавказа виды лишайников из Кабардино-Балкарского высокогорного заповедника // Мат-лы научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения И.С. Косенко «Интродукция и акклиматизация деревьев и кустарников на юге России», Краснодар, 1996. С. 57-62.
8. Слонов Т.Л. Лишайники Кабардино-Балкарии и ее анализ. Дис. ... к.б.н. Краснодар, 1999. 220 с.
9. Слонов Т.Л. Лишенофлора Кабардино-Балкарии и ее анализ. Нальчик, 2002. 136 с.
10. Слонов Т.Л. Лишайники Национального парка «Приэльбрусье». Нальчик: Изд-во Каб.-Балк. Гос.Сельхоз.Академии, 2002. 44 с.
11. Шагапсов С.Х., Кожоков М.Х., Криворотов С.Б. Лишайники Кабардино-Балкарского высокогорного заповедника. Нальчик-Краснодар, 2000. 128 с.
12. Цепкова Н.Л., Бесланеева О.Х. К перспективе изучения лишайников в Приэльбрусье // Тр. ВГИ. Л., 1987. Вып. 68. С. 123-127.
13. Smith C.W., Aptroot A., Coppins B.J., Fletcher A., Gilbert O.L., James P.W., Wolseley P.A. The lichens of Great Britain and Ireland. British Lichen Society, 2009. 1049 p.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / TECHNICAL SCIENCES

Коробко М.И.¹, Акимова Ю.М.²

²Кандидат технических наук, Дальневосточный государственный университет путей сообщения

РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ

Аннотация

В статье рассмотрен вариант реконструкции существующих очистных сооружений системы водоотведения малого населенного пункта, предложена схема очистки сточных позволяющая максимально эффективно использовать комплекс очистных сооружений.

Ключевые слова: реконструкция, система водоотведения, очистка сточных вод

Коробко М.И.¹, Акимова Ю.М.²

²PhD in technical Sciences, Far Eastern state transport University

RECONSTRUCTION OF WATER DISPOSAL SYSTEMS

Abstract

The article considers the variant of reconstruction of existing treatment facilities of the Sewerage system of the small town, the scheme of wastewater allowing most effectively to use a complex of treatment facilities.

Keywords: reconstruction, sewerage system, wastewater treatment.

Населенный пункт расположен в Амурской области. В 1954 году с ростом населения, преобразован в город. До 1982 года сточные воды сбрасывались без очистки в водоем II категории рыбохозяйственного назначения. В 1982 году были построены очистные сооружения производительностью 700 м³/сутки. На территории населенного пункта выпадает до 700 мм осадков. Климат резко континентальный, температура января – 30⁰С, июля +18⁰С. В настоящее время средний суточный расход сточный вод составляет 2700 м³/сутки. Сети водоотведения построены из чугунных, стальных и керамических труб. Техническое состояние труб неудовлетворительное. В трубопроводы поступает до 30% грунтовых и поверхностных вод. На очистные сооружения поступают сточные воды, где концентрация взвешенных веществ составляет - 214 мг/л, БПК_{полн} - 250 мг/л, сульфатов – 22 мг/л, фосфат ионов – 5,98 мг/л, общего железа – 3,74 мг/л, нефтепродуктов – 1,2 мг/л, фенолов – 0,0029 мг/л, жиров – 4,4 мг/л, АПАВ – 2,2 мг/л, аммонийного азота – 10 мг/л. Показатели нормативно допустимого сброса (НДС) для реконструируемой семы очистных сооружений составляют: взвешенные вещества – 3 мг/л, БПК_{полн} – 3 мг/л, хлориды – 38,1 мг/л, сульфаты – 33,2 мг/л, АПАВ – 0,2 мг/л, аммоний – 0,4 мг/л, фосфор – 0,2 мг/л, нефтепродукты – 0,005 мг/л, фенолы – 0,001 мг/л, жиры – 0,05 мг/л, ОКБ (КОЕ/100 мл) – отс., колифаги (БОЕ/100 мл) – отс., патогенные микроорганизмы – отс.

Существующие очистные сооружения состоят из производственно-вспомогательного здания, блока емкостей, каскада биологических прудов и иловых площадок. В производственно-вспомогательном здании находятся воздуходувки марки 1А 32-50-6А, решетки дробилки, мастерские, душевые, гардеробная, хлораторная. В состав блока емкостей входят аэротенки продленной аэрации с пневматической аэрацией, вертикальные вторичные отстойники.

Активный ил оседает в вертикальных отстойниках и эрлифтами перекачивается в головную часть аэротенков. Осветленная вода доочищается в биологических прудах. После прудов в контактных резервуарах происходит обеззараживание, и очищенная вода сбрасывается в водоем. В зимний период обеззараженная вода поступает в пруд накопитель, откуда сбрасывается в водоем. Избыточный активный ил перекачивается на иловые площадки, где обезвоживается и вывозится с территории очистных сооружений.

Очистные сооружения не обеспечивают требуемый эффект очистки сточных вод из-за перегруженности очистных сооружений, конструктивных недостатков аэротенков, вторичных отстойников и отсутствия сооружений доочистки сточных вод.

Существующие очистные сооружения обеспечивают полную биологическую очистку сточных вод, но не соответствуют нормативным требованиям сброса очищенных сточных вод в водоём рыбохозяйственного назначения.

На существующих очистных сооружениях механической очистки следует установить ступенчатые решетки, песколовки. В существующих аэротенках реконструируется система распределения воздуха и устанавливаются дисковые аэраторы. Предусматривается регулярное отведение избыточного ила в аэробный стабилизатор, который является частью сооружений биологической очистки. В аэротенках поддерживается высокая концентрация активного ила, что обеспечивает уменьшение их объема в несколько раз. Для доочистки сточных вод применяются мембранные фильтры, работающие при температуре 13 - 20⁰С. Система аэрации двухфазная и непрерывная, что обеспечивает равномерное распределение иловой смеси в мембранном пучке, предотвращая дегидратацию ила. Активный ил из мембранной конструкции сбрасывается в аэротенк, что обеспечивает эффективную работу аэротенков и мембранных конструкций. Вода проходя через мембраны очищается от бактерий и вирусов с эффектом 99,9 %. Очищенная вода по коллектору сбрасывается в водоем через русловый выпуск, который эффективно работает в летний и зимний периоды. Активный ил стабилизируется в аэробном стабилизаторе и периодически перекачивается на иловые площадки. Иловая вода с иловых площадок возвращается на очистные сооружения. Осадок обезвоживается до 70 – 80% и вывозится на свалку.

Предлагаемая схема очистки максимально использует надземные и подземные сооружения, обеспечивает получение норм НДС по всем показателям и может быть использована для реконструкции систем водоотведения поселков и малых населенных пунктов в Забайкалье.

Литература

1. СП 32.13330.2012 «Канализация. Наружные сети и сооружения». Актуализированная редакция СНиП 2.04.03 – 85. - М.: ФАУ «ФЦС», 2012. – 86 с.
2. СНиП 2.04.03 – 85. Канализация. Наружные сети и сооружения. / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1993. – 136 с.
3. СанПиН № 4630-88. Охрана поверхностных вод от загрязнения. –М.: Госкомсанэпиднадзор России. 1988 г. – 89 с.
4. Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод / С.В. Яковлев, Ю.В. Воронов. Учебник для вузов: - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов. 2006. – 704 с.

Афанасьев К.Ю.

Аспирант, Национальный исследовательский Томский политехнический университет
ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВОЗДУХООБМЕНА В ПОМЕЩЕНИИ БАСЕЙНА

Аннотация

В работе рассмотрены особенности обеспечения микроклимата в помещении бассейна, показана методика расчета, определены основные проблемы, возникающие при проектировании и эксплуатации бассейна, и предложены пути их решения.

Ключевые слова: бассейн, микроклимат, спортивно-оздоровительный комплекс, влажность, осушитель.

Afanasyev K.Y.

Postgraduate student, National Research Tomsk Polytechnic University
PROBLEM OF AIR EXCHANGE ORGANIZATION IN SWIMMING POOL

Abstract

This paper describes the features of the microclimate in the premises to ensure the pool, method of calculation is shown, the basic problems arising in the design and operation of the pool, and proposed solutions.

Keywords: swimming pool, microclimate, a sports complex, humidity, dehydrator.

За последние годы значительно возросли темпы строительства и реконструкции спортивно-оздоровительных комплексов (СОК), и очевидно, что наряду с архитектурными решениями возникает необходимость в инженерном обеспечении СОК. Говоря об инженерном обеспечении зданий СОК необходимо отметить, что большую и зачастую решающую роль играет обеспечение микроклимата, т.е. создание комфортных условий посредством поддержания требуемой температуры и чистоты воздуха в помещении.

Следует отметить, что все помещения СОК зачастую являются разными с точки зрения обеспечения необходимых параметров микроклимата. В связи с этим, в инженерной практике до настоящего времени присутствует комплекс вопросов связанных с созданием благоприятных условий для занятий и в том числе для работы сотрудников СОК. Помещения закрытых плавательных бассейнов относятся к категории помещений с влажным режимом, имеющим свои отличительные особенности при формировании в них тепловых и влажностных потоков, определяющих выбор того или иного технического решения по обеспечению требуемых санитарно-гигиенических условий.

Объектом исследования в данной работе являлся детский плавательный бассейн (на 20 занимающихся) спортивно-оздоровительного комплекса в г. Мариинске.

Процесс формирования тепло-влажностного режима в помещениях такого рода может быть описан следующей системой уравнений теплового и влажностного балансов:

$$Q_{уд} = Q_{и} + Q_{л} + Q_{осв} + Q_{огл} + Q_{пол}, Вт;$$

$$W_{уд} = W_{л} + W_{отк} + W_{см}, кг/ч;$$

где $Q_{и}$ – количество теплоты, поступающее в помещение с испаряющимся потоком влаги, Вт;

$Q_{л}$ – теплопоступления в помещение бассейна от купающихся и зрителей составит, Вт;

$Q_{осв}$ – тепловыделения от освещения люминесцентными лампами составит, Вт;

$Q_{огл}$ – количество теплоты, поступающее в помещение через светопрозрачные ограждения, Вт (не учитывается в балансе для зимнего периода);

$Q_{пол}$ – тепловой поток, поступающий в помещение от источника обогрева пола, Вт;

$W_{л}$ – количество влаги, выделяемое людьми, кг/ч;

$W_{отк}$ – количество влаги, испаряющееся с открытой поверхности воды, кг/ч;

$W_{см}$ – количество влаги, испаряющееся со смоченной поверхности пола, кг/ч.

Основной целью была необходимость проверки наружных остеклений на соблюдение условий невыпадения конденсата на их внутренних поверхностях. В результате расчета температурный перепад ($t_b - t_{ог}$), характеризующий возможность выпадения конденсата составил 11,96⁰С, а температура внутренней поверхности остекления 18,04⁰С.

Температура точки росы внутреннего воздуха при заданных внутренних температурно-влажностных условиях была определена по I-d диаграмме на пересечении линии постоянного влагосодержания $d_b = 15.77$ г/кг с кривой насыщения ($\phi = 100\%$), то есть $t_p = 21.37^{\circ}C$.

Для выполнения условий невыпадения конденсата температура на внутренней поверхности ограждения должна быть на 1–2°C выше t_p , то есть $t_{ог} > 22,37^\circ\text{C}$, что значительно выше фактического значения $t_{ог.ф.} = 18,04^\circ\text{C}$.

Так как изменить строительное решение не представляется возможным, для обеспечения невыпадения конденсата необходимо в зону остекления подать сухой воздух с температурой выше температуры внутреннего воздуха равномерно распределенными настилающимися струями с относительно высокой скоростью, обеспечивая таким образом повышение температуры ограждения и низкую степень контакта внутреннего влажного воздуха с низкотемпературной поверхностью остекления.

В теплый период года количество теплоты, поступающее в помещение через светопрозрачные ограждения, определится по формуле:

$$Q_{огл} = (q_n^6 K_{инс.в} + q_p^6 K_{обл}) K_{отн} \cdot \tau_2 \cdot F_n, \text{ Вт};$$

где q_n^6 , q_p^6 – количество теплоты соответственно прямой и рассеянной солнечной радиации, поступающее в помещение в июле через световые проемы (расчетный час 11–13, широта г. Мариинск 56°). Для восточной стороны они соответственно равны 37 Вт/м^2 и 67 Вт/м^2 , для южного направления – 398 Вт/м^2 и 92 Вт/м^2 .

$K_{отн}$ – коэффициент относительного проникания солнечной радиации для двойного остекления толщиной до 3,5 мм принимаем равным – 0,95;

τ_2 – коэффициент, учитывающий затенение переплетами и загрязнение атмосферы, принимаем равным – 0,85;

$K_{инс.в}$ – коэффициент инсоляции, принимаем равным – 0,907;

$K_{обл}$ – коэффициент облучения, принимается равным – 1.

Исходя из полученных результатов по необходимому количеству воздуха для ассимиляции влаговывделений в зимний период, была спроектирована приточно-вытяжную установку на $2000 \text{ м}^3/\text{ч}$, которая будет работать в зимний период с 20%-ой рециркуляцией внутреннего воздуха, а летом полностью на наружном воздухе.

Из-за малой разности влагосодержания приточного и внутреннего воздуха в летний период, для ассимиляции влаговывделений требуется воздух в количестве $L_{пр.л} = 101983/1,2 = 84986 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Для принятого решения необходимо снизить расход приточного воздуха с $84986 \text{ м}^3/\text{ч}$ до $2000 \text{ м}^3/\text{ч}$. Это можно осуществить путем осушения приточного воздуха в зале бассейна. Для ассимиляции влаги, по результатам расчетов влагосодержание приточного воздуха должно быть равно $8,12 \text{ г/кг}$.

Следовательно, приточный воздух необходимо осушать, удалив из него влагу в количестве $18,357 \text{ кг/час}$.

Удаление влаги предлагается производить зональными осушителями General Climate предназначенные для осушения воздуха в помещении бассейнов. По характеристикам осушителя, для удаления $18,357 \text{ кг/час}$ влаги необходимо установить 5 установок.

Благодаря расчету воздухообмена помещения детского плавательного бассейна с учетом всех нюансов помещений данной категории, а также качественной оценки процесса вентиляции в помещении и подбора необходимого оборудования удастся существенно улучшить микроклимат и санитарно-гигиенические условия.

Литература

1. Кострюков В.А. Примеры расчета по отоплению и вентиляции. Часть II, вентиляция. – Москва, 1966. – 188 с.
2. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Под ред. Щекина Р. В., Корневский С. М. ч 2. Вентиляция. Изд-во Будत्वельник, 1968. – 286 с.
3. СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха /Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2003.
4. СНиП 2.04.05.91 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха /Госстрой СССР. – М.: ГУП ЦПП, 1991.
5. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3ч. Ч3 книга 3. Вентиляция и кондиционирование /В.Н. Богословский, Б. А. Пирумов, А.Н. Посохин и др.; Под ред. И.Г.Павлова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.:Стройиздат, 1990. – 326 с.
6. СНиП 23-01-99 Строительная климатология /Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1999.

Афанасьев К.Ю.

Аспирант, Национальный исследовательский Томский политехнический университет

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УЧАСТКА МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА В УСЛОВИЯХ ОСАДКИ СЛАБОСВЯЗАННЫХ ГРУНТОВ

Аннотация

В статье приводится исследование напряженно-деформированного состояния участка магистрального газопровода в условиях осадки слабосвязанных грунтов с использованием программного продукта ANSYS.

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние, газопровод, осадка грунта, предел текучести.

Afanasyev K.Y.

Postgraduate student, National Research Tomsk Polytechnic University

COMPUTER MODEL DEVELOPMENT OF STRESS-STRAIN STATE OF GAS-PIPELINE SECTION IN SOIL SETTLEMENT CONDITIONS

Abstract

The article presents research of the stress-strain state of main gas pipeline section in soil settlement conditions using software ANSYS.

Keywords: stress-strain state, gas pipeline, sediment soil, yield limit.

Objective features of a pipeline network of Russia are the difficult natural conditions of operation having negative influence on gas pipelines functioning that increases risk of ecological and technical safety. Deviations of deflected mode can appear while in service gas pipelines as a result of action of loadings which have been not provided by the project. The essential change of deflected mode can be result of gas pipeline spatial position change [1, 2]. Soil settlement promotes it which arises because of consolidation under influence of ground weight and gas pipeline vibration and reflux of excessive moisture. It reduces to the big curvature of pipes, their overstrain and as a result - to damage of a gas pipeline in the form of ruptures of welded joints and gaps in pipe walls for which elimination carrying out of repair work with stop of gas transportation. Therewith each of damage can reduce to considerable losses of gas [3]. Bugs for this reason are most frequent on the gas pipelines laid in sedimentary soil [4]. Definition of the deflected mode of underground main gas pipelines from operational loadings and influences will be inevitable to develop using the pipe calculation and the soil basis [5].

The purpose of this work is analysis gas pipeline behavior in loosely coupled soil and its research its deflected mode.

The underground rectilinear gas pipeline is considered. Let's admit that it is laid in dry soil which won't be watered in rated term of operation. In this case vertical moving (collapse) results from ground consolidation under a pipe. The design data show that it is insignificant because soil pressure defined by the pipe weight doesn't exceed $0,5 \text{ Н/см}^2$ and not necessities to consider its influence on a gas pipeline position in comparison with its initial position.

Let's admit that the gas pipeline is laid in the water-deposited soil or periodically inundated territories. In the water-deposited soil collapse is defined by soil consolidation under a pipe. From soil mechanics it is known that completely water-deposited soil can be considered as the two-phase system and its consolidation is defined by filter water from interstices of soil skeleton under the influence of condensing loading [4].

Limiting gas pipeline collapse is S_{np} . This gas pipeline collapse is called as stabilized. On fig. 1 S_{np} is shown by dashed line on pipeline length. If the sedimentary soil distributed on all gas pipeline length then the collapse would be identical on all length. However in practice most typical alternation of sedimentary soil and pan soil is. On the last as it was already marked the soil sedimentary is almost equal to zero. In the middle of sedimentary soils site the gas pipeline collapse could reach limiting value S_{np} . The gas pipeline is bent on a site l as is shown at fig. 1. As lengthening of pipes is realized only by their stretching on a site l and sites adjoining to it l_1 and l_2 in pipes there is stretching longitudinal force P , and a site l starts to work as a rigid thread. Valid gas pipeline collapse S appears essentially less S_{lim} [4]. In pipes there are pressure from longitudinal force, bending force under the influence of pressure of an overlying soil, weight of the pipe with isolation and the pumped over product, operating internal pressure and temperature difference of the pipe walls.

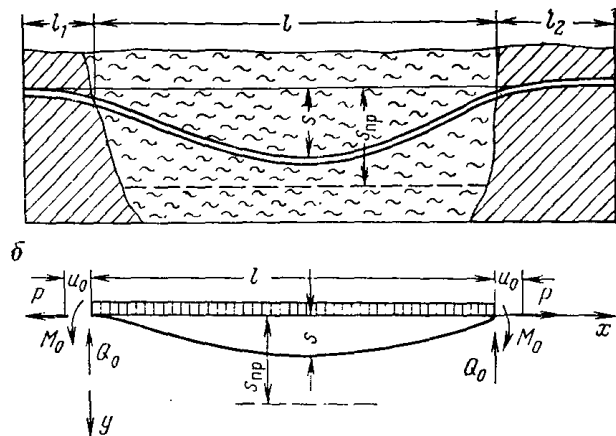


Fig. 1. A gas pipeline collapse: a — a general view; б — a scheme

For definition of strains in the pipe wall exceeding admissible and defining change range of numerical characteristics of processes, influencing deformation the strains is made calculations (on durability), affected the gas pipeline collapse by means of software ANSYS.

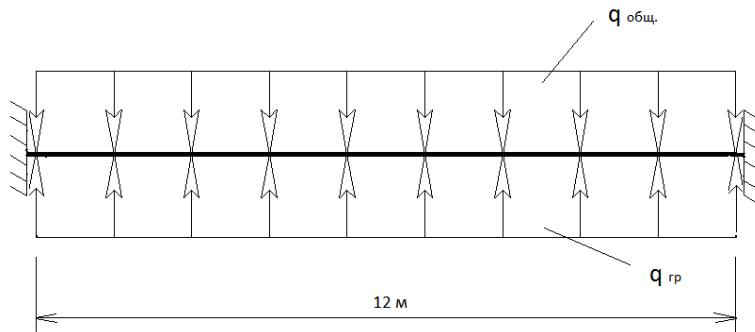


Fig. 2 Settlement scheme of the gas pipeline

The scheme of lowering of a site of the gas pipeline with following parameters is investigated: a external diameter is 530 mm, a thickness of the pipe wall is 11 mm, length is 12 m, working pressure is 9,0 MPa. The gas pipeline is made of steel 17Г1С with following mechanical characteristics: a limit of short-time strength σ_s is 490 MPa, a limit of yielding of metal σ_T is 350 MPa [6]. On the gas pipeline except working pressure following loadings operate: the distributed loading from weight of the pipe with the isolation, pumped over gas and pressure of an overlying ground is $q_{общ}$, pressure of a ground from below on the gas pipeline is q_r .

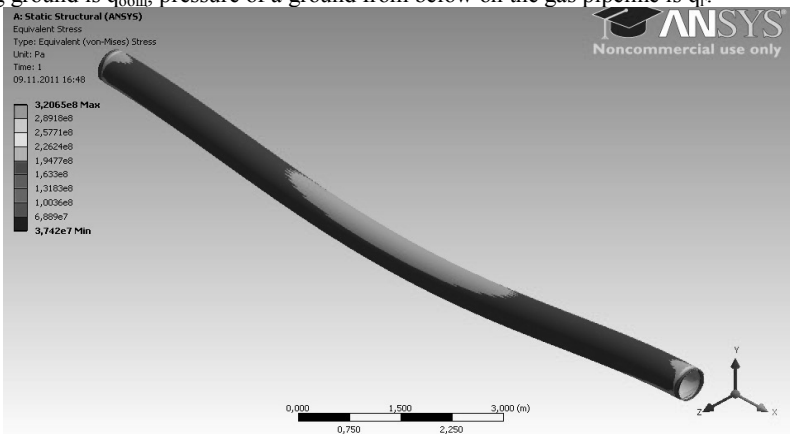


Fig. 3. The stresses arising in a gas pipeline in soil settlement conditions

The loadings operating on a gas pipeline are calculated according to СНиП 2.05.06-85*«Main pipelines» [7].

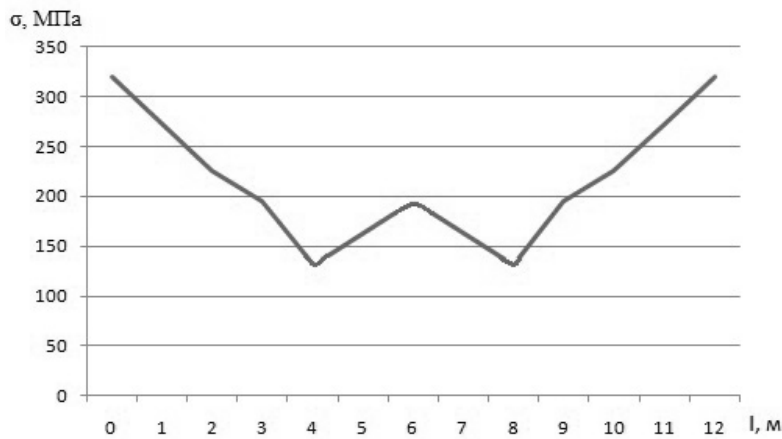


Fig. 4. The stress distribution (σ) on gas pipeline length (l)

The assumptions corresponding the most simple of possible variants to interaction of the pipe and the soil contacting are taken: in the beginning and the gas pipeline end there are no moving on axis X, pressure of a ground is taken 20 % from operating loading from above, temperature difference of pipe walls isn't considered.



Fig. 5. The deformations in a gas pipeline in soil settlement conditions

According to assumptions and the scheme represented at fig. 1 the settlement scheme is presented at fig. 2.

At fig. 3 and 5 the result of calculation of the gas pipeline site found by software ANSYS is shown, and at fig. 4 and 6 given result interpretation in a graphic kind is shown.

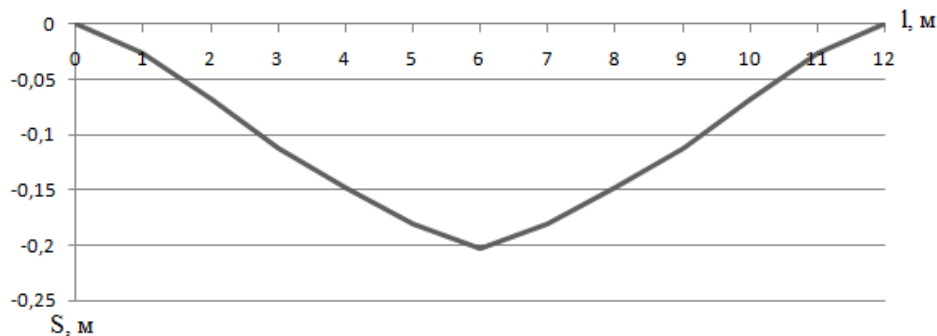


Fig. 6. The deformations distribution (S) on gas pipeline length (l)

The received results allow to draw following conclusions:

- change of values of the stresses arising in a gas pipeline in soil settlement conditions, can reach the sizes close to a limit of yielding of metal that reduces level of reliability of a gas pipeline;
- stress values are variable on gas pipeline length. The gas pipeline sites located in a zone of alternation of sedimentary soil and pan soil are characterized by higher level of stress;
- the received results don't give a full formulation for acceptance of the design decision, it is necessary detailed researches of deflected mode deformed of a gas pipeline taking into account physical-mechanical properties of soil.

References

1. Zakharkin F.I., Fomin V.A. Determination of the stress-strain state of MG parts that are in the position of non-project // Gas Industry – 2008 # 12 – P. 40 – 43.
2. Iljin V.P., Sokolov V.G. Parametrical Vibratin and Dinamic Stability of The Sea Double-Lyer Deep-Water Gas-Pielines/ / VESTNIK Tomsk State University of Architecture and Building - 2011 # 1 – P. 130 – 138.
3. Balson F.S. Embedded structure static and dynamic strength. - Moscow: Stroyizdat, 1991. – 239 p.
4. Borodavkin P.P. Underground pipelines (design and construction). - Moscow: Nedra, 1982, 384 p.
5. Dimov L.A. Deformation capacity of soils and calculation of underground MG // Gas Industry - 2008 № 2 - P.82 – 85.
6. Database of Steel and Alloys URL: <http://www.splav.kharkov.com> (date accessed 05/08/2012)
7. SNIP 2.05.06-85 *. Pipelines. – M: SUE LAC, 1997.

Веденеев С.А.

Инженер механик. частное лицо.

ОШИБКИ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ. ОПОРА ВЕДЕНЕЕВА - КОТОРУЮ ИСКАЛ АРХИМЕД. НОВЫЙ КЛАСС МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ.

ЧАСТЬ 1. ОШИБКИ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ.

ЧАСТЬ 2. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ТОЧКА ОПОРЫ ВЕДЕНЕЕВА.

ЧАСТЬ 3. БАЛАНС СИЛ САМОРЕГУЛИРОВАНИЯ, СВОЙСТВА СООТНОШЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ПЛАНЕТАРНЫХ ПЕРЕДАЧ.

ЧАСТЬ 4. НОВЫЙ КЛАСС КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ.

Аннотация

Допущены просчеты в теории определения параметров планетарных передач авторами этой теории расчетов: Кудряцевым, Решетовым, Чернавским и всеми другими их последователи, в России и за рубежом.

Просчеты, ошибочная теория все это время приводят к ошибкам определения параметров планетарных передач.

Да, планетарные передачи работают. Но работают только в виду того, что закладываются множество коэффициентов запаса и прочности и по контактным напряжениям и другие.

Изначально теоретики основатели теории не смогли правильно сформулировать формулы определения передаточных отношений. Соответственно, не правильны формулы определения значений крутящих моментов, оборотов, передаваемой мощности по звеньям, что ведет к ошибкам конструкционного исполнения.

Они не смогли, как и до сих пор никто, кроме автора настоящей статьи, создать теорию, определить зависимости планетарной передачи без метода останковки звена (водила), и в своей теории, которая преподается практически 60 лет, допустили явные, существенные ошибки, которые по сути лежат на поверхности и видны не вооруженным глазом.

Все их последователи шли по ложной теории при проектировании планетарных и дифференциальных передач, передавая эти ошибки при обучении студентов.

Профессионалы механики, профессора Красноярского Политехнического Университета, еще в 2004 году отметили и зафиксировали то, что русский изобретатель Веденеев Сергей Аркадьевич открыл новый класс механических передач.

Состоявшийся факт. Экспертное заключение прилагается.

Изобретатель раскрыл не только новый класс механических передач, но и раскрыл формулы начала новой теории, обосновав ее экспериментально на действующих моделях.

Оказалось, что теория дает определение и доказательство пространственной точки опор, опоры – которую искал Архимед.

Пространственная точка опоры относится не только к механическим передачам, но и ко всем телам сопряженного взаимодействия, в том числе космических тел (планет, галактик), атомов... Изыскания продолжаются.

Краткое, ретроспективное, описание класса и кинематические схемы прилагается к данному изложению ниже.

Современная классическая механика планетарных (в том числе, дифференциальных) передач держится на методе останковки звена (обычно водила).

Иной методики расчетов нет. Точнее не было.

Пространственная точка опоры, позволяет создавать совершенно новые механизмы, выводить новые формулы определения свойства движения и взаимодействия тел, частиц в любой пространственной точке - без опоры, без закрепления какой либо части тела, звена, частицы за тот или иной фундамент.

Представим невесомость, опоры нет, например, к электродвигателю (или другому источнику энергии) подводится мощность, вращается ротор. Казалось бы, для передачи вращения статор должен быть закреплен и без его опоры работа не может совершаться.

Оказывается - нет. Закрепление за фундамент не обязательно. Оказывается, существует такой баланс сил, моментов взаимодействия статора и ротора через электромагнитное поле, а в планетарных передачах между звеньями, когда то или иное звено будет изначально неподвижно, как будто оно закреплено за фундамент.

НО, оно НЕ закреплено.

Действует баланс сил, моментов, заключающийся в действии на звенья, тела с разных сторон потоков разветвления подводимой мощности.

Необходимо понимать, что остановив за счет баланса статор, другое звено передачи мы получаем стандартный механизм. А вот при нарушении баланса, от изменения нагрузки на то или иное звено, статор, оно придет в движение. И это еще одно уникальное свойство, расширяющее неограниченно способности взаимодействующей системы тел, в том числе механических передач от получения дополнительной степени свободы, которые могут быть в значениях третьей, четвертой, и более!

Кроме того известно, что сбалансирована система взаимодействия тел, частиц, при нарушении баланса взаимодействия всегда стремится вернуться к своему балансу, если не пройден порог не возврата, если не достигнут порог разрушения.

Поэтому система саморегулируема и может восстанавливать сама первоначальные параметры, изначальное положение.

Именно баланс взаимодействия моментов, сил, оборотов, в некоторых случаях масс (интересная тема – массы не всегда могут учитываться, предмет изучения) между телами и звеньями является основой пространственной точки опоры.

Баланс – существует везде в природе, сама природа – баланс. Нарушите его – вы погибли. В своем организме, во взаимодействии тел – везде баланс. Например, в человеке баланс температуры 36,6 градусов, нарушите его – заболели, превысите порог – погибли. Согните прут и отпустите – он вернется в исходное положение, согните больше – он вернется с остаточной деформацией, согните еще больше - он сломается. Так все, везде и всегда в природе – это ее основа, баланс.

Речь не только о шестернях!

Ключевые слова: Новый класс механических передач, ошибка теории планетарных передач, новые формулы, доказательства. Опора, Архимед, Веденеев

Vedeneev S.A.

Engineer of mechanics

ERRORS OF CLASSICAL MECHANICS. VEDENEYEV'S LEG - WHICH ARCHIMED SEARCHED. NEW CLASS OF MECHANICAL TRANSMISSIONS

PART 1. ERRORS OF CLASSICAL MECHANICS.

PART 2. VEDENEYEV'S SPATIAL POINT OF SUPPORT.

PART 3. BALANCE OF FORCES OF SELF-REGULATION, PROPERTY OF RATIO OF PARAMETERS OF PLANETARY DRIVES.

PART 4. THE NEW CLASS OF KINEMATIC CONFIGURATIONS.

Miscalculations in the theory of definition of parametres of planetary drives are supposed by authors of this theory of calculations: Kudryavtsev, Reshetovym, Chernavsky and all other their followers, in Russia and abroad.

Miscalculations, the erroneous theory all this time lead to errors of definition of parametres of planetary drives.

Yes, planetary drives work. But work only in an aspect of that the set of factors of a store and strength and on contact voltages and others are included.

Initially theorists theory founders not could to formulate formulas of definition of reduction ratios correctly. Accordingly, formulas of definition of values of torques, the turnovers, transmitted power on links that carries on to errors of constructional execution are not correct.

They could not, as well as till now anybody, except the author of the present paper, to create the theory, to define dependences of the planetary drive without a method of a stopping of a link (spider), and in the theory which is taught practically 60 years, have committed obvious, essential errors which as a matter of fact lie on a surface and are visible not to an aided eye

All their followers went under the false theory at projection epicyclic and differential drives, transmitting these errors at tutoring of students.

Professionals of mechanics, профессоры Krasnoyarsk Polytechnic University, in 2004 have marked and have fixed that Russian inventor Vedeneev Sergey Arkadevich has opened a new class of mechanical transmissions.

The taken place fact. The expert judgement is applied.

The inventor has opened not only a new class of mechanical transmissions, but also has opened formulas of a kickoff of the new theory, having justified it experimentally on working models.

It has appeared that the theory makes definition and the proof of a spatial point of legs, legs - which were searched by Archimed.

The spatial point of support to treat not only to mechanical transmissions, but also to all bodies of the interfaced interaction, including space bodies (planets, galaxies), atoms ... Researches proceed.

Short, retrospective, the exposition of a class and kinematic configurations is applied on the given account more low.

The modern classical mechanics epicyclic (including, differential) transmissions keeps on a method of a stopping of a link (usually spiders).

Other technique of calculations is not present. Was not more exact.

The spatial point of support, allows to create absolutely new gears, to output new formulas of definition of property of movement and interaction of bodies, particles in any spatial point - without a leg, without fixing what or parts of a body, a link, a particle for this or that foundation.

Let's present imponderability, the leg is not present, for example, to the electric motor (or to other power source) is brought power, turns a rotor. It would seem, for transmission of rotation the stator should be tightened and without its leg operation cannot be made.

It appears - is not present. Fixing for the foundation not necessarily. It appears, there is such balance of forces, the moments of interaction of the stator and a rotor through an electromagnetic field, and in planetary drives between links when this or that link will be initially fixed as though it is tightened for the foundation.

BUT, it is not tightened.

The balance of forces, the moments, consisting in operation on links, bodies from the different sides of flows of a branching of brought power operates.

It is necessary to understand that having discontinued at the expense of balance the stator, other link of transmission we receive the on-gauge gear. And here at balance violation, from load change on this or that link, the stator, it will start moving. And this one more unique property expanding unrestrictedly abilities of interacting system of bodies, including mechanical transmissions from deriving of an additional degree of freedom which can be in values of the third, the fourth, and more!

Besides it is known that the system of interaction of bodies, particles is balanced, at violation of balance of interaction always to aspire to return to the balance if there is not passed a threshold not backstock if will not reach a collapse threshold.

Therefore the system the self-regulated also can recover itself initial parametres, initial position.

The balance of interaction of the moments, forces, turnovers, in certain cases masses (an interesting theme - masses not always can be considered, a study subject) between bodies and links is the fundamentals of a spatial point of support.

The balance - exists everywhere in the nature, the nature - balance. Will disturb they be you were lost. In the organism, in interaction of bodies - everywhere balance. For example, in the person balance of temperature of 36,6 degrees, will disturb they be were ill, will exceed a threshold - were lost. Bend a rod and release - it will return to a home position, bend more - it will return with a residual strain, bend even more - it will break. So everything, everywhere and always in the nature is its fundamentals, balance.

Speech not only about pinion gears!

Keywords: the New class of mechanical transmissions, an error of the theory of the planetary drives, new formulas, proofs. Support, Archimed, Vedeneev

ЧАСТЬ 1. ОШИБКИ СОВРЕМЕННОЙ МЕХАНИКИ.

Доказательство не сложно.

Эти ошибки не давали точности расчетов и покоя автору, пока не были обнаружены, долгое время не позволяли найти решение определения баланса. Их значение достигает до 12 - 15 процентов и зависит от передаточного отношения. Поэтому в первую очередь о них, ошибках современной классической теории.

Итак:

На примере простого одноступенчатого планетарного редуктора.

Возьмите его в руки, если он у Вас есть, или анимацию в интернете.

Что мы видим?

Вся классическая механика говорит, что расчет планетарной передачи ведется методом остановки звена, обычно водила.

Таким образом расчет передаточного отношения между ведущим звеном и водилом:

$$I_{1H}^{(3)} = 1 + (Z_3/Z_1), \quad (1)$$

где:

Z_1 – число зубьев центральной шестерни;

Z_3 – число зубьев зубчатого венца (по другому эпицикла или по другому, так же называемого, центральной шестерней – так уж заведено в описаниях классической механики, трехзначное наименование одного звена);

(3) – обозначает эпицикл, в скобках говорит о том, что данное звено остановлено;

1H- индексы говорят о том, что передача момента, мощности, передаточное отношение от звена 1 к звену H (смотри кинематическую схему Рис. 1).

Отношение

$$Z_3/Z_1=I_{13}^{(H)} \quad (2)$$

– передаточное отношение между центральными шестернями 1 и 3 (эпицикл).

Передаточное отношение между центральной шестерней 1 и сателлитом 2:

$$I_{12}=Z_2/Z_1, \quad (3)$$

где: Z_2 – число зубьев сателлита.

ЭТО ПО КЛАССИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ РАСЧЕТА ПЛАНЕТАРНЫХ ПЕРЕДАЧ.

См. литературу – (1), (2).

На практике, в подавляющем большинстве случаев – **остановлен венец**, он же эпицикл, он же центральная шестерня, **а не водило!**

Спрашивается, и что? Все же правильно. Ан нет.

Возьмем тот же пример, рис 1, зададимся значениями чисел зубьев звеньев (шестерен):

$$Z_1=21$$

$$Z_2=63$$

$$Z_3=147$$

Допустим модуль зацепления $m=1$ мм

Тогда по классической механике передаточные отношения будут равны:

$$I_{1H}^{(3)}=1+(Z_3/Z_1)=1+(147/21)=8 \quad (4)$$

$$I_{13}^{(H)}=Z_3/Z_1=147/21=7 \quad (5)$$

$$I_{12}=Z_2/Z_1=63/21=3 \quad (6)$$

Тогда, соответственно передаточным отношениям углы поворота звеньев, **при одном обороте** центральной шестерни 1 будут равны:

$\alpha_1=360$ градусов, тогда:

$$\alpha_2=\alpha_1/I_{12}=360/3=120 \text{ градусов}; \quad (7)$$

$$\alpha_3=\alpha_1/I_{13}^{(H)}=360/7=51,428571 \text{ градуса}; \quad (8)$$

$$\alpha_H=\alpha_1/I_{1H}^{(3)}=360/8=45 \text{ градусов}. \quad (9)$$

И не правильно. Посмотрите, на какой угол повернется сателлит?!!!. Ни как не на 120 градусов!!!

Поворот сателлита (в данном случае) составит 102, (857421) градуса !!!

Здесь и кроется первоначальная ошибка классической теории расчета планетарных передач.

Что мы видим в действительности?

Для этого предлагается посмотреть наглядный пример, при возможности.

Возьмите одноступенчатый планетарный редуктор. Закрепите венец, как это на практике. Сделайте метки на одной линии на всех звеньях. Поверните центральную шестерню 1 ровно на один оборот (360 градусов). Посчитайте число зубьев, которые пройдет сателлит по венцу, замерьте углы поворота всех звеньев, а именно сателлита, водила.

И УВИДИТЕ ПОГРЕШНОСТЬ!

Углы поворота звеньев составят следующие значения:

Так как венец 3 заторможен, его угол поворота звена равен: $\alpha_3=0$;

Угол поворота сателлита вокруг своей оси составит $\alpha_2= 102,857142$ градуса, **а не 120** градусов;

Сателлит пройдет по венцу и центральной шестерне, за один оборот этой центральной шестерни 1, **18 зубьев**, а не 21 зуб.

– что составляет его угол поворота сателлита $\alpha_2= 102,857142$ градуса,

ПОЭТОМУ передаточное отношение при остановленном венце (эпицикле, центральной шестерни 3) не соответствует расчетным значениям классической механики.

Соответственно передаточное отношение между центральной шестерней 1 и сателлитом 2 равно:

$$I_{12}^{(3)}=\alpha_1/\alpha_2=360/102,857142=3,5!!! \quad (10)$$

Поэтому, в современной механике ошибка и поэтому чаще всего ломаются сателлиты.

В действительности передаточное отношение определяется совершенно по другой формуле, по формуле найденной Веденевым:

$$I_{12}^{(3)}=Z_2/((Z_1-(Z_2/Z_1))) \quad (11)$$

$$I_{12}^{(3)}=63/((21-(63/21))=3,5$$

Это соответствует действительности и является исправлением ошибки Кудрявцева и др., ошибки классической теории расчета планетарных передач.

Угол поворота водила составит $\alpha_H=44,08163$ градуса, а не 45 градусов. Соответственно передаточное отношение между центральной шестерней 1 и водилом H равно:

$$I_{1H}^{(3)}=\alpha_1/\alpha_H=360/44,08163=8,1666666!!! \quad (12)$$

Отсюда формула определения передаточного отношения между центральной шестерней 1 и водилом:

$$I_{1H}^{(3)}=Z_3/(Z_1-(Z_2/Z_1))!!! \quad (13)$$

$$I_{1H}^{(3)}=147/(21-(63/21))=8,1666666 !!!$$

А передаточное отношение между ведущей шестерней и венцом записывается как удвоенное отношение между ведущей шестерней и сателлитом:

$$I_{13}=2*I_{12}=2*(Z_2/(Z_2-Z_1)) \quad (14)$$

$$I_{12} = 2 * 3,5 = 2 * (63 / (21 - (63 / 21))) = 7$$

На основе данного примера выполняются проверки по планетарным передачам с любыми числами зубьев.

Таким образом, наличие ошибок расчета планетарных передач в современной классической механике ДОКАЗАНО.

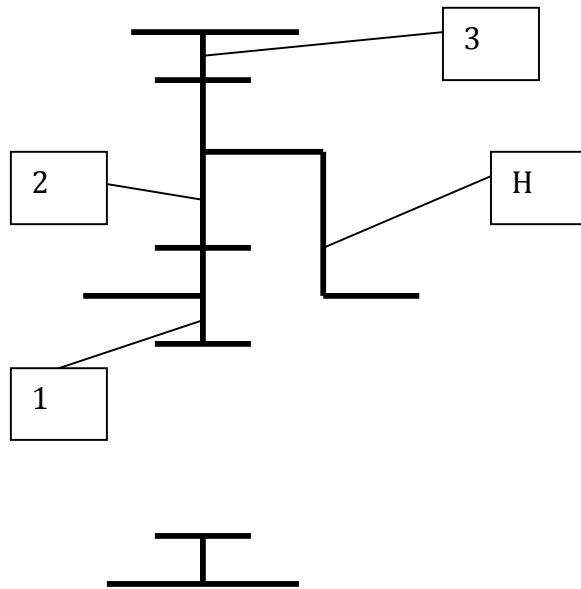


Рис 1.

ЧАСТЬ 2. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ТОЧКА ОПОРЫ ВЕДЕНЕЕВА.

Доказательство определения пространственной точки опоры.

Автор просто приведет формулу. Проверить можно по кинематической схеме из класса передач, раскрытого автором.

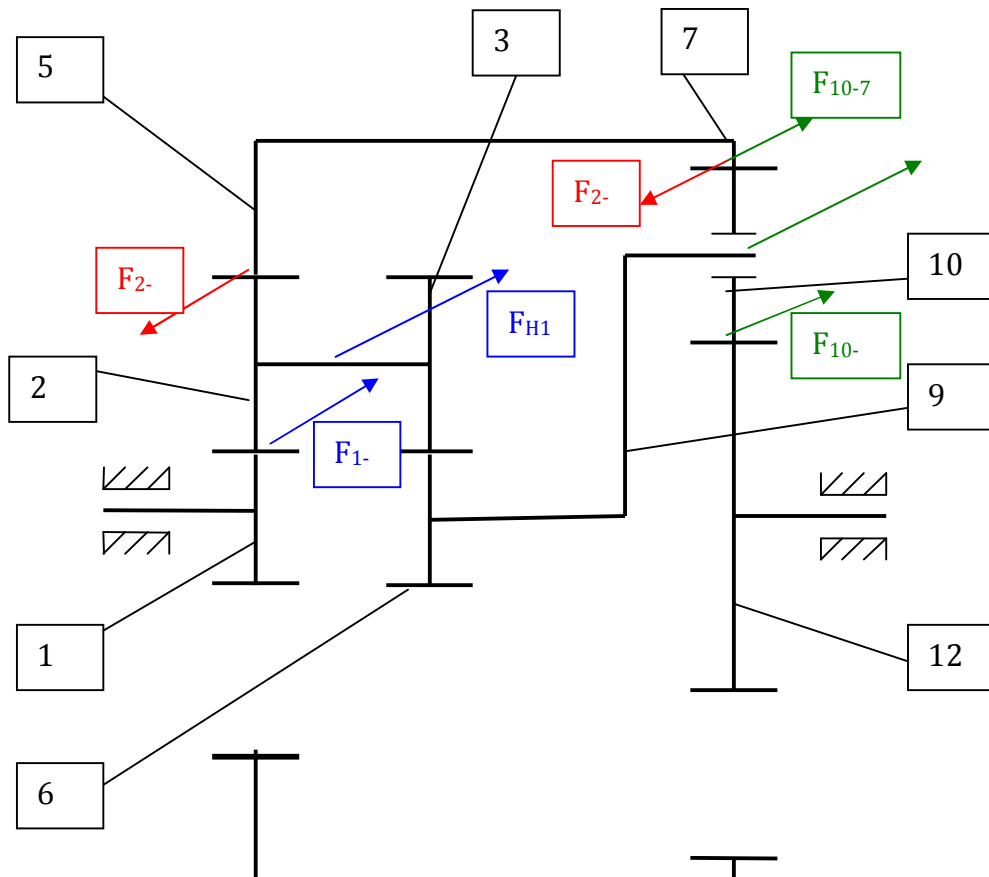


Рис. 2. Определение параметров планетарных передач без остановки звена.

Выявлено, что в отечественных и в зарубежных научных трудах **нет методик определения параметров без остановки звена**. Расчёты, теоретических обоснований, определение конструктивного исполнения и рабочие характеристики планетарных передач обычно ведут методом остановки водила.

Существует метод графический: Смирнова – Куцбаха, так же с заторможенным звеном – метод позволяет определять значения в статически и не подходит для расчета динамики нового класса, только для одного положения звеньев.

До сих пор не было выдвинуто эмпирической, пространственной методики расчета планетарных редукторов, без остановки какого либо звена.

Проведенные инженером Веденеевым исследования позволили определить теоретические обоснования и методики расчётов новых кинематических схем, а заодно и «старых» кинематических схем планетарных (дифференциальных) передач без остановки звена.

Таким образом, как это ни странно, найдено определение виртуальной пространственной точки опоры, **которую искал Архимед**. Доказано, что в любой точке пространства взаимодействующие тела (планетарные, атомарные) имеют опору в своем взаимодействии как таковом.

Примером служит формула Веденеева, для определения отношения передаточных чисел, крутящих моментов для кинематической схемы по рис. 2, через которую определяются все остальные параметры кинематической схемы планетарного вариатора:

$$I_{16} = Z_6 / ((Z_1 - (Z_2/Z_1)) * ((Z_6/Z_5) + (Z_3/Z_2))), \quad (15)$$

где

I_{16} – передаточное отношение между центральными шестернями (звеньями);

Z_1 – число зубьев центральной шестерни (ведущей);

Z_2 – число зубьев сателлита;

Z_3 – число зубьев второго сателлита;

Z_5 – число зубьев зубчатого венца;

Z_6 – число зубьев центральной шестерни.

Формула включает поправку, указанную выше. Для других кинематических схем зависимости могут быть иными, автор их пока не приводит.

Формула ДОКАЗЫВАЕТ возможность эмпирического (пространственного) расчета параметров передач, взаимодействия тел.

На ее основе выводятся все остальные соотношения по звеньям и в целом, сил, моментов, оборотов и т. д.

ЧАСТЬ 3. СВОЙСТВО СООТНОШЕНИЙ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ.

Новое свойство соотношения силовых параметров планетарных вариаторов.

До недавнего времени считалось константой, что сила на водиле всегда в два раза больше чем силы на шестернях планетарной передачи, т.е.:

$$F_H = 2F_1 = 2F_2 = 2F_3$$

Веденеев доказывает, что эта константа не является таковой и не имеет равенства при изменении нагрузки на ведомых и/или ведущих звеньях планетарного вариатора (ПВ).

Расчет приведен на примере зубчатого исполнения одной из кинематических схем. С определенными числам зубьев, передаточными отношениями, изменением оборотов и крутящих моментов на звеньях.

В таблице ниже *видно и доказывается изменение соотношения сил* на звеньях и, что **сила на водиле не всегда в два раза больше сил на сопряженных звеньях** планетарной передачи и изменяет свое значение в определенных пропорциях и значит, что:

$$F_H \neq 2F_1 \neq 2F_2 \neq 2F_3$$

и только в миг начального воздействия нагрузки, в начальном положении, в балансе сил оно соответствует $F_H = 2F_1 = 2F_2 = 2F_3$.

Таким образом, свойство ДОКАЗАНО.

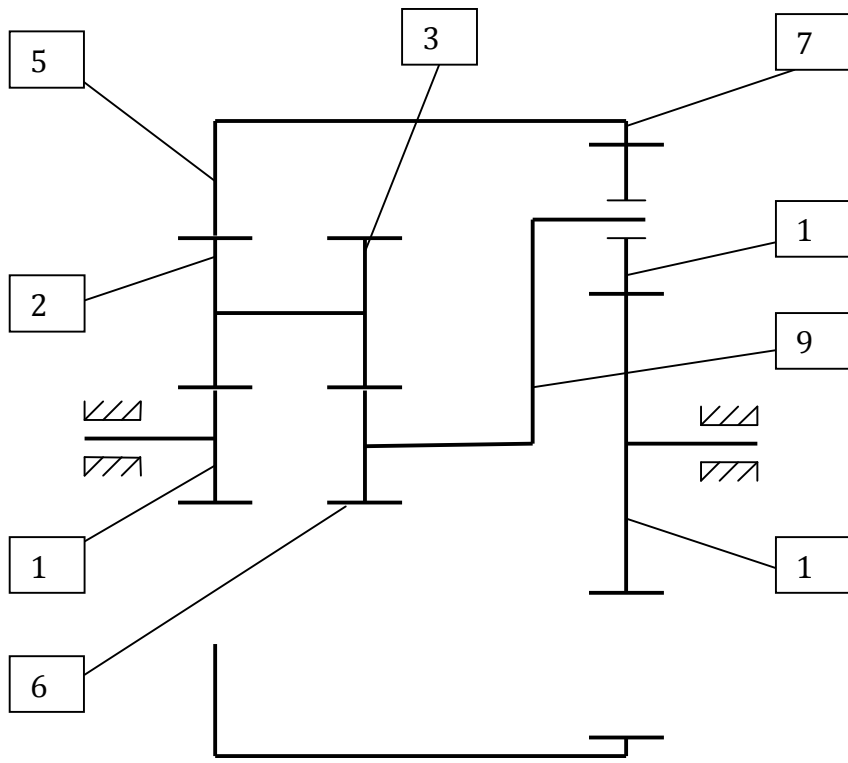


Рис. 1

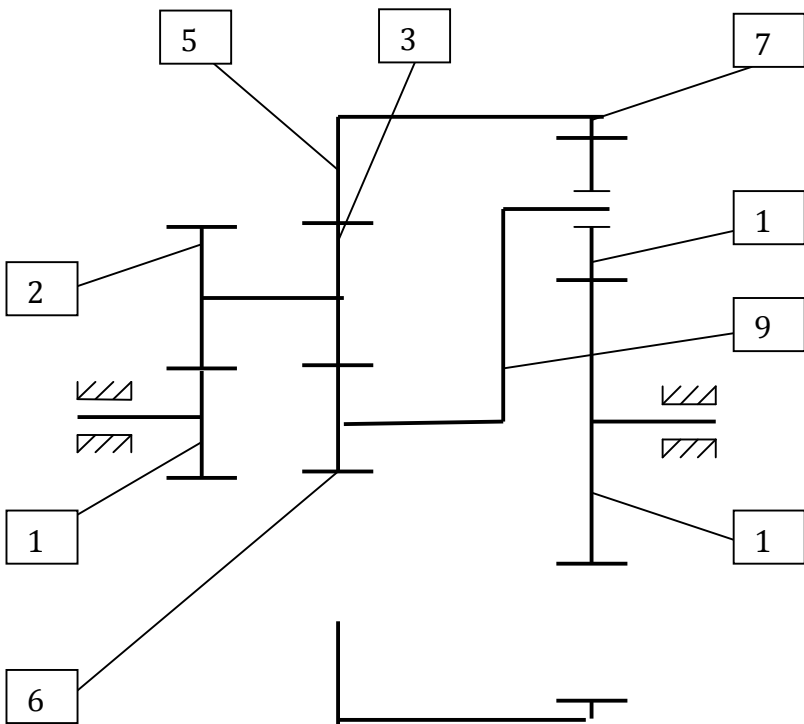


Рис. 2

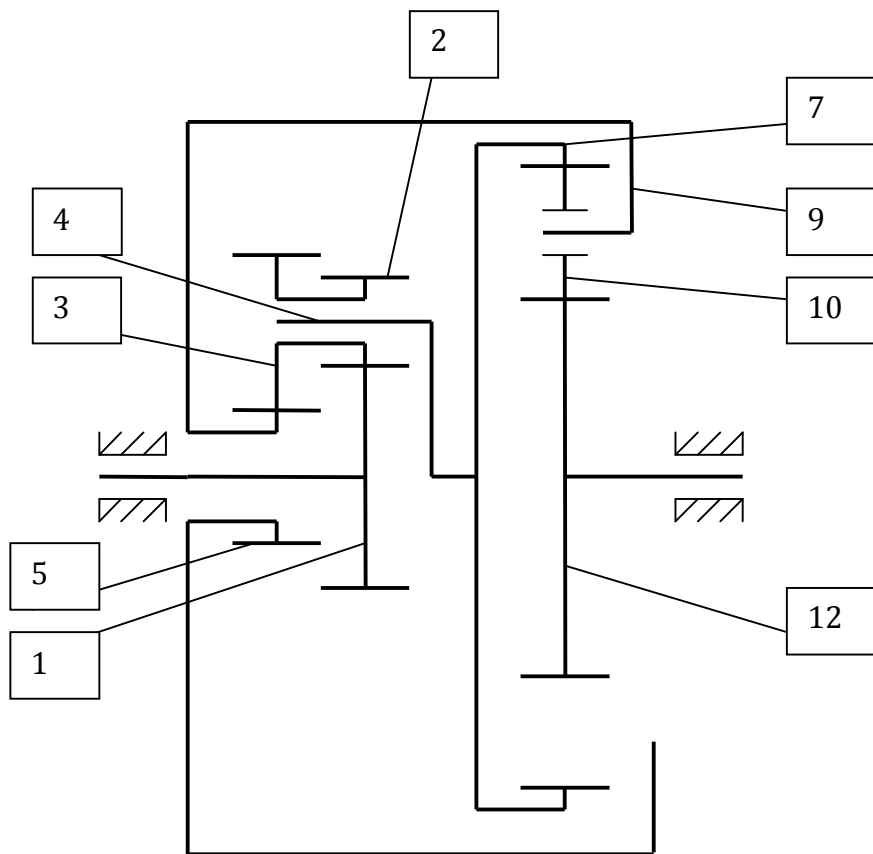


Рис. 3

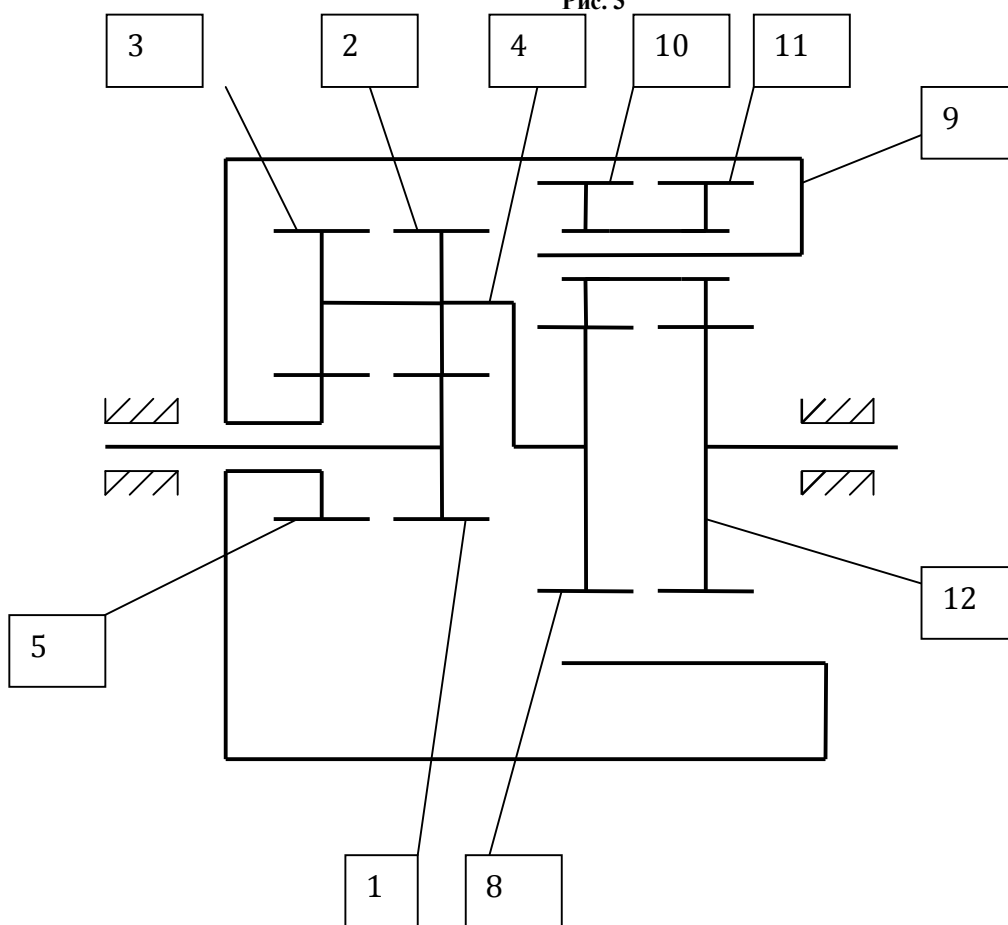


Рис. 4

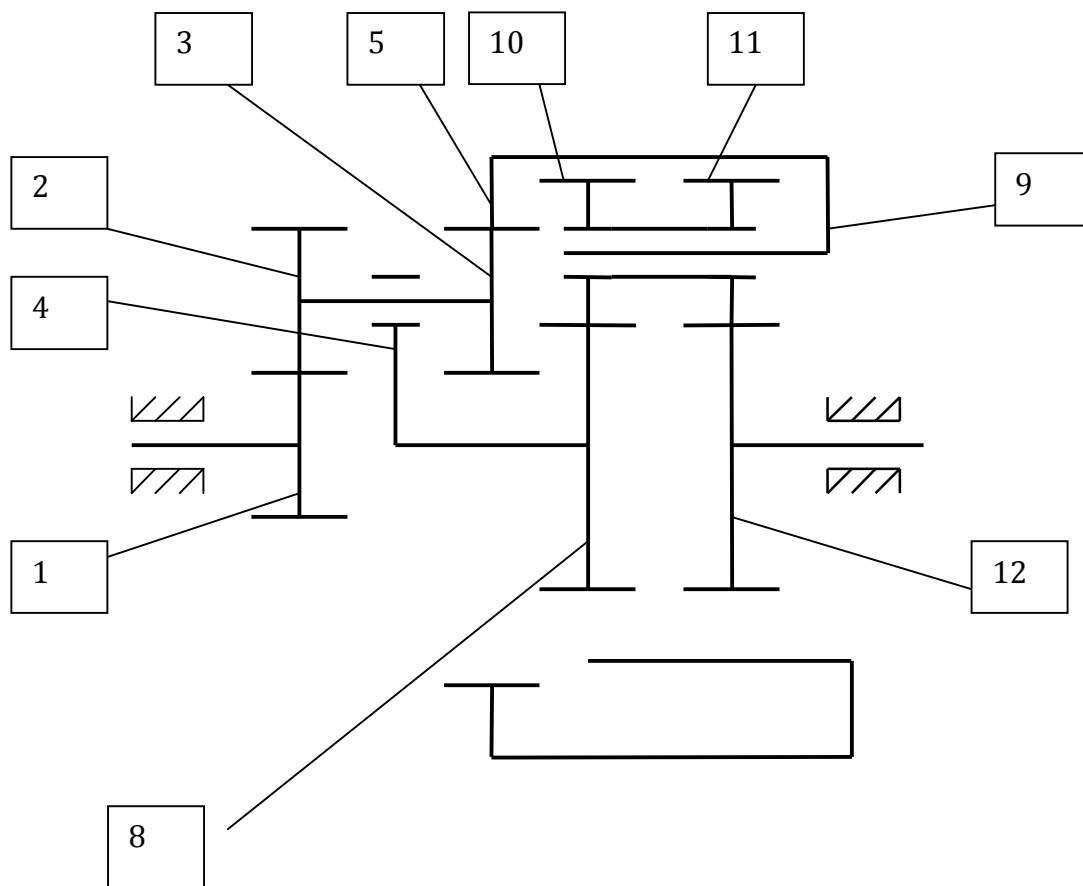


Рис. 5

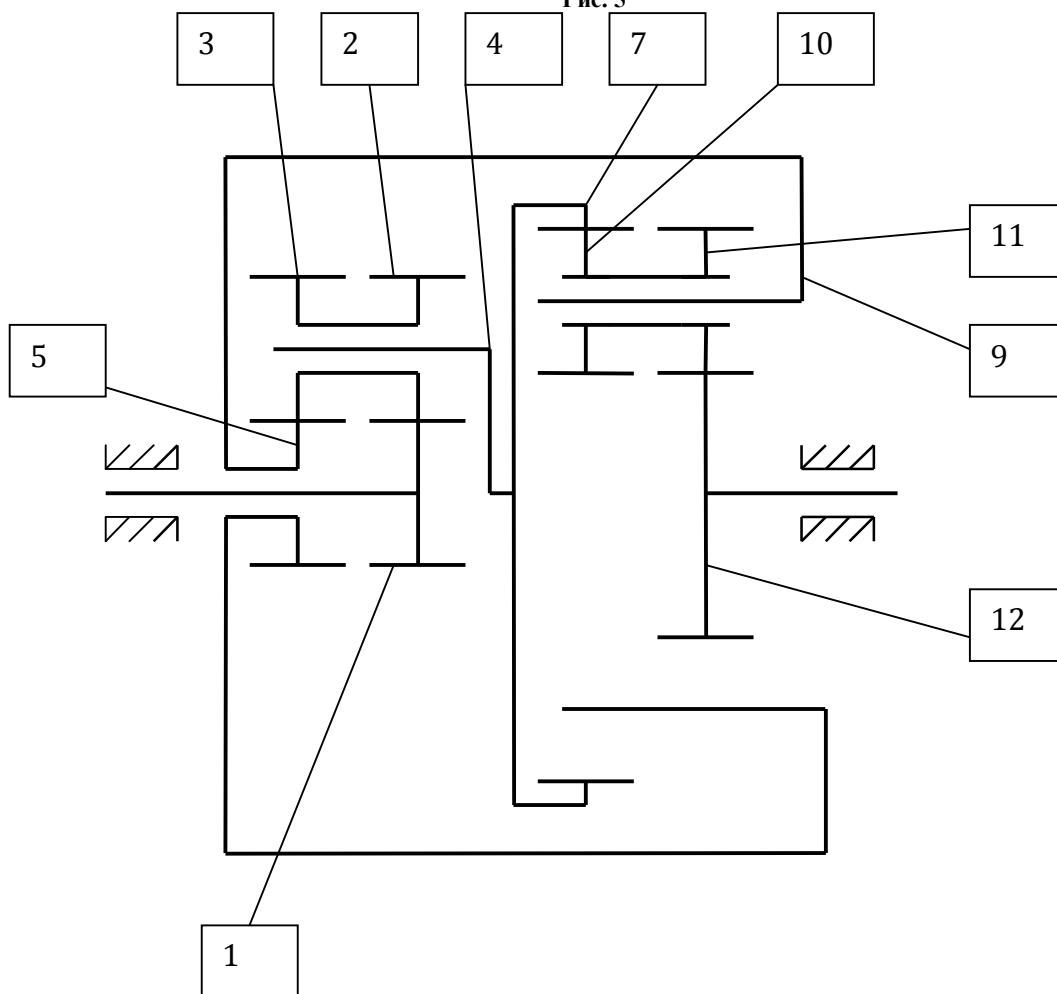


Рис. 6

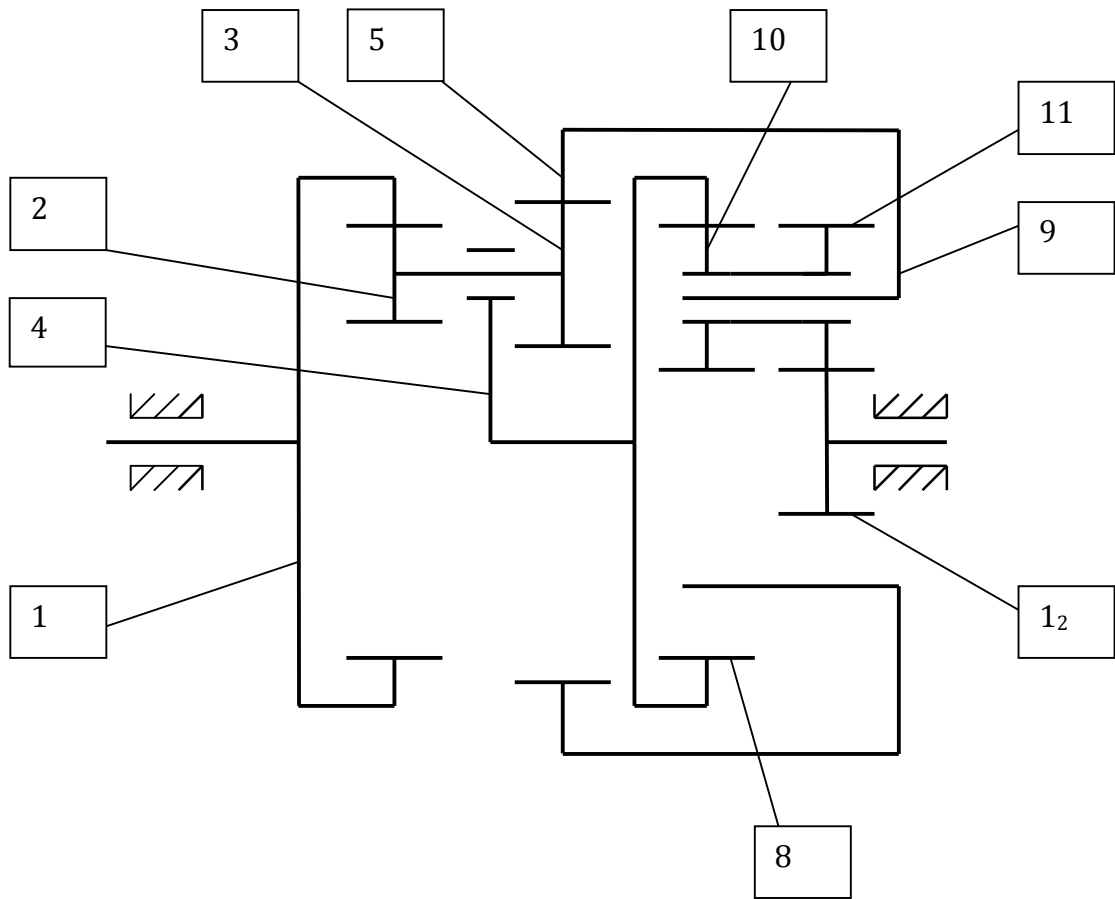


Рис. 7

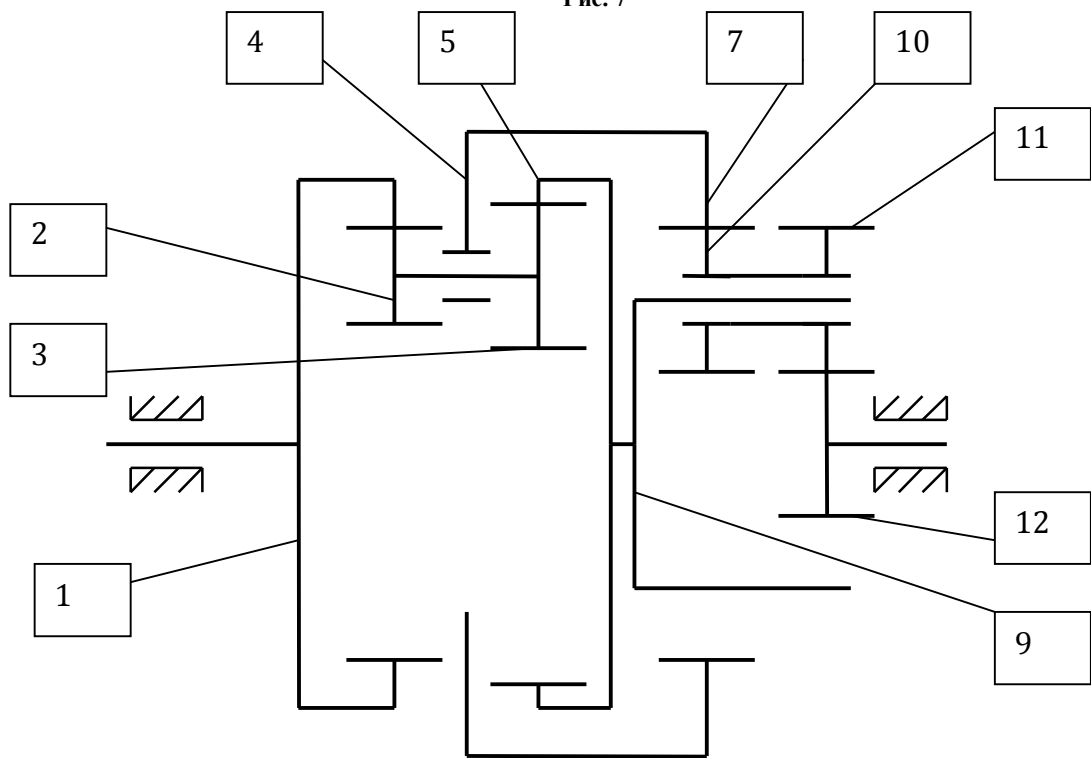


Рис. 8

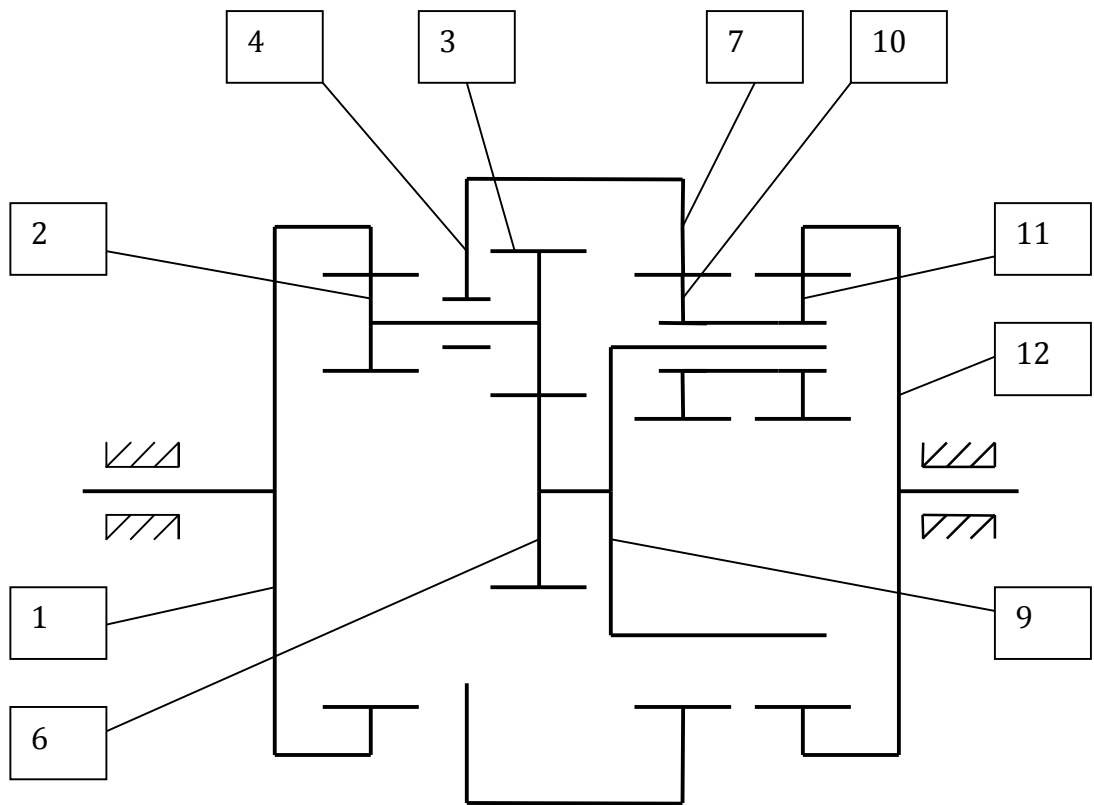


Рис. 9

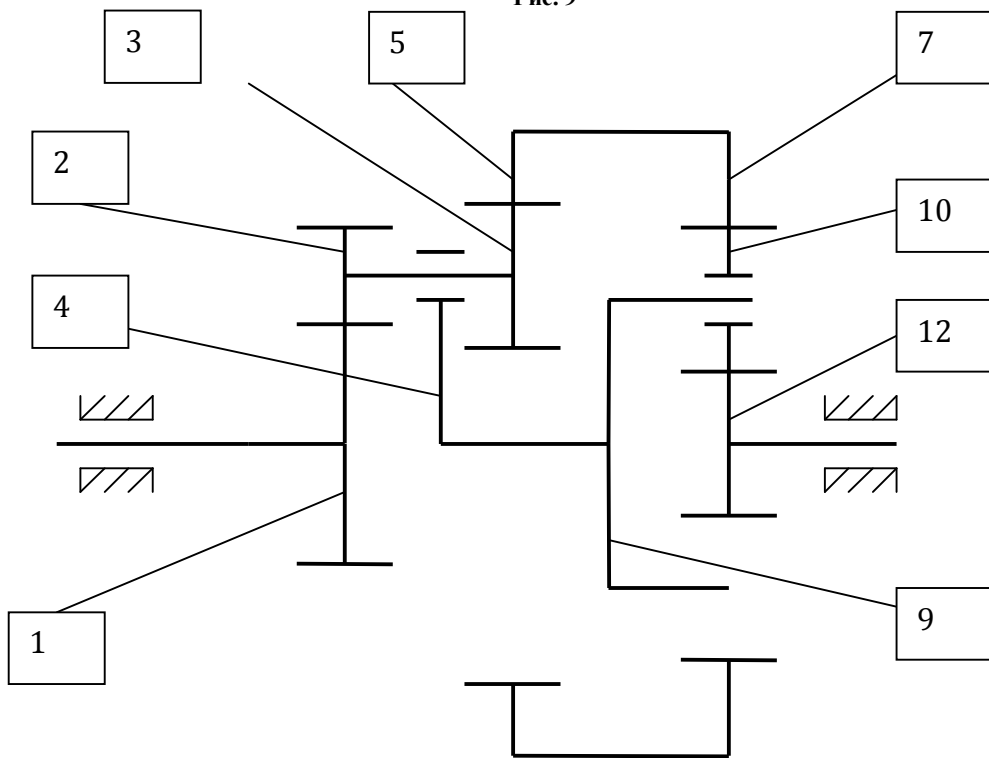


Рис. 10

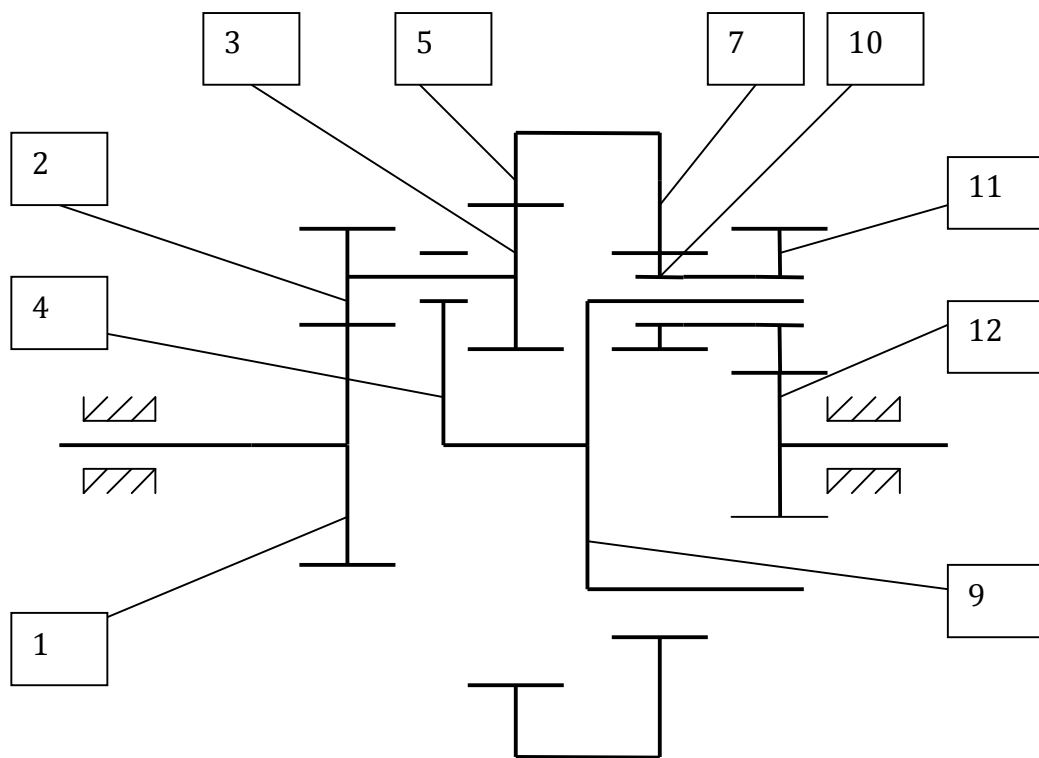


Рис. 11

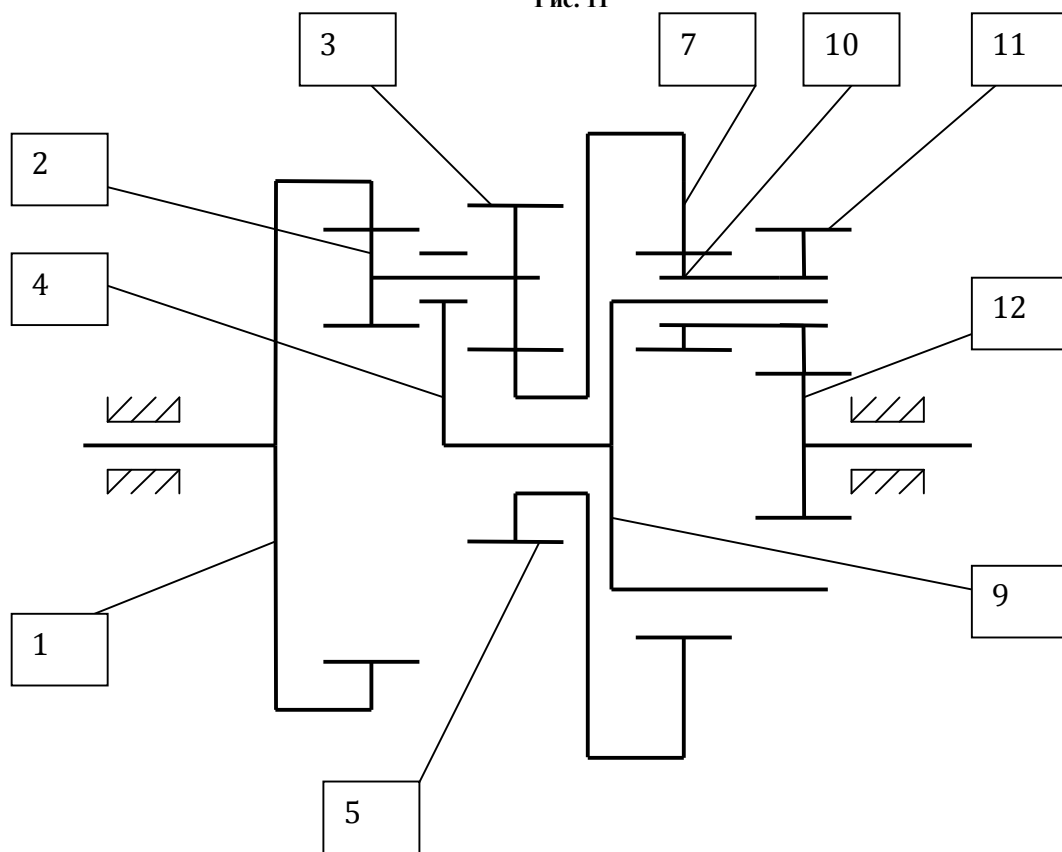


Рис. 12

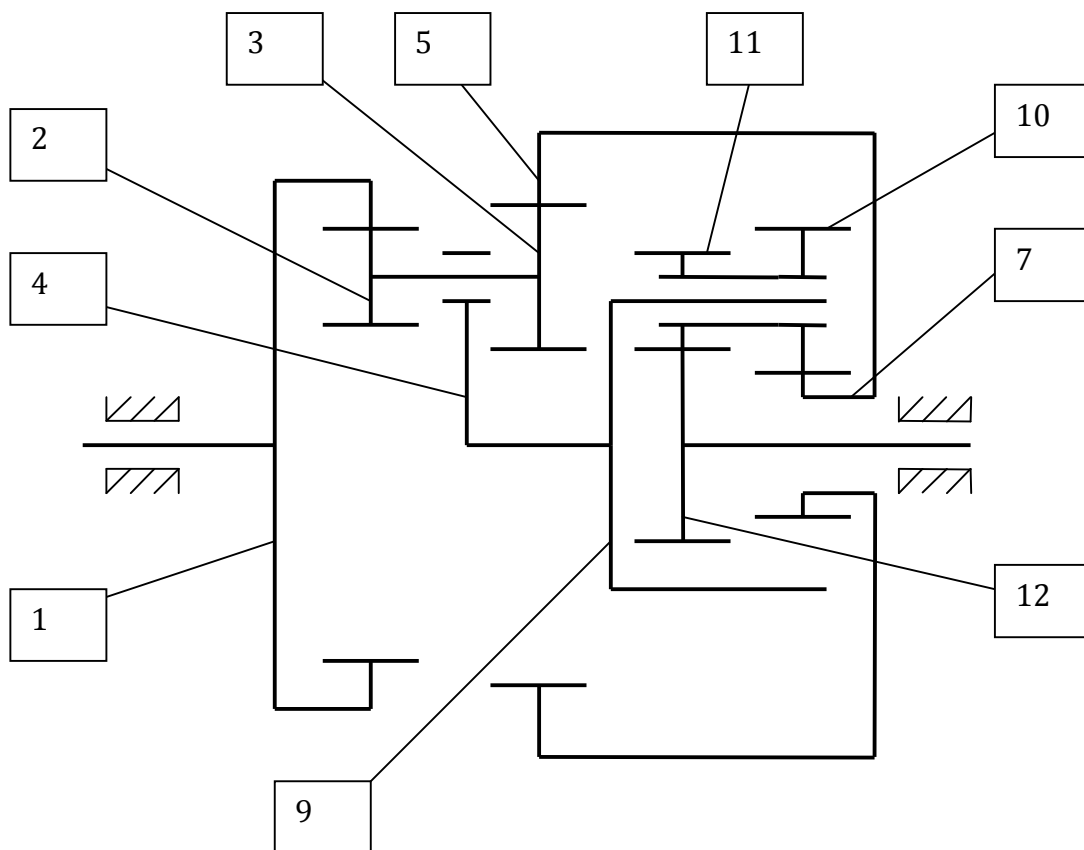


Рис. 13

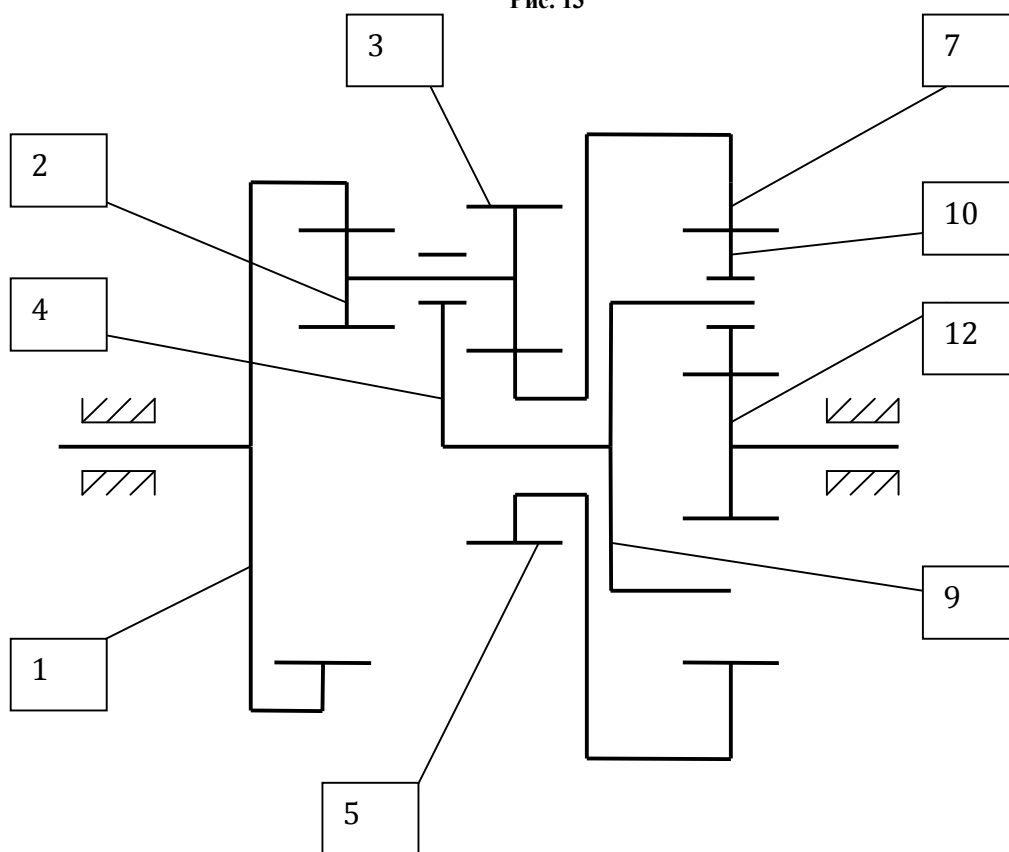


Рис. 14

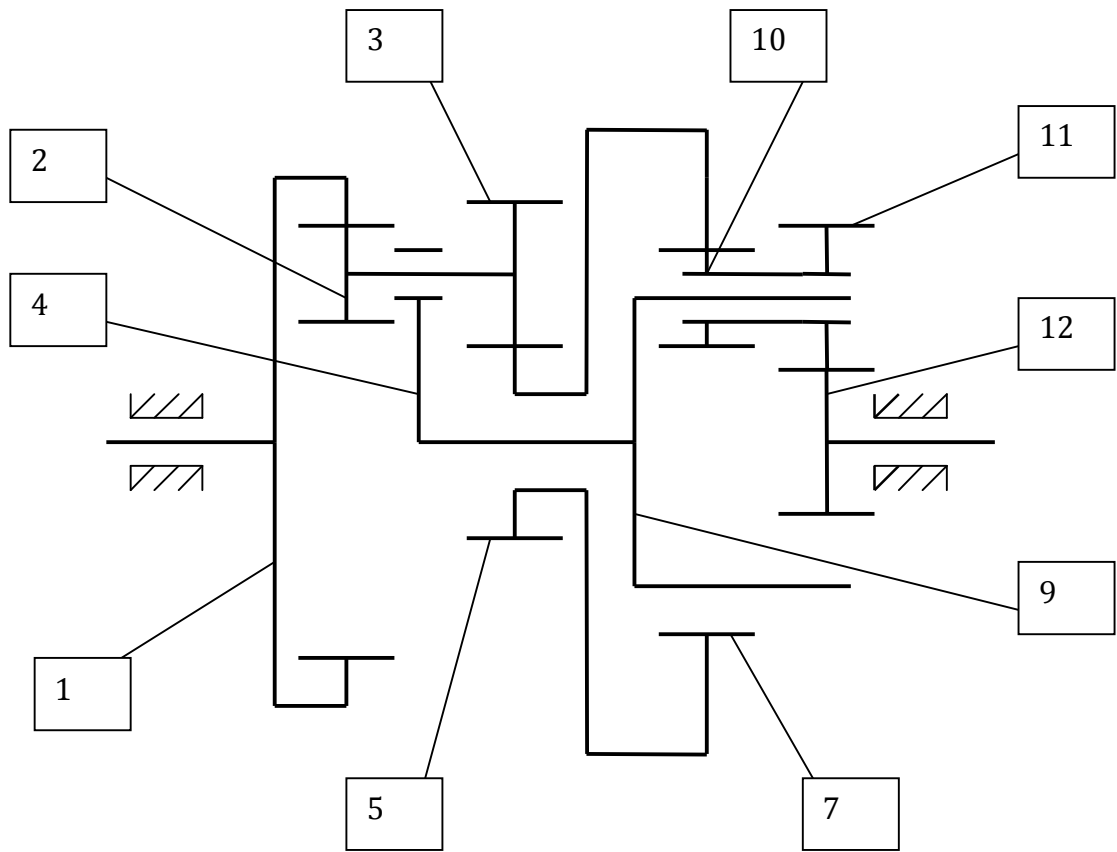


Рис. 15

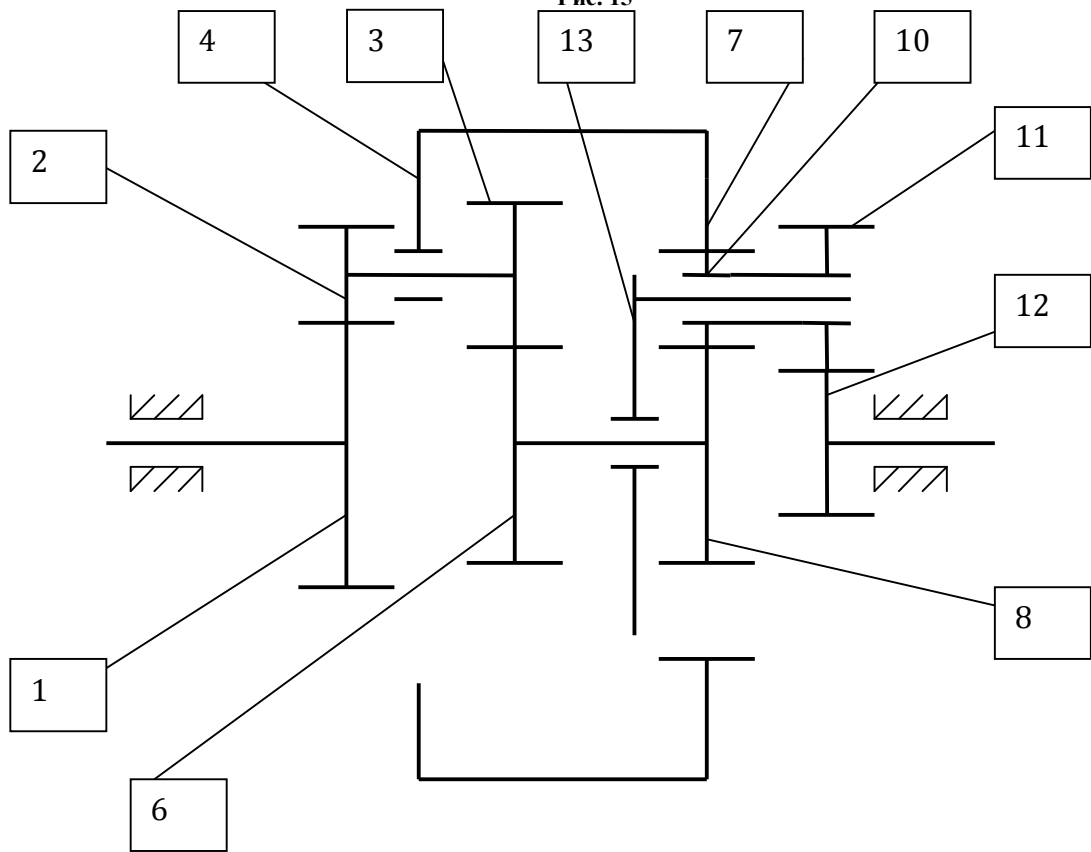


Рис. 16

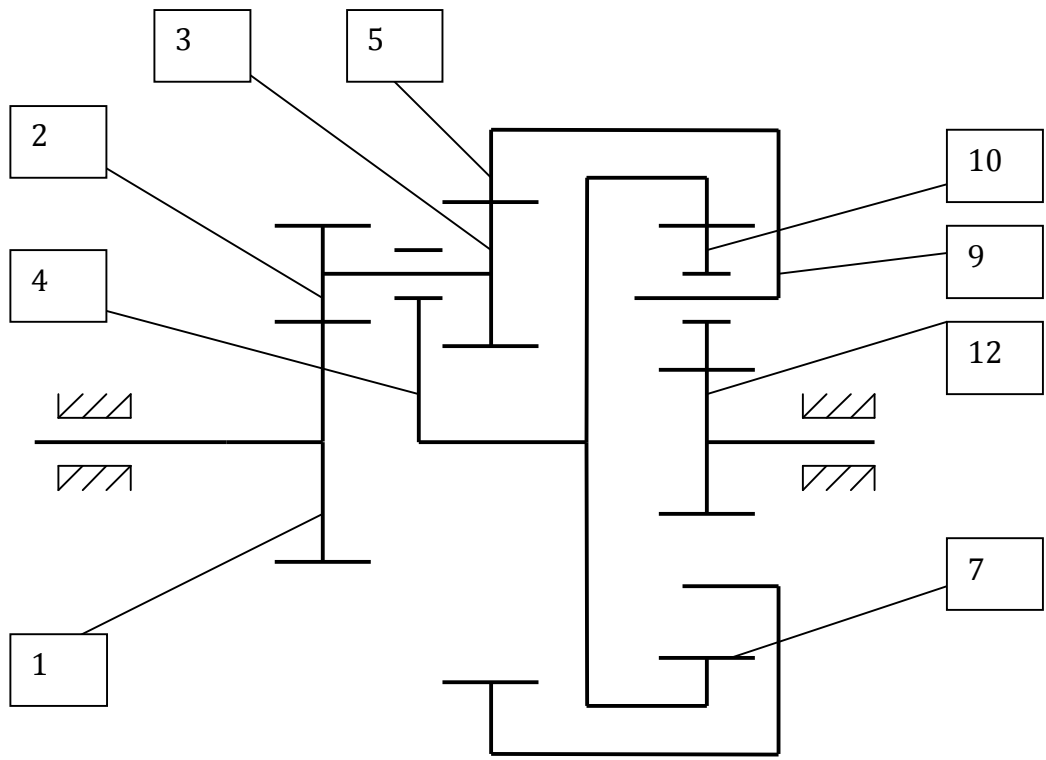


Рис. 17

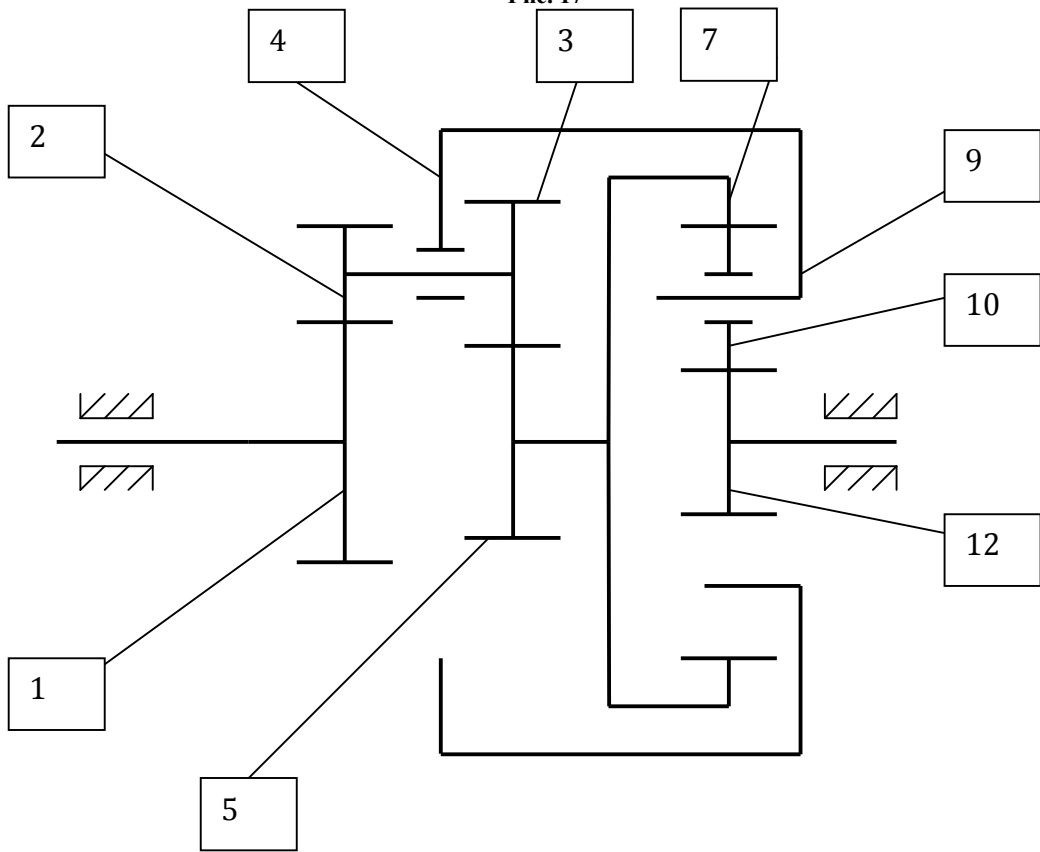


Рис. 18

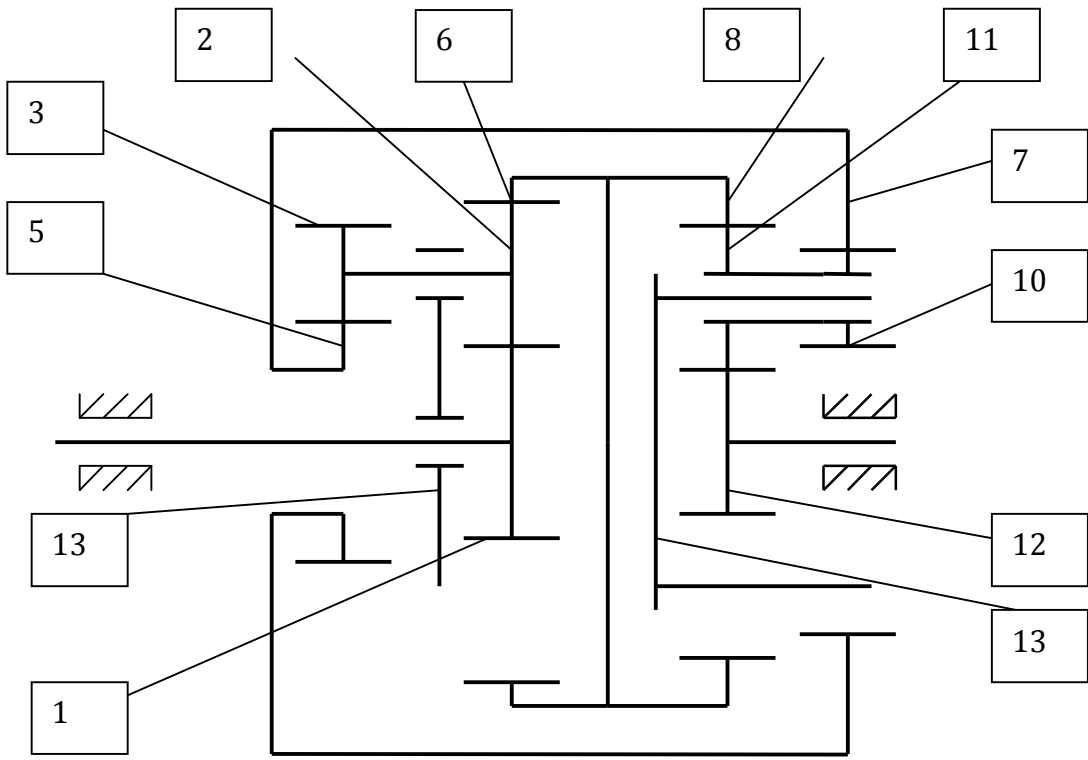


Рис. 19

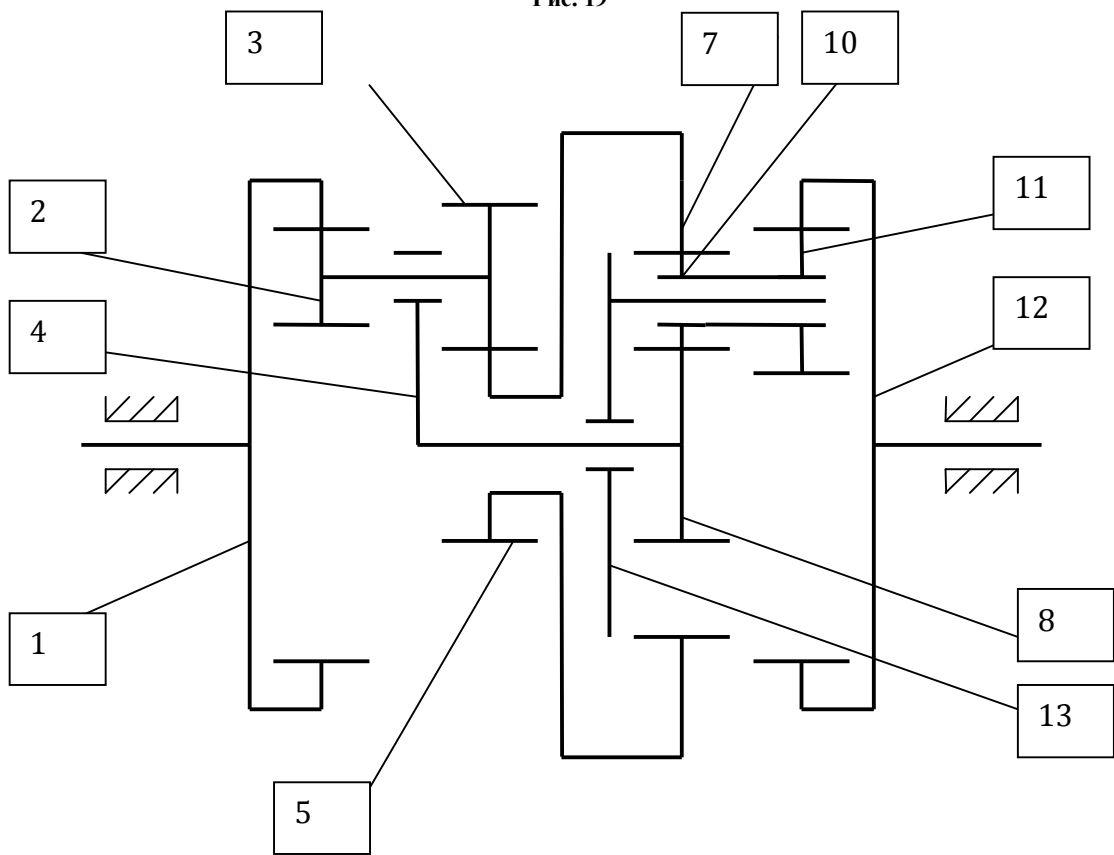


Рис. 20

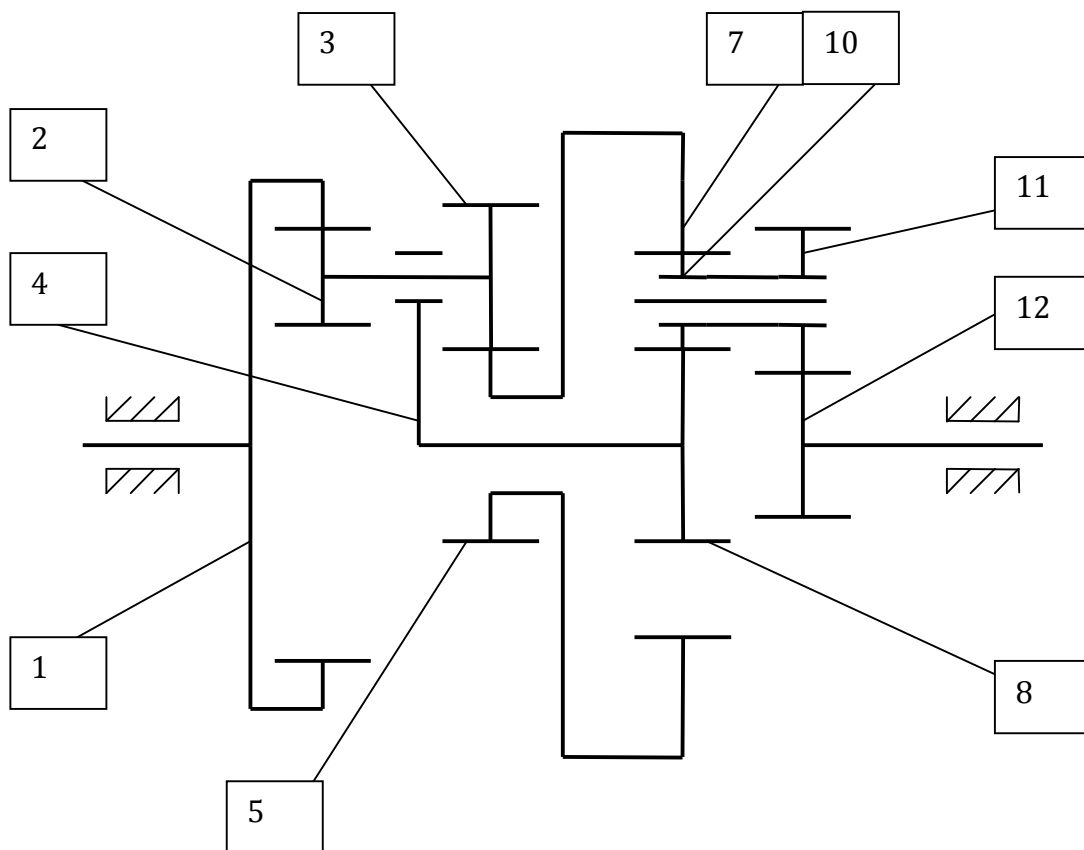


Рис. 21

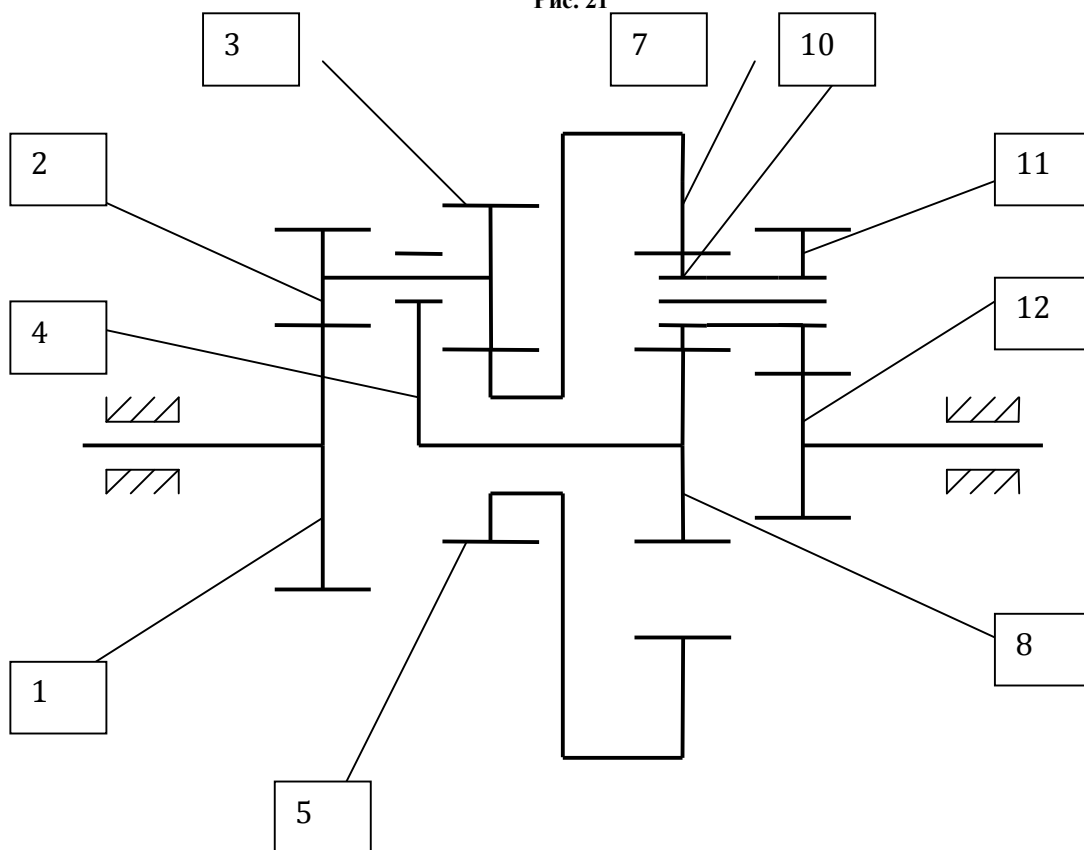


Рис. 22

Литература

1. В.Н. Кудрявцев, Ю.Н. Кирдяшев, Ю.А. Державец, А.Н. Иванов, Е.С. Кисточкин, И.С. Кузьмин, А.Л. Филиппенков: Справочник: «Планетарные передачи», Ленинград, «Машиностроение», 1977 г., 536 с. с. ил.
2. С.А. Чернавский, К.Н. Боков, И.М. Чернин, Г.М. Ицкович, В.П. Козинцов, «Курсовое проектирование деталей машин», Москва, «Машиностроение», 1988, 416 стр.

Данная статья посвящена анализу существующих методов повышения физико-механических характеристик мелкозернистых бетонов на примере активации компонентов. Показаны и обоснована актуальность, практическая значимость способов активации различных компонентов бетонной смеси как по отдельности, так и в смеси.

Ключевые слова: вяжущие, активация, бетон, самоуплотняющийся бетон, мелкозернистый бетон.

This article gives a theoretical analysis of existing methods for improvement physico-mechanical characteristics of fine-grained concrete on the example of activation of components. Relevance, the practical significance of ways to activate the various components of a concrete mix either individually, or as in a mixture are shown and is proved.

Keywords: astringent, activation, concrete, self compacting concrete, fine-grained concrete.

Одной из самых трудоемких и энергозатратных областей строительной отрасли, где применяются вяжущие, является производство бетонных изделий и конструкций. В связи с чем, немаловажной задачей в строительном материаловедении является создание эффективных способов получения материалов с заданными свойствами. В первую очередь речь идет об улучшении структуры материалов, повышении эксплуатационных характеристик, увеличение важнейших параметров для конструктивных материалов: прочности (несущей способности) - основного параметра для бетона; улучшении удобоукладываемости (подвижности); уменьшение усадки и ползучести; снижение удельных расходов вяжущего и т.п.

Но лишь путем введения химических добавок изменять свойства бетонов в широких пределах довольно сложно, к тому же добавки являются весьма дорогостоящим компонентом. Другим направлением в совершенствовании структуры бетонных композиций являются методы активации компонентов бетонной смеси или их составляющих. На данный момент существует достаточно большое количество таких методов. [1]

Сам процесс активации представляет собой целенаправленное изменение свойств материала или его компонентов при помощи физического, механического, химического или комбинированного видов воздействия. В отношении сыпучих компонентов применяют методы помола (домола) или дробления соответственно в мельницах, грохотах и дробилках. Вследствие этого удается увеличить удельную поверхность конечного материала. Активацию жидких компонентов вызывают как механообработкой, омагничиванием, ультразвуковой обработкой, так и прочими видами воздействия. Стоит обратить внимание, что активировать допустимо все составляющие композиционного материала: композиционное вяжущее, заполнитель, наполнитель (комплексные минеральные добавки), воду - так как процесс активации решает конкретно поставленную задачу. [1,2]

Рассмотрим процесс активации в мелкозернистых бетонах, где максимальная крупность заполнителя не превышает 10 мм.

Активация воды проводится методами омагничивания, механической и механомагнитной активаций. С помощью роторно-импульсного (4242 об./мин, производительность роторно-импульсного аппарата – 1,4 м³/ч), с постоянным магнитом (напряженность магнитного поля – 140 мА/м) и конусного активаторов (5600 об./мин, производительностью – 0,6 м³/ч, диаметром верхней части конуса – 90 мм) удается получить прирост прочности цементного камня при сжатии на 16,9 %, при изгибе – на 43,9 % при использовании магнита и соответственно прирост в 13,8% на сжатие и 30,6% на изгиб без использования магнита по сравнению с контрольным образцом. Причем, использование роторно-импульсных активаторов дает в среднем на 5% выше прирост прочностных характеристик бетона, чем при конусных активаторах. Оптимальное время активации составляет 5 минут. При увеличении времени свыше 5 минут происходит существенно увеличение температуры воды и прочностные характеристики полученного в результате камня перестают возрастать. Кроме того, активация воды ускоряет начало схватывания на 4,8-4,9%. Помимо воды активации подвержены и водные растворы, растворов неорганических добавок. Например, CaCl₂ и Na₂S₂O₃. Среди большого спектра неорганических добавок именно активация данных дает наиболее существенные результаты. Анализ кинетики роста прочности цементного камня при активации растворов неорганических добавок показывает прирост прочности: в ранние сроки твердения (3 сут) – 6–10 %, в 28-суточном возрасте – 2–13 % по сравнению с контрольными образцами. [3]

Что же касается сухих компонентов бетонной смеси, то их активация возможна с использованием активаторов с кольцевой рабочей камерой (АКРК), скорость соударения частиц в вихревом потоке около 80 м/с. После чего рентгенофазовый анализ показывает, что степень гидратации проб из бетона на обработанном заполнителе составляет 84%, в то время как бетона на необработанном заполнителе - 73%. Предварительная обработка заполнителей приводит к повышению прочности на 19-23% и трещиностойкости на 16-17% бетонов, а также к снижению коэффициента водопоглощения (К) на 16-20% и «приведенного удлинения» при замораживании на 17-20%. [4]

Также возможно проводить механохимическую активацию золы. Для этого подходят планетарные мельницы, например ЛАИР-0,015 М1. Центробежный фактор составляет 45g, в качестве мелющих тел используются стальные шары размером 2-10 мм (соотношение массы измельчаемого вещества к массе шаров 1:30). При механохимической обработке из-за присутствия гипса происходит совместное влияние механического и химического факторов, что способствует увеличению пуццолановой активности кислых зол. Оптимальная длительность активации 3 мин. Более длительная активация не дает существенное увеличение активности. [5]

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что методы активации вносят существенный вклад в технологию производства высококачественных бетонов, позволяя получать бетонные смеси и растворы с улучшенными физико-механическими показателями. А в совокупности с методиками применения химических добавок и корректировкой композиционного вяжущего наполнителями позволяют в широких пределах изменять величины конечных эксплуатационных характеристик. Все вышесказанное подтверждает высокую практическую значимость рассмотренных методов улучшения структуры готового материала, как с позиции технологии, так и с экономической точек зрения.

Таким образом, активация является достаточно перспективным способом и хорошим рычагом для технологов в решении конкретных поставленных задач.

Литература

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. - М.: АСВ, 2007. - 526 с.
2. Баженов Ю.М., Демьянова В.С., Калашников В.И. Модифицированные высококачественные бетоны. - М.: АСВ, 2006. - 369 с.
3. Баженова, С.И. Эффективные высококачественные бетоны для суровых климатических условий [Текст]: дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (05.23.05) – М., 2010. - 158 с.

4. Стрельников, А.Н. Мелкозернистые бетоны на механомагнитоактивированных растворах неорганических добавок [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (05.23.05) – Иваново., 2011. - 21 с.

5. Шоева, Т.К. Мелкозернистые бетоны с использованием механоактивированных зол Тывы [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (05.23.05) – Новосибирск., 2011. - 20 с.

Заельская Н.А.

Старший преподаватель, Оренбургский государственный университет

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

Аннотация

В статье предложен проект системы диспетчеризации работы насосной станции, для контроля технологических параметров и формирования расписания работы насосов.

Ключевые слова: насосная станция, диспетчер, технологические параметры.

Zaelskaya N.A.

Senior teacher, Orenburg state university

DESIGN OF THE AUTOMATED MONITORING SYSTEM OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF PUMP STATION

Abstract

In article the project of system of scheduling of work of pump station, for control of technological parameters and formation of the schedule of operation of pumps is offered.

Keywords: pump station, dispatcher, technological parameters.

Функционирование тепловых сетей городского водоснабжения требует решения задачи оперативного планирования. При планировании на уровне насосных станций необходимо построить динамическую компьютерную модель производства. Основное требование предъявляемое к модели - непрерывное моделирование смены технологических режимов работы насосов насосной станции в соответствии с установленными правилами переключения.

Автоматизированная система управления представляет собой человеко-машинную систему управления, основанную на применении электронно-вычислительной техники, экономико-математических методов, баз данных и обеспечивающую эффективное управление сложным объектом [2].

Задачи, решаемые программой «Автоматизированная система контроля технологических процессов насосной станции»:

- контроль параметров и технических характеристик (соблюдение правил эксплуатации оборудования насосной станции);
- учет и анализ критических и аварийных ситуаций (на основе фиксации показателей технических параметров с оборудования при его эксплуатации, отслеживать и исправлять сбои в работе насосной станции);
- ведение технической документации насосной станции.

Получаемое производственное расписание должно поддерживаться в оптимальном состоянии за счет непрерывной компенсации отклонений либо полного перерасчета.

Функции диспетчера станции, представлены в виде прецедентов, которые в дальнейшем детализируются. Главным действующим актером является диспетчер, который взаимодействует с разрабатываемой системой и выполняет роли, показанные на рисунке 1.

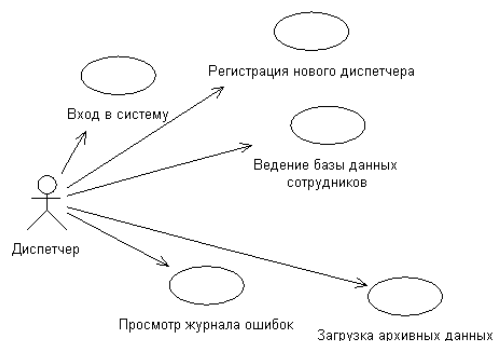


Рис. 1 – Диаграмма прецедентов для роли Диспетчер

Для учета и анализа работы реализована идентификация пользователя (диспетчера насосной станции) при входе в систему от диспетчера требуется имя и пароль.

Загрузка архивных данных происходит по требованию диспетчера за указанный промежуток времени по всем параметрам требуемого периода времени.

Результаты анализа по всем контролируемым технологическим параметрам и выдача управляющих воздействий выполняется на основе взаимодействия базы знаний (правила управления), построенной на основании технической документации функционирования оборудования насосной станции и фиксированных датчиками значений контролируемых технологических параметров. При построении базы знаний использовался нечеткий подход.

Нечеткие продукционные модели (Rule-Based Fuzzy Models/Systems) являются наиболее общим видом нечетких моделей, используемых для описания, анализа и моделирования сложных слабоформализуемых систем и процессов [1].

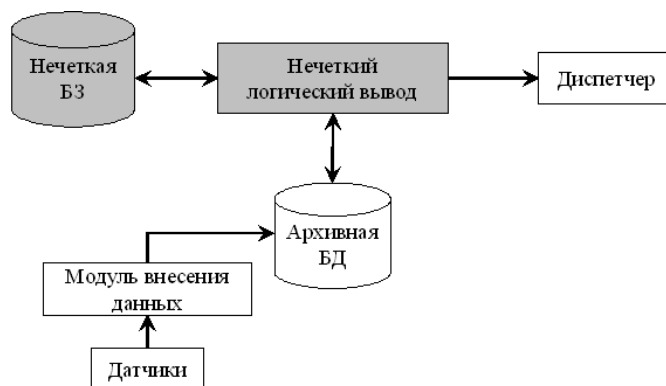


Рис. 2 – Структура нечеткой системы управления насосной станцией

По результатам анализа выводятся ошибки только за указанный диспетчером промежуток времени. Если же необходима история ошибок за выбранный период, то ее можно просмотреть в журнале ошибок.

После анализа данных можно получить доступ к графическому представлению значений технологических параметров за анализируемый период.

Производственное расписание наглядно описывается диаграммой Ганта, где каждой операции ставится в соответствие отрезок прямой, длина которого пропорциональна ее длительности.

Для уточнения расписания необходимо через установленные моменты времени загружать архивные данные технологических параметров насосной станции с расширением *.xls. Если диспетчер забывает периодически подключать архивные данные, то система напоминает ему об этом.

Разработанный модуль оперативно-календарного планирования предназначен для:

- визуализации расчета производственного расписания загрузки оборудования по двум критериям (давление и температура);
- формирования и коррекции оперативно-производственных планов насосной станции с учетом имеющихся расчетных параметров;
- вывода результата в формате MS Excel.

Результаты анализа представляются таблично (сообщения о некорректной работе) и графически и сохраняются в форме отчета.

Решение задачи проектирования автоматизированной системы работы основано на технической документации функционирования оборудования насосной станции.

Литература

1. Борисов В. В., Круглов В. В., Федулов А. С. Нечеткие модели и сети. М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 284 с.
2. Советов Б.Я., Цехановский В.В. Автоматизированное управление современным производством. Л.: Машиностроение, 1988. – 168с.

Козлова Т.А.

Кандидат технических наук, доцент, Орловский государственный аграрный университет

СКРИНИНГ СЫРЬЕВОГО СОСТАВА ВАРЕННЫХ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ, РЕАЛИЗУЕМЫХ НА ТЕРРИТОРИИ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

Представлены результаты исследования сырьевого состава вареных колбас, вырабатываемых ведущими мясоперерабатывающими предприятиями Орловской области. Исследования проводились для установления фальсификации состава мясного сырья и определения его соответствия требованиям ГОСТ на эти виды изделий.

Ключевые слова: Мясо, вареные колбасы, фальсификация, идентификация состава.

Kozlova T.A.

PhD in technics, associate professor, Orel State Agrarian University
SCREENING OF RAW OF SAUSAGES PRODUCED IN THE OREL REGION

Abstract

The results of the study of raw of sausages produced by the leading meat processing enterprises in the Orel region. The studies were conducted to establish the falsification of raw meat and determine its compliance with the requirements of GOST for these types of products.

Keywords: Meat, sausages, falsification, identification composition.

Обеспечение продовольственной безопасности страны является одной из важнейших, приоритетных государственных задач [4]. Современная ситуация в продовольственном секторе потребительского рынка страны в целом и Орловской области в частности характеризуется как общими, так и специфическими проблемами, обусловленными поступлением на рынок пищевых продуктов низкого качества, а также фальсифицированных продуктов [1, 3]. Выпуская пищевой продукт, не соответствующий требованиям нормативных документов, на этикетках которого нет данных о наличии или замене тех или иных ингредиентов, производитель нарушает закон РФ «О качестве и безопасности пищевых продуктов», в котором указано, что такая продукция является некачественной и небезопасной.

Наибольшее беспокойство у ветеринарных специалистов вызывают возможные подмены в мясопродуктах мясного сырья мясом животных, пораженных прионами или вирусами, создающими большой риск в эпизоотическом и эпидемическом отношениях (губкообразные энцефалопатии, африканская чума свиней, ящур и другие), а также мясом, импорт которого в Российскую Федерацию по каким-либо причинам запрещен. Кроме того, фальсификация видовой принадлежности мясного сырья в многокомпонентных мясных продуктах может нанести большой моральный вред той категории потребителей, национальные или религиозные воззрения которых не позволяют употреблять мясо отдельных видов скота и птицы [2].

Цель настоящей работы – идентифицировать видовую принадлежность мясного сырья в составе вареных колбасных изделий.

Для идентификации видовой принадлежности тканей, входящих в состав вареных колбасных изделий была отобрана партия вареных колбас, пользующихся широким спросом у населения, произведенных ведущими мясоперерабатывающими предприятиями Орловской области: ООО «Орловская Нива», ООО «Змиевский мясокомбинат», ОАО «Агрофирма «Ливенское мясо» и ОАО «Агрофирма Мценская».

Идентификацию видовой принадлежности мясного сырья в составе вареных колбасных изделий проводили в соответствии с ГОСТ Р 52723 – 2007 «Продукты пищевые и корма. Экспресс-метод определения сырьевого состава пищевой продукции методом

полимеразной цепной реакции (ПЦР)». Выделение ДНК из испытуемых образцов колбасных изделий осуществляли с применением комплекта «ДНК-сорб-С» (ФГУН ЦНИИЭ Роспотребнадзора). Для определения видовой принадлежности тканей жвачных животных, кур и свиней методом ПЦР с электрофоретической детекцией продуктов амплификации в агарозном геле использовали тест-системы «БИГ» и «ЧИС» (ФГУН ЦНИИЭ Роспотребнадзора) [5].

Результаты идентификации видовой принадлежности тканей входящих в состав вареных колбасных изделий, выработанных региональными производителями, представлены на рис. 1. Учет результатов ПЦР-анализа вареных колбасных изделий проводили по наличию/отсутствию на электрофореграмме специфических полос амплифицированной ДНК: Bovis (говядина) – 680 пар нуклеотидов (п.н.), Ovis (баранина) – 350 п.н., Gallus gallus (птица) – 246 п.н., Sus scrofa (свинина) – 380 п.н.

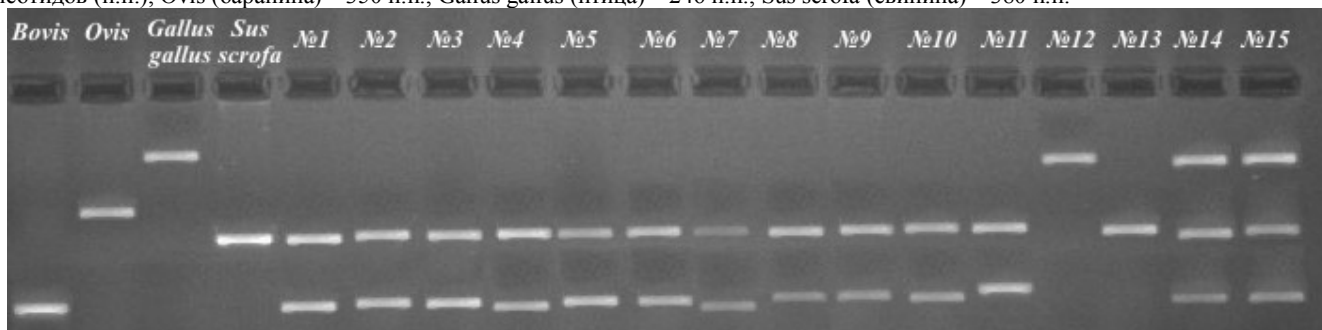


Рисунок 1 – Электрофореграмма фрагментов видоспецифичной ДНК вареных колбас

В соответствии с ГОСТ Р 52196-2003 в состав колбас «Докторская» в/с, «Русская» в/с, «Любительская» в/с, «Молочная» 1 сорта и «Чайная» 2 сорта в качестве основных ингредиентов входят говядина жилованная высшего, первого или второго сорта (в зависимости от сортности колбасного изделия) и свинина жилованная полужирная. Анализ испытуемых образцов колбас «Докторская», «Русская», «Любительская», «Молочная» и «Чайная» показал наличие четких специфических амплифицированных фрагментов ДНК длиной 680 и 380 п.н., что свидетельствует о наличии в составе испытуемого изделия говядины и свинины и говорит об отсутствии фальсификации мясных ингредиентов.

Согласно нормативно-технической документации в состав колбасы «Любительская свиная» в качестве основного мясного ингредиента входит свинина нежирная, а в состав колбасы «Праздничная» – мясо птицы. Результаты исследований данных изделий свидетельствуют о наличии в дорожках агарозного геля полос амплифицированных участков ДНК, соответствующих фрагментам митохондриального генома Sus scrofa – 380 п.н. для колбасы «Любительская свиная» и Gallus gallus – 246 п.н. – для колбасы «Праздничная». Таким образом, данные колбасные изделия по составу мясных ингредиентов полностью соответствуют требованиям нормативно-технической документации.

В состав колбас «К Чаю» и «Домашняя вареная» производства ООО «Змиёвский мясокомбинат» в качестве основных мясных ингредиентов входят свинина жилованная полужирная, говядина жилованная первого сорта и мясо птицы. Результаты ПЦР-анализа свидетельствуют о наличии в дорожках этих образцов полос амплифицированных участков ДНК соответствующих фрагментам митохондриального генома Bovis – 680 (п.н.), Sus scrofa – 380 п.н. и Gallus gallus – 246 п.н., что говорит о соответствии фактического состава колбас составу, заявленному на упаковке.

Идентификация видовой принадлежности тканей, входящих в состав вареных колбасных изделий, проведена на основании ст. 45 закона «О защите прав потребителей», результаты распространяются исключительно на образцы, подвергнутые испытаниям, а не на всю аналогичную продукцию указанных предприятий-изготовителей.

Скрининг сырьевого состава вареных колбасных изделий, произведенных орловскими мясоперерабатывающими предприятиями, показал отсутствие фактов фальсификации. Однако с целью улучшения качества и освобождения продовольственного рынка Орловской области от фальсифицированной продукции следует ввести систему непрерывного контроля мясопродуктов на региональном рынке, а также систему промышленного самоконтроля, при этом промышленный самоконтроль будет являться дополнением к государственному контролю.

Литература

1. Афанасьева Н. Ю. Мониторинг качества и безопасности пищевых продуктов и здоровья населения Орловской области // Известия РАН. – 2010. – т.12. – № 1. – С. 1564-1566.
2. Езерская Е. Я. Анализ видовой принадлежности мяса и мясопродуктов // Ветеринария. – 2001. – № 6. – С. 45-51.
3. Исследование рынка мясного сырья и продуктов питания из мяса в аспекте Доктрины продовольственной безопасности / Шалимова О. А. [и др.] // Вестник Орел ГАУ. – 2011. – № 4. – С. 58-60.
4. Кузьмичева М. Б. Продовольственная безопасность – важный фактор экономического роста государства // Мясная индустрия. – 2010. – № 1. – С. 4-7.
5. Фомина Т. А. Разработка метода идентификации видовой принадлежности мясных и растительных ингредиентов на основе полимеразной цепной реакции в режиме реального времени: автореф. дис. канд. техн. наук. – М., 2012. – 23 с.

Лымарь Е.А.

Кандидат технических наук, ОАО «Российские космические системы», Москва

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ГЛИН К ВОЗДЕЙСТВИЮ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ

Аннотация

В работе исследована устойчивость композитов, полученных на основе каолиновых, монтмориллонитовых глин и алюминия, к воздействию агрессивных сред, ударных, динамических и сжимающих нагрузок. Установлено, что полученный материал обладает высокими физико-механическими и эксплуатационными показателями.

Ключевые слова: керамокомпозит, глины, алюминий, агрессивные среды, нагрузки.

Lyumar E.N.

Candidate of engineering sciences, OJSC "Russian space systems", Moscow

STABILITY OF CLAY COMPOSITES BASED ON EXPOSURE TO VARIOUS FACTORS

Abstract

The article describes the research of resistance of composites produced on the basis of kaolin, montmorillonite clays and aluminum to aggressive environment exposure, shock, dynamic and compressive load. It was established that the derived material has high physico-mechanical and performance attributes.

Keywords: ceramocomposite, clays, aluminum, aggressive surroundings, loads.

При одновременном воздействии высоких температур, агрессивных сред, ударных, динамических и сжимающих нагрузок, известные керамические строительные материалы во многих случаях не могут обеспечить требуемую прочность [1 – 22], поэтому создание и внедрение новых высокоэффективных материалов, надежно работающих в экстремальных условиях, является актуальной.

Нами разработан керамометаллический композиционный материал на основе модифицированной глинистой составляющей и металлического наполнителя [23 – 26]. Исходным сырьем для получения композитов являлись глуховецкий каолин, красноярская глина и алюминий. Разработана технология получения композиционного материала методом полусухого прессования с последующей сушкой и обжигом, главной особенностью которой является то, что металлический алюминий вводится в глинистую составляющую на стадии приготовления сырьевой смеси. В ходе исследований выявлен оптимальный состав композитов, включающий глинистый компонент и алюминий в количестве 80 и 20% соответственно.

За счет образующейся структуры (в основном благодаря тому, что в обожженной глине кристаллизуется муллит), материал обладает стойкостью к кислотным, нейтральным и щелочным средам (табл 1).

Таблица 1. Исследование материала на устойчивость к агрессивным средам

Содержание алюминия, %	Масса композита до исследования, г	Масса композита после исследования, г	pH среды	Устойчивость композита к агрессивной среде, %
1	2	3	4	5
Композит, полученный на основе глуховецкого каолина				
20	10,5	10,27	< 7	97,8
20	10,7	10,7	7	100
20	9,8	9,57	>7	97,7
Композит, полученный на основе красноярской глины				
20	11,3	10,96	< 7	97,0
20	11,3	11,3	7	100
20	11,6	11,25	>7	97,0

Деформация керамометаллических композитов при высоких температурах в основном определяется их химико-минералогической природой, то есть химическим составом, характером распределения и количеством жидкой и твердой фаз, а также вязкостью расплава.

В разработанных керамометаллических композитах при повышении температуры непрерывно увеличиваются количество жидкой фазы и ее вязкость вследствие растворения в ней Al_2O_3 и SiO_2 . Поэтому их деформация под нагрузкой при высоких температурах имеет плавный пластический характер, образец не разрушается при испытании, а лишь приобретает боченкообразную форму. Температурный интервал деформации равен 150 – 250 °С.

Применимость керамометаллических композитов в тех или иных условиях службы зависит от характера изменения их свойств в области перехода от упруго-хрупкого состояния к вязкопластическому. При высоких температурах влияние пористости и состава связки на прочность оказывается сильнее в сравнении с влиянием этих факторов при обычной температуре.

При высоких температурах прочность при сжатии наиболее сильно зависит от свойств стекловидной фазы, а прочность при изгибе – от свойств кристаллических фаз.

Получаемый керамометаллический композит стоек к температурным колебаниям до 1000 °С, при более высокой температуре наблюдается резкое снижение сопротивления керамометаллического композита внешним нагрузкам.

Керамометаллический материал выдерживает 50 циклов нагрева до температуры 700 °С и резкого его охлаждения, 35 циклов нагрева до 900 °С и резкого его охлаждения, 22 цикла нагрева до 1000 °С и резкого его охлаждения без изменения его геометрических параметров (в случае отсутствия внешних нагрузок) и без образования микротрещин на его поверхности. Дальнейшее увеличение количества циклов эксперимента приводит к образованию микротрещин на поверхности керамометаллического композит, обусловленных возникновением в материале упругих и остаточных пластических деформаций. Установлено, что характер микротрещин не зависит от количества циклов эксперимента: с увеличением количества циклов, их геометрические размеры и степень распространения по структуре материала увеличиваются.

Полученный керамометаллический композиционный материал имеет однородную структуру и обладает высокими эксплуатационными показателями (табл. 2), которые достигаются благодаря эффективности процесса совмещения модифицированного глинистого компонента и алюминия.

Таблица 2. Основные физико-механические и эксплуатационные свойства керамометаллических композитов

№ п/п	Показатель	Керамометаллический композит, содержащий 20% алюминия, полученный на основе	
		глуховецкого каолина	красноярской глины
1	Воздушная усадка, %	0,5	0,6
2	Огневая усадка, %	2,8	4,6
3	Коэффициент чувствительности	0,5	0,5
4	Интервал спекания, °С	1150–1300	950–1050
5	Плотность, кг/м ³ истинная кажущаяся	1730 1650	1970 1740
6	Пористость, % открытая закрытая	4,6 1,5 3,1	7,4 2,1 5,3
7	Водопоглощение, %	1,9	2,6
8	Прочность на сжатии, МПа	170	130
9	Прочность на изгиб, МПа	47	34
10	Модуль упругости, МПа	$8,8 \cdot 10^4$	$7,2 \cdot 10^4$

11	Ударная вязкость, кДж/м ²	4,3	3,9
12	Твердость по Бринеллю, НВ (10, 300, 10)	78	65
13	Морозостойкость, циклов	80	80
14	Термостойкость, циклов при 20 – 1000°С	22	22
15	Химическая стойкость: Кислотостойкость, % Щелочестойкость, %	97,8 97,7	97,0 97,0

Представленные характеристики керамометаллических композитов позволяют утверждать, что разработанные материалы, благодаря своим высоким эксплуатационным свойствам, могут быть использованы в качестве строительного материала для изготовления конструкций, работающих при температурах до 1000 °С и внешней нагрузкой до 170 МПа. Кроме того, разработанный керамометаллический композит может быть использован в качестве связующего при получении корундовых огнеупоров с пониженной температурой спекания.

Литература

1. Володченко, А.Н. Попугные продукты горнодобывающей промышленности в производстве строительных материалов / А.Н. Володченко, В.С. Лесовик, С.И. Алфимов, Р.В. Жуков // Современные наукоемкие технологии. – 2005. – № 10. – С. 79–79.
2. Алфимов, С.И. Техногенное сырье для силикатных материалов гидратационного твердения / С.И. Алфимов, Р.В. Жуков, А.Н. Володченко, Д.В. Юрчук // Современные наукоемкие технологии. – 2006. – № 2. – С. 59–60.
3. Володченко, А.Н. Силикатный бетон на нетрадиционном сырье / А.Н. Володченко, Р.В. Жуков, Ю.В. Фоменко, С.И. Алфимов // Бетон и железобетон. – 2006. – № 6. – С. 16–18.
4. Володченко, А.Н. Силикатные материалы на основе вскрышных пород Архангельской алмазоносной провинции / А.Н. Володченко, Р.В. Жуков, С.И. Алфимов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2006. – № 3. – С. 67–70.
5. Володченко, А.Н. Повышение эффективности производства автоклавных материалов / А.Н. Володченко, В.С. Лесовик // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2008. – № 9. – С. 10–16.
6. Володченко, А.Н. Силикатные автоклавные материалы с использованием нанодисперсного сырья / А.Н. Володченко, В.С. Лесовик // Строительные материалы. – 2008. – № 11. – С. 42–44.
7. Володченко, А.Н. Регулирование свойств ячеистых силикатных бетонов на основе песчано-глинистых пород / А.Н. Володченко, В.С. Лесовик, С.И. Алфимов, А.А. Володченко // Известия вузов. Строительство. – 2007. – № 10. – С. 4–10.
8. Володченко, А.Н. Влияние механоактивации известково-сапонитового вяжущего на свойства автоклавных силикатных материалов / А.Н. Володченко // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 3. – С. 13–16.
9. Володченко, А.Н. Особенности взаимодействия магнезиальной глины с гидроксидом кальция при синтезе новообразований и формирование микроструктуры / А.Н. Володченко // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 2. – С. 51–55.
10. Володченко, А.Н. Глинистые породы в производстве силикатного кирпича / А.Н. Володченко // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. – 2012. – Т. 26. – № 2. – С. 8–10.
11. Володченко, А.Н. Глинистые породы – сырье для производства автоклавных ячеистых бетонов / А.Н. Володченко // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. – 2012. – Т. 26. – № 2. – С. 11–14.
12. Володченко, А.Н. Взаимодействие мономинеральных глин с гидроксидом кальция в гидротермальных условиях / А.Н. Володченко // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. – 2012. – Т. 30. – № 3. – С. 35–37.
13. Володченко, А.Н. Вяжущее на основе магнезиальных глин для автоклавных силикатных материалов / А.Н. Володченко // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. – 2012. – Т. 30. – № 3. – С. 38–41.
14. Володченко, А.Н. Автоклавные силикатные материалы на основе отходов горнодобывающей промышленности / А.Н. Володченко // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. – 2012. – Т. 47. – № 4. – С. 29–32.
15. Володченко, А.Н. Влияние песчано-глинистых пород на оптимизацию микроструктуры автоклавных силикатных материалов / А.Н. Володченко // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. – 2012. – Т. 47. – № 4. – С. 32–36.
16. Володченко, А.Н. Реологические свойства газобетонной смеси на основе нетрадиционного сырья / А.Н. Володченко, В.С. Лесовик // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2012. – № 3. – С. 45–48.
17. Володченко, А.Н. Автоклавные ячеистые бетоны на основе магнезиальных глин / А.Н. Володченко, В.С. Лесовик // Известия вузов. Строительство. – 2012. – № 5. – С. 14–21.
18. Володченко, А.Н. Магнезиальные глины – сырье для производства автоклавных ячеистых бетонов / А.Н. Володченко // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. – 2013. – Т. 43. – № 1. – С. 3–7.
19. Володченко, А.Н. Влияние песчано-глинистых пород на пластичность газобетонной массы / А.Н. Володченко // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. – 2013. – Т. 43. – № 1. – С. 7–10.
20. Володченко, А.Н. Влияние глинистых минералов на свойства автоклавных силикатных материалов / А.Н. Володченко // Инновации в науке. – 2013. – № 21. – С. 23–28.
21. Володченко, А.Н. Нетрадиционное сырье для автоклавных силикатных материалов / А.Н. Володченко // Технические науки – от теории к практике. – 2013. – № 20. – С. 82–88.
22. Володченко, А.А. Формирование микроструктуры безавтоклавных силикатных материалов на основе песчано-глинистых пород / А.А. Володченко // Инновации в науке. – 2012. – № 14-1. – С. 61–67.
23. Ключникова, Н.В. Термомеханическое совмещение компонентов при создании керамометаллических композитов / Н.В. Ключникова // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. – 2012. – Т. 6. – № 2. – С. 65–69.
24. Ключникова, Н.В. Изучение взаимодействия между компонентами при создании керамометаллических композиционных материалов / Н.В. Ключникова // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. – 2011. – Т. 10. – № 4. – С. 5–8.

25. Ключникова, Н.В. Рентгенофазовый анализ композиционных материалов на основе глин / Н.В. Ключникова // Сборник научных трудов SWorld по материалам международной научно-практической конференции. – 2013. – Т. 7. – № 1. – С. 3–10.

26. Klyuchnikova, N.V. Production of metal composite materials / N.V. Klyuchnikova, E.A. Lumar // Glass and Ceramics. – 2006. – Т. 63. – № 1-2. – С. 68–69.

Литвинская О.С.¹, Сальников И.И.²

¹Кандидат технических наук, доцент, Пензенский государственный технологический университет; ²Профессор, доктор технических наук, Пензенский государственный технологический университет

АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ

Аннотация

При проектировании систем цифровой обработки информации используется широкий спектр средств реализации в виде различных электронных компонентов. Выбор этих средств в настоящее время выполняется субъективно, определяется знаниями и приверженностями разработчика. В работе предлагается использовать количественный подход в виде системы принятия решения на основе целевого функционала, имеющего экстремальный вид.

Ключевые слова: принятие решения, выбор, средство реализации, целевой функционал.

Litvinskaya O. S.¹, Salnikov I. I.²

¹Associate professor, Candidate of Technical Sciences, Penza State Technological University;

²Professor, Doctor of Technical Sciences, Penza State Technological University

ANALYTICAL MODEL OF DECISION MAKING IN THE DESIGN OF DIGITAL DEVICES

Abstract

When designing systems of digital processing of information using a wide range of implementation in the form of various electronic components. The choice of these funds is currently being subjectively defined by knowledge and приверженностями developer. It is suggested to use a quantitative approach in the form of decision making on the basis of the objective functional, having an extreme kind.

Keywords: decision making, selection, means of implementation, the objective functional.

Задачи принятия решения (ЗПР) встречаются во всех без исключения областях знаний и отличаются большим разнообразием. ЗПР имеет место тогда, когда необходимо совершить выбор лучшего в определенном смысле варианта среди существующего множества альтернатив [1].

Наиболее близким научным направлением к теме данной статьи является раздел систем искусственного интеллекта, связанный с принятием решений и получивший широкое распространение в виде систем поддержки принятия решения (СППР), по которым имеется большое количество научных публикаций. Одним из научных направлений является разработка СППР по объективному выбору средств реализации системы цифровой обработки информации (ЦОИ), являющиеся, как правило, частью проектируемой информационной технической системы.

При разработке систем ЦОИ в настоящее время используется широкий спектр средств реализации в виде электронных компонентов: универсальных ЭВМ, микроконтроллеров, сигнальных процессоров, программируемых логических интегральных схем, имеющих самые разнообразные технические характеристики. Выбор этих средств при проектировании систем ЦОИ в настоящее время выполняется субъективно, определяется знаниями и приверженностями разработчика.

С другой стороны, исходные условия для проектирования систем ЦОИ, как правило, характеризуются многопараметричностью и разнородностью. В работе использован количественный подход при разработке СППР, в основе которой лежит метод принятия решения на основе целевого функционала, имеющего экстремальный вид. Целевой функционал является количественным инструментом метода принятия решения и включает в себя обобщенную параметрические функции, которая должна быть сформирована на основе частных параметрических функций, описывающих исходные данные на проектирование системы ЦОИ [2,3].

Частная параметрическая функция должна представлять собой нормированную зависимость, характеризующую основные свойства используемого параметра. Например, это может быть коэффициент заданного быстродействия, или коэффициент заданной информационной производительности и множество других характеристик. Основное требование к этим характеристикам – они должны иметь **количественную форму**.

Далее предполагается, что нормированные частные параметрические функции объединяются в некоторую обобщенную функцию с использованием весовых коэффициентов, определяющих значимость каждой параметрические функции. При этом, для определения весовых коэффициентов необходимо использовать экспертные оценки.

Метод принятия решения основан на соотношении оценки экстремального значения функционала при заданных исходных параметрах и интервальных значениях, характеризующих конкретные решения.

Предполагаемый метод принятия решения должен быть **иерархическим**. Причем, в качестве ступеней можно использовать следующие уровни иерархии относительно средств реализации систем ЦОИ:

– *верхний уровень* – группы средств ЦОИ: универсальные ЭВМ, микропроцессоры (МП) и программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС);

– *средний уровень* – соответствующий кластер в группе средств ЦОИ: для универсальных ЭВМ – это ПЭВМ (CPU) или графические станции (GPU); для МП – это микроконтроллеры (MCS), предназначенные для систем управления, или сигнальные процессоры (DSP), предназначенные для реализации интегральных преобразований; для ПЛИС – это архитектура FPGA или архитектура CPLD;

– *нижний уровень* – конкретный тип электронного компонента, входящий в выбранный кластер и характеризуемый детальными техническими характеристиками. На этом уровне должна использоваться база данных. Таким образом, используется иерархический выбор по принципу «от общего к частному».

Окончательное решения выбирает лицо принимающее решение (ЛПР), но разрабатываемая СППР существенно облегчает процесс выбора средства реализации системы ЦОИ в существующем «море» электронных компонент.

Формализация принятия решений в условиях многоальтернативной оптимизации в задачах проектирования технических систем связана с поиском эффективного решения в области выбора средств реализации.

Детализируя общую постановку задачи выбора средств реализации, можно получить следующую структуру сложной информационной технической системы (ИТС) S , где все параметры предлагается разделить на группы, например, параметры сигналов, параметры алгоритмов, которые предполагается реализовать и параметры средств реализации и обозначить

$$\forall G \in \{G_1, G_2, \dots, G_j\} \quad (\text{Рис.1.})$$

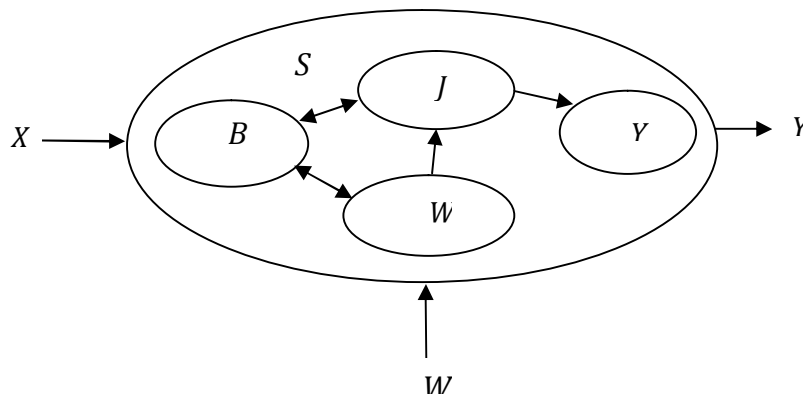


Рис.1. - Внутренняя структура S

Структура $S \in \{B \cup W \cup J \cup Y\}$ состоит из множества параметров $W \in \{W_1, W_2, \dots, W_i\}$, базы данных, содержащей конкретные значения параметров W , т.е. $B \in W_{real} = \{W_1^{G_1}, \dots, W_m^{G_1}, W_1^{G_2}, \dots, W_m^{G_2}, \dots, W_1^{G_j}, \dots, W_m^{G_j}\}$, множества возможных реализаций целевого функционала $J \in \{J_1, J_2, \dots, J_k\}$ и множества возможных вариантов решений $Y \in \{Y_1, Y_2, \dots, Y_n\}$. Множество параметров средств реализации представляется различными единицами измерений, поэтому для дальнейших преобразований подвергается нормированию.

Совокупность параметров средств реализации взаимосвязаны частными параметрическими функциями $f(K_m)$. Из всех нормированных коэффициентов K_m предлагается выделить существенные коэффициенты параметров K_m^S , оказывающие весомое, значительное влияние на выбор средства реализации алгоритмов, параметрические функции которых обозначим $f(K_m^S)$.

Формирование целевого функционала определится зависимостью от параметрических функций $f(K_m)$ и $f(K_m^S)$:

$$J(x) = J\left(\left(\sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot f_i(K_m)\right), f_i(K_m^S)\right),$$

где n – количество частных параметрических функций; α_i – весовые коэффициенты.

Выработка решения, т.е. формирование множества Y , начинается с разделения области допустимых значений функционала на диапазоны R^n , соответствующие вариантам реализации X_i . Множество вариантов реализации определяет совокупность интервалов значений целевого функционала R^n :

$$J : X \rightarrow R^n, J = \{J_1, J_2, \dots, J_k\}$$

Принятие решения для многокритериальной модели в условиях определенности формулируется следующим образом: попадание экстремума функционала в интервал значений и будет определять вариант реализации алгоритма:

$$J_{optim}(x) = J\left(\left(\sum_{i=1}^m \alpha_i \cdot f_i(K_i)\right), f_i(K_i^S)\right) \rightarrow \underset{x \in X}{extr}, X_i \subset R^i, i = 1, \dots, n.$$

Положение экстремума дает оптимальное значение множества Y при заданных исходных параметрах системы S .

Альтернативные варианты реализации алгоритмов могут принципиально отличаться между собой (быть независимыми) и аналогичными (быть зависимыми).

Литература

1. Сальников И.И. Растровые пространственно-временные сигналы в системах анализа изображений. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 248 с.
2. Литвинская О.С., Сальников И.И. Основы теории выбора средств реализации проектируемой информационно-технической системы. – Пенза: ЦНТИ, 2011. – 125 с.
3. Литвинская О.С., Сальников И.И. Структура принятия решения по выбору цифрового средства реализации алгоритма в информационной технической системе // Фундаментальные исследования. – М.: Российская академия естествознания, 2010. – №12. – С.111-119.

Мочалин Д.С.

Аспирант, Нижегородский государственный технический университет

СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СХЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ АППАРАТОВ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ГАЗА

Аннотация

Рассмотрены процессы, происходящие в системе электроснабжения электропривода АВО газа. Проведен анализ оптимизирующих алгоритмов работы на основе созданных математических моделей систем электроснабжения АВО газа.

Ключевые слова: компрессорная станция; аппарат воздушного охлаждения газа; математическая модель; автоматизированный частотно-регулируемый электропривод, автоматизированный электропривод.

Mochalin D.S.

Postgraduate student, Nizhny Novgorod State Technical University

MODERN PRINCIPLES OF CREATION OF SCHEMES OF POWER SUPPLY OF DEVICES OF AIR COOLING OF GAS

The processes happening in system of power supply of the AVO electric drive of gas are considered. The analysis of optimizing algorithms of work on the basis of the created mathematical models of systems of power supply of AVO of gas is carried out.

Keywords: compressor station; device of air cooling of gas; mathematical model; the automated frequency and adjustable electric drive, the automated electric drive.

Рассмотрены особенности построения современных схем электроснабжения аппаратов воздушного охлаждения газа, принципы их функционирования, управления и методы совершенствования автоматизированного электропривода аппаратов воздушного охлаждения газа.

Ключевые слова: компрессорная станция; газоперекачивающий агрегат; аппарат воздушного охлаждения газа; автоматизированный частотно-регулируемый электропривод, автоматизированный электропривод.

Основными технологическими агрегатами компрессорных станций (КС) магистральных газопроводов (МГ) являются:

- газоперекачивающие агрегаты (ГПА), которые обеспечивают восстановление штатных параметров давления природного газа в трубопроводах после его транспорта (перекачивания) по линейным участкам МГ путем компримирования на входе с КС;
- установки или аппараты воздушного охлаждения (АВО) газа, предназначенные для снижения температуры газа, нагретого после компримирования в ГПА, путем теплообмена с окружающим воздухом до значений.

Основными потребителями электроэнергии на компрессорной станции с газотурбинными газоперекачивающими агрегатами являются электродвигатели с короткозамкнутым ротором: маслонасосов, пожарных насосов, компрессоров, вентиляторов общеобменной вентиляции, вентиляторов воздушного охлаждения газа и запорно-регулирующей аппаратуры.

В качестве примера рассмотрим количественный состав нагрузки АВО газа на компрессорных станциях (КС) «Южного Потока» газопровода «Уренгой-Новопсков» на участке «Петровск-Писаревка», рис. 1.

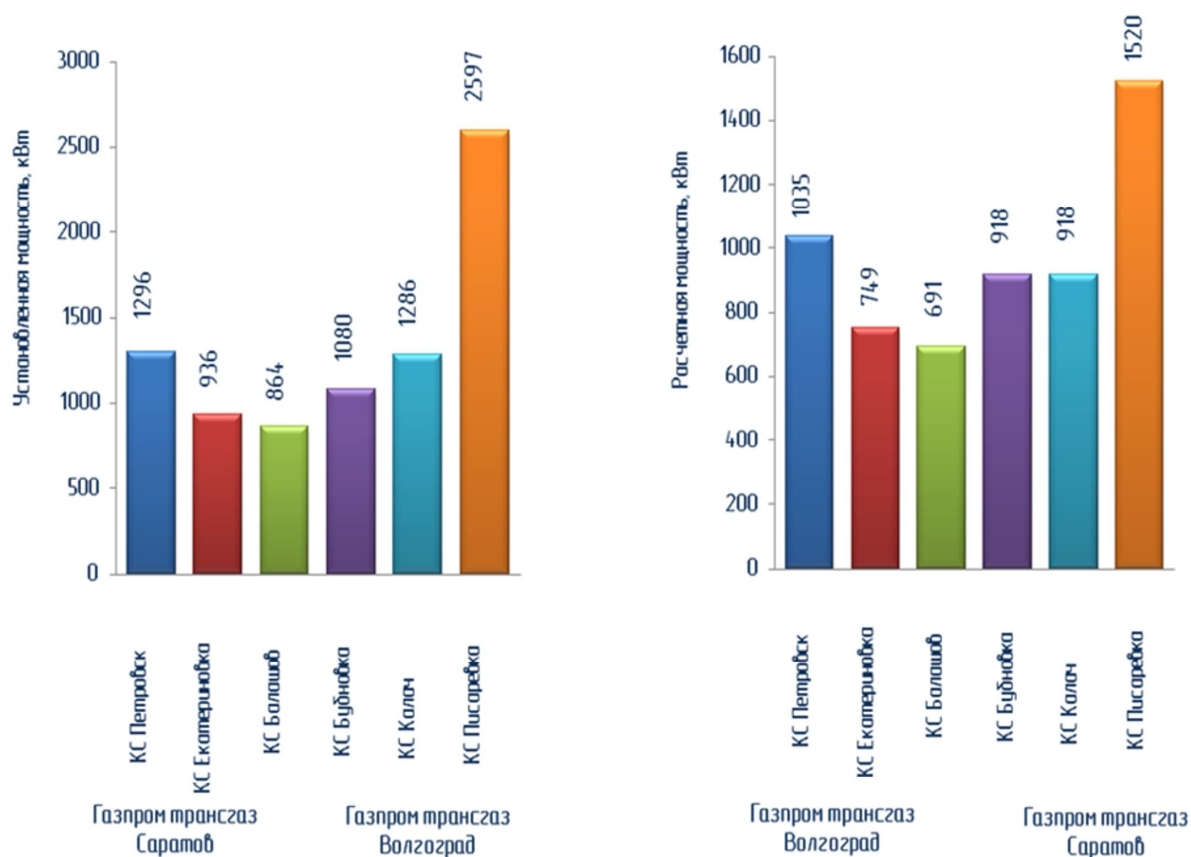


Рис. 1 - Установленная и расчетная мощность АВО газа на КС по «Южному потоку»

Величина расхода электроэнергии на АВО газа по сравнению с расходом электроэнергии на компрессорных станциях представляется на рис. 2.

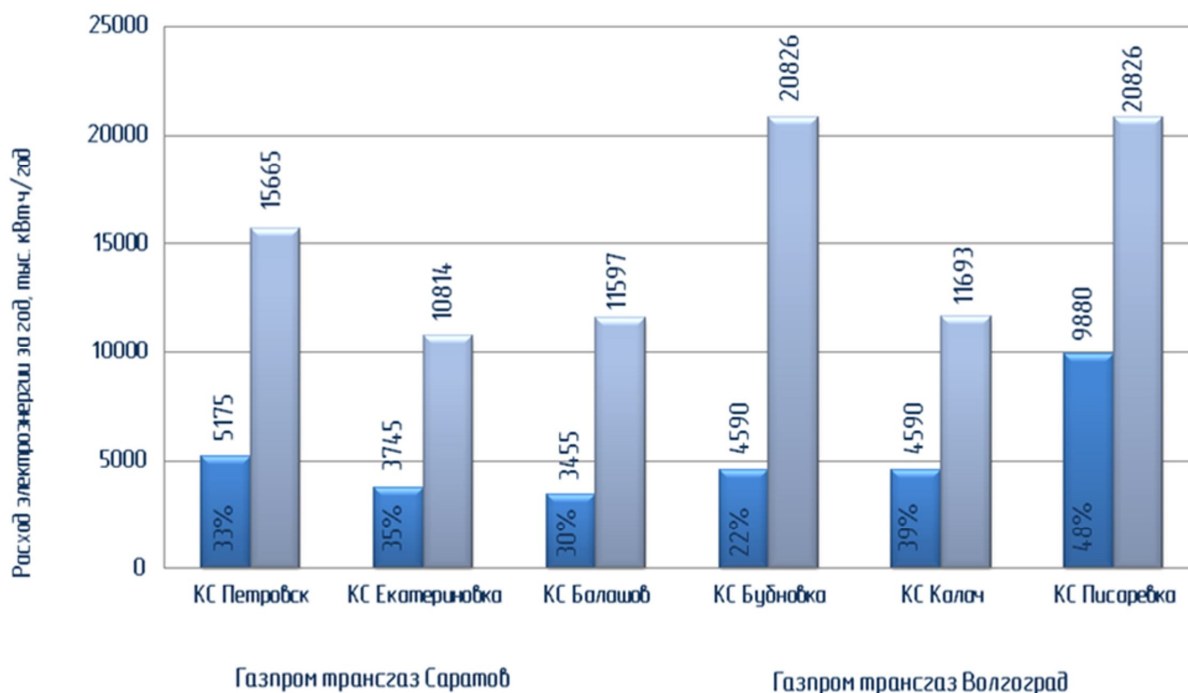


Рис.2 - Величина расхода электроэнергии на АВО газа и КС

Проведя анализ величины расхода электроэнергии видно, что основным потребителем электроэнергии на газотурбинной компрессорной станции и в газотранспортной системе в целом является электропривод аппарата воздушного охлаждения газа. Охлаждение газа является наиболее энергоемким процессом (от 22 % и до 48 % расхода электроэнергии на газотурбинной компрессорной станции).

Построение схемы электроснабжения АВО газа осуществляется на основании СТО Газпром 2-6.2-149-2007 «Категорийность электроприемников промышленных объектов ОАО «Газпром»:

- АВО газа на компрессорных станциях запитывается по второй категории надежности электроснабжения;
- АВО газа на компрессорных станциях в условиях вечномёрзлых грунтов и в особых условиях работы цеха либо при давлении газа более 76 кг/см² запитываются по первой категории надежности электроснабжения.

Электроснабжение АВО газа выполняется по радиальной схеме, различают три схемы построения управления двигателями аппаратов воздушного охлаждения газа: прямой пуск, плавный пуск и частотно-регулируемый.

Анализ схем электроснабжения показывает, что на потребление электрической энергии влияют следующие факторы: конструктивные и эксплуатационные характеристики теплообменных секций АВО и вентиляторов, технические характеристики электродвигателей, технические характеристики трансформатора и кабельной линии, технические характеристики коммутационно-регулирующей аппаратуры, алгоритм управления электродвигателями вентиляторов при изменении режимных параметров охлаждаемого продукта.

Автоматизация управления процессом охлаждения АВО газа позволит: минимизировать суммарное включение электродвигателей и общую продолжительность их работы в установившемся режиме; уменьшить потребление электроэнергии, возможность снижения на 10-15%.

Применение частотно-регулируемого привода является наиболее эффективным для двигателей с достаточно большим $\cos\varphi \geq 0,8$. Пуск асинхронных двигателей с меньшим $\cos\varphi$, существенно затягивает процесс запуска по времени, а в определенных условиях может завершиться «зависанием».

При применении частотно-регулируемого привода необходимо выполнять технико-экономическое обоснование с расчетом энергетической эффективности потребления электроэнергии на компрессорной станции.

Основные направления совершенствования автоматизированного электропривода АВО газа:

- построение системы электроснабжения АВО газа с применением современных серийных преобразователей частоты и современного серийного электрооборудования;
- интегрирование локальных микропроцессорных систем управления ЭГПА и АВО с системами диагностики, создавая технически законченные, многофункциональные и недорогие системы;
- повышение надежности работы путем интеграции локальных автоматизированных электроприводов в АСУ КС и оптимизация их работы по критериям качества выходных технологических параметров.

Литература

1. Захаров П.А., Крюков О.В. Принципы инвариантного управления электроприводами газотранспортных систем при случайных возмущениях // Вестник ИГЭУ вып.2, 2008 г.
2. Рубцова И.Е., Мочалин Д.С., Крюков О.В. «Основные направления и задачи энергосбережения при реконструкции КС». Энергосбережение и автоматизация электрооборудования компрессорных станций: Монография // Под ред. О.В.Крюкова. – Н.Новгород: Вектор ТиС, Т.3, 2012. – 572с.
3. Крюков О.В., Мочалин Д.С. Разработка и моделирование электровентилятора аппаратов воздушного охлаждения газа. // XIX Международная научно-практическая конференция «Информационные системы и технологии». ИСТ-2013. Н.Новгород.

Плеханова Е.А.¹, Банникова А.В.², Птичкина Н.М.³

¹Аспирант; ²кандидат технических наук, старший преподаватель; ³доктор химических наук, профессор, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ИЗУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПУДИНГОВ, ОБОГАЩЕННЫХ НАТУРАЛЬНЫМИ ЦИТРУСОВЫМИ ВОЛОКНАМИ «CITRI-FI»

Разработана технология низкокалорийного десерта с применением натурального сахарозаменителя - стевии и заменой желатина и части крахмала в рецептуре на цитрусовые волокна. С целью снижения калорийности десерта произведена замена части жира на изолят соевого белка. Экспериментальным путем подобраны оптимальные концентрации вносимых добавок. Определены физико-химические, органолептические свойства разработанного продукта, рассчитана его пищевая и энергетическая ценность.

Ключевые слова: цитрусовые волокна «Citri-Fi», изолят соевого белка, фруктоза, бетулинсодержащий экстракт бересты.

Plekhanova E.A.¹, Bannikova A.V.², Ptichkina N.M.³

¹ Postgraduate student; ² PhD in Technical Sciences, senior teacher; ³ Doctor of Chemical Sciences, Professor Saratov State Agrarian University in honor of N.I. Vavilov.

THE STUDY OF FUNCTIONAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF THE PUDDINGS ENRICHED BY NATURAL CITRUS FIBRES «CITRI-FI»

Abstract

Technology low-calorie desserts were developed using stevia and citrus fibers in order to replace gelatin and part of starch in formulations. Replacement of part of fat with soy protein isolate was conducted in order to decrease caloric content. Recommended concentrations of brought additives were experimentally carried out. Physicochemical, nutritional and organoleptic parameters for the developed products were determined.

Keywords: citrus fibers «Citri-Fi», soy protein isolate, stevia, betulin extract of birch bark.

Важнейшей стратегической задачей пищевой промышленности является удовлетворение потребностей всех категорий населения в высококачественных, биологически полноценных и безопасных продуктах питания. В настоящее время наблюдается дефицит белков в рационе питания. В этом плане наиболее перспективным является производство белковых продуктов многокомпонентного состава с белками животного и растительного происхождения [1, 2]. Наряду с белками пищевые волокна являются основными компонентами пищи, определяющими ее структуру и органолептические качества [3].

В связи с этим актуальными в настоящее время, являются исследования по разработке продуктов сбалансированного состава, обладающих функциональными свойствами, с длительным сроком хранения.

Цель исследования: экспериментальный подбор технологически обоснованных концентраций цитрусовых волокон «Citri-Fi» в рецептуре пудингов; способ их внесения; разработка технологии низкокалорийных десертов - пудингов с цитрусовыми волокнами на основе творожной сыворотки с увеличенными сроками хранения.

Объекты и методы исследования

Для проведения исследований использовали серию натуральных цитрусовых волокон «Citri-Fi» («Цитри-Фай»), производства Fiberstar Inc., США: Citri-Fi 100 (крупный и средний помол), Citri-Fi 200 - волокно с гуаровой камедью (крупный и средний помол), Citri-Fi 300 - волокно с ксантановой камедью (средний помол); изолят соевого белка (Shandong Jianyuan foods CO., LTD., Китай); стевииозид (ЗАО «Алкама Прайм», г. Москва); бетулинсодержащий экстракт бересты (ТУ 9197-034-58059245 - 08).

Определение сухих веществ осуществлялось в сушильном шкафу, высушивание проводилось ускоренным методом при повышенной температуре в течение заданного времени (130⁰С в течение 50мин) [4]; плотность систем определяли физическим методом [5]. Проводили органолептический анализ готовых изделий по 5-ти бальной системе [4], определяли пищевую и энергетическую ценность готовых десертов [6].

Результаты и их обсуждение

За основу была взята рецептура пудинга на молочной белково-углеводной основе (сыворотка творожная) [7]. В качестве стабилизатора в известной рецептуре используется желатин. С целью улучшения текстурных и органолептических характеристик производилась замена желатина на натуральные цитрусовые волокна «Цитри-Фай». С целью снижения калорийности разрабатываемого продукта производилась замена сахара на сахарозаменитель – стевииозид, сокращение вложения крахмала и замена части жира на изолят соевого белка. Пищевые волокна «Цитри-Фай» позволяют получать молочные продукты с необходимой структурой, устойчивой к механическому воздействию и перепадам температур, без отделения сыворотки на протяжении всего срока хранения. [8]. Для дополнительного обогащения молочного десерта эссенциальными компонентами, а также продления срока его годности было произведено внесение в рецептуру бетулинсодержащего экстракта бересты (БЭБ).

Изучали влияние цитрусовых волокон на консистенцию пудинга. Подбор концентраций осуществлялся экспериментальным путем. Наилучшие результаты показали образцы пудингов с добавлением Citri-Fi 200 (средний помол) и Citri-Fi 300 (средний помол) в концентрации 0,5 %. В данных образцах пищевые волокна придают продукту эластичную текстуру, держат форму, с течением времени не расслаиваются в отличие от контрольного образца. Необходимым этапом при исследовании возможности применения пищевых цитрусовых волокон в приготовлении пудингов является изучение физико-химических свойств полученных десертов (таблица 1).

Таблица 1 – Физико-химические показатели пудингов

Наименование	Сухие вещества, %	Плотность, кг/м ³
Контроль	39,66	1015
Образец с Citri-Fi 100 (крупный помол)	32,94	1021
Образец с Citri-Fi 100 (средний помол)	35,20	1029
Образец с Citri-Fi 200 (крупный помол)	37,50	1031
Образец с Citri-Fi 200 (средний помол)	40,20	910
Образец с Citri-Fi 300 (средний помол)	38,75	1024

Из таблицы 1 видно, что наибольшее содержание сухих веществ в образце с Citri-Fi 200 (средний помол). При этом плотность системы меньше, чем у других образцов. Консистенция данной системы однородная, кремообразная, приятная на вкус.

На основании полученных данных была разработана технология приготовления пудингов на основе творожной сыворотки с натуральными цитрусовыми пищевыми волокнами Citri-Fi, изолятом соевого белка, стевииозидом и БЭБ. Был произведен расчет пищевой и энергетической ценности разработанных рецептур пудингов. В качестве примера рассмотрен образец с Citri-Fi 200 (средний помол), изолятом соевого белка, стевииозидом и БЭБ в сравнении с контрольным образцом на желатине (таблица 2).

Таблица 2 – Расчет пищевой и энергетической ценности пудингов

Наименование образца	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность, ккал
Контроль с желатином	2,1	3,7	17,0	112,7
Образец с Citri-Fi 200 (средний помол)	2,2	2,5	4,6	51,2

Из таблицы 2 видно, что замена сахара на стевииозид в образце с Citri-Fi 200 (средний помол) снижает его энергетическую ценность на 61,5 ккал, по сравнению с контрольным образцом.

Выводы: подобраны рациональные концентрации цитрусовых волокон, разработана технология пудингов на основе творожной сыворотки с цитрусовыми волокнами различной степени помола, произведена замена сахара на сахарозаменитель – стевиозид, удалена часть крахмала из рецептуры с целью снижения калорийности, уменьшено содержание жира в основной рецептуре за счет введения раствора изолята соевого белка, произведено обогащение разрабатываемого продукта бетулинсодержащим экстрактом бересты.

Литература

1. Гаврилова Н.Б., Пасько О.В., Каня И.П., Иванов С.С., Шадрин М.А. Научные и практические аспекты технологии производства молочно-растительных продуктов: Монография – Омск: Изд. ОмГАУ, 2006. – 336 с.
2. Мартынов А.В. Проблемы дефицита белка в рационе питания россиян и пути их решения // Молочная промышленность. – 2000. - № 7. - С.11-12
3. Птичкин, И.И. Пищевые полисахариды: структурные уровни и функциональность / И.И.Птичкин, Н.М. Птичкина. - ГУП «Типография №6» – Саратов, 2012. – 96 с.
4. Ловачева, Л.Н. Стандартизация и контроль качества продукции. Общественное питания: Учеб.пособие для ВУЗов по спец. «Технол. прод. общ. питания» / Л.Н. Ловачева. - М.: Экономика, 1990. - 239 с.
5. Трофимова, Т.И. Курс физики: Учеб.пособие. – 11-е изд., стер. / Т.И.Трофимова – М.: Академия, 2006. – 560 с.
6. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов: справочник МакКанса и Уиддоусона / пер. с англ. под общ.ред. д-ра мед. наук А. К. Батурина. - СПб.: Профессия, 2006. - 416 с., табл.
7. Храмов, А.Г. Технология продуктов из вторичного молочного сырья: Учебное пособие / А.Г. Храмов[и др.]. - СПб.: ГИОРД, 2009. – 424 с.
8. Губина И «Цитри-Фай» - новый компонент здорового рациона питания // Переработка молока. – 2010. - №3. – С. 51.

Попов С.Н.¹, Морова Л.Я.², Герасимов А.И.³

¹ Доктор технических наук, Институт проблем нефти и газа СО РАН; ²старший научный сотрудник, кандидат технических наук, Институт проблем нефти и газа СО РАН; ³кандидат технических наук, Институт проблем нефти и газа СО РАН

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ ПОДО ЛЬДОМ

Аннотация

Анализ научно-технической информации и выпускаемого отечественной промышленностью оборудования для локализации и сбора аварийных разливов нефти показал, что для применения в зимних условиях Якутии эффективные технические и технологические решения практически отсутствуют. Целью работы является разработка компактных, мобильных эффективных устройств, предназначенных для сбора, локализации аварийных разливов нефти и очистки воды от нефтезагрязнений в зимнее время с учетом климатических особенностей Якутии.

Ключевые слова: нефтепровод, экология, ледовая обстановка.

Popov S.N., Morova L.Ya., Gerasimov A.I.

¹D in technical science, Institute of Problems of Oil and Gas SB RAS; ²PhD in technical science, chief researcher, Institute of Problems of Oil and Gas SB RAS; ³PhD in technical science, Institute of Problems of Oil and Gas SB RAS

PERSPECTIVE DEVICES FOR ELIMINATION OF OIL SPILLS UNDER ICE

Abstract

The analysis of the scientific and technical information and the equipment for oil-spill localization and recovery let out by the domestic industry has shown that for application in winter conditions of Yakutia corresponding technical and technological decisions practically are absent. The purpose of work is development of the compact, mobile effective devices intended for collecting, localization of emergency oil spills and water purification from petropollution in winter time.

Keywords: oil pipeline, ecology, ice conditions.

Как известно, возможность возникновения аварийных ситуаций постоянно сопровождает все работы по поиску и разведке нефтяных месторождений, добыче, транспортировке и переработке нефти [1].

Используемое в мероприятиях по борьбе с аварийными разливами нефти оборудование можно разделить на следующие типы: 1. Оборудование для локализации нефти; 2. Оборудование для сбора нефти; 3. Оборудование для утилизации нефтесодержащих отходов.

Для локализации нефти на поверхности водоемов и болотистых мест используются различные типы заградительных бонов. Для сбора нефти применяются различные конструкции насосов. Повышение эффективности локализации и сбора обеспечивается при использовании нефтесорбентов. Очистка воды от нефти может производиться различными технологическими способами. Наиболее распространенный способ – сепарация. Утилизация нефтесодержащих отходов, как правило, осуществляется сжиганием в печах различной конструкции.

Разработкой и промышленным производством оборудования для ликвидации последствий аварийных разливов нефти и нефтепродуктов в России в настоящее время занимается ряд предприятий, в том числе: ООО «ЭКОсервис-НЕФТЕГАЗ» (г. Москва); ООО «Скорая экологическая помощь» (г. Брянск); ООО «Лессорб» (г. Брянск); ПКФ «Ивтекс» (г. Иваново); ЗАО «Газтурбо» (г. С.-Петербург); ООО «Композит» (г. Брянск).

Зимние варианты известных конструкций, например, нефтесборщиков, предусматривают только дополнительное оснащение электропарогенераторами для подогрева и разжижения застывшей нефти или исключения ледообразования в майнах. Эффективность их применения в зимних условиях при температурах ниже минус 40°С весьма сомнительна. Работоспособность оборудования при таких температурах также ни одним предприятием не изучалась.

Анализ научно-технической информации и выпускаемого отечественной промышленностью оборудования для локализации и сбора аварийных разливов нефти показал, что для применения в зимних условиях Якутии эффективные технические и технологические решения практически отсутствуют.

Наиболее опасными разливами при транспортировке нефти являются разливы из магистральных нефтепроводов, проложенных по дну водоемов. В работе представлены схемы устройств компактных, простых по конструкции и эффективных по скорости развертывания и качеству очистки воды от нефти и нефтепродуктов.

Преимуществом устройства представленного на рис. 1 по сравнению с аналогами является простота конструкции, меньшее воздействие нефтяного загрязнения на водный объект, так как устройство для сбора нефти действует немедленно при прорыве нефтепровода и утечки нефти, что регистрируется по снижению давления в магистральном нефтепроводе. Устройство представляет собой металлический поддон 1, в днище которого выполнены отверстия 2. К поддону приваривается водо- и нефтенепроницаемое улавливающее покрытие 3, угол 4 которого возвышается над другими и на нем закрепляется патрубок 5. К патрубку присоединен трубопровод 6, по которому собираемая нефть или нефтепродукт перекачивается в накопительную емкость, находящуюся на берегу. Две противоположные стороны поддона выполняются, для облегчения перемещения по дну водоема, изогнутыми вверх. Перемещение устройства над трубопроводом к месту выхода нефти из грунта осуществляется тросами

посредством лебедок, находящихся на берегах водоема. Конструкция устройства позволяет ему находиться в постоянной готовности на дне водоема в любое время года. Необходимо лишь в зимнее время во время ледостава следить за тем, чтобы выходящие на берега водоема концы троса не вмерзали в лед. Предлагаемое изобретение, отличаясь простотой конструкции, расширяет арсенал технических средств, предназначенных для сбора нефти непосредственно над ее аварийным выбросом из магистрального нефтепровода, в том числе в зимнее время года.

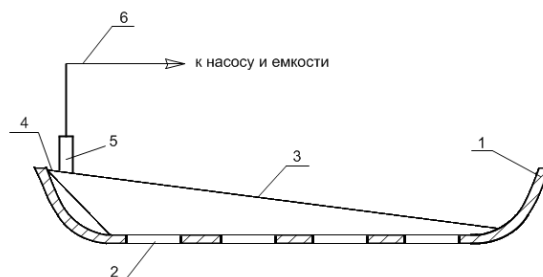


Рис. 1 Устройство для сбора нефти под водой

Отличительным признаком компактного мобильного устройства, изображенного на рис. 2, является «точечный» сбор нефти из аварийного нефтепровода. Поставленная цель достигается тем, что в зимнее время при возникновении аварийной ситуации «точно», то есть конкретно над местом утечки во льду вырезается отверстие с диаметром чуть больше диаметра устройства в сложенном состоянии. Место аварийного прокола нефтепровода указывает робот-оповеститель, задача которого – постоянный контроль за безопасной работой нефтепровода. По сигналу робота-оповестителя, контролирующего состояние нефтепровода 1, проложенного под дном реки, на место утечки нефти 2 через отверстие во льду на дно при помощи троса погружается устройство, содержащее полую штангу 3, в верхней, части которой, под фланцем 4, выполнены нефтесборные отверстия 5. К верхнему фланцу штанги 4 герметично прикреплены внутренний периметр мембраны 6, изготовленной из водо- и нефтенепроницаемого материала и гибкий армированный гофрированный рукав 7 из аналогичного материала, соединенный насосом 8 с накопительной емкостью 9. По внешнему периметру мембраны равномерно распределяются грузы 10 прижимающие ее кромку ко дну водоема. К нижнему фланцу 11 посредством шарниров 12 прикрепляются распорки 13, соединяемые с внешней кромкой мембраны. Для опускания устройства на место аварии и выемки его из воды к верхнему фланцу прикрепляется трос 14. Под действием грузов распорки принимают горизонтальное положение, мембрана расправляется и покрывает место возникновения утечки нефти. Поскольку диаметр верхнего фланца выполняется больше диаметра нижнего, распорки находятся в наклонном положении, что обеспечивает расправление мембраны. Вытекающая нефть накапливается под мембраной, по отверстиям, выполненным в штанге, поступает в рукав и перекачивается насосом в накопительную емкость, которая располагается на берегу.

Для транспортировки и погружения под лед устройство складывается по аналогии с зонтом. Использование данного изобретения позволяет сократить время на устранение аварийного разлива нефти, так как устройство - компактно, имеет небольшие размеры и малый вес, транспортировка его на место аварии занимает мало времени, кроме того, значительно сокращается подготовительный период, предшествующий ликвидации аварии за счет сокращения ледорезных работ.

Устройство, общий вид которого приведен на рис.3, состоит из нефтефильного гидрофобного многослойного сорбирующего (фильтрующего) элемента 2 представляющего собой многослойную пластину, расположенную на металлической сетке 3, отсасывающей насадки 5 с патрубком 7, корпуса 4; полости 6; накопителя 8 с входящим и выходящим патрубками 9, вакуумного насоса (или пылесоса); поплавка 10. Особенностью устройства является то, что между элементом 2, закрепленным на металлической сетке 3, и верхней частью корпуса 4 остается незаполненное пространство, в котором при работе насоса создается давление ниже атмосферного. Кроме того, жестко закрепленная в корпусе металлическая сетка 3 не дает сорбирующему элементу «западать» в отверстие отсасывающей насадки 5. Фильтр может быть выполнен из любого нефтефильного гидрофобного сорбирующего термопластичного материала, например, из материала «Экосорб» (ТУ 8397-230-00302327-01). Нефтяной сорбент «Экосорб», выпускаемый промышленностью в виде нетканного полотна больших габаритных размеров, изготавливается иглопробивным способом из полипропиленовых волокон. Положительной особенностью «Экосорба», является возможность его многократного использования после отжима в специальных устройствах.

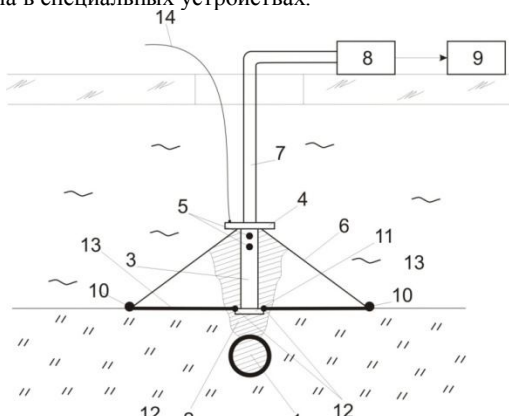


Рис. 2. Устройство для сбора нефти подо льдом

Устройство может быть использовано для очистки производственной и сточной воды от нефтепродуктов на предприятиях занимающихся транспортировкой, реализацией и использованием в работе нефтепродуктов. Используя это устройство, можно за один этап быстро и качественно собрать нефтепродукты с поверхности воды и, одновременно, отделить воду от нефтепродуктов. Вода благодаря гидрофобным свойствам сорбента проходит через фильтр и поступает в отдельный накопитель. Устройство работает следующим образом: На загрязненную нефтепродуктами водную поверхность 1 устанавливается устройство с нефтефильным гидрофобным многослойным сорбирующим элементом 2, соединенное с насосом (или пылесосом) посредством отсасывающей насадки 5 через накопитель 8. При включении насоса происходит интенсификация притока смеси воды и нефтепродуктов в сорбент. Вода проходит через сорбент и поступает в накопитель 7. После насыщения сорбента нефтью насос отключается, сорбент отжимается и может затем использоваться многократно.

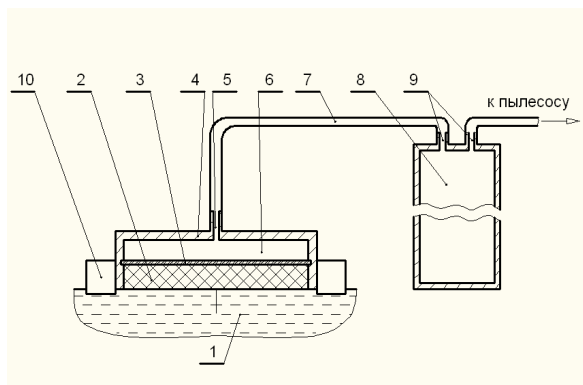


Рис. 3 Устройство для сбора техногенных вод.

Использование данного устройства позволяет сократить затраты на очистку техногенных вод от нефтепродуктов за счет исключения дополнительной операции по разделению фракций воды и нефтепродуктов.

Устройство отличается простотой конструкции, компактностью, способностью качественно очищать большие объемы воды без частой замены фильтрующего сорбирующего элемента и может использоваться также для сбора нефтепродуктов с грунта.

Во всех представленных технических решениях результат, достигаемый при решении поставленной цели, заключается в локализации нефти и ее сборе в ограниченном пространстве непосредственно вблизи аварийного объекта, что позволяет минимизировать или даже исключить, при благоприятном течении дел, вред, наносимый окружающей среде.

Все приведенные в статье конструкции зарегистрированы в Роспатенте.

Литература

1. Воробьев, Ю.Л. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов: монография /Ю.Л. Воробьев, В.А Акимов, Ю.И. Соколов. – Москва: ОАО «Типография «Новости», 2005. – 400 с.

Преловская Е.С.

Аспирант, Иркутский государственный технический университет

РАЗРАБОТКА ТРАНСПОРТНОЙ МОДЕЛИ ИРКУТСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Аннотация

В статье рассмотрено – создание транспортной модели г. Иркутска и его городов-спутников, моделирование существующего каркаса улично-дорожной сети и сети маршрутов общественного транспорта, оценка эффективности существующей транспортной сети и ее тестирование на примере возможных сценариях развития транспортной системы региона, в целях повышения уровня транспортного обслуживания населения.

Ключевые слова: агломерация, транспортное моделирование, уровень транспортного обслуживания, оценка транспортного спроса

Prelovskaya E. S.

Postgraduate student, Irkutsk State Technical University

TRANSPORTATION MODEL DEVELOPMENT OF IRKUTSK AGGLOMERATION

Abstract

The article considers the creation of the transportation model of Irkutsk city and its satellite towns, the modeling of the existing framework of the road network and public transport routes to evaluate the efficiency of the existing street network and test the model by different possible scenarios of development of the transportation system in the Irkutsk region, in order to improve the quality of transportation service.

Keywords: agglomeration, transportation modeling, the level of transport service, transportation demand analysis

Значимость развития транспортной инфраструктуры в границах Иркутской агломерации обусловлена устойчивыми ежедневными маятниковыми миграциями населения между Иркутском и его городами спутниками.

Сложившаяся в последние годы транспортная ситуация с учетом моноцентричной структуры Иркутской агломерации свидетельствует о недостаточном уровне развития улично-дорожной сети Иркутска и его городов-спутников, а также их интеграции в единую транспортную систему агломерации, что послужило причиной ряда негативных социальных последствий, включая:

- сокращение свободного времени за счет увеличения времени пребывания в пути к месту работы, досуга и отдыха;
- повышение уровня аварийности на дорогах и улицах;
- увеличение антропогенной нагрузки на население города из-за шума, пыли, вредных выбросов.

На современном уровне существующие проблемы решаются с помощью транспортного планирования, которое является ключевым элементом при формировании транспортной политики региона.

Основная задача транспортного планирования, решаемая с помощью моделирования транспортных систем городов, заключается в оценке транспортного спроса и распределении транспортных и пассажиропотоков при различных сценариях развития транспортной системы. Транспортная модель, состоящая из двух основополагающих элементов, таких как транспортный спрос и транспортное предложение, позволяет оценивать уровень транспортного обслуживания населения и в дальнейшем разрабатывать мероприятия по его повышению.

В настоящее время существуют разные программные продукты, позволяющие моделировать организацию движения и транспортную систему города на разных уровнях (например, микроуровень и макроуровень).

В рамках исследовательской работы для составления каркаса улично-дорожной сети Иркутской агломерации и последующего моделирования пассажиропотоков и транспортных потоков была создана модель улично-дорожной сети Иркутска и его городов-спутников, с включением в модель существующей маршрутной сети городского и пригородного пассажирского транспорта, представленная на рисунке 1.

Для создания транспортной модели использован современный программный продукт VISUM (фирма PTV GROUP, Карлсруэ, Германия), который предназначен для моделирования улично-дорожных сетей (УДС) и транспортных систем городов на макроуровне [4]. При разработке транспортной модели, также учитывались современные работы отечественных авторов [1-3].

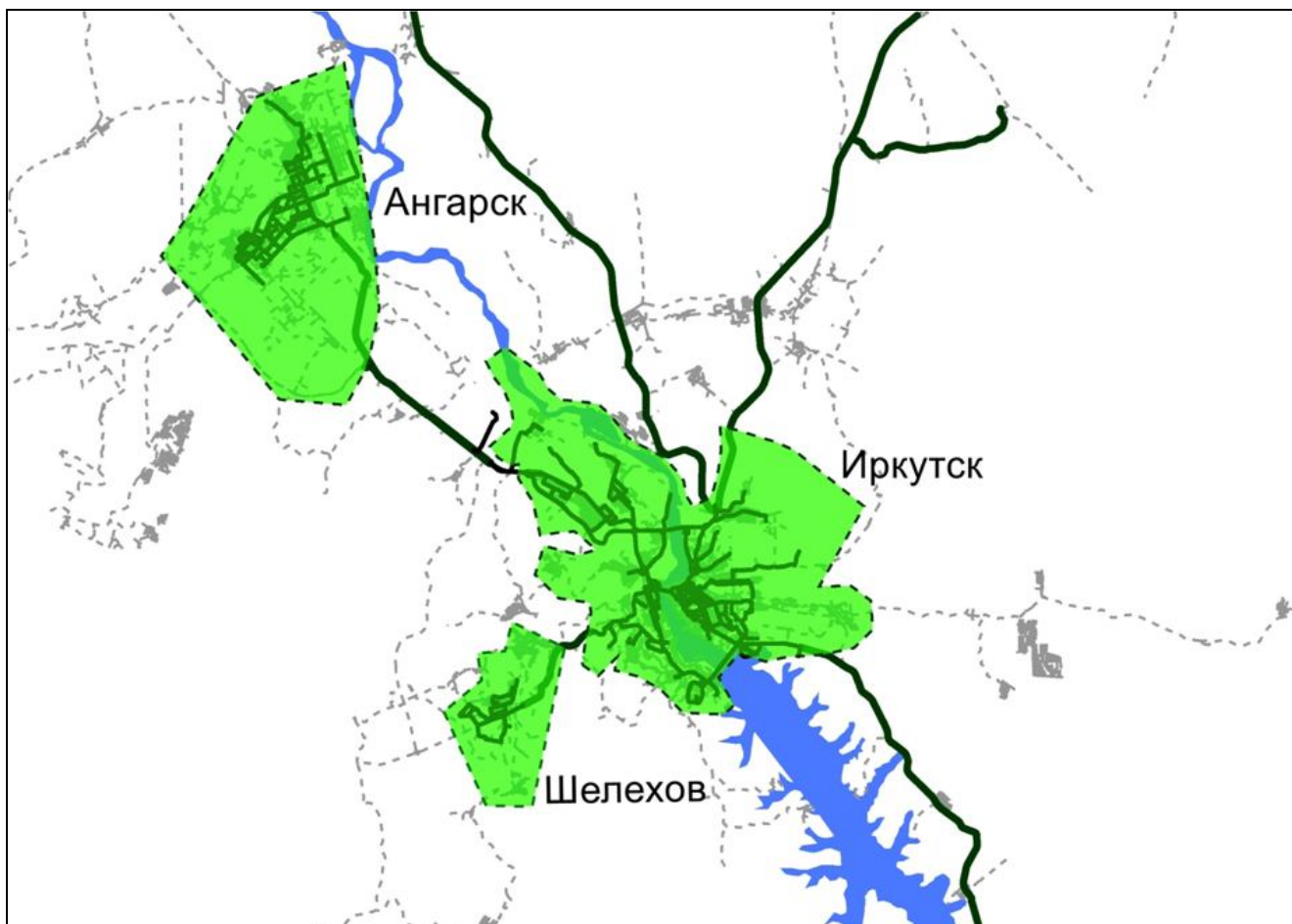


Рисунок 1 – Транспортная модель Иркутской агломерации

На основе разработанной модели произведена оценка эффективности существующей транспортной сети и ее тестирование на примере возможных сценариев развития транспортной системы региона в целом и Иркутска в частности.

Оценка транспортного спроса в виде матрицы корреспонденций между расчетными транспортными районами каждого города позволила получить распределение транспортных и пассажирских потоков по улично-дорожной сети для пиковых периодов.

Важной составной частью модели является сеть маршрутов общественного транспорта, на основе которой выполняется распределение пассажиропотоков. В модель были внесены маршруты всех видов общественного транспорта, включая автобусные маршруты, маршруты, обслуживаемые подвижным составом малой вместимости, а также сеть маршрутов рельсового и электротранспорта.

Анализ параметров маршрутной сети свидетельствуют, что одной из основных проблем существующей маршрутной сети ОТ Иркутска является ее неразвитость. В результате смоделированного распределения ОТ по сети города наблюдается чрезмерное дублирование маршрутов в соответствующих районах и высокий коэффициент непрямолинейности маршрутов.

В городах-спутниках Ангарск и Шелехов наблюдается аналогичная ситуация неразвитости УДС и маршрутной сети ОТ, с присущими ей последствиями, недостаточная плотность магистральных улиц порождает увеличение нагрузки на дорожную сеть города, в связи с чем, все маршруты ОТ сосредоточены на незначительном количестве магистральных улиц, что подтверждается увеличением маршрутного коэффициента, ростом коэффициента наложения маршрутов в пределах города, а также снижением уровня транспортного обслуживания населения.

На основе полученного распределения пассажиропотоков и транспортных потоков из отдельных транспортных районов, и оценки в совокупности их транспортной доступности при существующей загрузке УДС, представляется возможным прогнозировать характеристики новых маршрутов ОТ, сравнивая их эффективность с существующими маршрутами.

Созданная транспортная модель Иркутской агломерации позволяет на уровне транспортного планирования разрабатывать мероприятия по управлению транспортным спросом, повышению уровня транспортного обслуживания населения и формированию транспортной политики региона в целом.

Литература

1. Гребенников В.В., Мунин Д.А., Левашев А.Г., Михайлов А.Ю. Виды транспортной доступности // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. Иркутск - 2012. - № 1. - С. 56-61.
2. Михайлов А.Ю., Головных И.М. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей городов // Наука. Новосибирск – 2004. – С. 267.
3. Тебенков С.Е., Левашев А.Г. Результаты оценки распределения транспортных потоков в транспортных коридорах // Вестник ИрГТУ. Иркутск - 2011. - Т. 57. № 10. - С. 120-127.
4. Schnabel, W., Lohse D. Grundlagen der Strassenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung // Verlag für Bauwesen, Berlin, Band 2. – 1997.

Пронин К.С.¹, Синицын Н.Н.²

¹Аспирант; ²доктор технических наук, профессор, Череповецкий государственный университет

СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ ТАНКОВЫХ И ПРОДУВОЧНЫХ ГАЗОВ ПРОИЗВОДСТВА АММИАКА

Аннотация

В статье описана проблема утилизации танковых и продувочных газов отделения синтеза производства аммиака. Показаны существенные недостатки применяемых на аммиачных производствах способов утилизации танковых и продувочных газов.

Предложен наиболее рациональный вариант переработки танковых и продувочных газов: схема отмывки от аммиака обоих потоков газов с выделением из продувочного газа водорода.

Ключевые слова: аммиак, танковые и продувочные газы, скруббер, мембранный метод, водород.

Pronin K.S.¹, Sinitsyn N.N.²

¹Postgraduate student; ²doctor of technical sciences, professor, Cherepovets State University

METHOD OF RECYCLING OF TANK AND PURGE GASES OF AMMONIA PLANT

Abstract

This paper describes the problem of recycling of tank and purge gases of branch of synthesis of ammonia. Significant shortcomings of the enterprises for the production of ammonia ways of recycling tank and purge gases are showed. The most rational option processing tank and purge gases such as ammonia from the circuit washing both gas flows with the release of hydrogen gas from the purge is proposed.

Keywords: ammonia, tank and purge gases, scrubber, membrane method, hydrogen.

Главными приоритетами программы развития химической промышленности являются повышение эффективности использования энергетических ресурсов и снижение негативного воздействия на окружающую среду, что достигается разработкой новых технологий и переработкой образующихся в технологическом процессе отходов.

Одним из наиболее эффективных путей совершенствования технологии синтеза аммиака является утилизация продувочных и танковых газов.

При изыскании способов оптимальной утилизации газов необходимо стремиться к комплексному использованию компонентов газовых смесей с учётом их энергетических показателей. Особенно важно полное извлечение из продувочных и танковых газов аммиака как основного продукта.

Продувочные и танковые газы образуются в отделении синтеза цехов по производству аммиака в баках-расширителях, ресиверах, охладителях аммиака. Эти газы не вступают в реакции синтеза основного продукта и поэтому являются балластными компонентами.

Продувочные и танковые газы помимо N_2 , H_2 , NH_3 содержат инертные примеси (CH_4 , Ar , He). Их присутствие отрицательно сказывается на ведении технологического процесса синтеза аммиака.

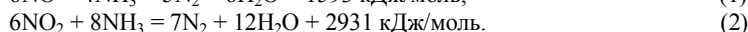
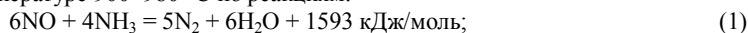
Учитывая высокую конкурентоспособность продукции азотной промышленности на внутреннем и внешнем рынках, а также большую потребность многих стран мира в аммиаке, снижение производительности аммиачных агрегатов недопустимо.

Избавиться от инертных примесей, содержащихся в газе (начиная от природного и конвертированного газа и заканчивая синтез-газом), невозможно. И поэтому необходимо утилизировать продувочные и танковые газы, а именно извлекать из них ценные компоненты (N_2 , H_2 , NH_3) и направлять их обратно в колонну синтеза для получения дополнительного количества аммиака.

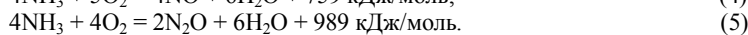
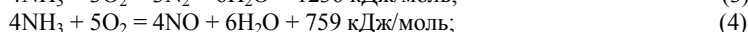
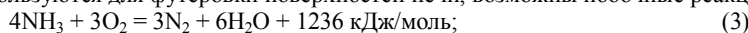
Известные на настоящее время способы утилизации продувочных и танковых газов не совершенны. В связи с этим исследование процессов, протекающих при утилизации танковых и продувочных газов, а также разработка оптимального варианта переработки этих газов, является актуальной задачей.

В настоящее время на большинстве предприятий по производству аммиака утилизация танковых и продувочных газов, содержащих аммиак, осуществляется путём сжигания этих газов в смеси с топливным газом в печи первичного риформинга (ППР). В результате чего содержание оксидов азота в дымовых газах достигает 400 мг/м^3 и выше. Количество образующихся оксидов азота также зависит от режима горения. С целью снижения выбросов оксидов азота в атмосферу с дымовыми газами из трубчатой печи, предусмотрено гомогенное восстановление их аммиаком.

Метод основан на избирательном восстановлении оксидов азота аммиаком в газовой фазе в отсутствие катализатора при температуре $900\div 980 \text{ }^\circ\text{C}$ по реакциям:



Кроме того при температуре $900\div 950 \text{ }^\circ\text{C}$ при контакте аммиака с металлом или керамическими материалами, которые используются для футеровки поверхностей печи, возможны побочные реакции окисления аммиака кислородом:



В качестве газа-восстановителя используются:

- танковые газы отделения синтеза;
- газообразный аммиак из линии всаса второй ступени аммиачного компрессора;
- десорбированные газы из ёмкости мгновенного вскипания;
- газы дистилляции отпарной колонны.

Сжигание продувочных и танковых газов в ППР имеет ряд существенных недостатков:

1) из-за низкой калорийности этих газов возрастает расход природного (топливного) газа с большей калорийностью ($\approx 40 \text{ МДж/м}^3$), что существенно сказывается на увеличении себестоимости производимого аммиака;

2) образование вредных оксидов азота приводит к загрязнению атмосферы, что ведёт к ухудшению экологической обстановки предприятия и города;

3) очистка образовавшихся оксидов азота осуществляется подачей аммиаксодержащих газов в зону реакции, что приводит к дополнительным затратам основного продукта и, соответственно, снижению производительности [1].

Изучив и проанализировав полученные ранее данные, предлагается доработать схемы отмывки от аммиака обоих потоков газов с выделением из продувочного газа водорода [2, 3]. Предлагаемая схема описана ниже (см. рис. 1).

Продувочные газы отделения синтеза агрегата аммиака в количестве $11100\div 11200 \text{ м}^3/\text{ч}$ с $p=12,3\div 12,4 \text{ МПа}$ и $t=21,5 \text{ }^\circ\text{C}$ после редуцирующего клапана поступают на установку выделения водорода (УВВ). На УВВ продувочный газ проходит коалесцентный фильтр (1), теплообменник (2) и с $t=80 \text{ }^\circ\text{C}$ и $p=11,0 \text{ МПа}$ поступает на мембранные модули (3, 4). В результате прохождения газа через мембраны образуется пермеат в количестве $5700\div 5800 \text{ м}^3/\text{ч}$, содержащий $\leq 91,5 \text{ } \%$ об. водорода, который возвращается в узел синтеза аммиака. Остаточный газ (ретант) в количестве $5300\div 5400 \text{ м}^3/\text{ч}$ с $p=1,2\div 1,5 \text{ МПа}$ и $t=82\div 83 \text{ }^\circ\text{C}$ по существующей схеме направляется на сжигание в ППР.

Поскольку остаточный газ в своём составе содержит аммиак, предлагается направить этот поток газа не на сжигание в печь, а на смешение с потоком танкового газа, с последующей отмывкой от аммиака и разгонкой образовавшейся аммиачной воды.

Танковые газы в количестве $3800\div 3900 \text{ м}^3/\text{ч}$ с $p=1,5 \text{ МПа}$ и $t=-27,5 \text{ }^\circ\text{C}$ смешиваются с остаточным газом в количестве $5300\div 5400 \text{ м}^3/\text{ч}$ с $p=1,2\div 1,5 \text{ МПа}$ и $t=82\div 83 \text{ }^\circ\text{C}$ (после узла редуцирования), после чего поступают в промывной скруббер (5), где поглощаются питательной водой из отделения риформинга агрегата аммиака.

Промывка производится в многоступенчатом скруббере (5) с охлаждением (7, 8) аммиачного раствора между ступенями абсорбции, а выделение аммиака после первой ступени скруббера осуществляется методом выпаривания аммиачного раствора, подаваемого в испаритель (12).

Образующийся газообразный аммиак с $p=0,4\div 0,5$ МПа выдаётся в сеть завода или на всас аммиачного компрессора. Выходящие из верха скруббера не абсорбированные газы (ост. H_2 , CH_4 , N_2 , Ar) подаются на сжигание в ППР.

Достоинства рассматриваемого способа:

- 1) возможность проведения одновременной отмывки от аммиака как танкового, так и продувочного (остаточного) газа;
- 2) исключается образование оксидов азота в ППР, следовательно, гомогенную очистку проводить не нужно;
- 3) снижается себестоимость готовой продукции;
- 4) повышается производительность агрегата за счёт образования после УВВ дополнительного количества водорода, возвращаемого в узел синтеза аммиака, что в пересчёте на аммиак составляет 64,4 т/сут.;
- 5) повышается производительность агрегата за счёт образования дополнительного количества аммиака (до 3800 т/год или 10,5 т/сут.) в результате разгонки аммиачной воды;
- 6) повышается производительность агрегата за счёт экономии газообразного аммиака в качестве газа-восстановителя в ППР (до 6600 т/год или 18,1 т/сут.) в результате отказа от проведения гомогенной очистки.

Литература

1. Пронин К.С. Проблема утилизации танковых и продувочных газов отделения синтеза производства аммиака // Научный аспект № 3-2012 – Самара: Изд-во ООО «Аспект», 2012. – 160 с., С. 123-128.
2. Интенсификация действующего производства аммиака комплектной импортной поставки с увеличением мощности на 25 тыс. т/год (с 450 до 475 тыс. т/год). Пояснительная записка 438606-ТХ-I. – Днепропетровск: Предприятие п/я А-7531, 1986. – 76 с.
3. Пат. 2372567 Российская Федерация, МПК F25J 3/06. Способ извлечения аммиака из продувочных и танковых газов. Заявитель и патентообладатель ОАО «Тольяттиазот» – № 2008111663/06; заявл. 26.03.2008; опубл. 10.11.2009, Бюл. № 31. – 6 с.
4. Демиденко И.М., Янковский Н.А., Степанов В.А. и др. Аммиак. Вопросы технологии / Под общ. ред. Н.А. Янковского. – Донецк: ГИК «Новая печать», ООО «Лебедь», 2001. – 497 с.

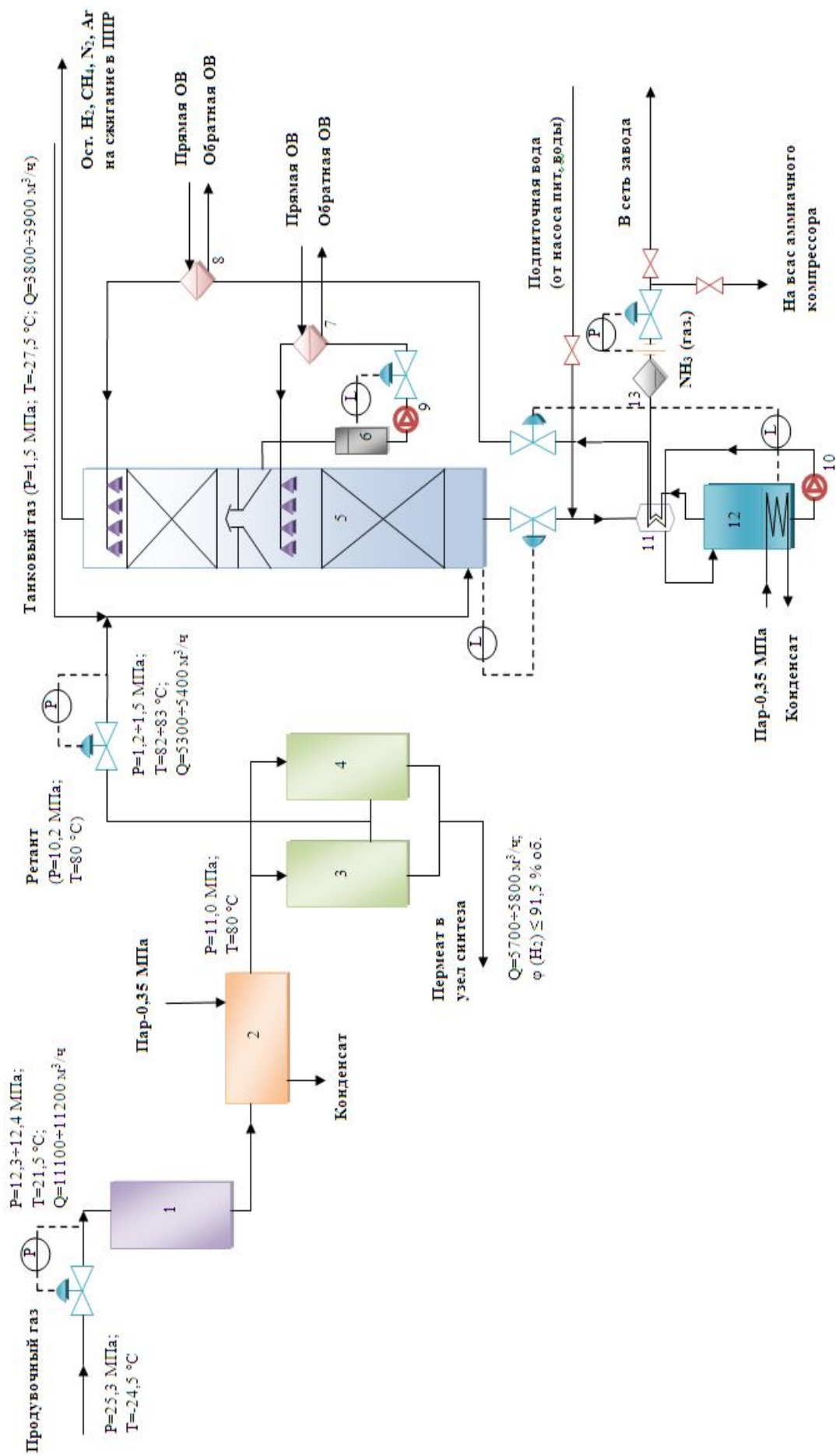


Рис. 1. Установка одновременного извлечения аммиака из продуктового и танкового газов: 1–коалесцентный фильтр; 2–теплообменник; 3,4–мембранный модуль; 5–скруббер; 6–буферная ёмкость; 7,8–охладитель; 9,10–насос; 11–рекуперативный теплообменник; 12–испаритель; 13–влагоотделитель

О ДЕФОРМАЦИЯХ ТЕЛ С ПЛОСКОЙ И КРИВОЛИНЕЙНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ПРИ УПРУГОМ КОНТАКТНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ

Аннотация

В работе исследуется упругое контактное взаимодействие системы с плоской криволинейной поверхностью. Постановка задачи заключалась в определении различия между расчетным некоторых авторов [1, 3] и экспериментальным значением деформации поверхностей в зоне контакта и величин упругих деформаций каждого тела. Сравнение результатов теоретических расчетов и экспериментальных данных позволяет оценить достоверность расчетных параметров упругих элементов и определить степень погрешности расчетного метода. В результате проведенных измерений был сделан вывод, что при определении деформации упругих тел необходимо учитывать сближение и упругие деформации с учётом их форм.

Ключевые слова: деформация, упругий контакт, плоская и криволинейная поверхность.

Ramzaev A.P.¹, Singatulin R.A.²

¹Candidate of Science, Associate Professor of the Chair of Instrument of the Construction, Saratov State Technical University named after U.A. Gagarina; ²Candidate of Science, Associate Professor of the Chair of Information Systems and Technology in Education, Saratov State University named after N.G. Chernyshevsky.

ABOUT THE DEFORMATION OF THE OBJECTS WITH FLAT AND CURVILINEAR SURFACE UNDER THE SPRINGY CONTACT INTERACTION

Abstract

The springy contact interaction of the system with flat and curvilinear surface is researched in the work. The statement of the problem was concluded in the determination of the difference between account and experimental meaning of the surfaces deformation [1, 3] in area of the contact and values springy deformation of each object. The comparison of result of theoretical calculation and experimental data allows valuing the validity accounting parameter of springy elements and defining the degree of the inaccuracy of the accounting method. As a result of measurements there was made a conclusion that in the determination of the deformation of the springy object it is necessary to take into account the rapprochement and springy deformation with the account of their forms.

Keywords: deformation, springy contact, flat and curvilinear surface.

1. Постановка задачи

При определении деформации упругих тел с плоской криволинейной поверхностью, при контактном взаимодействии, необходимо учитывать сближение и упругие деформации с учётом их форм. Контактное взаимодействие тел произвольной формы и кривизны при упругопластичном и упругом контакте рассмотрено в работе [1, 4]. При этом в этой и других работах приняты следующие допущения:

- со снятием нагрузки контур отпечатка не изменяется;
- профиль вмятин под нагрузкой и после разгрузки очерчены плоскими фигурами;
- поверхность тел вне контакта не деформируется, а контур тел остается плоским.

Последнее допущение справедливо, когда отсутствует выпучивание свободной поверхности деформируемого материала вблизи контура фактической площади контакта. Вопрос о боковом выпучивании и проседании тел рассмотрен Д. Тейбором [2]. Упругие контактные деформации тел обычно определяют по формулам Герца, когда тела считают идеальной формы. Шероховатость уменьшает жесткость слоя, снижает фактическое давление и учитывается в других работах (А.А. Ланков, В.Р.Д. Миндлин и др.). В работе В.Ф. Яковлева [3] приведены следующие условия, нарушающие предпосылки теории Герца-Беляева:

- а) радиусы тел соизмеримые с их размерами;
- б) геометрические формы и размеры контактирующих тел различны.

Расчетные напряжения, полученные по теории Герца-Беляева, одинаковы по всей контактной зоне (по поверхности и в глубине) в обоих контактирующих телах, условно принимаемых упругими полупространствами.

Для определения величины кривизны вмятины $R1$ приняты следующие допущения [8]:

- 1) со снятием нагрузки сферический контур отпечатка не изменяется;
- 2) профиль вмятины под нагрузкой и после разгрузки в плоскостях её главных кривизн очерчены окружностью радиусом $R1$;
- 3) поверхность контртела вне контакта не деформируется.

Перемещение точек плоской поверхности полупространства от действия сосредоточенной силы (P) определяется выражением [6, с. 399]:

$$W = \frac{1 - \mu}{2\pi G} \cdot \frac{P}{r}$$

где r - расстояние от точки приложения силы до точки, в которой имеет место перемещение W ; μ , G - коэффициент Пуассона, модуль сдвига.

При давлении, пропорциональном ординате сферической поверхности и эллипсоида, перемещения точек плоской поверхности в зоне $a \leq x \leq \sqrt{2}a$, определяется выражением [6]:

$$W = \frac{1 - \mu^2}{E} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \frac{P}{d}$$

где E - модуль упругости, Pa ; P - нагрузка, H ; d - диаметр, m ; a - радиус площади контакта.

Для решения контактных задач между конструкцией и основанием используются коэффициент податливости основания или коэффициент постели по модели А.А. Саргсяна [7] для упругого полупространства. Этот коэффициент определяется в виде:

$$K = \frac{E}{1 - \mu^2}$$

где K - коэффициент размерности n/m^2 ; $k = \kappa_1 b$; κ_1 - коэффициент податливости основания или постели размерность Pa/m ; b - ширина подошвы упругой балки; a - деформация плоскости:

$$\delta_r = \frac{1 - \mu^2}{E} \cdot \frac{P}{b}$$

При упругом контактном взаимодействии шара δ_k^{u-n} , цилиндра δ_k^{y-n} с плоскостью применяют формулы [9]:

$$\delta_k^{u-n} = 0.825 \cdot \sqrt[3]{\frac{(\eta \cdot P)^2}{R}}$$

$$\delta_k^{y-n} = 0.579 \cdot \frac{P \cdot \eta}{l} (0.41 + \ln \frac{2R}{c})$$

$$\eta = \frac{1 - \mu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \mu_2^2}{E_2}$$

$$c = 2.257 \sqrt{\frac{P}{l} \eta R},$$

где δ - смещение расстояния между центром тел с криволинейной поверхностью и плоскостью; R - радиус шара, цилиндра;

P - нагрузка; l - длина цилиндра; E_1, E_2 - модуль нормальной упругости тел; μ_1, μ_2 - коэффициенты Пуассона тел.

Так как податливость контактного слоя для сфер и цилиндра с плоскостью (рис. 1) и упругого полупространства складываются, то деформация тела с криволинейной поверхностью равна:

$$\delta_{c(y)} = \delta_k + \delta_y$$

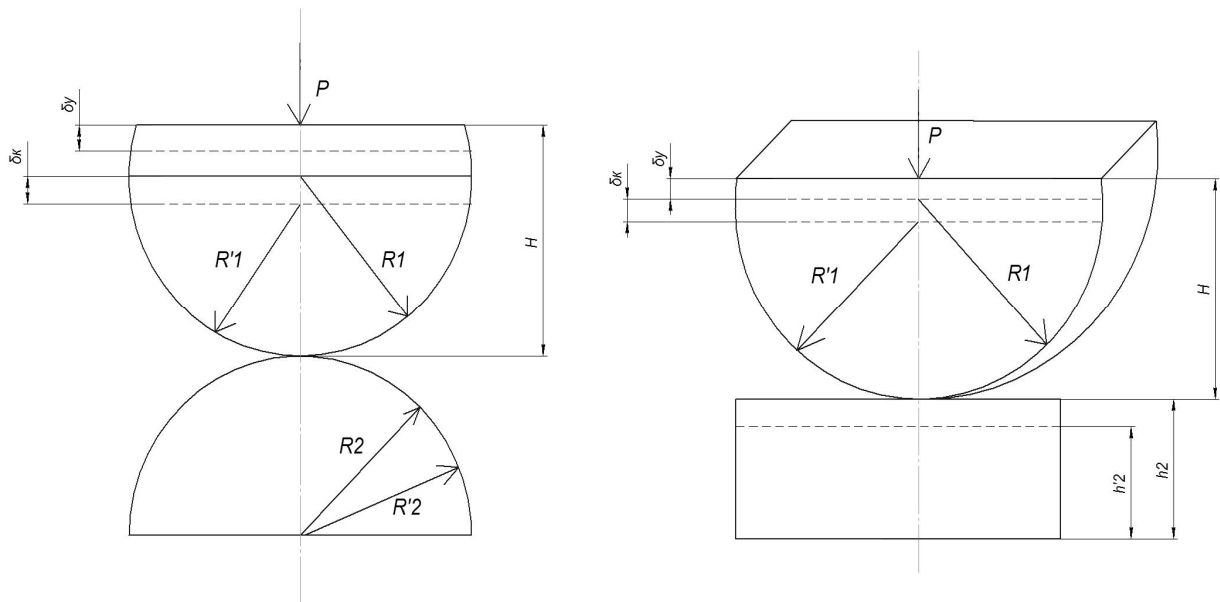


Рис. 1. Схема контактного слоя для сфер (а), цилиндров (а) и цилиндра с плоскостью (б)

Ставится задача – определение различия между расчетным и экспериментальным значением деформации поверхностей в зоне контакта и величин упругих деформаций каждого тела. Сравнение результатов теоретических расчетов и экспериментальных данных позволит оценить достоверность расчетных параметров упругих элементов и определить степень погрешности расчетного метода.

2. Решение задачи

Методика решения задачи заключается в следующем:

- 1) экспериментально определить значение модуля упругости для опытных образцов резины, силикона, органического стекла в виде прямоугольных стержней при сжатии;
- 2) изготовить образцы в виде сегментов сферы, цилиндра и плоских тел из стали, стекла, резины, силикона и органического стекла;
- 3) измерить зависимость деформации по направлению силы от нагрузки при взаимодействии тел с криволинейной поверхностью с плоскими телами.

Экспериментальные исследования заключаются в снятии упругих характеристик конкретных тел, т. е. в определении зависимости $F=F(P)$. Практически определяется величина деформации F упругого элемента при воздействии ряда нагрузок с определенным интервалом нагружения. Экспериментальной установкой является эластикомер. Он представляет собой устройство типа весов с компенсатором, кинематическая схема которого приведена на рис. 2.

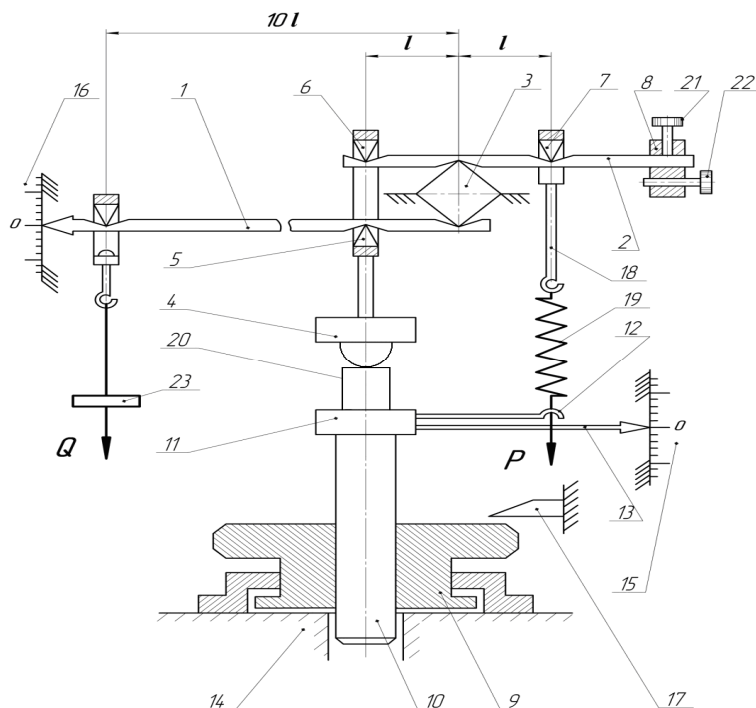


Рис. 2. Схема эластикометра

Усилие груза Q передается через рычаг 1 , опирающийся на неподвижную призму 3 , ножевые опоры 5 , 6 , рычаг 2 , опирающийся на противоположную грань неподвижной призмы 3 , ножевую опору 7 и через тягу 18 на исследуемую пружину 19 . Далее через штифт 12 , винт 10 и гайку 9 на станину 14 . Для создания равновесия между грузом Q и усилием пружины 19 , рычаг 1 приводится к «0» по шкале 16 за счет осевого перемещения винта 10 , а следовательно и натяжения пружины 19 . Винт 10 перемещается при повороте гайки 9 . Величина перемещения винта представляет собой деформацию F пружины 19 при заданной нагрузке Q . Деформация фиксируется грубо указателем 13 на миллиметровой линейке 15 и точно указателем 17 по лимбу на гайке 9 , цена деления которого $0,1$ мм и дополнительному микронному индикатору 1 мкм. Соотношение плеч рычагов прибора $1:10$, при этом одна единица Q соответствует $10P$.

Зависимость деформации вакуумной резиновой пластины с толщиной $b=3,6$ мм от усилия, носит нелинейный характер и определяет величину модуля упругости $0,5$ и $4,16$ кг/см², при $s=2,404$ см², а стержня из органического стекла (100x10x20) - 6000 кг/см².

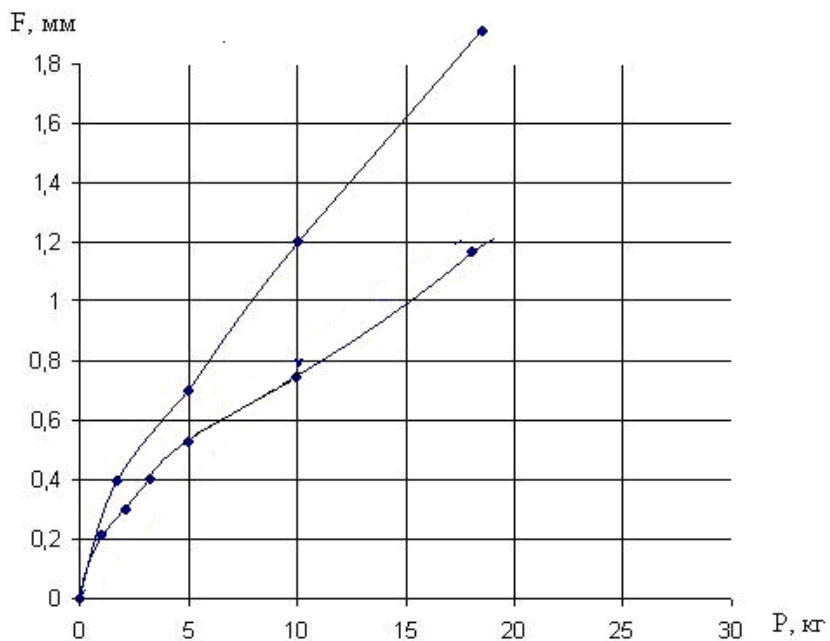


Рис. 3. Зависимость деформации цилиндрического образца из резины (верхняя кривая) и стекла (нижняя кривая)

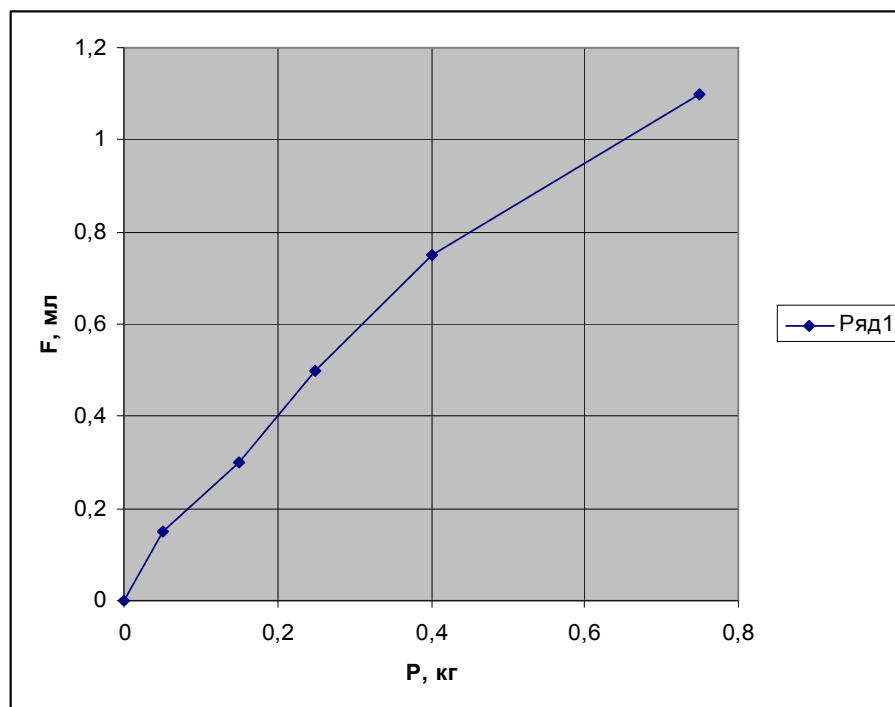


Рис. 4. Зависимость деформации сферического образца из силикона со стальным плоским образцом

Выводы

В результате экспериментальных измерений определены модули упругости образцов: силикон $9-15 \text{ кг/см}^2$, резина 60 кг/см^2 , органическое стекло 6000 кг/см^2 . Сближение полуцилиндра $R=27,5 \text{ мм}$ с высотой $H=42 \text{ мм}$ из резины с плоским образцом 1 из стекла 2 при нагрузке 15 кг равно 0,16 мм, а полуцилиндра из стекла с плоским образцом из резины равно 0,10 мм, которые совпадают с теоретическим значением по приведённым формулам при контакте резина - стекло и стекло - резина.

Измерения зависимости деформации от нагрузки при взаимодействии тел с криволинейной поверхностью с плоскими телами, позволяют проводить расчёты значение модуля упругости не только для образцов резины, силикона, органического стекла, но для керамики, гипса, дерева и других материалов.

Литература

1. Дрозд М.С., Матлин М.М., Сидякин Ю.Н. Инженерные расчёты упругопластичной контактной деформации. - М.: Машиностроение, 1986. - 224 с.
2. Боуден Ф.П., Тейбор Д. Трение и смазка твердых тел. - М.: Машиностроение, 1968. - 543 с.
3. Яковлев В.Ф. Об оценке интенсивности накопления усталостных повреждений и применимости теории Герца // Сб. Контактная прочность машиностроительных материалов. - М.: Наука, 1964. - С. 71-76.
4. Матлин Н.М., Казанкина Е.Н., Казанкин В.А. Расчет фактической площади в контакте единичной микроповерхности с гладкой поверхностью детали при близких твердостях их материалов. Трение и износ. - 2011. Т. 32. №2. - С. 192-198.
5. Тимошенко С.П. Сопротивление материалов. Т.2. - М.: Изд. Наука, 1965. - С. 281-284.
6. Пономарев С.Д., Бидерман В.П. и др. Расчёты на прочность в машиностроении Т.2. - М.: Машгиз, 1968. - 958 с.
7. Саргсян А.Е., Дворянчиков Н.В., Джингвеланшвили Г.А. Строительная механика. Основы теории с примерами расчетов. - М.: Изд. АСВ, 1998. - 320 с.
8. Котенева Н.В. Упругопластический контакт гладкой сферы с плоской поверхностью при динамическом нагружении. - Томск: Изв. Томского политехнического университета. 2005. Т.308. №2. - С. 114-117.
9. Заплетохин В.А. Конструирование деталей механических устройств. Спр. - Л.: Машиностроение, 1990. - 660 с.

Репков М.Ю.¹, Дронов В.С.²

МЕХАНИЗМЫ НАКОПЛЕНИЯ УСТАЛОСТНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ И РОСТ ТРЕЩИН В ВЫСОКОПРОЧНОЙ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ ПРИ ПЕРЕГРУЗКАХ

Аннотация

Получены данные о закономерностях накопления поврежденности при ступенчатых нагружениях высокопрочной мартенситной стали. Для данного структурного состояния выявлено два механизма накопления повреждений сопровождающихся разупрочнением при стационарном нагружении и упрочнением при испытаниях с перегрузкой. Исследована кинетика усталостных повреждений при различных режимах нагружения.

Ключевые слова: сталь, усталость, ступенчатые нагружения, поврежденность.

Репков М.У.¹, Dronov V.S.²

MECHANISM FOR THE ACCUMULATION OF FATIGUE DAMAGE AND CRACK GROWTH IN HIGH STRENGTH CARBON STEEL AT OVERLOAD.

Abstract

It's got the data on the regularity of damage accumulation under stepped loadings of high strength martensitic steel. For a given structural state identified two mechanisms of damage accumulation accompanied by a steady softening and hardening of the loading when tested with overload. It's analyzed the kinetics and mechanisms of fatigue damage under various loading conditions.

Keywords: steel, fatigue, stepped loading, damage.

В современном представлении закон линейного суммирования усталостных повреждений Пальмгрена-Майнера получил расширенную формулировку: накопленная поврежденность при сочетании разных амплитуд напряжений зависит не только от суммы относительных чисел циклов наработки, но и от величины амплитуд напряжений, последовательности чередования

амплитуд, и от свойств материалов [1]. Вследствие этого величина накопленной поврежденности может существенно отличаться от единицы, как это устанавливает закон линейного суммирования, учитывающий только относительную величину наработки.

При нагружении происходит изменение физико-механических свойств локальных зон, являющееся откликом структуры всех уровней на силовое воздействие. Этот отклик проявляется в виде релаксационных процессов различного типа и зависит от структурного состояния материала и параметров структуры.

Настоящее исследование проводится с целью получения данных о закономерностях накопления поврежденности при ступенчатом нагружении, кинетике роста трещин и долговечности в высокопрочной углеродистой стали в области многоциклового усталости.

Материал и методы эксперимента. Циклические испытания проводили на цилиндрических образцах с пятью V-образными надрезами одинаковой глубины (радиус в вершине надреза 0,1 мм) в условиях консольного изгиба с вращением [2] высокопрочной стали 30ХН2МФА, имеющей после закалки и отпуска $\sigma_B = 1610$ МПа, $\sigma_{0,2} = 1360$ МПа, $\delta_5 = 12,5\%$, $\psi = 37,5\%$, показатель степенного упрочнения диаграммы статического деформирования $m = 0,15$. Структура стали мартенсит отпуска.

Образцы испытывали с постоянной амплитудой напряжений (базовая кривая усталости) и двухступенчатыми нагружениями с амплитудами и числом циклов $(\sigma_1, n_1) + (\sigma_2, n_2)$, где σ_1 – напряжение перегрузки равное $1,5\sigma_2$, σ_2 – базовая (основная) амплитуда; n_1 – число циклов перегрузки принимали 5% от числа циклов до базовой кривой $n_1 \approx 0,05 N_{f1}$; n_2 – число циклов до разрушения при амплитуде σ_2 . Накопленную поврежденность вычисляли по формуле $D_{\Pi} = \sum(n_i/N_i)$ по данным разрушения образца по первому, наиболее нагруженному надрезу.

После разрушения образца по наиболее нагруженному сечению остальную его рабочую часть разрезали электроискровым методом в продольном направлении по диагональной плоскости, заливали эпоксидной смолой и подготавливали шлиф для металлографических исследований. На оптическом микроскопе Zeiss D1m наблюдали зародившиеся в вершинах надрезов усталостные трещины, измеряли длины трещин, изучали развитие их в структурных составляющих и измеряли микротвердость в окрестности трещин.

По данным измерения длин малых трещин, в оставшихся неразрушенными сечениях с надрезами, строили зависимости изменения длин трещин в зависимости от величин напряжений в сечениях для каждого образца и соответствующей схемы нагружения. Кинетику трещин исследовали по зависимостям их роста от числа циклов для схем нагружения с постоянной амплитудой напряжений и с перегрузкой. В однотипных испытаниях амплитуды напряжений в разных надрезах с отклонениями от 10 до 30 МПа усредняли.

Расчет значений коэффициентов интенсивности напряжений выполняли по выражению [3]:

$$K_I = \frac{M}{b^{5/2}} Y \quad \text{или} \quad K_I = 0,098175 \sigma_{\text{бр}} \sqrt{b} Y \quad (1)$$

где M – изгибающий момент; b – диаметр образца брутто; Y – поправочная функция, зависящая от относительных размеров надреза $\eta_K = D_K/b$ и глубины трещины $\eta = D/b$.

Результаты исследований.

Влияние ступенчатого нагружения на ограниченную долговечность стали 30ХН2МФА структуры мартенсит отпуска неоднозначно. При испытании с перегрузкой наблюдается как снижение долговечности (рис. 1), когда соотношение суммарной долговечности ступенчатого нагружения к долговечности при постоянной амплитуде нагружения $N/N_f < 1$ (образцы 7, 8), так и увеличение – $N/N_f > 1$ (образцы 3, 9). В испытаниях с недогрузкой на первой ступени (образцы 4, 5) наблюдается незначительный прирост соотношения N/N_f .

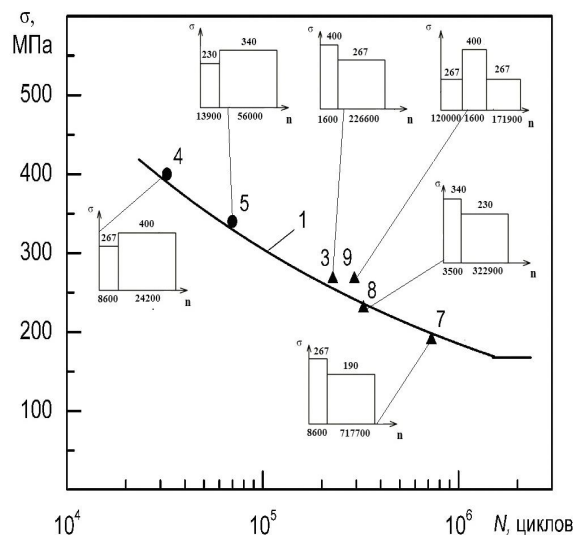


Рис. 1 – Результаты усталостных испытаний: 1 – базовая кривая усталости при постоянной амплитуде напряжения; ▲ – испытания с перегрузкой; ● – испытания с недогрузкой; цифры у точек – номера образцов

На фоне данных о долговечности и накопленной поврежденности представляет интерес зависимости роста трещин от напряжений в надрезах (рис. 2) для образцов испытанных по приведенным выше схемам нагружения.

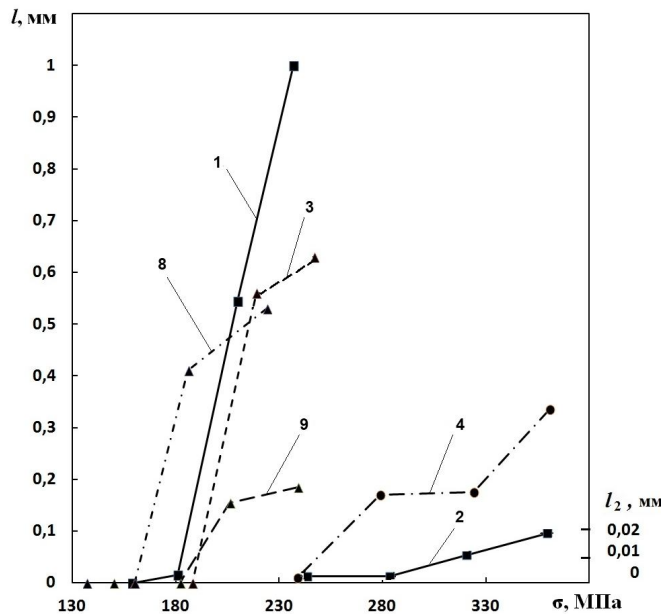


Рис. 2 – Размеры трещин от напряжений в надрезах по схемам нагружения (в первом надрезе): с постоянной амплитудой 1 – 267 МПа, 2 – 400 МПа; образцы с перегрузкой 3, 8, 9; с недогрузкой 4.

Осмотр полей всех надрезов образцов при увеличении от $\times 100$ до $\times 500$ показал наличие трещин в основном во втором и третьем надрезах, в четвертом надрезе трещины были обнаружены при стационарном нагружении (см. рис. 2, образец 1) и испытании с недогрузкой (см. рис. 2, образец 4). Результаты осмотра представлены на графике для каждого образца четырьмя точками, соответствующими по оси абсцисс величинам нетто напряжений в неразрушенных надрезах. По оси ординат точкой указана, усредненная из двух значений в верхней и нижней части надреза, длина трещины, соответствующая напряжению в данном надрезе образца.

Для стационарных нагружений (кривые 1 и 2, см. рис. 2) зависимость длин трещин от напряжений имеет линейный характер, что тождественно упруголинейному деформируемому объему с однородными свойствами. В испытаниях с перегрузками (кривые 3, 8 и 9, см. рис. 3) выявлено три особенности: во-первых, на участках от второго до третьего надреза меняется угол наклона зависимости, что связано со снижением скорости роста трещин (число циклов нагружения для каждого образца постоянная величина); во-вторых, на участках от третьего до четвертого надреза угол наклона зависимости остается таким же, как и для

стационарного нагружения кроме образца 9; в третьих, для образцов 3 и 9 напряжения σ_1 и σ_2 одинаковые, но перегрузка для образца 9 осуществлена примерно в середине испытания (см. табл. 1), в связи с чем размеры трещин во втором и третьем надрезах меньше в 3,4 и 3,8 раза соответственно.

Образцы, испытанные с недогрузкой, качественно отличаются от предыдущих испытаний. В образце 4 (см. рис. 3) размер трещин на участке 3, 4 одинаковый, но прирост трещин больше по сравнению с образцом 2, у которых базовое напряжение одинаковое $\sigma_2 = 400$ МПа.

Для оценки процессов разупрочнения и упрочнения в окрестности растущей усталостной трещины использовали метод микротвердости. Замеры микротвердости выполняли на шлифах (см. рис. 3) в надрезах 2 - 5 поперек берегов трещины слева и справа, а результаты усредняли, также измеряли микротвердость перед вершиной трещины. Результаты измерений представляли в виде зависимостей изменения микротвердости от расстояний до берега и вершины трещины, что позволило кроме того оценить размер макрзоны пластической деформации.

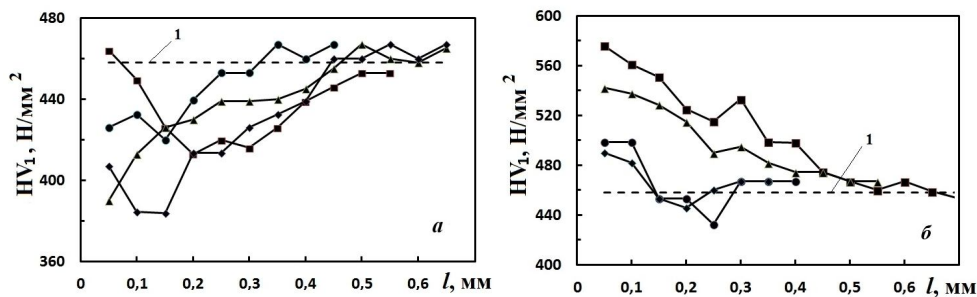


Рис. 3 – Макрозоны разупрочнения (а) и упрочнения (б) по изменению микротвердости относительно значения – 1, замеренные нормально берегам трещины на расстояниях от надреза: а – ■ – 0,2 мм, ▲ – 0,6 мм, ◆ – 0,8 мм, ● – у вершины надреза до образования трещины; (σ = 240 МПа); б – : ■ – 0,2 мм, ▲ – 0,6 мм, (σ = 360+240 МПа); ● – 0,1 мм ◆ – 0,4 мм; (σ = 306+207 МПа)

По данным измерения длин трещин в неразрушенных надрезах (рис. 2) строили зависимости роста трещин от числа циклов для усредненных напряжений в надрезах всего диапазона усталостных испытаний, как при постоянной амплитуде напряжений, так и с перегрузками.

Кривые роста трещин удовлетворительно описываются степенными и экспоненциальными зависимостями. Методом аналитического дифференцирования вычисляли скорости роста трещин dl/dN . По экспериментальным значениям длин трещин и соответствующим брутто напряжениям вычисляли коэффициенты интенсивности напряжений K_I кинетической диаграммы усталостного разрушения.

На рис. 4 представлены кинетические диаграммы усталостного разрушения (КДУР) для малых трещин в двух видах испытаний: с постоянной амплитудой напряжений (кривая 1) и с перегрузкой (кривая 2).

На графиках отражены зависимости для малой и средних скорости роста трещин. В припороговой области значения примерно составляют: в испытаниях с постоянной амплитудой 4 МПа \sqrt{m} ; в испытаниях с перегрузкой $\approx 4,8$ МПа \sqrt{m} . Средние

участки КДУР аппроксимировали зависимостями Пэриса $dl/dN = C \cdot \Delta K^n$, для которых значения числовых коэффициентов были получены в испытаниях с постоянной амплитудой $n_1 = 3,95$; $C_1 = 7 \cdot 10^{-12}$; коэффициент корреляции $R_1 = 0,8537$, для испытаний с перегрузкой эти значения составили $n_2 = 4,23$; $C_2 = 3 \cdot 10^{-12}$; $R_2 = 0,7276$.

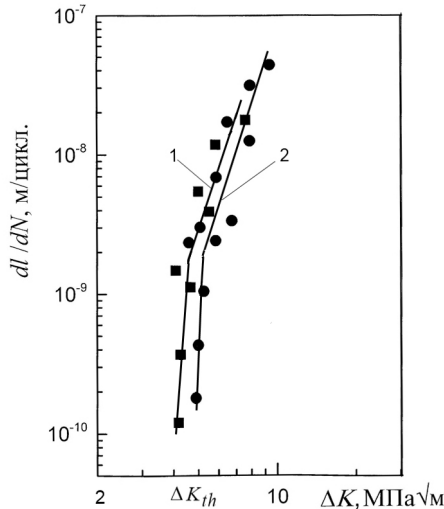


Рис. 4 – Кинетические диаграммы усталостного разрушения: 1 – испытания с постоянной амплитудой напряжения; 2 – двухступенчатые нагружения с перегрузкой

Кривые КДУР для двух приведенных видов испытаний близки по расположению и вычисленным параметрам, при этом однократная перегрузка увеличивает сопротивление росту трещин, что соответствует данным по долговечности, накопленной поврежденности и размерам трещин в надрезах.

Обсуждение результатов. Проведенные исследования стали 30ХН2МФА в структурном состоянии мартенсит отпуска в условиях циклических нагружений подтвердили предположение о том, что подобные структуры склонны к разупрочнению [4], отмеченному по снижению микротвердости по сравнению с исходным значением. Макрозона с пониженной микротвердостью образуется у надрезов и трещин во всем диапазоне испытаний с постоянными амплитудами напряжений выше предела усталости. Размер такой разупрочненной макрозоны зависит от уровня напряжений и длины трещины.

При двухступенчатых нагружениях с перегрузкой 1,5 на первой ступени уровень амплитудных напряжений достаточно велик, а мартенсит отпуска имеет способность к пластической деформации в ограниченном диапазоне ($\sigma_B / \sigma_T = 1,18$, коэффициент степенного упрочнения $m = 0,15$), что обуславливает возможность деформационного упрочнения при циклических напряжениях. Уровень амплитудных напряжений, соответствующий условию макротекучести у вершины надреза, примерно определяется

условием $\sigma \alpha \sigma = \sigma_{0,2}$ [2]. Величина амплитуды, получаемая из данного условия, составляет $\sigma = 234$ МПа. Это означает,

что при циклических испытаниях с перегрузкой $\sigma_1 > 234$ МПа должна появляться упрочненная макрозона, размеры которой были определены по увеличению микротвердости.

Как было показано [2] упрочненная зона образуется ранее появления трещины. Зарождение трещины и последующий рост малой трещины происходит в упрочненной зоне до момента прорастания ее через эту зону. В связи с этим, наибольшее различие в развитии трещин при испытаниях с постоянной амплитудой напряжений и испытаниях с перегрузкой наблюдается на стадиях роста малых трещин. На фоне образования этих зон механизмы зарождения и роста трещин будут отличаться, что отражается так же на КДУР, которые для высоких скоростей трещин имеют тенденцию к сближению, а в припороговой области наоборот разница больше.

Выводы. Проведенные исследования показали, что усталостное повреждение и разрушение высокопрочной стали 30ХН2МФА структуры отпускаемого мартенсита при перегрузках сопровождается образованием пластической зоны способной к упрочнению у вершины надреза в соответствии с имеющейся характеристикой степенного упрочнения. Образование зоны упрочнения зависит от остроты надреза, а следовательно от значения теоретического коэффициента концентрации напряжений, который определяет уровень амплитудных напряжений на кривой усталости, выше которых возможно образование зоны упрочнения. Ниже этого уровня и в испытаниях при стационарных режимах работает механизм разупрочнения. В результате при перегрузках накопленная относительная поврежденность и долговечность выше, чем при стационарных нагружениях.

Литература

1. Ресурс машин и конструкций / В. В. Болотин. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.
2. Дронов В.С., Ботвина Л.Р., Блинов В.М. и др. Кинетика малых усталостных трещин в широком диапазоне циклов нагружения // Металлы. 2006. № 5. С. 112–122.
3. Механика разрушения и прочность металлов: Справ. пособие: В 4 т. Под общей ред. В.В. Панасюка. Т 4. Усталость и циклическая трещиностойкость конструкционных материалов. Киев: Наук. думка, 1990. 679 с.
4. Шабалин В.И. Влияние термической обработки на деформационное упрочнение и выносливость стали: Тез. докл. VI совещания по усталости (Москва, ИМЕТ АН СССР 19 – 22 июня 1972 г.) М.: 1972. С. 15 -17.

МОДУЛЬНЫЙ ПРИНЦИП ОБУЧЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ (ИНС) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЖЕСТКИХ МОДУЛЕЙ

Аннотация

В статье рассматривается эффективность и актуальность модульного принципа обучения искусственных нейронных сетей, в том числе – идея использования нежестких модулей ИНС для повышения качества и гибкости обучения.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети, модульный принцип.

Rykov V.P.

Postgraduate student, Tambov State University named after G.R. Derzhavin

THE MODULAR PRINCIPLE OF TRAINING OF THE ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS (ANN) WITH USE OF NONRIGID MODULES

Abstract

The article reviews the effectiveness and relevance of the modular principle training of artificial neural networks, including - the idea of use nonrigid modules ANN to improve the quality and flexibility training.

Keywords: artificial neural networks, modular principle.

Искусственные нейронные сети сегодня – это мощный инструмент моделирования, который отлично зарекомендовал себя в научных исследованиях и практических приложениях. Однако их использование на практике предполагает некоторые неудобства, одним из которых является необходимость значительных временных затрат, направленных на обучение сети [1]. Это связано с необходимостью, во всех случаях, обучения всей нейронной сети полностью, в то время как в реальном объекте – мозге – при поступлении какой либо новой информации не происходит переобучения всей системы целиком, обучаются лишь отдельные блоки нейронной сети [2]. Таким образом, решением проблемы может стать использование идей и методов модульного принципа обучения.

Модульный принцип обучения представляет собой поиск решения не во всем пространстве весовых коэффициентов (например, размерности n), а лишь в некоторой его части (в пространстве $n-k$, k – число неизменяемых весовых коэффициентов).

Рассмотрим модульный принцип более подробно. Пусть P – количество итераций, необходимое для обучения всей нейронной сети. Пусть ИНС состоит из M модулей, тогда количество итераций, необходимых для обучения нейронной сети с использованием модульного принципа:

$$p = \sum_{i=1}^N p_i, \quad (1)$$

$$N = M - k, \quad (2)$$

где N – число обучаемых модулей; k – число необучаемых (зафиксированных) модулей; p_i – количество итераций, необходимых для обучения i -го модуля ИНС.

$$p_i = A * n_w, \quad (3)$$

где A – обозначает алгоритм подбора коэффициентов; n_w – число весов в обучаемом модуле.

Таким образом, в случае, когда мы имеем уже отлаженный блок нейронной сети, мы можем не переобучать его, а произвести поиск только лишь не настроенных коэффициентов, что аналогично работе мозга – при поступлении новых данных переобучения всей системы не происходит. Поэтому, количество итераций, необходимое на обучение ИНС полностью будет значительно больше, чем количество итерации при использовании модульного принципа:

$$P > p, \quad (4)$$

Однако, как поступить в том случае, когда ИНС абсолютно не обучена, т.е. в сети еще нет отлаженных блоков? Можно ли использовать модульный принцип обучения искусственных нейронных сетей для настройки весовых коэффициентов «с нуля»?

Для получения эффекта, выражающегося в экономии времени, повышения качества результата и гибкости при обучении ИНС, от применения модульного принципа структуру сети следует корректно декомпозировать на модули [3]. Кроме того, возможно использование так называемых *нежестких модулей*. Под нежестким модулем нейронной сети будем понимать такой модуль, у которого, при каждой попытке обучения, количество обучаемых нейронов и связей будет варьироваться. Что подразумевается под попыткой обучения модуля? Модульный принцип обучения нейронных сетей может быть неэффективным в том случае, когда обучение каждого из модулей осуществляется «до конца». Обучать каждый из модулей необходимо постепенно и поочередно, а в случае использования нежестких модулей – еще и варьируя конфигурацию модуля. Т.е. каждый из модулей ИНС будет обучаться постепенно несколько раз до тех пор, пока ошибка сети не будет равна требуемой. Идея, таким образом, заключается в постепенном подборе весовых коэффициентов для каждого из модулей сети [4].



Рис. 1. Модель модульного принципа обучения

В случае же использования нежестких модулей, к предложенной выше схеме добавится еще одно звено:

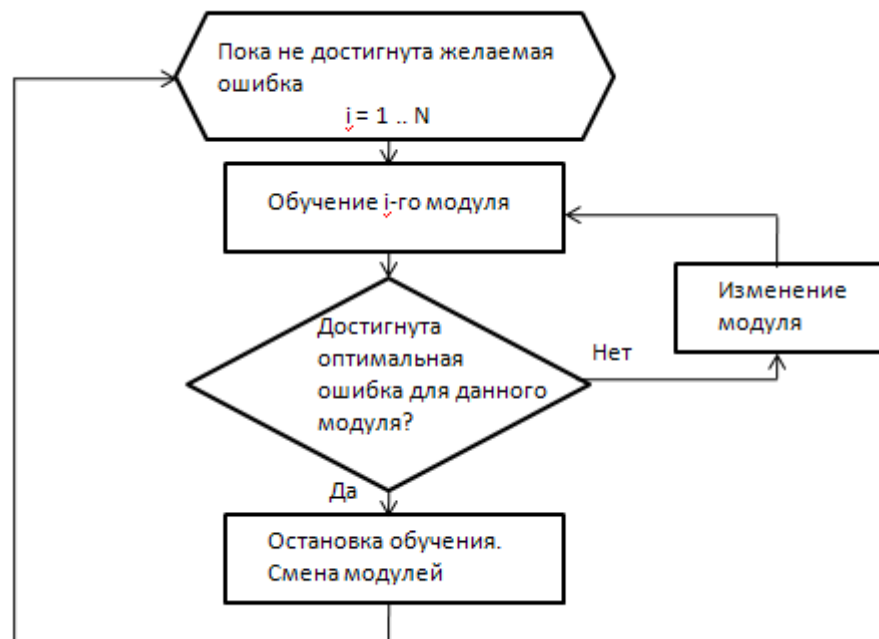


Рис. 2. Модель модульного принципа обучения с использованием нежестких модулей

Таким образом, использование нежестких модулей позволяет варьировать, для каждого модуля, не только алгоритм и параметры обучения, но и количество нейронов, межнейронных связей, типы активационных функций и т.д. Данное обстоятельство обеспечивает не только значительно более гибкие возможности для обучения искусственных нейронных сетей, но и позволяет глубже понять характер моделируемого сетью объекта и предоставляет больший контроль за обучением.

Безусловно, идея использования нежестких модулей для эффективного применения модульного принципа обучения искусственных нейронных сетей представляется перспективной, поэтому будет развиваться и рассматриваться глубже.

Открытым остается вопрос: любую ли ИНС можно эффективно обучать с использованием модульного принципа обучения? Если рассматривать эффективность с точки зрения контроля за обучением, гибкости и качества обучения сети, то, исходя и вышесказанного, а также из предыдущих работ, посвященных модульному принципу, можно дать утвердительный ответ. Однако если рассматривать эффективность с точки зрения экономии временных ресурсов, то, в данном случае, ответ не столь очевиден, поэтому поставленный выше вопрос о количестве искусственных нейронов и связей в структуре ИНС для эффективности использования модульного принципа обучения с точки зрения экономии временных ресурсов, требует дальнейшего исследования.

Литература

1. Арзамасцев А.А., Рыков В.П. Модель искусственной нейронной сети (ИНС) с реализацией модульного принципа обучения // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Тамбов, 2012. Т. 17. Вып. 4. С. 1219-1224.
2. Арзамасцев А.А., Зенкова Н.А. Искусственный интеллект и распознавание образов: учеб. пособие. Тамбов, 2010.
3. Рыков В.П. О вариантах декомпозиции искусственных нейронных сетей для дальнейшего обучения с использованием модульного принципа // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Тамбов, 2013. Т. 18. Вып. 4. С. 1421-1422.

Садиков Д.Г.

Инженер 2 категории ОАО «Гипрогазцентр», Аспирант, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ ЧАСТОТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДНОГО ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩЕГО АГРЕГАТА

Аннотация

В статье рассмотрены проблемы энергосбережения при эксплуатации электроприводных газоперекачивающих агрегатов (ЭГПА). Для экономии электроэнергии в этой области применяются высоковольтные преобразователи частоты в совокупности с высокоскоростными асинхронными двигателями. Предлагаются варианты разработки эффективных алгоритмов управления ЭГПА по выбранным критериям.

Ключевые слова: энергосбережение, электропривод, автоматизация, алгоритм управления.

Sadikov D.G.

Engineer 2 category, JSC "Giprogazcentre", Postgraduate student, Nizhny Novgorod State Technical University
n.a. R.E. Alekseev

DEVELOPMENT OF ALGORITHMS OF CONTROL FREQUENCY CONVERTERS ELECTRICALLY DRIVEN GAS-PUMPING UNIT

Abstract

The article considers the problems of energy saving in the operation of electrically driven gas pumping unit. Energy savings in this area are used high-voltage frequency converters in conjunction with the high-speed asynchronous motors. Suggest the variants of development of effective algorithms to control electrically driven gas pumping unit on selected criterions.

Keywords: energy saving, electric drive, automation, control algorithm.

В настоящее время все большую остроту принимает проблема энергосбережения, обусловленная не только ростом потребления электроэнергии в промышленности, но и ограниченностью запасов природных ресурсов. Одним из направлений решения указанной выше проблемы в области энергетики является использование перспективных схем полупроводниковых преобразователей электроэнергии и применение эффективных алгоритмов для их управления.

Сегодня во всех развитых странах свыше 60% вырабатываемой электроэнергии проходит через полупроводниковые преобразователи. В России этот показатель составляет менее 30%. Рост этого значения до мирового уровня позволит экономить до 15-20% от всей вырабатываемой в стране электроэнергии. Поэтому уровень развития силовой электроники и преобразовательной техники оказывает значительное влияние на энергетику в целом.

В данной работе рассматривается применение полупроводниковых преобразователей в электроприводах, обслуживающих газотранспортную систему.

Развитие полупроводниковой техники привело к достижению качественно нового уровня в области преобразования электрической энергии. В настоящее время для достижения оптимальных характеристик электроприводных газоперекачивающих агрегатов (ЭГПА) в любых режимах работы системы появилась возможность применять преобразователи частоты (ПЧ) в совокупности с высокоскоростными асинхронными двигателями (АД) в сочетании с активным магнитным подвесом ротора АД. Магнитный подвес позволяет отказаться от потребления смазки, увеличить пожаробезопасность и снизить энергопотребление агрегатов.

При использовании высокоскоростных АД встает вопрос об исключении из стандартной системы электродвигатель-редуктор-нагнетатель промежуточного звена, которым в данном случае является редуктор. Одним из вариантов решения этого вопроса является соединение на одном валу ротора двигателя и одной или нескольких ступеней нагнетателя. Это позволит повысить КПД ЭГПА, а также увеличить диапазон регулирования. Стоит также отметить, что соединение в едином моноблоке электродвигателя и нагнетателя дает выигрыш по массогабаритным показателям системы и снижает эксплуатационные расходы.

Таким образом, преимущества от применения частотно-регулируемого привода в ЭГПА заключаются в следующем:

- экономия электроэнергии;
- высокий КПД;
- низкие эксплуатационные расходы;
- высокие массогабаритные показатели;
- автоматическое поддержание заданного давления в напорном трубопроводе;
- плавный пуск и остановка насосного агрегата с исключением гидроударов в системе и ударных механических нагрузок на механизм;
- увеличение срока службы механического и электрического оборудования;
- надежная защита электродвигателя в аварийных режимах (короткое замыкание, перегруз и т.д.);
- снижение потребления реактивной мощности;
- меньшее влияние на окружающую среду, по сравнению с газотурбинными ГПА.

Использование преобразователей частоты открывает широкие возможности для разработки и внедрения различных алгоритмов управления ЭГПА. Цифровые системы автоматического управления (САУ) позволяют реализовывать различные алгоритмы управления, контроля и диагностики ПЧ и ЭГПА в целом. Кроме того они более надежны и гибкие по сравнению с аналоговыми системами управления. Поэтому в дальнейшем речь пойдет именно о цифровых САУ ЭГПА.

Обобщенная схема преобразователя частоты АД с системой управления представлена на рисунке 1.

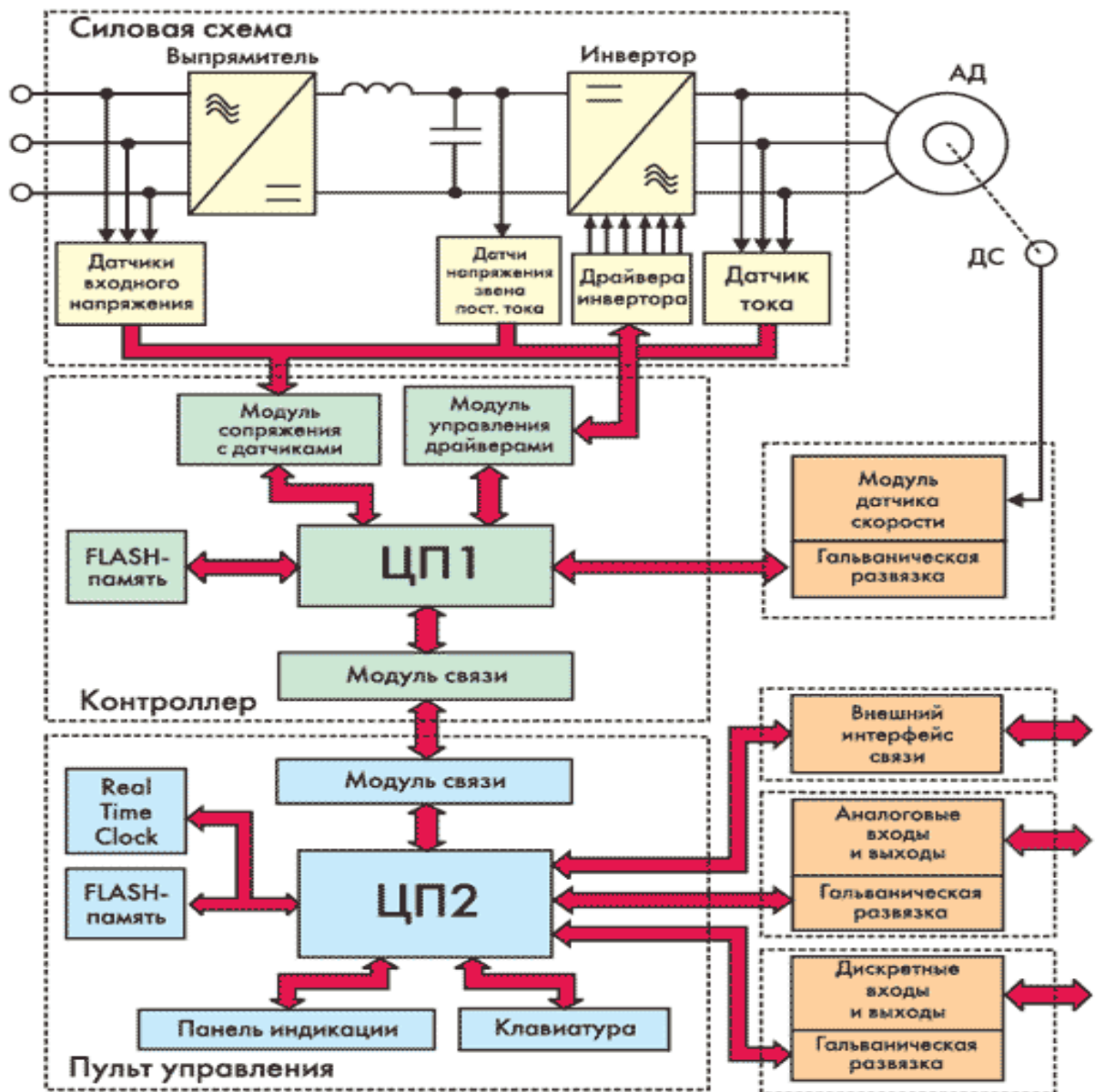


Рисунок 1 Структурная схема частотно-регулируемого электропривода на базе АД

Алгоритмы управления

Современные преобразователи частоты обеспечивают формирование и регулирование основной гармоники выходного напряжения методами импульсной модуляции. Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) по синусоидальному закону получила наибольшее распространение на практике, несмотря на низкое использование напряжения источника питания.

Существуют два подхода к решению данной задачи: модифицирование алгоритмов синусоидальной центрированной ШИМ путем введения третьей гармоники синусоидального сигнала, пилообразного сигнала и т.д. и переход к широтно-импульсной модуляции базовых векторов или векторной ШИМ (ВШИМ). Модификации синусоидальной центрированной ШИМ имеют существенный недостаток – ухудшение гармонического состава выходного напряжения ПЧ. Более перспективным средством достижения поставленной цели является векторная ШИМ, которая позволяет увеличить выходное напряжение преобразователя частоты при снижении коммутационных потерь в силовых ключах инвертора на 1/3.

Оптимальное управление асинхронным электродвигателем связано с изменением амплитуды, фазы и частоты векторов тока и потокосцепления для получения максимального динамического момента. Оптимальное взаимное расположение векторов тока и потокосцепления достигается в системе векторного управления асинхронным электродвигателем.

По аналогии с приводом постоянного тока с двухзонным регулированием в системе векторного управления имеются два

входных воздействия: канал управления скоростью ω_3 потокосцеплением ротора ψ_2 .

В каждом канале имеется ПИ-регулятор скорости РС и потока РП. Два регулятора тока РТ1 и РТ2 осуществляют регулирование ортогональных составляющих тока статора I_{1x} и I_{1y} . В системе векторного управления возможно взаимное влияние каналов управления. Компенсация этого влияния, развязка каналов осуществляются в блоке коррекции.

Структурная схема системы векторного управления приведена на рисунке 2.

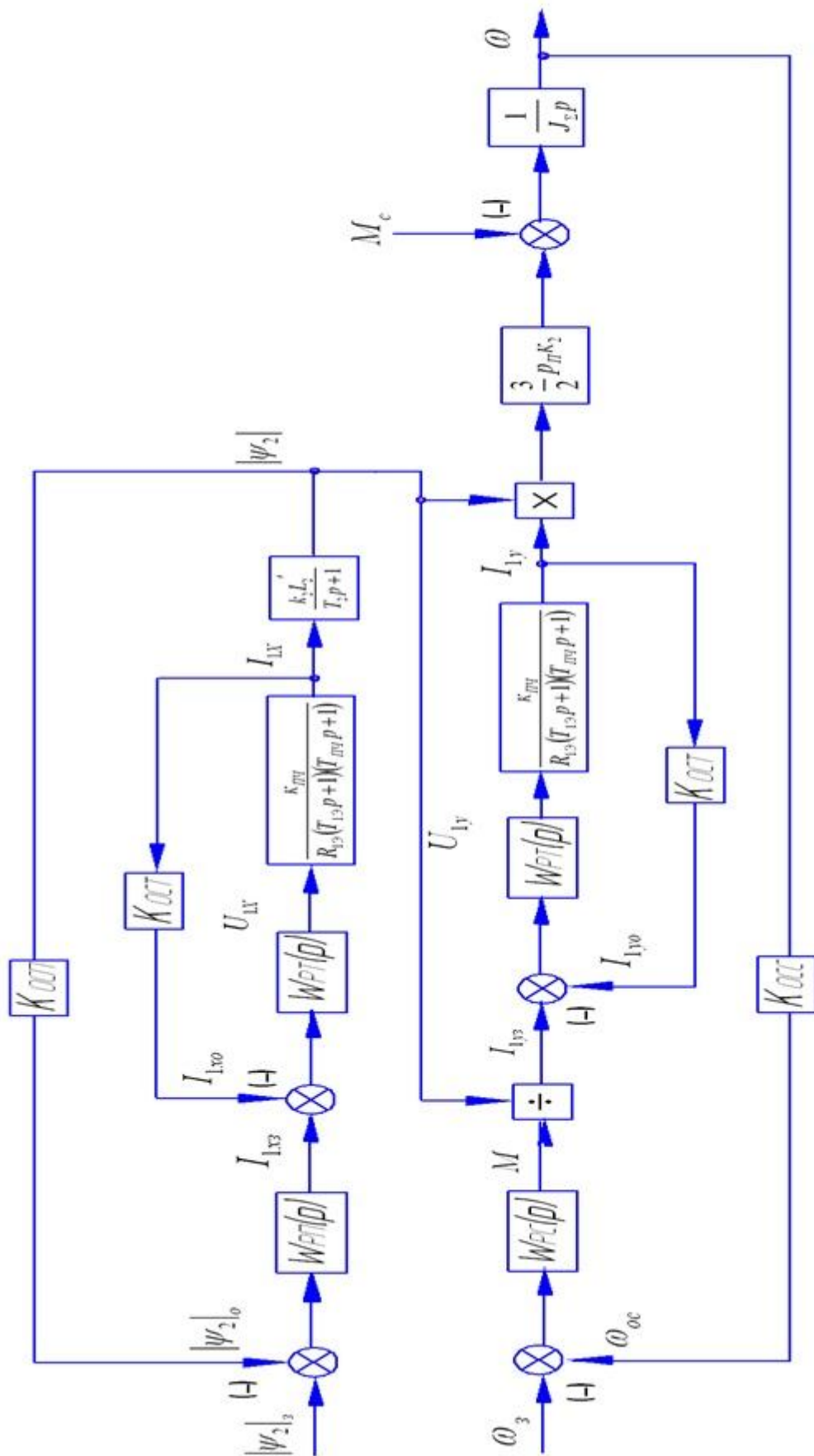


Рисунок 2 – Структурная схема системы векторного управления

Здесь преобразователь частоты представлен передаточной функцией

$$W_{ПЧ}(p) = \frac{K_{ПЧ}}{T_{ПЧ}p + 1} = \frac{K_{ПЧ}}{T_{\mu 1}p + 1},$$

где $K_{ПЧ}$ - коэффициент передачи преобразователя частоты; $T_{ПЧ}$ - постоянная времени преобразователя частоты, которая принимается за малую постоянную времени $T_{\mu 1}$ объекта управления.

$$T_{1\Omega} = \frac{T_1 \cdot R_1}{R_1 + \left(\frac{L_0}{L_2}\right)^2 \cdot R_2'} \quad R_{1\Omega} = R_1 + \left(\frac{L_0}{L_2}\right)^2 \cdot R_2'$$

$k_{осс}$ и $k_{осп}$ - коэффициенты передачи обратной связи по току, скорости и потокосцеплению соответственно; $k_{осм}$ - параметры электродвигателя как объекта управления;

$$k_2 = \frac{L_0}{L_2'}$$

Контуры тока настраиваются на технический оптимум. Регуляторы тока в обоих каналах управления рассчитываются по формуле

$$W_{pm}(p) = \frac{R_{1\Omega}(T_{1\Omega}p + 1)}{2T_{\mu 1}pK_{ПЧ}K_{ОСТ}}$$

Контур регулирования потока также настраивается на технический оптимум, при этом передаточная функция регулятора потока

$$W_{pn}(p) = \frac{(T_2p + 1)K_{ОСТ}}{4T_{\mu 1}pk_2L_2'K_{ОСП}}$$

Таким образом, подбирая необходимые передаточные функции регуляторов потокосцепления, тока и скорости (при наличии), а также реализации в соответствии с ними векторного управления инвертором ПЧ достигаются оптимальные характеристики ЭГПА с точки зрения энергосбережения, влияния на питающую сеть, выходных характеристик в любом заданном режиме работы.

Система векторного управления отличаются большой сложностью. На практике применяют упрощенные варианты этой системы.

Установка датчиков магнитного потока в воздушном зазоре асинхронного электродвигателя в системах прямого управления векторами его потокосцеплений требует дополнительных изменений в конструктивных решениях серийно выпускаемых двигателей и сопровождается снижением надежности электропривода. Поэтому в современных и наиболее совершенных частотно-регулируемых электроприводах, в которых системы программного управления реализованы на основе микропроцессорной техники, информацию о векторах потокосцеплений электрической машины получают косвенным путем на основе ее математических моделей. При этом базовыми являются структуры управления с косвенной ориентацией по вектору потокосцепления ротора и модульным принципом построения систем управления. Последнее создает возможность комбинаций различных структур управления моментом и скоростью АД, включающих как прямое (с помощью тахогенератора или импульсного датчика), так и косвенное (по модели) определение реальной скорости двигателя. Выбор структур управления определяется технологическими требованиями к электроприводу и его эксплуатационными особенностями.

Дальнейшее повышение качества выходного напряжения возможно при увеличении числа уровней путем построения многоуровневых схем автономных инверторов напряжения (АИН). Такие схемы более сложные, чем двухуровневые, и поэтому их применение оправдано при больших мощностях (более 1 МВт). Алгоритм управления при этом значительно усложняется. Данное схемное решение позволяет приблизить форму выходного тока инвертора к синусоиде, что положительно сказывается на работе электродвигателя ЭГПА в целом т.е. исчезают такие негативные моменты как пульсации момента на валу двигателя и повышенный нагрев статорных обмоток токами высших гармоник. Это особенно важно при питании от ПЧ стандартных общепромышленных электродвигателей, конструкция которых не рассчитана на питание импульсным напряжением и током.

Использование 3-х, 4-х и более уровней ШИМ в совокупности с векторным управлением инвертором позволяет, в конечном итоге, отказаться от использования дорогостоящих выходных фильтров двигателя.

Большое значение имеет выбор критериев оценки алгоритмов управления непосредственным преобразователем частоты в составе ЭГПА. На базе этих критериев производится исследование оптимизационной задачи и проведение оптимизации функции управления по выбранному критерию.

Так как мощность ЭГПА, как правило, составляет единицы и десятки мегаватт, большое значение для питающей энергосистемы и приводного электродвигателя играет гармонический состав тока и напряжения на входе и выходе ПЧ. Поэтому важной задачей является оптимизировать алгоритм управления преобразователем частоты таким образом, чтобы гармонический состав напряжений и токов на входе и выходе преобразователя оставался оптимальным во всех режимах работы агрегата.

Ещё одним фактором, влияющим на эффективность использования ПЧ ЭГПА, является рациональное использование частотного регулирования не только в качестве элемента системы управления конкретного агрегата, а как составную часть комплексных системных решений с подключением широкого набора средств автоматизации технологического процесса в целом по компрессорному цеху и компрессорной станции. Такие решения позволяют получить дополнительный эффект, который очевидно окажется больше простой экономии электрической энергии.

Обеспечение электромагнитной совместимости (ЭМС) ПЧ

При оценке эффективности применения ПЧ в составе ЭГПА одним из важных критериев является возможность его сопряжения со стандартными высоковольтными синхронными двигателями, так как инвертор, являясь источником высших гармоник, оказывает влияние как на потери в двигателе и его допустимую нагрузку, так и на изоляцию статора. Это обстоятельство является особенно важным, и его нужно учитывать при выборе типа ПЧ для стандартных высоковольтных синхронных двигателей, имеющих ограниченные запасы изоляционной прочности.

Генерация в питающую сеть высших гармоник тока и напряжения и возникающие при этом отклонения параметров качества электроэнергии от значений, регламентируемых ГОСТ 13109-97, также может ограничить применение ПЧ.

Применение модуляционных методов управления силовыми электронными ключами и многоуровневых схем инверторов позволяет эффективно решить задачу ЭМС высоковольтного ПЧ с синхронным двигателем. Ряд фирм-производителей для улучшения формы выходного напряжения устанавливает на выходе ПЧ емкостные или индуктивно-емкостные (синусоидальные) фильтры, что повышает стоимость преобразователя. Без выходных фильтров ЭМС обеспечивается в многоуровневых схемах.

ЭМС высоковольтных ПЧ с питающей сетью электроснабжения обеспечивается либо традиционными способами — такими как увеличение эквивалентной фазности (пульсности) сетевого выпрямителя, либо искусственным повышением мощности короткого замыкания в точке присоединения ПЧ. В большинстве случаев применяются 12- или 18-пульсные сетевые выпрямители на диодах или SCR-тиристорах, что позволяет ограничить в спектре высших гармоник 5-ю и 7-ю либо также 11-ю и 13-ю гармоники. Применение 24-пульсных схем выпрямления практически полностью решает проблему ЭМС ПЧ с питающей сетью. Однако этот способ требует дополнительных капитальных затрат из-за сложности изготовления многообмоточного согласующего трансформатора и очень большого числа силовых полупроводниковых элементов в выпрямительном силовом каскаде ПЧ.

Наиболее эффективным способом обеспечения ЭМС ПЧ с питающей сетью, применяющимся как правило, при сопряжении высоковольтных ПЧ со «слабыми» сетями электроснабжения, в которых соотношение

$$S_{\text{кз_сети}}/S_{\text{ПЧ}} < (30...35)$$

Потребление таким выпрямителем из сети практически активного тока квазисинусоидальной формы с низким содержанием высших гармоник полностью решает задачу обеспечения требуемого значения коэффициента несинусоидальности формы напряжения, нормируемого стандартом на качество электроэнергии ГОСТ 13109-97.

Стоит отметить, что наиболее удачной топологией ПЧ с точки зрения обеспечения ЭМС с питающей сетью является схема многоуровневого АИН.

Важной задачей с точки зрения обеспечения ЭМС ПЧ является оптимизация алгоритма управления ПЧ таким образом, чтобы гармонический состав напряжений и токов на входе и выходе преобразователя оставался оптимальным во всех режимах работы агрегата.

В заключении можно сказать, что применение частотно-регулируемых ЭГПА на базе АД и разработка эффективных алгоритмов управления позволяют значительно повысить энергоэффективность газотранспортной системы.

Литература

1. Зиновьев Г.С. Баховцев И.А. О синтезе алгоритмов управления для АИН с ШИМ. Тиристорные преобразователи // Новосибирск, НЭТИ, 1985г. стр.23-34.
2. Изосимов Д.Б. Рыбкин С.Е. Широтно-импульсная модуляция напряжения трехфазных автономных инверторов напряжения // Электричество №6, 1997г.
3. Колпаков А., Карташев Е. Алгоритмы управления многоуровневыми преобразователями // Силовая электроника, №2, 2009, с. 57-65.
4. Иванов А.Г., Белов Г.А., Сергеев А.Г. Системы управления полупроводниковыми преобразователями // Чебоксары, издательство Чувашского университета, 2010

Чернигова И.Ю.¹, Калинина В.В.²

¹Студент, Иркутский Государственный Лингвистический Университет; ²Кандидат филологических наук, доцент, Иркутский Государственный Лингвистический Университет

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: СОВРЕМЕННЫЕ УГРОЗЫ ГРАЖДАНСКОМУ ОБЩЕСТВУ

Аннотация

Статья посвящена проблеме безопасности в сети Интернет и содержит в себе конкретные примеры из этой области. Кроме того, описана роль государства и его структур, а также несовершенство правовой системы по выбранной тематике.

Ключевые слова: безопасность в интернете, приватность, вирус, атака.

Chernigova I.Y.¹, Kalinina V.V.²

¹Student, Irkutsk State Linguistic University; ²PhD in philology, Associate Professor, Irkutsk State Linguistic University

INFORMATION SECURITY: MODERN THREATS TO CIVIL SOCIETY

Abstract

The article is dedicated to the issue of privacy and Internet security and provides a broad range of examples in this sphere. The role of a government and its services is highlighted as well as imperfection of the legal system in this problem.

Keywords: Internet security, privacy, virus, attack.

There is no doubt that the world is extensively covered with the Internet and it is also hard to deny that the modern society is in the huge dependence of a broad variety of networking systems presented now: bank accounts are linked to bank databases and personal data is stored on different governmental or private servers. Thus, the problem of cyber security concerns every internet user today.

A huge value in a modern cyber society takes the social networks phenomenon. At first glance only the probability of being under a big brother sight is seen, but there is also another viewpoint.

Most of all, the right use of social networks is a way of influencing public opinion, so it has recently been revealed that the U.S. government started the development of software which could create multiple fake social media profiles in order to manipulate and control public opinion on political issues by promoting propaganda [1]. It could also be used as surveillance to find out public opinions.

The method is extremely convenient: a person only needs to write a “proper” text and promote it on the Internet: users will share this information as well, so the goal of spreading is reached. It is not only governments, who may use this method, but also some private individuals, business companies and other entities.

Moreover, social networks enable to get “live” analytics, which helps to track things, that people like and dislike, what they usually click and post. This information is often of high importance to knowing a way of influencing people.

On January 2012 the foreign intelligence service of Russia announced a tender for developing new methods of blogosphere monitoring [2]. It is not new for the governmental intelligence or private intelligence firms to do such work. Some countries recognized this danger earlier, some later, but it is obvious that social networks are going to be a new cyber battlefield for the humanity.

One of the countries that could see a great potential of censorship in order to provide the governmental and individual safety was China. So called “Great firewall of China” consists of a broad range of laws and Internet regulations provided by state-owned ISPs. The system is considered to be the most advanced and extensive form of Internet repression in the world. Moreover, the authorities have a possibility not only to block website content, but also to monitor the Internet access of individuals.

So BBC, Voice of America, some Hong Kong and Taiwan news websites are blocked in China [3]. An international version of Google is also under a ban, the Chinese have to use a Chinese version of this search engine called Google.cn, which provides advanced censorship regulations as well.

Besides China, Iran has its own unique system of censorship. Iranian filter software blocks reformist political sites, news media and websites that provide tools to help users conceal their Internet identity. Moreover, in preparation for the March 2012 elections, the Iran government instituted strict rules on cybercafes and it is preparing to launch the national Internet [4]. It also requires all Iranians to register their web sites with the Ministry of art and culture.

But even these measures couldn't preserve Iran from hackers' attacks. For instance, Iranian industrial systems were infected by a highly sophisticated computer worm called Stuxnet, which was targeted on Siemens software and equipment, maintaining Iranian uranium enrichment infrastructure. Kaspersky Lab concluded that the sophisticated attack could only have been conducted "with nation-state support" [5]. It was suspected that Israel and the United States may have been involved.

Thus the decision of several countries to develop and then deploy the Stuxnet played a significant role in the global militarization of the Internet and it will affect habitual sorts of warfare strategy as the society moves into unexplored and unspecified territory using information technologies.

It is necessary to denote, first of all these global changes are caused by contemporary information technology progress. Information security does not only cover a broad range of governmental interests, but personal ones as well. Moreover, governments have already become aware of these possibilities, but most people still underestimate it. The incomplete legal system and the lack of interstate agreements and cooperation still remain a big problem in this field of studies, as it doesn't cover modern threats and warfare in a full measure. The case of Edward Snowden greatly demonstrates the problem of privacy on the Internet and the role of secret services in it. As it was reported, the leaked documents published by newspapers with Snowden's help influenced the society and many people went for demonstrations demanding proper security of their privacy all over the world. People at these demonstrations were raged out by the actions of authorities spying them through Google, Apple, Microsoft services and called upon using anonymous services such as Tor. [6] Many foreign countries were also unaware of American government's actions towards their national privacy.

Finally, progressive technologies play a big role in the world politics and modern society: it may influence the whole society, cripple vulnerable governmental plants, thus leading to great material loss and environmental catastrophes.

References

1. Storm D. Global Research: Army of fake social media friends to promote propaganda. – <http://www.globalresearch.ca/army-of-fake-social-media-friends-to-promote-propaganda/23434> (Sept., 10 2013).
2. Барабанов И., Сафронов И., Черненко Е. Разведка ботом // Коммерсантъ. – 2012. – №158/П. – <http://www.kommersant.ru/doc/2009256> (Sept., 5 2013).
3. Brown S., Smith C. Officials Increase Censorship of Foreign and Domestic Web Sites. – <http://www.cecc.gov/publications/commission-analysis/officials-increase-censorship-of-foreign-and-domestic-web-sites> (Aug., 30 2013).
4. Kamali Dehghan S. Iran clamps down on internet use // The Guardian. – 2012. – <http://www.theguardian.com/world/2012/jan/05/iran-clamps-down-internet-use> (Sept., 10 2013).
5. Kaspersky lab provides its insights on Stuxnet worm. – http://www.kaspersky.com/about/news/virus/2010/Kaspersky_Lab_provides_its_insights_on_Stuxnet_worm (Sept., 5 2013).
6. Lee T. Five ways to stop the NSA from spying on you // The Washington Post. – 2013. – <http://www.washingtonpost.com/blogs/wonkblog/wp/2013/06/10/five-ways-to-stop-the-nsa-from-spying-on-you/> (Aug., 30 2013).

Черменев Д.А.

Аспирант, Воронежский государственный технический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБОБЩЕННЫХ ГАУССОВЫХ НЕЧЕТКИХ ЧИСЕЛ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ СЕТЕВОГО ГРАФИКА

Аннотация

В статье рассматривается подход к оптимизации сетевого графика, когда продолжительности работ задаются в форме обобщенных гауссовых чисел, содержащих ряд параметров, которые позволяют настроить информационную среду задачи на конкретного пользователя.

Ключевые слова: нечеткое гауссово число, сетевой график, оптимизация

Chermenev D.A.

Postgraduate student, Voronezh State Technical University

USING GENERALIZED GAUSSIAN INTEGERS FOR OPTIMIZATION OF NETWORK SCHEDULE

The paper discusses an approach to the optimization of network schedule when the duration of the work are given in the form of generalized Gaussian numbers containing the number of options that allow you to customize the information environment of the problem to a specific user.

Keywords: Gaussian fuzzy number, network schedule, optimization

При управлении проектами часто возникает задача оптимизации того или иного критерия. Рассмотрим задачу оптимизации времени выполнения проекта.

Пусть задан директивный срок T_D завершения всего комплекса работ. Необходимо уменьшить T_{KP} , то есть составить более напряженный план, что может быть достигнуто за счет сокращения продолжительности той или иной критической работы.

Стремление перестроить план наилучшим образом приводит к задаче определения $\{t_{ij}\}$ вида

$$\begin{cases} T_{KP} \rightarrow \min \\ T_{KP} \leq T_D \\ t_{ij} \geq t_{ij}^{\min} \end{cases} \quad (1)$$

где t_{ij}^{\min} - нижняя граница продолжительности работы, определяемая нижними границами ее выполнения. В качестве признака оптимальности сетевого графика рассмотрим условие

$$T_1^0 = T_2^0 = \dots = T_M^0 = T'_{KP}, \quad (2)$$

где T_i^0 - длина i-го пути из исходного события в завершающее, полученная в результате оптимизации; T'_{KP} - новое критическое время; M- количество таких путей.

В большинстве случаев время выполнения работ невозможно точно определить, т.е. имеет место неопределенность.

Для времени выполнения операции t_{ij} предлагается использовать обобщенные Гауссовы нечеткие числа (L-R)-типа с функцией принадлежности вида:

$$g(a, \sigma^l, b^l, \sigma^r, b^r; x) = \begin{cases} L(x) = \exp\left(-\left(\frac{|x-a|}{\sigma^l}\right)^{2\beta^l}\right), & x < a, \\ R(x) = \exp\left(-\left(\frac{|x-a|}{\sigma^r}\right)^{2\beta^r}\right), & x \geq a, \end{cases} \quad (3)$$

где a – модальное значение, β^l, β^r – параметры формы для функций $L(x)$ и $R(x)$ соответственно, σ^l, σ^r – параметры «ширины» нечеткого числа соответственно слева и справа от модального значения.

Так как функция принадлежности является выпуклой, то α -срез представляет собой интервал или отрезок в зависимости от того является он строгим или слабым. В дальнейших рассуждениях будем использовать слабые α -срезы, границы которых определяются следующим образом:

$$\begin{cases} \underline{x}(\alpha) = a - \sigma^l (-\ln \alpha)^{1/2\beta^l}, \\ \bar{x}(\alpha) = a + \sigma^r (-\ln \alpha)^{1/2\beta^r}. \end{cases}$$

Обозначив $(-\ln \alpha)^{1/2} = \gamma_\alpha$, получим

$$\begin{cases} \underline{x}(\alpha) = a - \sigma^l \gamma_\alpha^{1/\beta^l}, \\ \bar{x}(\alpha) = a + \sigma^r \gamma_\alpha^{1/\beta^r}. \end{cases} \quad (4)$$

Для α -среза можно вычислить среднее значение

$$\hat{x}_A(\alpha) = a + \frac{1}{2} \left(\sigma^r \gamma_\alpha^{1/\beta^r} - \sigma^l \gamma_\alpha^{1/\beta^l} \right) \quad (5)$$

Данное значение реализует функцию дефаззификации.

Полученное значение будем использовать в качестве времени выполнения t_{ij} при оптимизации сетевого графика.

Продолжительность работы (i, j) t_{ij} есть функция от средств, направляемых на ее выполнение, и носит линейный характер [1].

Пусть b_{ij} – величина средств, выделяемых на выполнение работы (i, j) ; x_{ij} – величина средств, переносимых с работы (i, j) , тогда $0 < x_{ij} < b_{ij}$. В общем случае $\sum_{\{(i,j)\}} x_{ij} = \sum_{\{(h,k)\}} x_{hk}$. Для уменьшения критического пути средства перенесутся с не критических работ, обладающих ненулевым свободным резервом, на критические. Средства x_{ij} , вложенные в критическую работу (h, k) , приводят к увеличению времени выполнения работы (i, j)

$$t'_{ij} = f(b_{ij}) > t_{ij}$$

и к уменьшению выполнения работы (h, k)

$$t'_{hk} = \varphi(b_{ij}) < t_{hk}$$

Формулы для пересчета новых продолжительностей работ (i, j) и (h, k) имеют вид:

$$t'_{ij} = t_{ij} (1 + c_{ij} x_{ij}), \quad t'_{hk} = t_{hk} (1 - c_{hk} x_{hk}), \quad (6)$$

$$\text{где } c_{ij} = \frac{1}{b_{ij}}, \quad c_{hk} = \frac{1}{b_{hk}}.$$

Перенос средств с некритической работы (i, j) на критическую работу (h, k) влечет за собой изменение длин путей

$$T' = T - t_{hk} \frac{x_{hk}}{b_{hk}} = T - t_{hk} c_{hk} x_{hk} \quad (7)$$

длина пути, содержащего работу (i, j) , увеличится и составит

$$T' = T + t_{ij} \frac{x_{ij}}{b_{ij}} = T + t_{ij} c_{ij} x_{ij} \quad (8)$$

В процессе перераспределения средств необходимо соблюдать условие

$$x_{ij} \leq \frac{R_C(i, j)}{t_{ij} c_{ij}}$$

Оптимизация сетевого графика состоит в последовательном переносе средств с некритических работ на критические до тех пор, пока все пути из исходного события в завершающее не станут критическими с одинаковой длиной, равной новому критическому времени.

Рассмотрим сетевой график, представленный на следующем рисунке.

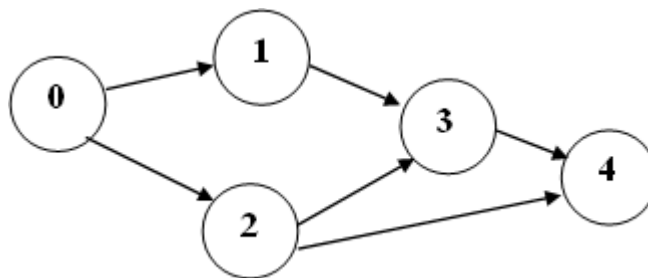


Рисунок 1 – Пример сетевого графика

Продолжительности работ заданы в виде обобщенных гауссовых чисел, параметры которых представлены в табл. 1.

Табл. 1 – Значения параметров функции принадлежности продолжительностей работ

	a	σ^l	σ^r	b^l	b^r
0-1	5	2	3	3	0,3
0-2	7	4	3	0,5	0,9
1-3	4	1	2	1	4
2-3	3	1	1	2	0,5
2-4	9	3	5	2,5	0,7
3-4	6	2	4	5	2

Табл. 2 – Временные характеристики сетевого графика при $\alpha = 0,3$

$i - j$	$\tilde{t}_{ij}(\alpha)$	$R_{ce(i,j)}(\alpha)$	b_{ij}	c_{ij}
0-1	6	0	4	0,25
0-2	6,25	0	2	0,5
1-3	4,47	0	3	0,333
2-3	3,07	1,15	5	0,2
2-4	10,29	1	1	1
3-4	7,07	0	2	0,5

Найдем все пути из исходного события сети в завершающее событие.

$$L_1 = \{0, 1, 3, 4\} \quad T_1 = 17,54$$

$$L_2 = \{0, 2, 3, 4\} \quad T_2 = 16,39$$

$$L_3 = \{0, 2, 4\} \quad T_3 = 16,54$$

Таким образом критический путь равен $T_{KP} = 17,54$

Определим резервы всех путей: $R(L_1) = 0; R(L_2) = 1,15; R(L_3) = 1$

Ближайшим к критическому пути является путь L_3 . Перенесем средства с некритической работы $\{2,4\}$ на критическую работу $\{0,1\}$:

$$\begin{cases} x_{01} = x_{24} \\ 17,54 - 6 \cdot 0,25 \cdot x_{01} = 16,54 + 10,29 \cdot x_{24} \end{cases}$$

Откуда $x_{02} = x_{24} = 0,085$. Найдем новые продолжительности работ и новый критический путь: $t'_{01} = 5,87; t'_{24} = 11,16; T_{KP} = 17,41$. Выполняя дальнейшие вычисления по алгоритму в итоге получим значения для продолжительностей работ, представленные в табл. 3, и критические путей.

Табл. 3 – Итоговые времена работ

$i - j$	$\tilde{t}_{ij}(\alpha)$
0-1	5,21
0-2	6,25
1-3	4,47
2-3	3,43
2-4	10,5
3-4	7,07

$$L_1 = \{0, 1, 3, 4\} \quad T_1 = 16,75$$

$$L_2 = \{0, 2, 3, 4\} \quad T_2 = 16,75$$

$$L_3 = \{0, 2, 4\} \quad T_3 = 16,75$$

Таким образом, рассмотрена задача оптимизации сетевого графика с продолжительностями работ в виде обобщенных Гауссовых нечетких чисел. Получены продолжительности работ сетевого графика, в котором все пути являются критическими, следовательно данный график является оптимальным по времени выполнения работ.

Литература

1. Разумов И. М. Сетевые графики в планировании. -М.: 1981. – 168 с..

Белов А.А.¹, Дараселия Н.В.², Швецов И.В.³

¹Аспирант; ²аспирант; ³доктор технических наук, профессор, Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОМАССОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПОВЫШЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ ПРИ ДИФФУЗИИ ЧЕРЕЗ ТЕМПЕРАТУРОПОВЫШАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

Аннотация

Повышение температуры в жилых помещениях или на промышленных предприятиях необходимо для жизнеобеспечения. В статье рассмотрены новые технологии исследования тепломассообменных процессов при повышении температуры теплоносителей при диффузии через температуроповышающие материалы без использования нагревательных элементов и устройств

Ключевые слова: тепломассообмен, температура, нагревательные элементы

Belov A.A.¹, Daraselia N.V.², Shvetsov I.V.³

¹Graduate student, ²graduate student ³doktor of technical sciences, professor, Yaroslavl-the-Wise Novgorod State University

INVESTIGATION OF THE HEAT-AND-MASS TRANSFER PROCESSES WITH COOLANT TEMPERATURE INCREASE AT DIFFUSION THROUGH TEMPERATURE INCREASING MATERIALS

Abstract

Rise in temperature in premises or at the industrial enterprises is necessary for life-support. The article deals with new technology research investigation of the heat-and-mass transfer processes with coolant temperature increase at diffusion through temperature increasing materials without the use of heating elements and devices

Keywords: heat-and-mass transfer, temperature, heating elements

Предлагаемая читателям работа направлена на решение фундаментальной проблемы тепломассообмена и диффузии газообразных теплоносителей через температуроповышающие материалы на основе газоаналитического и теплового отображения в газо- и гидродинамических системах. Основной задачей исследований является проведение сравнительного анализа различных моделей и сравнение результатов моделирования с экспериментальными и теоретическим результатами с целью проверки применимости математических моделей, их уточнения и развития.

Разработка моделей, отражающих особенности явлений и процессов в естественных и технологических физических системах в зависимости от внешних воздействий, является актуальной проблемой, которая исследуется в рамках различных направлений. Это актуально при развитии численных методов, построении алгоритмов, разработке программ и их реализации для проведения компьютерных расчетов.

Определение значимых характеристик различных моделей может служить основой для их взаимного уточнения и развития, а также для разработки адекватных методов численного исследования, наиболее эффективных с точки зрения сокращения вычислительных ресурсов.

В ряде работ для снижения температуры воздуха описан вихревой эффект. Вихревое охлаждение впервые было предложено французским инженером Ж.Ж.Ранком в 1933 г. Французский инженер-металлург Жорж Жозеф Ранк (Ranque G.) первым провел целенаправленное экспериментальное исследование пылеотделителя - циклона и запатентовал первую вихревую трубу – устройство, использующее эффект «самопроизвольного» температурного разделения газозооудного вихря на холодный осевой и горячий периферийный потоки.

Одним из малоизученных переходных процессов в физике является процесс нагрева газообразного или, тем более, жидкого вещества при прохождении через любой материал. Интерес к этой проблеме связан с экспериментальными исследованиями данных

процессов и явлений, на не стандартном толковании термодиффузии. Проблемы, возникающие при исследовании этих задач, связаны с проблемой получения наиболее точного математического решения кинетических и термодинамических уравнений. Получение предварительной зависимости процессов больше усложняет задачу.

При свободной диффузии и наличии внешних сил основное уравнение диффузии в общем виде имеет вид

$$J = -D \cdot \Delta N; \quad (1)$$

$$J = -D \cdot \Delta N + v, \quad (2)$$

где J , ΔN и v - векторы потока, градиента концентрации и средней скорости дрейфа диффузионных частиц;

D - тензор второго ранга определяемый, как

$$D = \begin{vmatrix} D_{xx} & D_{yx} & D_{zx} \\ D_{yx} & D_{yy} & D_{zy} \\ D_{zx} & D_{zy} & D_{zz} \end{vmatrix} \quad (3)$$

Используя трехмерное уравнение непрерывности, скорость изменения концентрации во времени определяется как

$$\Delta J = \partial N / \partial \tau. \quad (4)$$

Из выражений (1) и (2) получаем

$$\partial N / \partial \tau = \nabla (D \cdot \nabla N); \quad (5)$$

$$\partial N / \partial \tau = \nabla (D \cdot \nabla N) - \nabla (N, v). \quad (6)$$

Уравнения (5) и (6) справедливы при исследовании диффузии для анизотропных тел. Для одномерной диффузии, а также для изотропных тел, в которых компоненты тензора коэффициента диффузии равны между собой, уравнения (5) и (6) принимают вид

$$\partial N / \partial \tau = D \cdot \partial^2 N / \partial x^2 + \partial D / \partial x \cdot \partial N / \partial x; \quad (7)$$

$$\partial N / \partial \tau = \partial / \partial x (D \cdot \partial N / \partial x) - N \cdot \partial v / \partial x - v \cdot \partial N / \partial x \quad (8)$$

В случае независимости коэффициента диффузии от концентрации легирующих частиц применение уравнения непрерывности позволяет перейти ко второму закону Фика, устанавливающему связь между концентрацией диффундирующих атомов в различных точках тела и временем диффузии. Так для одномерного случая

$$\partial N / \partial \tau = D \cdot \partial^2 N / \partial x^2. \quad (9)$$

При рассмотрении элементарного куба в случае трехмерного тела при отсутствии массопереноса в окружающее пространство общее уравнение диффузии имеет вид

$$\partial N / \partial \tau = D \cdot (\partial^2 N / \partial x^2 + \partial^2 N / \partial y^2 + \partial^2 N / \partial z^2) = D \cdot \nabla^2 N, \quad (10)$$

где $\nabla^2 N$ - оператор Лапласа.

Из дифференциального уравнения следует, что концентрация или приращение концентрации имеется в точке равномерно распределенного объема. Если начальная концентрация N объема равномерна, то полное значение концентрации равно $N + \Delta N$, где ΔN - приращение концентрации.

Решение уравнения (1) дает различные случаи распределения концентрации в объеме. При стабильных условиях коэффициент диффузии предполагается постоянным и изменяется в зависимости от температуры:

$$D = D_0 \exp(-A/RT), \quad (11)$$

где D_0 – постоянная диффузии;

A – энергия активации;

$R = 8,314$ Дж/моль;

$T = \theta + 273,16$ °C – температура по абсолютной шкале Кельвина.

Создание общей модели, проходящих процессов, является сложным и громоздким. Поэтому возникает необходимость объединить часть связанных между собой явлений.

Решение уравнения (11) принимает различный вид в зависимости от начальных и граничных условий. Этот случай обычно реализуется при исследовании диффузии атомов из газовой фазы или из нанесенного на поверхность образца толстого слоя, когда на границе образца в течение всего диффузионного отжига поддерживается постоянная концентрация газа. В этом случае начальные и граничные условия следующие:

$$\begin{cases} N(0, \tau) = N_0, \\ N(z, 0) = 0. \end{cases} \quad (12)$$

Уравнение (1) второго закона Фика имеет следующее решение:

$$N(z, \tau) = N_0 \left[1 - \operatorname{erf} \left(\frac{z}{2\sqrt{D \cdot \tau}} \right) \right], \quad (13)$$

где N_0 – начальная концентрация атомов в металле;

$N(z, \tau)$ – концентрация диффундирующих атомов;

z – ширина диффундирующего слоя;

τ – время диффузии;

D – коэффициент диффузии;

erf – функция ошибок Гаусса, которая определяется выражением

$$\operatorname{erf}U = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^u \exp(-v^2) dv \quad (14)$$

Выражение (13) можно представить в виде дополнительной функции ошибок erfc , где

$$\operatorname{erfc}U = 1 - \operatorname{erf}U \quad (15)$$

Тогда

$$N(z, \tau) = N_0 \cdot \operatorname{erfc} \left(\frac{z}{2\sqrt{D \cdot \tau}} \right) \quad (16)$$

В предлагаемой модели предполагается, что законы диффузии действуют так же, как и при других процессах. В связи с этим, не нарушая основной принцип модели массопереноса и диффузии, полагаем, что миграция газозвудушных потоков в температуроповышающих материалах протекает согласно следующим положениям: законы диффузии газозвудушной среды (воздуха) выполняются по всему пути движения и соответствуют классической теории и на состояние газозвудушной среды (в данном случае увеличение температуры) оказывает трение ее молекул со стенками материала и скорость прохождения молекул в “лабиринтах” пористого материала.

Рассмотрим диффузию в условиях внешнего воздействия, заключающегося в выделении тепловой энергии, при повышении скорости потока газа и трении его молекул о стенки пористого температуроповышающего материала. Также происходит трение молекул газа между собой при повышении его концентрации внутри объема материала и увеличение длины пробега при увеличении скорости потока по всей длине материала и одновременном снижении площади сечения.

Решение уравнения диффузии принимает различный вид в зависимости от начальных и граничных условий. Этот случай обычно реализуется при исследовании диффузии атомов из газовой фазы или из нанесенного на поверхность образца толстого слоя, когда на границе образца в течение всего диффузионного отжига поддерживается постоянная концентрация примеси. В этом случае начальные и граничные условия отвечают выражению (13).

Время диффузии τ атомов определяется периодом действия внешних сил, когда поток диффундирующих элементарных частиц наибольший. Ширина диффундирующего слоя определяется размером температуроповышающего элемента.

В соответствии с представленными выше данными остановимся на математическом выражении диффузии (11). Рассмотрим диффузию в воздухопроводе поэлементно. При этом должны выполняться следующие условия. При прохождении воздушного потока свободно без препятствий на элементарной длине Δl_1 пройденный путь молекул воздуха будет равен ΔL_1 . При прохождении воздушного потока через “лабиринт” пористого материала на элементарной длине Δl_2 пройденный путь молекул воздуха будет равен ΔL_2 . После температуроповышающего элемента продолжает проходить беспрепятственный массоперенос теплоносителя с повышенной температурой внутри воздуховода. Соответственно, после выхода из температуроповышающего материала элементарная длина будет Δl_3 при дальнейшем массопереносе в трубе для элементарного пути ΔL_3 , пройденного молекулами газа после выхода из температуроповышающего материала.

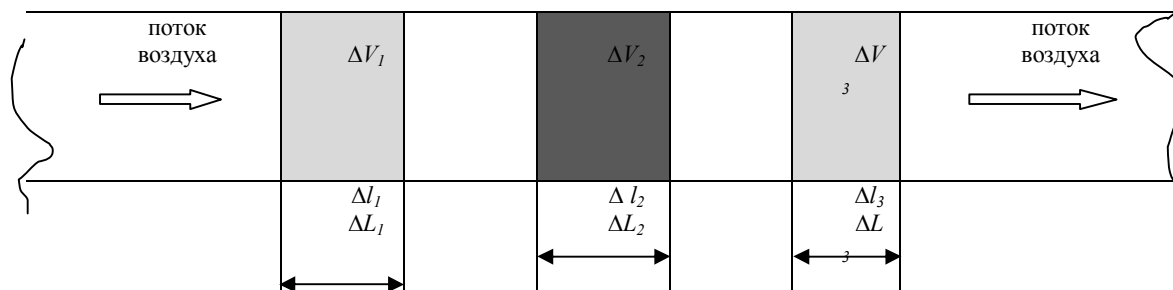


Рисунок 1 – Схема массопереноса газозвудушного теплоносителя в воздухопроводе через температуроповышающий элемент: Δl_1 – элементарная длина массопереноса в трубе; Δl_2 – элементарная длина массопереноса в температуроповышающем материале; Δl_3 – элементарная длина массопереноса в трубе после выхода из температуроповышающего материала; ΔL_1 – элементарный путь, пройденный молекулой газа в трубе; ΔL_2 – элементарный путь, пройденный молекулой газа в температуроповышающем материале; ΔL_3 – элементарный путь, пройденный молекулой газа после выхода из температуроповышающего материала

Во-первых, при прохождении воздушного потока через “лабиринт” пористого материала пройденный путь молекул воздуха ΔL_2 будет больше элементарной длины Δl_2 .

$$\Delta l_1 = \Delta L_1, \quad (17)$$

где $\Delta l_2 \neq \Delta L_2$, т.е. $\Delta l_2 < \Delta L_2$.

Во-вторых, концентрация составляющих газов воздуха в газозвудушной смеси перед температуроповышающим элементом, в нем и после него будет одинаковой. То есть выполняется условие

$$N = N_0. \quad (18)$$

Характер массопереноса в элементарных объемах ΔV_1 , ΔV_2 и ΔV_3 будет отличаться временем прохождения молекул газа и его трением в температуроповышающем материале о стенки материала. При этом значения коэффициента диффузии D_1 , D_2 и D_3 в обоих случаях, при прочих равных условиях, будут также различны исходя из температуры теплоносителя.

Тогда, в соответствии с этим будет выполняться условие

$$D_1 \tau_1 = D_2 \tau_2 \quad (19)$$

или

$$\tau_1 \cdot \exp(-A/RT_1) = \tau_2 \cdot \exp(-A/RT_2) \quad (20)$$

Отсюда следует, что при увеличении температуры T теплоносителя значения коэффициента диффузии D снижается и наоборот. То есть, для заданных условий выполняется условие

$$\begin{cases} T_{\max} > \tau_{\min}; \\ T_{\max} > \tau_{\min} \end{cases} \quad (21)$$

В основу физических моделей термомеханических изменений заложено сочетание последовательного и параллельного взаимодействия факторов, имеющих механическую, механохимическую, химическую и сорбционную природу, определяющих многообразие и аномальность. Интерес к изучению различных преобразований связан с перспективой их применения в различных областях жизнедеятельности человека, а также с возможностью получения новой информации о структуре и свойствах материалов. Структура и свойства материалов изучаются экспериментально различными методами. Особое значение с точки зрения практических приложений имеет исследование динамики массопереноса через материал и повышение температуры.

Литература

1. Дараселия Н.В., Швецов И.В. Газоаналитическое отображение физико-химических явлений в производственных процессах. - Великий Новгород: НовГУ, 2012. – 112 с.
2. Дараселия Н.В., Швецов И.В. Газоаналитическое отображение явлений в производственных процессах. - М.: ИНФРА-М (Научная мысль). 2013. – 92 с.

3. Дараселия Н.В., Хисамов Р.И., Швецов И.В., Швецова С.А. Патент №113339 Российской Федерации. МПК⁷ F24D 13/00. Устройство для повышения температуры теплоносителей.; заявитель и патентообладатель Новгород. гос. ун-тет им. Ярослава Мудрого. № 2010127382/03; заявл. 02.07.2010; опубл. 10.02.2012, Бюл. № 2. 3 с.

Шелмаков П.С.¹, Шелмаков С.В.²

¹Студент; ²кандидат технических наук, доцент, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕЛОМАРШРУТА

Аннотация

При проектировании велотранспортной системы одним из наиболее важных вопросов является трассировка веломаршрутов и разработка мер по повышению их качества. Первоочередные веломаршруты следует организовывать там, где ожидается их наибольшая эффективность. В данной статье рассматриваются возможные критерии для оценки эффективности и качества веломаршрута, а также методика их определения.

Ключевые слова: велосипед, транспорт, эффективность.

Shelmakov P.S.¹, Shelmakov S.V.²

¹Student; ²PhD, associate professor, State Technical University MADI

BICYCLE ROUTE EFFICIENCY EVALUATION

Abstract

The routing and quality improvements are important stages of the bicycle routes development. The most effectiveness routes should be developed in first priority. The article considers the methods of evaluation some criteria of bicycle routes effectiveness.

Keywords: bicycle, transport, effectiveness.

Эффективность веломаршрута определяется тем, насколько он обеспечивает велосипедисту возможность достигнуть пункта назначения с наименьшей затратой времени и усилий. В качестве измерителей эффективности веломаршрута могут выступать следующие показатели.

Коэффициент прямолинейности веломаршрута – отношение длины веломаршрута к расстоянию между начальной и конечной точками веломаршрута по прямой.

Относительное сокращение времени перемещения при пользовании веломаршрутом – мера экономии времени велосипедистом по сравнению с пешеходом, автомобилистом или пользователем общественного транспорта при перемещении из одной точки города в другую.

В качестве начальных и конечных точек веломаршрутов можно рассматривать различные объекты транспортного притяжения: жилые микрорайоны, крупные общественные или торговые объекты, зоны рекреации, транспортные узлы и т.п.

Качество веломаршрута – мера того, в какой степени поездка по веломаршруту отвечает ожиданиям велосипедиста. Качество веломаршрута – интегральное понятие, складывающееся из множества объективных и субъективных факторов, определяющих восприятие его безопасности, комфортности, эстетичности и т.п. В качестве измерителей качества веломаршрута могут выступать следующие показатели.

Коэффициент приспособленности веломаршрута, k_A , определяется как отношение теоретического времени движения велосипедиста по идеальному веломаршруту такой же протяженности к фактическому времени движения велосипедиста по данному веломаршруту по формуле

$$k_A = \frac{t_{ТВ}}{t_{ФВ}} \cdot 100, \% \quad (1)$$

где: $t_{ФВ}$ – фактическое время, затрачиваемое велосипедистом на преодоление веломаршрута с учётом задержек, с;

$t_{ТВ}$ – теоретическое время, затрачиваемое велосипедистом на преодоление веломаршрута в идеальных условиях, с.

Теоретическое время, затрачиваемое велосипедистом на преодоление маршрута в идеальных условиях, $t_{ТВ}$, определяется по формуле

$$t_{ТВ} = \sum_{j=1}^n \frac{3,6 \cdot D_j}{V_{jТВ}} \quad (2)$$

где: D_j – длина j -го участка веломаршрута, м;

$V_{jТВ}$ – теоретическая скорость движения велосипедиста на j -том участке веломаршрута, км/ч;

n – количество участков веломаршрута, имеющих различный продольный уклон.

Теоретическая скорость движения велосипедиста $V_{jТВ}$ определяется в зависимости от продольного уклона участка дороги S по графику, представленному на рис. 1.

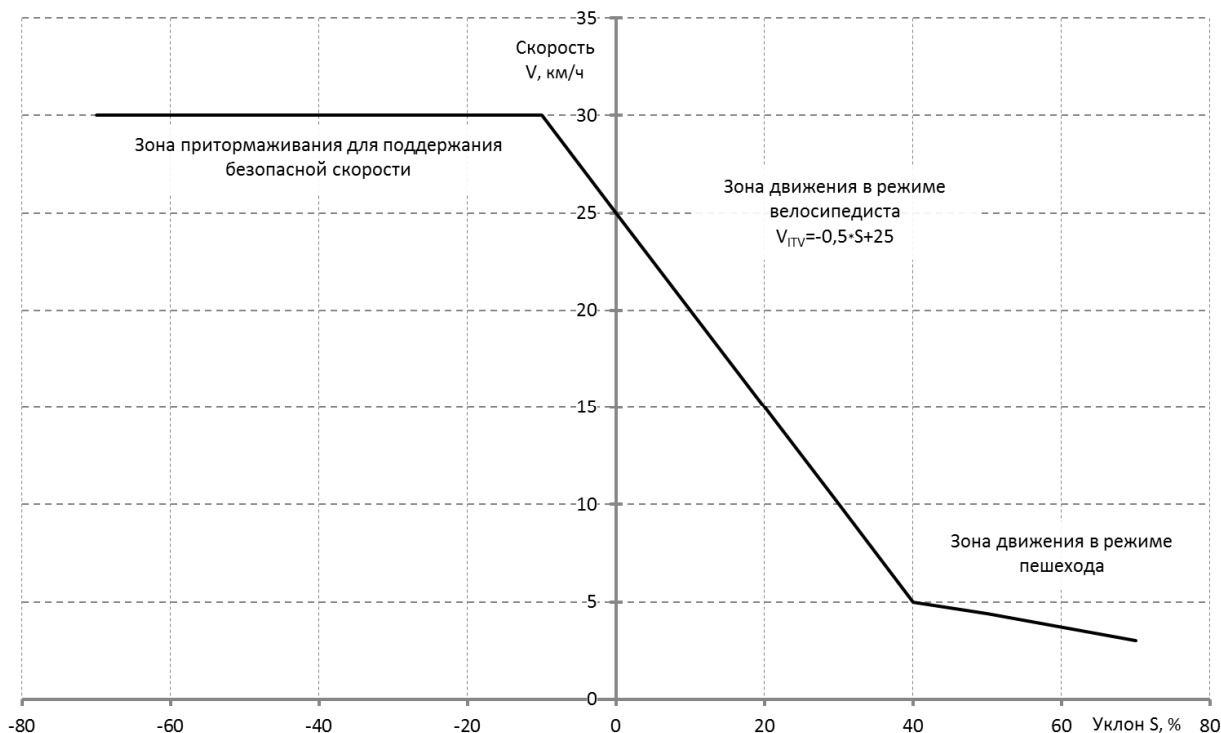


Рис. 1. Зависимость теоретической скорости движения велосипедиста V_{ITV} от уклона дороги S .

Фактическое время, затрачиваемое велосипедистом на преодоление маршрута, t_{FV} , определяется по формулам

$$t_{FV} = t_{ITV} + \Delta t_V$$

$$\Delta t_V = \sum_{i=0}^m \tau_i \cdot c_i \quad (3)$$

где: Δt_V – продолжительность суммарных задержек велосипедиста на веломаршруте, связанных с преодолением различных препятствий, с;

τ_i – удельная норма потери времени велосипедистом на преодоление i -го препятствия (табл. 1);

c_i – расчётная характеристика i -го препятствия на веломаршруте (табл. 1);

m – количество препятствий на веломаршруте.

Нормы потери времени велосипедистом на преодоление препятствий различного типа, представленные в табл. 1, были получены в результате обработки информации, полученной в ходе экспериментальных велопоездки по улично-дорожной сети г. Москвы. Поездка записывалась на видеорегиистратор с отображением времени, скорости и параметров геолокации. При обработке также использовалась ГИС «Яндекс-Карты».

Для определения эмпирической зависимости задержки велосипедиста при движении по совмещённой велопешеходной дорожке (тротуару) совместно с пешеходами, была построена математическая модель, показанная на рис. 2.

Для определения эмпирической зависимости задержки велосипедиста при движении по правой стороне проезжей части дороги при наличии помех (припаркованных автомобилей, луж и т.п.), была построена математическая модель, показанная на рис. 3.

Линейный характер зависимостей выбран постольку, поскольку для выявления более сложных закономерностей требуется большее количество экспериментальных данных. Уточнение зависимостей, расширение диапазона их определённости, выявление других факторов, влияющих на время задержки велосипедиста – следующий этап исследований, планируемый в следующем сезоне.

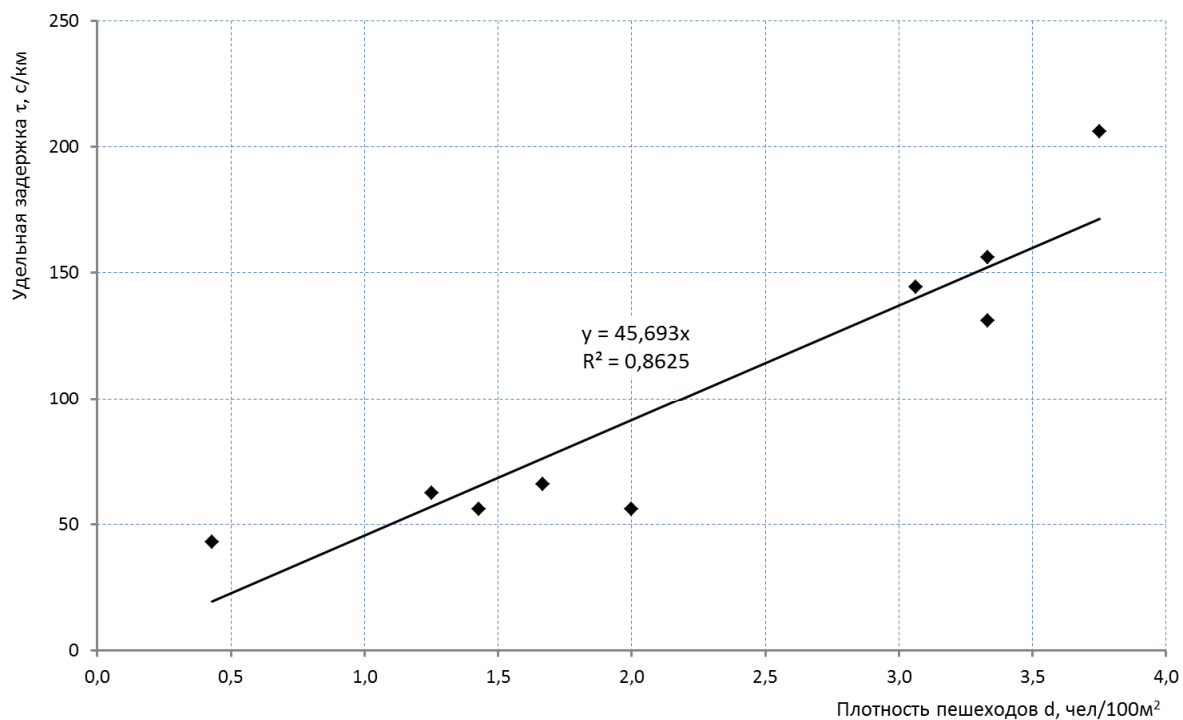


Рис. 2. Зависимость удельной задержки τ от плотности пешеходов на пути следования велосипедиста

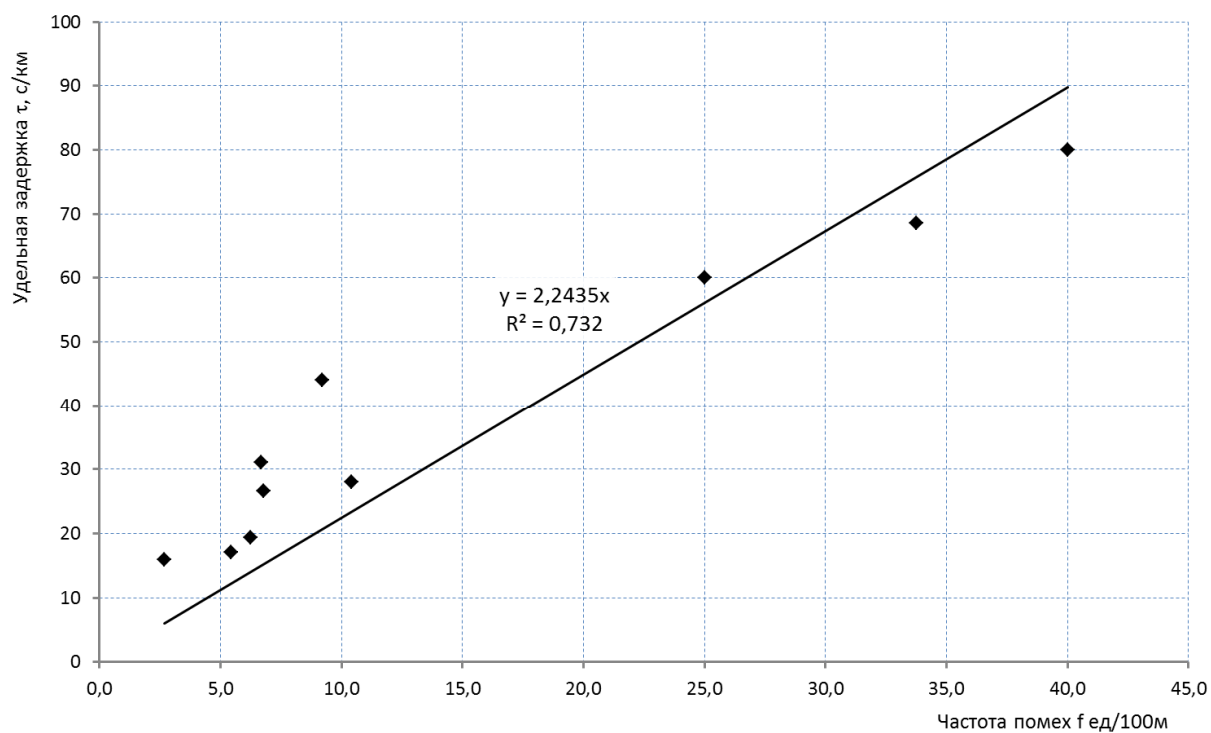


Рис. 3. Зависимость удельной задержки τ от частоты "помех справа" на пути следования велосипедиста.

Таблица 1. Нормы потери времени велосипедистом на преодоление препятствий различного типа

№ п/п	Тип препятствия	Причина задержки	τ_i	c_i
1.	Поворот	Время торможения-разгона	Задержка (с) $\tau=5$	-
2.	Бордюр	Время торможения-разгона	Задержка (с) $\tau=5$	-
3.	Лестница	Спуск и подъём по лестнице плюс время торможения-разгона	Задержка (с) $\tau=z_s/2+5$, где z_s – количество ступеней	-
4.	Нерегулируемый переход	Время ожидания, время передвижения по переходу плюс время торможения-разгона	Задержка (с) $\tau=5+3,6 \cdot L/5+5$, где L – длина перехода (м)	-
5.	Светофорный переход	Половина запрещающей фазы светофора, время передвижения по	Задержка (с) $\tau=t_s/2+3,6 \cdot L/5+5$,	-

		переходу плюс время торможения-разгона	где t_s – время запрещающей фазы светофора (с), L – длина перехода (м)	
6.	Внеуличный переход, не оборудованный пандусом	Спуск и подъём по лестнице, время передвижения по переходу плюс время торможения-разгона	Задержка (с) $\tau = z_s/2 + 3,6 \cdot L/5 + 5$, где z_s – общее количество ступеней (вверх и вниз), L – длина перехода (м)	-
7.	Внеуличный переход, оборудованный пандусом	Спуск и подъём по пандусу, время передвижения по переходу плюс время торможения-разгона	Задержка (с) $\tau = 3,6 \cdot L/5 + 5$, где L – суммарная длина перехода и пандуса (м)	-
8.	Движение по совмещённой велопешеходной дорожке (тротуару) совместно с пешеходами	Снижение скорости для обеспечения безопасности движения	Удельная задержка (с/км) $\tau = 45,693 \cdot d$, где d – плотность пешеходов на пути следования (чел/100м ²)	Длина участка (км)
9.	Движение по правой стороне проезжей части дороги при наличии помех	Снижение скорости для обеспечения безопасности движения	Удельная задержка (с/км) $\tau = 2,2435 \cdot f$, где f – частота помех на пути следования (ед/100м)	Длина участка (км)
10.	Парковка	Снижение скорости, процедура парковки	Задержка (с) $\tau = 25$	-

В качестве примера использования предложенных критериев были проведены расчёты для трёх веломаршрутов:

- маршрут №1: из центра района «Войковский» до центра района «Аэропорт» (МАДИ);
- маршрут №2: из центра района «Тимирязевский» до центра района «Аэропорт» (МАДИ);
- маршрут №3: из центра района «Хорошевский» до центра района «Аэропорт» (МАДИ).

Результаты расчётов приведены в табл. 2

Таблица 2. Оценка эффективности и качества веломаршрутов

№ п/п	Наименование критерия	Маршрут №1	Маршрут №2	Маршрут №3
1	2	3	4	5
1.	Длина веломаршрута, км	3,16	4,01	4,1
2.	Расстояние по прямой, км	2,06	3,02	2,35
3.	Коэффициент прямолинейности веломаршрута	1,534	1,336	1,744
4.	Фактическое время поездки на велосипеде t_{FV} , мин	16,3	15,7	18,1
5.	Теоретическое время поездки на велосипеде t_{TV} , мин	7,584	9,624	9,84
6.	Коэффициент приспособленности веломаршрута, %	46,52	62,6	54,7
7.	Время передвижения из начала в конец маршрута на общественном транспорте, мин	26...30	35...50	29...40
8.	Экономия времени по сравнению с общественным транспортом, мин	9,7...13,7	19,3...34,3	10,9...21,9
9.	Время передвижения из начала в конец маршрута на автомобиле, мин	22...30	23...45	24...35
10.	Экономия времени по сравнению с автомобилем, мин	5,7...13,7	7,3...29,3	5,9...16,9
11.	Время передвижения из начала в конец маршрута пешком, мин	38	48	49
12.	Экономия времени по сравнению с пешеходом, мин	21,7	32,3	30,9

Примечание: Время передвижения из начала в конец маршрута на общественном транспорте и на автомобиле определено по ГИС «Яндекс-Карты» с учётом времени сопутствующих операций, таких как парковка, запуск двигателя, передвижение пешком до места парковки и т.п.

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что велосипедный транспорт в условиях такого мегаполиса, как Москва, является эффективным способом передвижения на расстояния порядка 3.5 км. На «хордовых» маршрутах указанной протяжённости велотранспорт оказывается самым быстрым способом перемещения по Москве даже в условиях отсутствия специализированной велоинфраструктуры. Внедрение же мероприятий, направленных на обеспечение удобства пользования велосипедом, способно повысить эффективность веломаршрутов на 40...55%.

Литература

1. Шелмаков П.С., Шелмаков С.В. Развитие велосипедного движения в Российской Федерации // Успехи современного естествознания. – 2012. - № 6. – С. 183-184.

2. Налимов И.П. Метод оценки пригодности дороги для передвижения на велосипеде [Электронный ресурс] // Велотранспортный союз: сайт. – URL: <http://www.velotransunion.ru/veloprignodnost> (дата обращения 21.08.2013).

Шигин А.О.¹, Гилев А.В.², Шигина А.А.³

¹Доцент, канд. техн. наук, Сибирский федеральный университет; ²Профессор, д-р техн. наук, Сибирский федеральный университет; ³Аспирант, Сибирский федеральный университет

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ И РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПРИВОДА ПОДАЧИ РАБОЧЕГО ОРГАНА БУРОВОГО СТАНКА

Аннотация

В статье рассмотрена – разработка и исследование адаптивного электромагнитного привода подачи рабочего органа бурового станка для открытых горных работ, а также представлена методика расчета его основных технических характеристик при проектировании на заданные параметры станка и его особенности работы.

Ключевые слова: адаптивный, система подачи, рабочий орган, методика, характеристики.

CONCEPT DEVELOPMENT AND PERFORMANCE CALCULATION OF ELECTROMAGNETIC DRIVE FEED BODY WORK OF DRILLING MACHINE

Abstract

In article it is considered the development and research of the adaptive electromagnetic drive of giving of working body of the drilling rig for open mining operations, and also the method of calculation of its main technical characteristics is presented at design on the set parameters of the machine and its feature of work.

Keywords: adaptive, giving system, working body, technique, characteristics

В исполнительных устройствах и механизмах возвратно-поступательного движения преимущественно применяются цилиндрические линейные электродвигатели, в основу конструкции которых положен модульный принцип [1]. Магнитопровод двигателя состоит из отдельных стальных шайб. Катушки обмотки наматывают на каркасы и помещают в пазы шайб магнитопровода. Образуются монтажные модули, из которых набирается индуктор двигателя [2]. Необходимый воздушный зазор между индуктором и вторичным элементом поддерживается с помощью подшипника скольжения запрессованного в торцевую крышку. Конструкция фиксируется кольцами.

Вторичный элемент цилиндрического электродвигателя выполняется в виде стержня или трубы с токопроводящим покрытием. Применение короткозамкнутого вторичного элемента повышает тягово энергетические показатели двигателя.

Внедрение линейных электродвигателей в различное технологическое оборудование сопровождается усовершенствованием существующих и разработкой новых конструкций этого типа электрических машин.

Механическая характеристика линейного асинхронного двигателя имеет вид зависимости усилия подачи от скорости перемещения $F=f(v)$ схожий с механической характеристикой асинхронного двигателя вращательного действия [3].

Для расчета конструктивных параметров двигателя необходимо определить его предельные технологические характеристики. Основными характеристиками линейного двигателя является максимальное развиваемое усилие и минимальная скорость подачи рабочего органа.

Максимальное развиваемое усилие должно соответствовать уровню современной буровой техники [2].

Наибольшее применение для бурения взрывных скважин на карьерах нашли буровые станки типа СБШ-250. Привод подачи современных буровых станков СБШ-250 МНА-32 способен развивать усилие подачи до 340 кН. Однако реальные технические условия при бурении сложноструктурных, трещиноватых и абразивных горных массивов дают возможность бурить при усилиии подачи рабочего органа немногим более 200 кН.

Минимальная линейная скорость двигателя в точке В должна соответствовать скорости подачи рабочего органа при бурении наиболее крепких пород с максимальным усилием подачи при условии рационального применения шарошечного бурения. Шарошечное бурение применяют при крепости пород до 14 по шкале Протодяконова. В условиях Нефелинового рудника ОАО «РУСАЛ» шарошечное бурения применяется при крепости до 16 с пропластками до 18 по шкале Протодяконова. Принимаем максимальную крепость породы при условии рационального применения шарошечного бурения 16 по шкале протодяконова. В переводе на показатель буримости это значение приблизительно соответствует $\Pi_6 \approx 20$

Скорость бурения можно найти из уравнения [4]

$$v_6 = \frac{40P_{oc} \cdot n_{вр}}{\Pi_6 \cdot D_1^2}, \text{ м/ч}$$

где P_{oc} – осевое усилие, МН, $n_{вр}$ частота вращения бурового става, c^{-1} , D_1 – диаметр долота, м; Π_6 – показатель буримости.

При усилиии подачи 300 кН, среднем значении частоты вращения бурового става 1,5 об/с, показателе буримости 20 и диаметре шарошечного долота 244,5 мм, скорость бурения составит приблизительно $v_6^{min} = 15,1$ м/ч.

Экспериментальные исследования показали, что двигатель, мощностью 37,2 кВА, имеющий пар полюсов $p_{ст} = 4$, развивает скорость подачи при максимальном усилиии $v_{ст}^{min} = 17$ см/с. При этом скорость бурения 15,1 м/ч соответствует значению $v_6^{min} 0,42$ см/с. Таким образом скорость линейного двигателя необходимо уменьшить в $v_{ст}^{min}/v_6^{min} = 17/0,42 = 40$ раз.

При проектировании асинхронного электродвигателя уменьшить его рабочую скорость можно увеличив число пар полюсов [5, 6].

$$v_0 \sim l \cdot \frac{60f}{p}, \quad (1)$$

где v_0 – скорость ротора линейного двигателя в холостом режиме; l – длина статора линейного двигателя, м; f – частота напряжения сети, Гц; p – число пар полюсов статора.

Таким образом, ориентировочное количество обмоток статора будет равно

$$n_{обм} = p_{ст} \cdot \frac{v_{ст}^{min}}{v_6^{min}} \cdot i = 4 \cdot 40 \cdot 3 = 480 \quad (2)$$

где $p_{ст}$ – число пар полюсов двигателя исследовательского стенда, $v_{ст}^{min}$ – скорость подачи при максимальном усилиии двигателя исследовательского стенда, см/с; v_6^{min} – скорость подачи рабочего органа при бурении наиболее крепких пород, см/с; i – количество обмоток, соответствующих одной паре полюсов, для трехфазного двигателя $i = 3$.

Линейный двигатель лабораторного стенда [6] при наличии ферромагнитного магнитопровода будет развивать максимальное усилиие:

$$P_2 = P_1 \cdot \frac{R_{1m}}{R_{2m}} = 270 \cdot 97,072 = 26209 \text{ Н}$$

При увеличении числа пар полюсов изменяется также максимальное и номинальное усилиие подачи линейного двигателя. Электромагнитный момент асинхронной машины вращательного действия находится из следующего соотношения

$$M = C \cdot \Phi \cdot I_2 \cdot \cos \psi_2 = \frac{3}{\sqrt{2}} \cdot w_2 \cdot \kappa_2 \cdot p \cdot \Phi \cdot I_2 \cdot \cos \psi_2, \quad (3)$$

где C – конструктивный коэффициент; Φ – результирующее магнитное поле в машине; I_2 – ток в обмотке ротора; ψ – сдвиг по фазе между ЭДС и током ротора; w_2 и κ_2 – соответственно число витков и обмоточный коэффициент обмотки ротора.

Из выражения (3) видно, что электромагнитный момент асинхронной машины находится в прямой зависимости от числа пар полюсов. Таким образом для асинхронной машины можно записать выражение

$$F \sim \frac{3}{\sqrt{2}} \cdot w_2 \cdot \kappa_2 \cdot p \cdot \Phi \cdot I_2 \cdot \cos \psi_2, \quad (4)$$

С учетом выражения (4) линейный двигатель, мощностью 37,2 кВт, имеющий число пар полюсов

$$P_{\text{дв}1} = P_{\text{ст}} \cdot \frac{v_{\text{ст}}^{\min}}{v_6^{\min}} = 4 \cdot 40 = 160$$

, будет создавать максимальное усилие подачи:

$$P_2^{\text{дв}1} = P_1 \cdot \frac{R_{1m}}{R_{2m}} \cdot \frac{v_{\text{ст}}^{\min}}{v_6^{\min}} = 270 \cdot 97,072 \cdot 40 = 1048378 \text{ Н}$$

Таким образом, расчетная мощность линейного асинхронного двигателя на рабочее напряжение 380 В механизма подачи бурового станка, создающего максимальное усилие $P_{\text{под}}^{\text{б.ст}} = 300 \text{ кН}$ при минимальной рабочей скорости $v_6^{\min} = 15,1 \text{ м/ч}$, составит:

$$N_{\text{расч}}^{\text{б.ст}} = N_{\text{ст}} \frac{P_{\text{под}}^{\text{б.ст}}}{P_2^{\text{дв}1}} = 37,2 \frac{300000}{1048378} = 10,65 \text{ кВт} \quad (5)$$

Полученная в выражении (5) мощность является активной. При проведении экспериментальных исследований было выяснено, что в случае применения ферромагнитного магнитопровода, величина тока с учетом индуктивного сопротивления оказывалась приблизительно в 2,5 раза ниже значения, рассчитанного через активное сопротивление.

В случае двигателя без ферромагнитного магнитопровода полная и активная мощности приблизительно равны, поскольку индуктивное сопротивление близко к нулю.

С учетом значительных и часто повторяющихся перегрузок при бурении сложноструктурных горных массивов, выражающихся в колебании величины тока в обмотках статора, принимаем ориентировочный коэффициент запаса мощности электромагнитного привода подачи $k_{\text{зап.мощ}} = 2$. Коэффициент запаса мощности электромагнитного привода подачи выражается в увеличении сечения провода обмоток двигателя.

Расчет обмоток двигателя на напряжение 380 В

Ориентировочная мощность одной кольцевой обмотки статора линейного двигателя, общей мощностью с учетом ориентировочного коэффициента запаса мощности 22 кВт, с рабочим напряжением 380 В и количеством обмоток $n_{\text{обм}} = 480$, находится из следующего выражения

$$N_{\text{обм}} = \frac{N_{\text{расч.з}}^{\text{б.ст}}}{n_{\text{обм}}} = \frac{22000}{480} = 45,8 \text{ Вт}$$

С учетом запаса мощности принимаем ориентировочный допустимый номинальный ток $I_{\text{ном}} = 3,5 \text{ А}$. Согласно каталогу стандартных намоточных проводов с допустимым номинальным током 3,6 А принимаем намоточный провод диаметром медной жилы 1,32 мм, площадью сечения медной жилы 1,362, сопротивлением одного метра провода, при 20 °С – 0,0129 Ом/м.

Для работы обмоток с допустимым значением номинального тока, их необходимо объединить в секции с последовательным соединением обмоток. Ориентировочное количество обмоток в секции из расчета на одну фазу находится из следующего выражения:

$$n_{\text{обм}}^{\text{сек.1}} = \frac{I_{\text{ном}} \cdot U_{\text{ном}}}{N_{\text{обм}}} = \frac{3,6 \cdot 380}{45,8} = 30$$

$$n_{\text{обм}}^{\text{сек.3}} = n_{\text{обм}}^{\text{сек.1}} \cdot 3 = 30 \cdot 3 = 90$$

Из расчета на 3 фазы, ориентировочное количество обмоток одной секции составляет Отсюда ориентировочное количество секций двигателя:

$$n_{\text{сек.дв}}^{\text{ор}} = \frac{n_{\text{обм}}}{n_{\text{обм}}^{\text{сек.3}}} = \frac{480}{90} = 5,33$$

Принимаем количество секций двигателя $n_{\text{сек.дв}} = 5$. Тогда количество обмоток одной секции из расчета на 3 фазы составит:

$$n_{\text{обм}}^{\text{сек.3}} = \frac{n_{\text{обм}}}{n_{\text{сек.дв}}} = \frac{480}{5} = 96$$

Количество обмоток одной секции из расчета на 1 фазу составит:

$$n_{\text{обм}}^{\text{сек.1}} = \frac{n_{\text{обм}}^{\text{сек.3}}}{3} = \frac{96}{3} = 32$$

Отсюда, мощность одной обмотки составит:

$$N_{обм} = \frac{I_{ном.доп} \cdot U_{ном}}{n_{обм}^{сек.1}} = \frac{3,6 \cdot 380}{32} = 42,75 \text{ Вт}$$

Тогда проектная мощность линейного асинхронного двигателя на рабочее напряжение 380 В механизма подачи бурового станка, создающего максимальное усилие $P_{под}^{б.ст} = 300$ кН при минимальной рабочей скорости $v_6^{min} = 15,1$ м/ч, с учетом коэффициента запаса мощности составит:

$$N_{под.пр}^{б.ст} = N_{обм} \cdot n_{обм} = 42,75 \cdot 480 = 20520 \text{ Вт}$$

При этом коэффициент запаса мощности составит:

$$k_{зап.мощ} = \frac{N_{под.пр}^{б.ст}}{N_{расч}^{б.ст}} = \frac{20520}{10650} = 1,93$$

Поскольку схема соединения секций параллельная, необходимо увеличить сопротивление каждой секции в 5 раз. Таким образом, длину провода одной обмотки можно определить из следующего выражения:

$$l_{обм} = \frac{5R_{сек}}{n_{обм}^{сек.1} \cdot \rho_{1,32}} = \frac{5 \cdot 42,22}{32 \cdot 0,0129} = 511 \text{ м}$$

Для рационального использования обмоточного провода двигателя большой мощности как правило запитывают от источников электропитания высокого напряжения.

Наиболее рационально использовать дизель-генератор с трехфазным номинальным линейным напряжением 660 В и фазным напряжением 380 В на необходимую мощность для работы всех двигателей бурового станка. Такой дизель-электрический агрегат позволит наиболее экономично эксплуатировать электрические машины большой мощности и при этом подключать менее мощные электродвигатели на напряжение 380 В. Данным требованиям удовлетворяет синхронный генератор СГД-85/36-4В с трехфазным номинальным линейным напряжением 660 В и фазным напряжением 380 В и номинальной активной мощностью 630 кВт.

Расчет обмоток двигателя на напряжение 660 В

При расчете двигателя на напряжение 660 В необходимо определить длину секции обмоток, включенных последовательно на данное напряжение и рассчитать количество секций.

Ориентировочная мощность одной кольцевой обмотки статора линейного двигателя, общей мощностью с учетом ориентировочного коэффициента запаса мощности 22 кВт, с рабочим напряжением 660 В и количеством обмоток $n_{обм} = 480$, находится из следующего выражения

$$N_{обм} = \frac{N_{расч.з}^{б.ст}}{n_{обм}} = \frac{22000}{480} = 45,8 \text{ Вт}$$

С учетом запаса мощности принимаем ориентировочный допустимый номинальный ток $I_{ном} = 3,5$ А. Согласно каталогу стандартных намоточных проводов с допустимым номинальным током 3,6 А принимаем намоточный провод диаметром медной жилы 1,32 мм, площадью сечения медной жилы 1,362, сопротивлением одного метра провода, при 20 °С – 0,0129 Ом/м.

Для работы обмоток с допустимым значением номинального тока, их необходимо объединить в секции с последовательным соединением обмоток. Ориентировочное количество обмоток в секции из расчета на одну фазу находится из следующего выражения:

$$n_{обм}^{сек.1} = \frac{I_{ном} \cdot U_{ном}}{N_{обм}} = \frac{3,6 \cdot 660}{45,8} = 52$$

$$n_{обм}^{сек.3} = n_{обм}^{сек.1} \cdot 3 = 52 \cdot 3 = 156$$

Из расчета на 3 фазы, ориентировочное количество обмоток одной секции составляет
Отсюда ориентировочное количество секций двигателя:

$$n_{сек.дв}^{ор} = \frac{n_{обм}}{n_{обм}^{сек.3}} = \frac{480}{156} = 3,1$$

Принимаем количество секций двигателя $n_{сек.дв} = 3$. Тогда количество обмоток одной секции из расчета на 3 фазы составит:

$$n_{обм}^{сек.3} = \frac{n_{обм}}{n_{сек.дв}} = \frac{480}{3} = 160$$

Количество обмоток одной секции из расчета на 1 фазу составит:

$$n_{обм}^{сек.1} = \frac{n_{обм}^{сек.3}}{3} = \frac{160}{3} \approx 54$$

Тогда уточненное количество обмоток двигателя

$$n_{обм} = n_{обм}^{сек.1} \cdot n_{сек.дв} \cdot 3 = 54 \cdot 3 \cdot 3 = 486$$

Отсюда, мощность одной обмотки составит:

$$N_{обм} = \frac{I_{ном.доп} \cdot U_{ном}}{n_{обм}^{сек.1}} = \frac{3,6 \cdot 660}{54} = 44 \text{ Вт}$$

Тогда проектная мощность линейного асинхронного двигателя на рабочее напряжение 660 В механизма подачи бурового станка, создающего максимальное усилие $P_{\text{под.б.ст}} = 300$ кН при минимальной рабочей скорости $v_6^{\text{min}} = 15,1$ м/ч (точка В, рис. 23), с учетом коэффициента запаса мощности составит:

$$N_{\text{под.пр}}^{\text{б.ст}} = N_{\text{обм}} \cdot n_{\text{обм}} = 44 \cdot 486 = 21384 \text{ Вт}$$

При этом коэффициент запаса мощности составит:

$$k_{\text{зап.мощ}} = \frac{N_{\text{под.пр}}^{\text{б.ст}}}{N_{\text{расч}}^{\text{б.ст}}} = \frac{21384}{10650} = 2,01$$

Поскольку схема соединения секций параллельная, необходимо увеличить сопротивление каждой секции в 3 раза. Таким образом, длину провода одной обмотки можно определить из следующего выражения:

$$l_{\text{обм}} = \frac{3 \cdot R_{\text{сек}}}{n_{\text{обм}} \cdot \rho_{1,32}} = \frac{3 \cdot 44}{54 \cdot 0,0129} = 189,5 \text{ м}$$

Внешний диаметр обмотки можно найти из выражения:

$$D_{\text{внеш}} = \sqrt{\frac{l_{\text{обм}} S_{\text{пров}} k_{\text{зап}} + \frac{\pi}{4} \cdot D_{\text{внут}}^2 \cdot \delta \cdot k_{\text{зап}}}{\frac{\pi}{4} \cdot \delta \cdot k_{\text{зап}}}},$$

где $S_{\text{пров}}$ – сечение медной жилы обмоточного провода, мм²; $k_{\text{зап}}$ – коэффициент заполнения обмотки с учетом изоляционных материалов; δ – размер обмотки вдоль оси бурового става, мм; $D_{\text{внут}}$ – внутренний диаметр обмотки, $D_{\text{внут}} = D_{\text{б.ст}} \cdot 2 \Delta_{\text{обм}}$, где $D_{\text{б.ст}}$ – диаметр бурового става, для СБШ-250 $D_{\text{б.ст}} = 215$ мм, $\Delta_{\text{обм}}$ – зазор между кольцевой обмоткой и стенкой бурового става, $\Delta_{\text{обм}} = 10$ мм.

$$D_{\text{внеш}} = \sqrt{\frac{189500 \cdot 1,362 \cdot 2 + \frac{\pi}{4} \cdot 235^2 \cdot 5 \cdot 2}{\frac{\pi}{4} \cdot 5 \cdot 2}} = 348 \text{ мм}$$

Таким образом, размер статора асинхронного линейного двигателя подачи рабочего органа бурового станка составит.

При этом основной задачей создания электромагнитного привода подачи бурового органа является своевременное реагирование на изменение свойств горной породы. Электромагнитный привод реагирует на увеличение или уменьшение показателя буримости соответственным изменением величины тока в обмотке статора. Т.е. точка рабочего режима двигателя будет перемещаться по механической характеристике. Время такой адаптивной реакции будет характеризоваться периодом переходных электромагнитных процессов, что равняется десятым долям секунды [8]. Изменение тока в обмотке двигателя должно быть учтено при проектировании электрической машины.

Кроме того, данный механизм подачи рабочего органа позволяет легко автоматизировать процесс в случае длительных перегрузок. Изменение тока будет фиксироваться напрямую с обмотки двигателя. В автоматическом режиме, согласно заложенной в контроллере функции, режим бурения будет изменен. Соответственно должны быть изменены усилие и скорость подачи, а также момент на валу вращательного механизма и скорость вращения бурового става. Регулировка режимов возможна тремя способами: 1) при помощи преобразователя частоты; 2) понижением напряжения – для экстренного снижения величины ударных нагрузок; 3) комплексное использование обоих способов для получения оптимальных режимов.

Выводы:

1. Применение адаптивного механизма подачи на основе линейного трехфазного асинхронного двигателя с массивным ротором возможно на базе существующих буровых станков, запитанных от трехфазной электрической сети;
2. Линейный трехфазный асинхронный двигатель с массивным ротором способен обеспечить требуемое усилие подачи с приемлемым значением потребляемой мощности;
3. Адаптивный привод подачи способен своевременно реагировать на резкие изменения свойств горных пород перемещением точки рабочего режима по механической характеристике асинхронной машины, при соответственном изменении величины тока в обмотке двигателя;
4. Применение в качестве системы подачи линейного электромагнитного двигателя позволяет получать информацию об изменениях физико-механических свойств породы, измеряя величину тока в обмотке двигателя;
5. В случае длительных перегрузок в автоматическом режиме, согласно заложенной в контроллере функции режим бурения может быть изменен.

Литература

1. А.О. Шигин Принципы построения функциональных схем электромагнитных двигателей линейного действия // Технология машиностроения. – М: изд. центр Технология машиностроения. – № 3, 2012. – С. 25 – 29.
2. Проектирование рабочих органов и режимных параметров буровых станков для сложноструктурных горных массивов / Гилев А.В., Шигин А.О. Буткин В.Д., Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 312 с.
3. Теория рабочего процесса электромагнитного привода вращательно-подающего механизма бурового станка при бурении сложноструктурных горных массивов / Гилев А.В., Шигин А.О., Фундаментальные исследования № 9 (часть 2). – Москва: изд. Российская академия естествознания. – 2012, С. 375-380.
4. Подэрни Р.Ю. Горные машины и комплексы для открытых работ: Учебное пособие. – 4-е изд. – М.: изд-во МГГУ. 2001. – 422 с.

5. Исследование режимов работы электромагнитного привода подачи бурового станка / Шигин А.О., Гилев А.В., Известия вузов. Горный журнал. – Екатеринбург: изд. ФГБОУ ВПО "Уральский государственный горный университет". – № 4, 2013. – С. 101-111.
6. Расчетно-экспериментальное построение механических характеристик электромагнитного привода подачи бурового станка / Шигин А.О., Гилев А.В., Вестник Иркутского Государственного Технического Университета, № 4, 2013. – С. 50 – 57.
7. Расчет и обоснование режимных параметров электромагнитного механизма подачи рабочего органа бурового станка / Шигин А.О., Гилев А.В., Известия вузов. Горный журнал. – Екатеринбург: изд. ФГБОУ ВПО "Уральский государственный горный университет". № 1, 2013. – С. 84-89.
8. Электрические машины: Машины переменного тока / А.И. Вольдек, Д.А. Попов. – СПб.: Высш. шк.; Питер, 2007. – 350 с.